



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

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

3/2026
(242)

elektro info 25

DAI



GENERAL ENERGY POLAND

www.generalenergy.com.pl

s. 60

**Usługi elastyczności
w sieciach
dystrybucyjnych –
wdrożenie w Polsce**

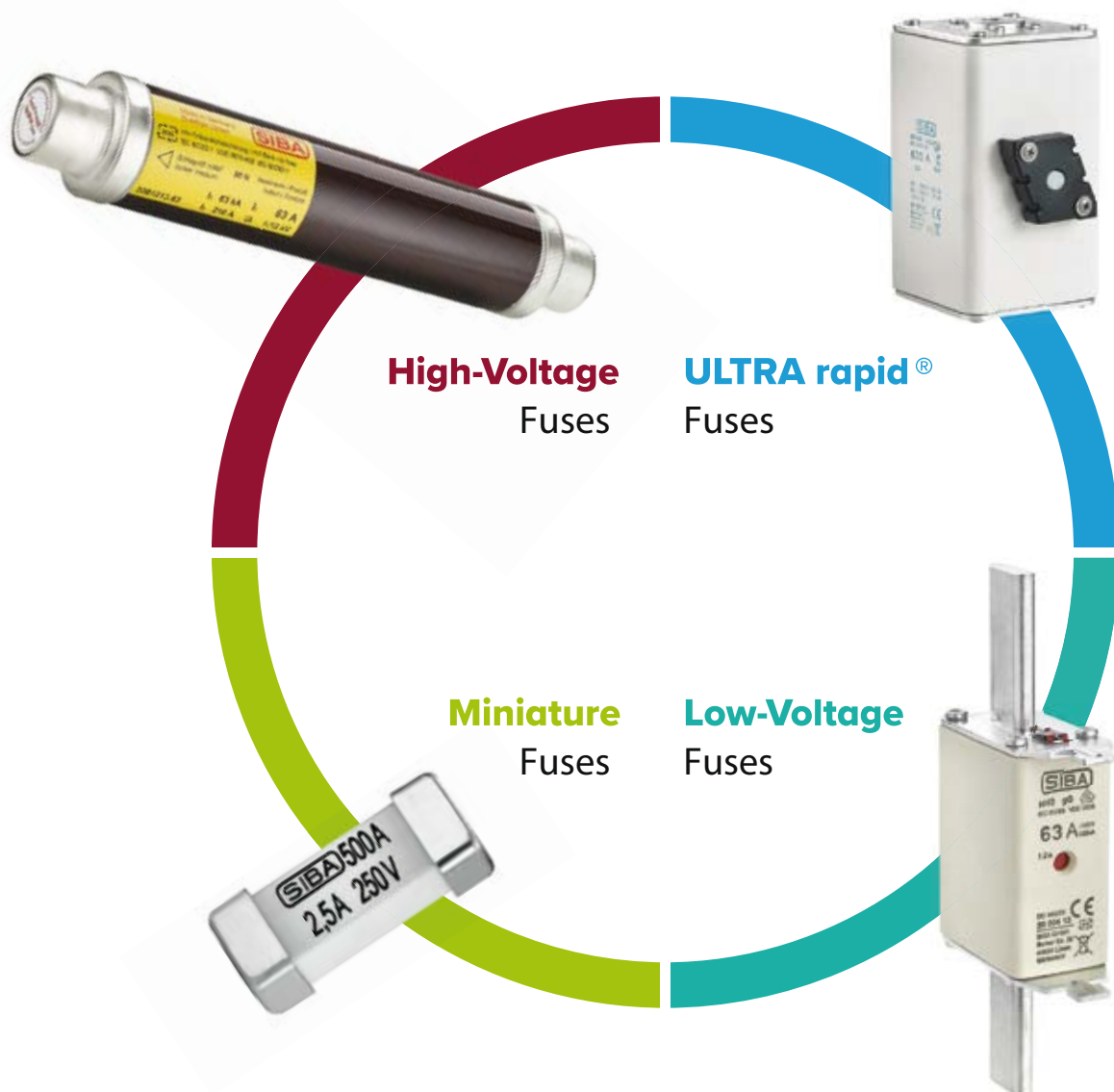
s. 64

**Rola samorządów
w transformacji
energetycznej**

s. 97

**Bezpieczniki topikowe
i zabezpieczenia systemów
fotowoltaicznych
produkcji Siba**

OUR PASSION.
YOUR PROTECTION.



ROZWIĄZANIA DLA ENERGETYKI, OZE, PRZEMYSŁU I GÓRNICTWA

Kompleksowo. Bezpiecznie. Terminowo.

ESIX Sp. z o.o. to doświadczony partner w realizacji inwestycji elektroenergetycznych. Od koncepcji, przez projektowanie, aż po wykonawstwo i serwis.

Szukasz sprawdzonego wykonawcy?

Porozmawiajmy!

ESIX Sp. z o.o.
ul. Strzegomska 56 B
53-611 Wrocław
biuro@esix.pl

www.esix.pl



ENERGETYKA

Linie WN, SN, nN
Stacje elektroenergetyczne
Automatyka zabezpieczeniowa



OZE

Magazyny energii
Fotowoltaika
Farmy wiatrowe



PRZEMYSŁ

Uruchomienia i serwis
Instalacje elektryczne
Pomiary



GÓRNICTWO

Rozdzielnice dołowe
Serwis i montaż
Instalacje elektryczne



ESIX



ESIX Sp. z o.o.

» Od redakcji	6
» Nowości	8
» Z branży	10
» Jakość energii elektrycznej to fundament nowoczesnej energetyki – rozmowa z dr. inż. Andrzejem Książkiewiczem z Grupy ASTAT	14
» Z kart historii – Tomasz Ruśkiewicz	90
» „elektro.info” poleca	91
» Doskonalenie zawodowe – niezbędny element rozwoju	92
» Katalog firm	93
» Po godzinach	98

ELEKTROMOBILNOŚĆ

- » Uproszczony projekt zasilania w energię elektryczną stacji ładowania samochodów elektrycznych
Julian Wiatr, Marcin Orzechowski 18
- » Cyberbezpieczeństwo infrastruktury ładowania w świetle AFIR i CRA Rafał Sypniewski prezentacja 24

INSTALACJE ELEKTROENERGETYCZNE

- » Transformatory rozdzielcze – jak ograniczyć straty energii elektrycznej? Karol Kuczyński 26
- » Zestawienie transformatorów rozdzielczych SN/nn 30
- » Jaki cel ma zapis pkt 2 art. 14 projektu nowelizacji ustawy o wyrobach budowlanych z 14 października 2025 roku?
Julian Wiatr 40
- » Elektromechaniczne przekaźniki przemysłowe w układach automatyki przemysłowej, energetyki, a także w układach sygnalizacji i zabezpieczeń
Krzysztof Smyrski prezentacja 44

OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

- » Ochrona przeciwporażeniowa i działanie wyłączników różnicowoprądowych w instalacjach prądu stałego (część 2.). Zabezpieczenia różnicowoprądowe a prąd różnicowy jednokierunkowy Stanisław Czapp 46

JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

- » Ocena jakości kompensacji mocy biernej z wykorzystaniem statycznego generatora SVG w warunkach obciążenia trójfazowego Andrzej Książkiewicz 52

W NUMERZE 3/2026

Numer dostępny jako:



PAPIER PLIK PDF E-WYDANIE



Odwiedź nas w sieci

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



RYNEK ENERGII

- » Analiza wpływu przepływów kołowych na funkcjonowanie europejskiego i krajowego rynku energii
Bogdan Kazimierski, Dariusz Baczyński, Paweł Piotrowski 56

SIECI ELEKTROENERGETYCZNE

- » Usługi elastyczności w sieciach dystrybucyjnych – wdrożenie w Polsce Dominik Krasnodębski, Sławomir Bielecki 60

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

- » Rola samorządów w transformacji energetycznej
Radosław Szerzbowski 64
- » Analiza parametrów jakości energii elektrycznej w kontekście wymagań norm IEC 61000-4-30 oraz PN-EN 50160
Andrzej Książkiewicz prezentacja 70
- » Zestawienie drukarek etykiet 71

OCHRONA ODGROMOWA I PRZEPIĘCIOWA

- » Selektowność zabezpieczeń w instalacjach niskiego napięcia z wykorzystaniem ogranicznika mocy umownej ETIMAT T Michał Szulborski prezentacja 76
- » Zestawienie ograniczników przepięć T1 + T2 80
- » Można prościej: ograniczniki przepięć typu 1 z techniką ACI
Krzysztof Wincencik prezentacja 88



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



JESZCZE BEZPIECZNIEJ I WYDAJNIEJ

**Modułowe przekaźniki
z mechanicznie
sprzężonymi zestykami
6 - 10 A**

Seria 7S

**Do aplikacji bezpieczeństwa do poziomu
SIL2 lub SIL3 zgodnie z IEC 61508
(w zależności od typu).**

**Zastosowanie w maszynach przemysłowych,
branży windowej i barierach bezpieczeństwa.**

Dostępne wykonania do aplikacji kolejowych.



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

 **finder**[®]
RELAYING INNOVATION

findernet.com



LAUREAT
MEDALU SEP IM. MICHAŁA
DOLIWO-DOBROWOLSKIEGO



LAUREAT
MEDALU 100-LECIA SEP



LAUREAT MEDALU
ODDZIAŁU POZNAŃSKIEGO SEP
IM. PROF. JÓZEFA WĘGLARZA

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

REDAKCJA

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

AGNIESZKA ROSZKOWSKA, KAROL KUCZYŃSKI
(redaktorzy tematyczni)

RADA NAUKOWA CZASOPISMA

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

REKLAMA I MARKETING

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

KOLPORTAŻ I PRENUMERATA

tel./faks 22 810 21 24
Dyrektor ds. rozwoju MICHAŁ GRODZKI
mgrodzki@medium.media.pl
Kierownik ds. logistyki ANETA CARTAILLER
acartailler@medium.media.pl
Specjalista ds. dystrybucji i prenumeraty ANNA SERGEL
asergel@medium.media.pl
Specjalista ds. szkoleń „elektro.info” PAULINA KIJAK
pkijak@medium.media.pl, szkolenia@elektro.info.pl

ADMINISTRACJA

Księgowość MARIA KRÓLAK
mkrolak@medium.media.pl
HR DANUTA CIECIEŃSKA
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 marcowym numerze „elektro.info”, który rozpoczynam nie-
miłą wiadomością. W dniu 8 lutego, po bardzo ciężkiej chorobie, w wieku
65 lat, zmarł mój jedyny, młodszy brat Janusz. Urna z jego prochami, została
złożona w dniu 12 lutego br. w grobie rodzinnym na Cmentarzu Komunalnym w Mal-
borku. W tym miejscu chciałbym podziękować za liczny udział znajomych, kolegów oraz
rodziny w uroczystościach pogrzebowych. Jednocześnie składał kondolencje, w imie-
niu własnym oraz mojej żony Małgorzaty, mojej 94-letniej Mamie oraz Bratowej Małgo-
rzenie, ich dzieciom oraz ich rodzinom. Pomimo tych trudnych dla mnie chwil, oddajemy
do Państwa dyspozycji kolejny numer „elektro.info”, w jubileuszowym, 25. roku funk-
cjonowania na rynku wydawniczym. Numer poświęciliśmy w głównej mierze jakości
energii elektrycznej oraz zmianom zachodzącym na rynku energii. Ponieważ nasz kraj
znajduje się w trakcie procesu transformacji energetycznej, Radosław Szczerbowski,
pracownik naukowo-dydaktyczny Politechniki Poznańskiej, opisał rolę samorządów
w tym procesie (s. 64). Karol Kuczyński, pracownik naukowo-dydaktyczny Politechniki
Warszawskiej, przybliżył zagadnienia związane z energooszczędnymi transformato-
rami wykorzystywanymi w sieciach elektroenergetycznych (s. 26). Andrzej Książkiewicz
opisał metodykę oceny jakości kompensacji mocy biernej z wykorzystaniem statycz-
nego generatora SVG w warunkach obciążenia trójfazowego (s. 52). Paweł Piotrowski
i Dariusz Baczyński, pracownicy naukowcy Politechniki Warszawskiej, oraz Bogdan Kazi-
mierski, zaprezentowali analizę wpływu przepływów kołowych na funkcjonowanie
europejskiego oraz krajowego rynku energii (s. 56). Z kolei Stanisław Czapp, pracow-
nik naukowy Politechniki Gdańskiej, prezentuje drugą część artykułu poświęconego
zasadom ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach prądu stałego z wykorzystaniem
włazników różnicowoprądowych (s. 46). Zachęcam również do lektury artykułu autor-
stwa Dawida Krasnodębskiego oraz Sławomira Bieleckiego, pracowników naukowych
Politechniki Warszawskiej, poświęconego usługom elastyczności w elektroenergetycz-
nych sieciach dystrybucyjnych (s. 60). Część merytoryczną numeru zamyka uprosz-
czony projekt stacji ładowania samochodów elektrycznych, opracowany przeze mnie
oraz Marcina Orzechowskiego (s. 18). Jest to w praktyce kontynuacja projektu zasilania
części osiedla mieszkaniowego, opublikowanego w numerze 1-2/2026. Uzupełnienie
treści merytorycznych stanowią zestawienia wybranych produktów branżowych.
Tym razem prezentujemy zestawienie transformatorów rozdzielczych, zestawienie dru-
karek do oznaczania oraz zestawienie ograniczników przepięć typu 1 + 2. Tradycyjnie
publikujemy informacje o nowościach oraz relacje z imprez branżowych, w których
uczestniczyła nasza redakcja. W rubryce „Z kart historii” prezentujemy życiorys kolejnej
osoby zasłużonej w rozwoju techniki. Na końcu numeru zamieściliśmy recenzję książki
dostępnej w naszej księgarni technicznej oraz krzyżówkę, której poprawne rozwiązanie
pozwala na uczestnictwo w losowaniu nagrody. Ponieważ jest to nasze ostatnie spot-
kanie przedświąteczne, w imieniu całego zespołu redakcyjnego życzę Państwu rados-
nych i pogodnych świąt Wielkiej Nocy oraz mokrego dyngusa.

Julian Wiatr

NOWY WIELOFUNKCYJNY TESTER MFT-X1



MFT-X1 – nowe narzędzie do testowania instalacji elektrycznych

MFT-X1 to pierwsze urządzenie nowej generacji wielofunkcyjnych testerów instalacji niskonapięciowych, z możliwością aktualizacji oprogramowania.

Przeznaczony do wszystkich instalacji niskiego napięcia, w tym punktów ładowania EV oraz instalacji fotowoltaicznych. Szerokie możliwości pomiarowe umożliwiają zarówno odbiory instalacji, jak i przeglądy okresowe oraz zaawansowaną diagnostykę usterek.

- Test True Loop™ z opatentowanym wskaźnikiem Confidence Meter™
- Przesyłanie wyników przez Bluetooth® – zgodność z CertSuite™
- Nowa generacja testów pętli zwarcia 2- i 3-przewodowych bez wyzwalania zabezpieczeń
- Możliwość aktualizacji systemu operacyjnego przez użytkownika
- Test pętli zwarcia z wysoką rozdzielczością – 0,001 Ω
- Automatyczny pomiar spadku napięcia
- Stabilizowane napięcie testu izolacji
- Konfigurowalne testy RCD i EV w trybie automatycznym
- Kolorowy wyświetlacz TFT o wysokim kontraście
- Nowy zestaw przewodów pomiarowych i funkcjonalna walizka
- Obudowa o klasie szczelności IP54

FUNKCJE

True Loop™

True Loop™ to teraz standardowa funkcja w MFT-X1. Najnowsza technologia 3-przewodowego testu pętli zwarcia bez wyzwalania zabezpieczeń, połączona z opatentowanym Confidence Meter™, oferuje użytkownikowi wyjątkowo dokładne, stabilne i powtarzalne pomiary, nawet w trudnych warunkach – np. w obecności zakłóceń lub blisko źródła zasilania.

Eliminuje ryzyko fałszywego zadziałania RCD i znacząco skraca czas testu – także na obwodach zabezpieczonych urządzeniami 6 mA lub 10 mA.

Opatentowany Confidence Meter™

Wszystkie zakresy pomiaru impedancji pętli zwarcia są teraz wspierane przez opatentowaną technologię Confidence Meter™, która skraca czas testu do około 7 sekund w spokojnych warunkach oraz optymalizuje czas w trudnych warunkach z zakłóceniami.

Wskaźnik pokazuje postęp pomiaru oraz obecność zakłóceń, eliminując błędne wyniki i zapewniając stabilność oraz powtarzalność pomiaru.

Pobieranie wyników i CertSuite

Wyniki testów można oznaczać danymi obwodów i przysyłać do CertSuite – nowoczesnego oprogramowania chmurowego do certyfikacji instalacji elektrycznych firmy Megger.

Po sparowaniu urządzenia z telefonem lub tabletem (Android/iOS) przez Bluetooth®, wyniki są przysyłane bezpośrednio do aplikacji CertSuite i synchronizowane z chmurą.

CertSuite umożliwia wygodną pracę zespołową, profesjonalne raporty i certyfikaty, a także zdalny dostęp do danych w czasie rzeczywistym. Dostępne są licencje miesięczne lub roczne.

Pomiar impedancji pętli zwarcia o wysokiej rozdzielczości
MFT-X1 rozszerza dolny zakres pomiaru impedancji pętli zwarcia z 0,01 Ω do 0,001 Ω przy obliczeniach prądu do 50 kA.

Technologia True Loop™ w połączeniu z Confidence Meter™ sprawia, że precyzyjne pomiary niskich impedancji są teraz możliwe przy użyciu połączeń dwuprzewodowych i wysokiego prądu testowego.

Konfigurowalne testy RCD

Testy RCD można teraz dostosować za pomocą konfiguratora. Wybierz pełny zestaw testów lub tylko te, które Cię interesują – np. dodaj test rampy, aby zoptymalizować procedurę pomiarową.

Testowanie punktów ładowania EV

MFT-X1 współpracuje z adapterem EVCA firmy Megger i umożliwia testowanie wszystkich znanych ładowarek EV – zarówno przy instalacji, jak i konserwacji.

Obsługuje punkty ładowania zabezpieczone RCD typu B oraz RDC.

Stabilizowane napięcie testu izolacji

MFT-X1 to pierwszy tester wielofunkcyjny z funkcją stabilizacji napięcia testowego izolacji – dokładność napięcia $\pm 3\%$ +2 cyfry (dla porównania, norma branżowa to +20%).

Zapewnia to większą precyzję i bezpieczeństwo – bez ryzyka uszkodzeń przez nadmierne napięcie.

Pomiar prądu (opcjonalnie)

MFT-X1 umożliwia pomiar prądu za pomocą opcjonalnego cęgowego przetwornika prądowego Megger MCC1010*, w zakresie od 1 mA do 1000 A (AC).

*Akcesorium opcjonalne

Aktualizacja systemu przez użytkownika

System operacyjny MFT-X1 można zaktualizować samodzielnie, pobierając plik BIN z witryny Megger i zapisując go na karcie microSD. Po włożeniu karty i naciśnięciu TEST, aktualizacja rozpoczyna się automatycznie – bez dodatkowych działań użytkownika.

Wyświetlacz i interfejs użytkownika

Nowy, przejrzysty interfejs wykorzystuje kolorowy ekran TFT o wysokim kontraście (480 x 272), z trybem czarno-białym zaprojektowanym do pracy w trudnych warunkach oświetleniowych.

**Aby uzyskać więcej informacji,
skontaktuj się z naszym Inżynierem ds. sprzedaży:**

Roman Słowik **M** +48 601 288 873 **E** roman.slowik@megger.com

ETI

**SWITCH TO
A SAFE FUTURE**



REKLAMA

MAGAZYN ENERGII ASTAT BESS BY ELSTA

Magazyn energii ASTAT BESS by Elsta to zaawansowany, przemysłowy system bateryjnego magazynowania energii, będący efektem współpracy polskiej firmy inżynierskiej Elsta oraz dystrybutora **Astat**. Wyposażony jest w autorski system EMS, który optymalizuje pracę baterii i integruje je z lokalną siecią lub OZE. System ma charakter modułowy, co pozwala na precyzyjne dopasowanie mocy wyjściowej oraz pojemności do indywidualnych potrzeb inwestora. Magazyny ASTAT BESS by Elsta mogą pełnić różne funkcje w zależności od sektora: u operatorów sieci energetycznych wspierają stabilność sieci, pomagają w zarządzaniu szczytowym zapotrzebowaniem na energię oraz zwiększają udział OZE, w przemyśle – pozwalają na obniżenie kosztów energii, zapewniają stabilność zasilania i bezprzerwową pracę zakładu, na farmach PV i wiatrowych – umożliwiają magazynowanie energii odnawialnej i jej dystrybucję w najbardziej korzystnym momencie, w obiektach komercyjnych i centrach danych – zapewniają nieprzerwane zasilanie i pomagają ograniczyć koszty zużycia energii, a w infrastrukturze krytycznej



i placówkach medycznych – gwarantują niezawodne źródło energii na wypadek awarii.

Najważniejsze elementy ASTAT BESS by Elsta: baterie Li-Ion LFP, zarządzane przez system BMS, zapewniają długą żywotność i efektywność; przetwornica DC/AC (PCS) – przetwarzanie energii zgromadzonej w bateriach na energię użyteczną; sterownik PLC/PMS z oprogramowaniem EMS – optymalizuje przepływ energii i zarządzanie systemem; system kondycjonowania termicznego – utrzymuje optymalną temperaturę pracy; transformator sprzęgający – integruje z siecią elektroenergetyczną; zabezpieczenia – system BMS, alarm pożarowy, gaseńcze gazem obojętnym; metalowa obudowa – dostępna jako autorska konstrukcja stalowa lub kontener transportowy.

DUŻA TORBA NA NARZĘDZIA PARAT BASIC

W pracy fachowca – niezależnie, czy chodzi o elektryka, instalatora, czy innego specjalistę pracującego w terenie – liczy się nie tylko jakość narzędzi, ale także sposób ich przechowywania i transportu. Duża torba na narzędzia Parat Basic to rozwiązanie dla fachowców, którzy chcą mieć najważniejsze narzędzia zawsze pod ręką, szybciej znajdować potrzebny sprzęt i sprawniej wykonywać codzienne zadania.

Torba została wykonana z wytrzymałego materiału, odpornego na codzienne użytkowanie w wymagających warunkach pracy. Pojemna komora główna pozwala wygodnie przechowywać większe narzędzia ręczne, a dodatkowe kieszenie i przegrody pomagają uporządkować drobniejsze akcesoria, dzięki czemu wszystko ma swoje miejsce i jest łatwe do znalezienia.

Solidny uchwyt oraz pasek na ramię zwiększają komfort przenoszenia, co ma duże znaczenie szczególnie wtedy, gdy trzeba często przemieszczać się między stanowiskami pracy lub dojeżdżać do klienta. Przemysłowa konstrukcja sprawia, że torba jest wygodna w codziennym użytkowaniu i pozwala szybciej przygotować się do pracy, bez szukania narzędzi i zbędnego chaosu w wyposażeniu.

Torba na narzędzia Parat Basic to praktyczny sposób na uporządkowanie wyposażenia i wygodny transport narzędzi w każdych warunkach. To oraz inne rozwiązania marki Parat znajdziesz w sklepie internetowym z narzędziami ręcznymi profitechnik.pl.



LXN

**IP41, IP44
obudowy
stojące**



www.etipolam.com.pl

nr 3/2026

eprasa.pl 1d1efa093c

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



DORADZTWO · PRODUKCJA · MONTAŻ · URUCHOMIENIA · SERWISOWANIE

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

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

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

ENEX JAKO BAROMETR RYNKU

Ponad 21 tysięcy uczestników, blisko 300 firm z 11 krajów, premiery technologiczne oraz dziesiątki debat i spotkań eksperckich – tak wyglądała tegoroczna edycja targów ENEX w Targach Kielce. Przez dwa dni hale wystawienne stały się miejscem rozmów o przyszłości energetyki, bezpieczeństwie energetycznym i rozwoju odnawialnych źródeł energii.

W halach Targów Kielce prezentowano najnowsze rozwiązania dla sektora OZE, elektromobilności oraz nowoczesnej energetyki, a bogaty program konferencyjny stworzył przestrzeń do szerokiej debaty o kierunkach rozwoju rynku.

Targi ENEX od lat pełnią funkcję barometru zmian zachodzących w energetyce. Tegoroczna edycja potwierdziła, że sektor OZE wchodzi w kolejny etap rozwoju – od pojedynczych instalacji prosumenckich do zintegrowanych systemów obejmujących fotowoltaikę, magazyny energii, pompy ciepła oraz inteligentne zarządzanie energią.

Wystawcy prezentowali rozwiązania zarówno dla gospodarstw domowych, jak i dla przemysłu oraz dużych projektów infrastrukturalnych. Szczególną uwagę zwracały technologie związane z magazynowaniem energii, które coraz częściej wskazywane są jako jeden z kluczowych elementów stabilności systemu elektroenergetycznego.

Wyłącznym partnerem targów ENEX była firma Huawei Digital Power. Na swoim stoisku pre-

zentowała szerokie portfolio technologii – od domowych magazynów energii i falowników do instalacji prosumenckich, po rozwiązania do wielkoskalowych projektów fotowoltaicznych oraz systemy BESS wspierające stabilność sieci energetycznej. Prezentowane rozwiązania pokazywały kierunek rozwoju rynku – integrację produkcji energii, jej magazynowania oraz inteligentnego zarządzania zużyciem.

W halach Targów Kielce zaprezentowano liczne premiery technologiczne odpowiadające na rosnące zapotrzebowanie na urządzenia poprawiające efektywność energetyczną i bezpieczeństwo zasilania. Szczególną uwagę zwracały moduły fotowoltaiczne nowej generacji o zwiększonej sprawności. Firma DMEGC Solar pokazała moduł INFINITY RT 3.0 o mocy do 650 W i sprawności sięgającej 24,1 procent, oparty na technologii ogniw typu n. Nowe rozwiązania prezentowały także firmy Tongwei Solar oraz TCL SunPower Global, rozwijające technologie pozwalające zwiększyć uzysk energii z tej samej powierzchni instalacji.

Duże zainteresowanie wzbudzały również systemy magazynowania energii, które pozwalają zwiększyć autokonsumpcję energii z instalacji fotowoltaicznej oraz zapewnić zasilanie awaryjne. Firma Hinen zaprezentowała trójfazowy system hybrydowy o mocy 15 kW, z szybkim przełączeniem w tryb zasilania awaryjnego, przeznaczony do domów o większym zapotrzebowaniu na energię. Rozwiązania integrujące fa-

lowniki hybrydowe z magazynami energii pokazywały również firmy MUST oraz TCL SunPower Global.

W segmencie technologii grzewczych uwagę zwracały pompy ciepła wykorzystujące naturalne czynniki chłodnicze. Firma De Dietrich zaprezentowała pompę ciepła Alezio M R290 pracującą na propanie, który charakteryzuje się bardzo niskim wpływem na środowisko. Z kolei firma Quantum pokazała gruntową pompę ciepła zaprojektowaną z myślą o stabilnej pracy nawet w niskich temperaturach.

Wśród innowacji znalazły się także carporty fotowoltaiczne prezentowane przez firmę TIGA-Cynk, które pozwalają produkować energię na parkingach, oraz systemy monitoringu instalacji PV wykorzystujące analizę zdjęć termowizyjnych, rozwijane przez SENSE Software. Z kolei firma Jean Mueller Polska zaprezentowała rozwiązania zabezpieczeń chroniących instalacje fotowoltaiczne przed przepięciami i przeciążeniami. Coraz wyraźniej widoczny jest również trend integracji technologii energetycznych w jeden system – rozwiązania obejmujące pompy ciepła, magazyny ciepła i instalacje OZE jako spójny układ zaprezentowała firma Galmet.

Istotnym filarem targów ENEX był program konferencyjny. W trakcie dwóch dni odbyły się liczne konferencje, fora branżowe i panele eksperckie. Jednym z kluczowych wydarzeń było PSME Smart Energy Forum, podczas którego





ekspersi analizowali rozwój technologii magazynowania energii oraz rolę elastyczności systemu elektroenergetycznego.

Duże zainteresowanie wzbudziła także konferencja Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, podczas której ogłoszono nowe wsparcie dla rynku magazynów energii. W trakcie spotkania wiceminister klimatu i środowiska Anita Sowińska zapowiedziała uruchomienie nowego programu dopłat do magazynów energii, który ma wesprzeć rozwój instalacji zwiększających bezpieczeństwo energetyczne gospodarstw domowych i przedsiębiorstw.

Ważnym elementem programu było również Forum Pomp Ciepła, poświęcone aktualnej sytuacji rynku oraz perspektywom rozwoju tej technologii w Polsce. Ekspersi branży HVAC dyskutowali o zmianach regulacyjnych, kosztach inwestycji oraz roli pomp ciepła w systemie niskoemisyjnego ogrzewania budynków.

Dużą frekwencją cieszyło się także Forum Solar+, podczas którego omawiano rozwój instalacji fotowoltaicznych nowej generacji, integra-

cję systemów PV z magazynami energii oraz przyszłość energetyki prosumenckiej i przemysłowej.

Jednym z najbardziej dynamicznych punktów programu była Strefa Youtubera, w której twórcy internetowi zajmujący się tematyką energetyczną i technologiczną spotykali się z publicznością.

Podczas dwóch dni wydarzenia dyskutowano między innymi o niezależności energetycznej, instalacjach off-grid, magazynach energii, wyborze modułów fotowoltaicznych czy przyszłości elektromobilności. Formuła spotkań sprzyjała otwartej rozmowie i bezpośredniej wymianie doświadczeń między instalatorami, ekspertami i użytkownikami technologii energetycznych.

Tradycyjnie ważnym punktem targów była gala ENEX Award, podczas której wyróżniono najbardziej innowacyjne produkty prezentowane przez wystawców. Nagrody trafiają do firm wyznaczających kierunki rozwoju branży energetycznej i wprowadzających na rynek nowe technologie. Duże emocje wzbudził również fi-

nał ogólnopolskiego konkursu Instalator Roku 2026. Po zaciętej rywalizacji zwycięzcą została firma Voltaic System, zdobywając tytuł najlepszego instalatora w Polsce. Konkurs podkreśla rosnące znaczenie jakości wykonania instalacji oraz kompetencji technicznych w dynamicznie rozwijającym się sektorze OZE.

Tegoroczna edycja potwierdziła, że targi ENEX pozostają jednym z najważniejszych wydarzeń branży energetycznej w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej. To właśnie w Kielcach spotykają się producenci technologii, instalatorzy, inwestorzy, samorządy i przedstawiciele administracji, aby wspólnie dyskutować o kierunkach transformacji energetycznej. Ponad 21 tysięcy uczestników oraz setki firm z całego świata pokazują, że zainteresowanie nowoczesną energetyką nieustannie rośnie. ENEX po raz kolejny udowodnił, że transformacja energetyczna nabiera tempa, a Targi Kielce pozostają jednym z najważniejszych miejsc spotkań branży energetycznej w tej części Europy.

Oprac. red., fot. ak

BATTERY FORUM POLAND – TECHNOLOGIE MAGAZYNOWANIA ENERGII W CENTRUM UWAGI BRANŻY

Rozwój odnawialnych źródeł energii, elektromobilności oraz transformacji energetycznej sprawia, że technologie magazynowania energii stają się jednym z kluczowych elementów nowoczesnej gospodarki. Odpowiedzią na rosnące potrzeby rynku są targi Battery Forum Poland, które gromadzą producentów, integratorów systemów, ekspertów oraz inwestorów związanych z sektorem baterii i magazynów energii.

Battery Forum Poland, nad którym patronat medialny objęła redakcja „elektro.info”, to wydarzenie przeznaczone dla firm rozwijających technologie akumulatorowe, systemy zarządzania energią oraz rozwiązania wspierające elektromobilność i energetykę przyszłości. Na tar-

gach prezentowane są m.in. baterie litowo-jonowe i przemysłowe systemy magazynowania energii, komponenty do produkcji ogniw, technologie recyklingu baterii, infrastruktura dla elektromobilności oraz rozwiązania wspierające integrację OZE z systemem energetycznym.

Integralną częścią wydarzenia jest Konferencja Branży Energii i Zasilania, która stanowi przestrzeń do dyskusji o najważniejszych wyzwaniach stojących przed sektorem energetycznym i technologiami magazynowania energii. W trakcie paneli eksperckich i prezentacji omawiane będą m.in. rozwój technologii baterii, rola magazynów energii w stabilizacji systemów elektroenergetycznych, integracja odnawialnych źródeł energii z siecią oraz przyszłość elektro-

bilności. Konferencja gromadzi przedstawicieli przemysłu, ekspertów technologicznych, naukowców oraz decydentów odpowiedzialnych za rozwój nowoczesnej infrastruktury energetycznej.

Data i miejsce: 19–21 maja 2026, Ptak Warsaw Expo, Nadarzyn k. Warszawy. **Godziny otwarcia:** 10:00–17:00 (19–20 maja), 10:00–16:00 (21 maja). **Rejestracja:** bezpłatny bilet po wcześniejszej rejestracji online. **Dojazd:** bezpłatny parking oraz dojazd liniami 703 i 711 z Warszawy.

Oprac. red.

**BATTERY
FORUM
Poland**

NOWY PROJEKT USTAWY O OZE PRZEWIDUJE NAWET 20 TYS. ZŁ REKOMPENSATY ROCZNIE ZA SĄSIEDZTWO Z WIATRAKAMI

Nowý projekt zmian w ustawie o OZE, przygotowany przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska (MKiŚ), przewiduje rekompensaty sięgające nawet 20 tys. zł rocznie dla mieszkańców żyjących w sąsiedztwie turbin wiatrowych. Rząd liczy na to, że bezpośrednio wsparcie finansowe dla lokalnych społeczności ograniczy sprzeciw wobec nowych inwestycji elektrowni wiatrowych.

Resort klimatu przygotował nowy projekt ustawy o OZE, w którym powołuje fundusz partycypacyjny dla gmin, na terenie których znajdują się elektrownie wiatrowe – podano na stronie Rządowego Centrum Legislacji.

„Do projektu wprowadzono nowy mechanizm gratyfikacji społecznej w gminach, na obszarze których lokalizowane są elektrownie wiatrowe – fundusz partycypacyjny, który zastąpił dotychczasowy mechanizm obejmowania udziałów w mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowej w celu uzyskania statusu prosumenta wirtualnego” – podaje MKiŚ.

W nowej wersji projektu wprowadzono obowiązek tworzenia funduszu partycypacyjnego przez inwestorów w elektrownie wiatrowe, przeznaczonego dla właścicieli domów i mieszkań znajdujących się w odległości do 1000 m od elektrowni wiatrowej.

„Ze względu na różnice w usytuowaniu zabudowy mieszkaniowej w gminach, wprowadza się fakultatywnie możliwość zwiększenia zasięgu stosowania mechanizmu uchwałą rady gminy. Wprowadzenie takiej regulacji daje elastyczność, dzięki czemu można będzie zastosować gratyfikację w danej gminie w sposób jak najbardziej pełny i odpowiadający potrzebom lokalnym” – napisano. Fundusz ma działać niemal do zakończenia eksploatacji elektrowni wiatrowej, czyli ok. 25 lat.

Fundusz będzie zasilany przez przedsiębiorcę wiatrakowego środkami w wysokości 20 tys. zł rok/MW. To oznacza, że przyjmując referencyjną wielkość farmy wiatrowej na poziomie 30 MW (6 turbin wiatrowych każda o mocy zainstalowanej 5 MW), inwestor wpłaci do funduszu ok. 600 tys. zł w pierwszym roku działania farmy wiatrowej.

W przypadku gdy w kręgu beneficjentów funduszu (np. w odległości 1000 m od całej farmy wiatrowej) znajduje się 30 właścicieli – mogą oni liczyć na maksymalny wymiar gratyfikacji w postaci nawet 20 tys. złotych. Kwota będzie podlegać waloryzacji o wskaźnik inflacji.

Zgodnie z zapowiedziami Ministerstwa Klimatu i Środowiska, gospodarstwa domowe znajdujące się w odległości do jednego kilometra od turbiny wiatrowej mogłyby otrzymywać świadczenie sięgające nawet 20 tys. zł rocznie.

Propozycja resortu jest częścią działań mających na celu przyspieszenie rozwoju energetyki wiatrowej na lądzie. Według danych branżowych, moc wszystkich turbin wiatrowych w Polsce wynosi obecnie około 11 GW, a rząd zakłada jej zwiększenie do 15,5 GW do 2030 roku. Oznacza to konieczność budowy nowych farm wiatrowych, które jednak często napotykają barierę w postaci protestów mieszkańców.

Nowe przepisy mają nie tylko wprowadzić system rekompensat, ale także uprościć przygotowanie inwestycji. MKiŚ planuje m.in. skrócenie procedur administracyjnych poprzez równoczesne prowadzenie części postępowań planistycznych i środowiskowych, co mogłoby skrócić przygotowanie inwestycji nawet o około dwa lata. Obecnie cały proces – od pla-

nowania do budowy farmy – może trwać nawet 8–10 lat.

Władze zwracają również uwagę na problem dezinformacji wokół energetyki wiatrowej. Według danych Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej, w ostatnich latach w internecie pojawiło się ponad 70 tys. publikacji zawierających fałszywe informacje na temat farm wiatrowych, które wygenerowały łącznie ponad 1,2 mld odsłon. Zdaniem branży, ma to istotny wpływ na nastroje społeczne i utrudnia realizację nowych inwestycji.

Zdaniem rządu system bezpośrednich korzyści finansowych dla mieszkańców może zmienić nastawienie części lokalnych społeczności do farm wiatrowych. Dla Polski rozwój energetyki wiatrowej jest jednym z kluczowych elementów transformacji energetycznej – pozwala ograniczyć emisję, zmniejszyć zależność od importowanych paliw kopalnych i zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne kraju.

Ekspert ostrzegają jednak, że zachęty finansowe mogą wywołać również niepożądane skutki – istnieje ryzyko, że mieszkańcy będą oczekiwać wysokich rekompensat przy każdej inwestycji, co może podnosić ceny projektów i utrudniać ich realizację. Pojawiają się także kwestie sprawiedliwości – nie wszyscy mieszkańcy w gminach z farmami wiatrowymi będą objęci pomocą, a decyzje administracyjne mogą być postrzegane jako faworyzowanie niektórych lokalizacji.

Mimo tych wyzwań, rządowy projekt może stać się ważnym impulsem do przyspieszenia rozwoju lądowych farm wiatrowych w Polsce, zwiększając udział OZE w krajowym miksie energetycznym i wzmacniając długoterminowo bezpieczeństwo energetyczne kraju.

Oprac. red.

VI OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA „ENERGIA DZIŚ I JUTRO”

W imieniu organizatorów – Oddziału Bielsko-Bialskiego SEP i firmy ZIAD Bielsko-Biała SA – zapraszamy na VI Ogólnopolską Konferencję Naukowo-Techniczną „Energia Dziś i Jutro”, która odbędzie się 14 maja 2026 roku w formule online. Miesięcznik „elektro.info” jest patronem medialnym wydarzenia.

W imieniu Oddziału Bielsko-Bialskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich – które nieprze-

rawnie od ponad 65 lat wspiera rozwój polskiej energetyki i przemysłu elektrotechnicznego – oraz firmy ZIAD Bielsko-Biała SA, organizatora największych w Polsce Międzynarodowych Energetycznych Targów Bielskich ENERGETAB, zapraszamy na VI Ogólnopolską Konferencję Naukowo-Techniczną „ENERGIA Dziś i Jutro”, która odbędzie się online 14 maja 2026 r.

W tegorocznym programie Konferencji przygotowanych jest szereg inspirujących wystąpień

oraz merytorycznych dyskusji poświęconych aktualnym i kluczowym zagadnieniom związanym z sektorem energetycznym. Wydarzenie będzie doskonałą okazją do poszerzenia wiedzy, wymiany doświadczeń oraz poznania najnowszych trendów i wyzwań stojących przed branżą energetyczną.

Więcej informacji na stronie: <https://www.konferencjebranzowe.pl>.

Oprac. red.

21. OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA TECHNICZNA SONEL JUŻ W KWIETNIU

W dniach 22–24 kwietnia 2026 r. Białka Tatrzańska stanie się centrum wymiany wiedzy dla polskiego sektora elektroenergetycznego. Sonel S.A., lider w produkcji przyrządów pomiarowych, zaprasza na 21. edycję Konferencji Technicznej. To wydarzenie od lat integruje przedstawicieli energetyki zawodowej i przemysłowej oraz środowiska naukowo-techniczne z całego kraju, stając się unikalną platformą do dyskusji o najnowszych trendach, bezpieczeństwie i przyszłości technologii pomiarowych w Polsce.

– Serdecznie zapraszam do udziału w 21. Ogólnopolskiej Konferencji Technicznej Sonel. Tegoroczna edycja koncentruje się na diagnostyce oraz bezpieczeństwie przeciwporażeniowym w elektroenergetyce. Konferencja będzie okazją do spotkań z doświadczonymi ekspertami, wymiany praktycznych doświadczeń oraz rozmów o nowoczesnych rozwiązaniach pomiarowych oferowanych przez naszą firmę. Starannie dobrana tematyka i wysoki poziom merytoryczny łączą się z atrakcyjną lokalizacją. W tym roku spotykamy się w Hotelu Bania Termal & Ski w Białce Tatrzańskiej, gdzie górski klimat sprzyja zarówno koncentracji w ciągu dnia, jak i odpoczynkowi po zakończeniu sesji konferencyj-

nych – mówi Tomasz Wiśniewski, Prezes Zarządu Sonel S.A.

Tematyka konferencji (organizator zastrzega sobie prawo do modyfikacji harmonogramu konferencji):

- » Pomiary uziemień w sieciach elektroenergetycznych – Roman Domański, Główny Inżynier Wsparcia Technicznego w Sonel S.A.,
- » Detekcja i analiza wyładowań niezupełnych jako skuteczne narzędzie diagnostyki urządzeń elektroenergetycznych – prof. dr hab. inż. Sebastian Borucki, Politechnika Opolska,
- » Bezpieczeństwo elektryczne w obiektach z fotowoltaicznymi źródłami energii – prof. dr hab. inż. Stanisław Czapp, Politechnika Gdańska,
- » Zabezpieczenia nadprądowe i różnicowo-prądowe w instalacjach niskiego napięcia – prof. dr hab. inż. Stanisław Czapp, Politechnika Gdańska,
- » Moc bierna: ukryty koszt w Twojej instalacji. Jak go wykryć, zmierzyć i skutecznie wyeliminować? – Przemysław Szafranski, Dyrektor Handlowy w Rabbit Sp. z o.o.,

Diagnostyka i bezpieczeństwo przeciwporażeniowe w elektroenergetyce

- » Diagnostyka układów izolacyjnych z wykorzystaniem wysokonapięciowego przyrządu do pomiaru rezystancji izolacji – dr hab. inż. Marek Olesz, prof. uczelni, Politechnika Gdańska,
- » Pomiary impedancji pętli zwarciorowej w środowiskach o wysokim poziomie zakłóceń – wyzwanie i interpretacja wyników – Karol Kaczmarek, Kierownik Działu Szkoleń w Sonel S.A.

Patronat medialny nad konferencją objęła redakcja „elektro.info”. Więcej informacji i możliwość zgłoszenia na stronie <https://konferencja.sonel.pl/>.

Oprac. red.



IV EDYCJA WARSZTATÓW „JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ W ELEKTROENERGETYCE”

W dniach 14–15 kwietnia 2026 r. w Centrum Szkoleniowym Astat w Poznaniu odbędą się warsztaty poświęcone jakości energii elektrycznej w przemyśle, ze szczególnym uwzględnieniem mocy biernej, jej pomiaru oraz metod kompensacji. Miesięcznik „elektro.info” jest patronem medialnym wydarzenia.

Poznańska firma Astat już po raz czwarty organizuje dwudniowe warsztaty szkoleniowe „Jakość energii elektrycznej w elektroenergetyce”. Uczestnicy warsztatów poznają dostępne rozwiązania do kompensacji mocy biernej, w tym nowoczesne układy SVG, wraz z praktycznymi przykładami ich pracy. Dodatkowo zaprezentowane zostaną baterie magazyny energii oraz systemy zasilania gwarantowanego UPS.

Patronat honorowy nad wydarzeniem objęły: Wielkopolska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa oraz Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Poznański im. Prof. Józefa Węglarza.

Wydarzenie skierowane jest do elektroinstalatorów, projektantów instalacji elektrycznych, inżynierów utrzymania ruchu. Warsztaty obejmują zagadnienia związane z jakością energii elektrycznej, ze szczególnym uwzględnieniem kompensacji mocy biernej. Omówiona zostanie budowa i zasada działania statycznych generatorów mocy biernej (SVG) oraz zasady ich doboru. Przedstawione będą także kwestie dotyczące magazynów energii oraz pracy przenośnych analizatorów jakości energii elektrycznej.

Zagadnienia prezentowane podczas warsztatów:

- » Moc bierna i zagadnienia jakości energii elektrycznej w przemyśle,
- » Porównanie dostępnych rozwiązań w zakresie kompensacji mocy biernej,
- » Możliwości pracy układów SVG ASTec (tryby pracy, nastawy, zastosowania),
- » Przedstawienie pracy układów SVG oraz wykonywanie pomiarów z wykorzystaniem analizatorów PQ-Box,
- » Praca z analizatorami przenośnymi (konfiguracja, poprawność podłączeń, zgrywanie i interpretacja wyników),
- » Dobór przewodów zasilających i przekładników prądowych w układach SVG,
- » Baterijne magazyny energii elektrycznej (budowa, zasada działania, zastosowania),
- » Przedstawienie działania magazynu energii w praktyce,
- » Systemy zasilania gwarantowanego UPS oraz stabilizatory napięcia (dobór i zastosowanie).

Organizatorzy zapewniają: materiały szkoleniowe, catering w trakcie wydarzenia, imienny certyfikat uczestnictwa w Warsztatach Jakości Energii Elektrycznej, konsultacje i wsparcie doradców technicznych oraz branżystów, wieczorną atrakcję połączoną z kolacją.

Więcej na stronie www.astat.pl/szkolenia.

Oprac. red.



JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ TO FUNDAMENT NOWOCZESNEJ ENERGETYKI

Rozmowa z dr. inż. Andrzejem Książkiewiczem, starszym specjalistą ds. elektroenergetyki w Grupie ASTAT

W ostatnich latach widoczny jest wyraźny akcent położony przez Grupę ASTAT na zagadnienia związane z jakością energii elektrycznej. Czy jest to element świadomej strategii? Jak można scharakteryzować działalność Grupy i jej główne obszary kompetencyjne?

Grupa ASTAT działa na polskim rynku od ponad 30 lat i od samego początku jest silnie powiązana z rynkiem elektrotechnicznym oraz energetyką zawodową. Nasza działalność rozwija się na wielu płaszczyznach, przy czym na szczególną uwagę zasługują działy silnie specjalistyczne, ukierunkowane na realizację bardziej wymagających projektów. Mam tutaj na myśli przede wszystkim Dział Jakości Energii Elektrycznej i Energetyki oraz obszar Kompatybilności Elektromagnetycznej EMC.

W ramach Grupy funkcjonują również działy związane z nowoczesnym budynkiem, oferujące rozwiązania z zakresu automatyki budynko-



wej, a także Dział Zarządzania Energetycznego, zajmujący się zagadnieniami monitoringu i optymalizacji zużycia energii. Istotnym elementem naszej struktury jest również zespół product managerów, którzy odpowiadają za rozwój i opiekę nad szeroką gamą produktów elektrotechnicznych. Dodatkowo dysponujemy własnym działem kontroli jakości i serwisu oraz rozbudowanym zapleczem magazynowym.

Jestem członkiem zespołu zajmującego się jakością energii elektrycznej. Firma podjęła decyzję o rozwoju w tym obszarze wiele lat temu, czego efektem jest systematyczne poszerzanie oferty produktowej, zwiększanie liczby inżynierów w zespole oraz podejmowanie coraz bardziej wymagających projektów związanych z szeroko pojętą jakością energii elektrycznej. Nie koncentrujemy się wyłącznie na prostej sprzedaży produktów. Naszym celem jest działanie na wyższym poziomie – oferowanie kompleksowych rozwiązań dla przemysłu i energetyki zawodowej.

W praktyce oznacza to skupienie się na rozwiązywaniu konkretnych problemów występujących w systemach elektroenergetycznych. Dla danego problemu dobieramy odpowiednie rozwiązanie, a następnie konkretne urządzenia. Należy pamiętać, że w przypadku każdego zjawiska występującego w sieci konieczne jest zastosowanie innego typu rozwiązania, które pozwoli ograniczyć lub wyeliminować jego negatywne skutki. Dla poprawy pracy urządzeń elektrycznych w zakładach przemysłowych możemy oferować kompensatory mocy biernej, filtry aktywne ograniczające wyższe harmoniczne prądów i odkształcenia napięcia, systemy bezprzewodowego zasilania UPS czy magazyny energii. Każde z oferowanych przez nas rozwiązań poprzedzone jest pomiarami parametrów elektrycznych, wizją lokalną oraz szczegółowym wywiadem technicznym. Dopiero na tej podstawie proponujemy optymalne rozwiązanie. Na poziomie energetyki zawodowej mamy silną

Nie koncentrujemy się wyłącznie na sprzedaży produktów. Naszym celem jest rozwiązywanie konkretnych problemów dotyczących jakości energii elektrycznej i dostarczanie dopasowanych, kompleksowych rozwiązań dla przemysłu oraz energetyki zawodowej.

pozycję w zakresie kompensacji prądów ziemnozwarciowych, dostarczając regulatory i dławiki kompensujące. Działamy również w obszarze regulacji napięcia oraz pomiarów.

Jakość energii elektrycznej wydaje się dziś czynnikiem łączącym różne obszary działalności Grupy ASTAT. Jak należy rozumieć jej rolę w kontekście zarządzania energią?

Rzeczywiście, czynnikiem łączącym poszczególne grupy produktów i obszary działalności Grupy ASTAT jest jakość energii elektrycznej. Zagadnienia z nią związane są istotne zarówno z punktu widzenia odbiorcy energii, jak i jej dostawcy, dlatego nasze działania naturalnie dzielą się na te dwa obszary.

Wspólnym punktem wyjścia jest zawsze zdobywanie wiedzy o rzeczywistym poziomie jakości energii elektrycznej. W tym celu konieczne jest wykonanie odpowiednich pomiarów. Realizujemy je przy użyciu analizatorów jakości energii elektrycznej klasy A firmy A-Eberle, które spełniają wymagania najnowszej normy 61000-4-30 z 2025 roku. Wykorzystujemy zarówno analizatory stacjonarne, instalowane w obiektach takich jak GPZ czy stacje zasilające źródła OZE, jak i analizatory przenośne, które umożliwiają prowadzenie pomiarów doraźnych, często w bardzo wymagających warunkach.

Dzięki temu możliwe jest nie tylko zidentyfikowanie problemu występującego w obiekcie, ale również – przy odpowiednio przeprowadzonej analizie – określenie jego źródła. Należy podkreślić, że jest to etap wymagający zarówno pod

Punktem wyjścia dla każdego projektu jest rzetelny pomiar jakości energii elektrycznej. Dopiero na podstawie danych jesteśmy w stanie zidentyfikować źródło problemu i zaproponować skuteczne rozwiązanie techniczne.

względem technicznym, jak i czasowym, a jego prawidłowa realizacja wymaga doświadczenia oraz wiedzy z zakresu elektrotechniki i elektroenergetyki.

Dopiero na tej podstawie możliwe jest opracowanie propozycji rozwiązania. W zależności od sytuacji może to być zastosowanie filtrów aktywnych ograniczających zniekształcenia prądu i napięcia, systemów bezprzerwowego zasilania dla odbiorników wrażliwych na spadki i zaniki napięcia, czy też układów kompensacji mocy biernej, w tym rozwiązań opartych na technologii SVG. Oferujemy również rozwiązania w zakresie stabilizacji i regulacji napięcia. Coraz większe znaczenie mają także bateryjne magazyny energii, które pozwalają na lepsze wykorzystanie energii generowanej w źródłach odnawialnych.

Staramy się uczestniczyć w projektach na wielu etapach inwestycji, tak aby zapewnić oczekiwane rezultaty. Ostatecznie to inwestor, niezależnie od tego, czy reprezentuje przemysł czy energetykę, określa cele, które chce osiągnąć. Współpracując z nami, może jednak precyzyjniej definiować swoje oczekiwania, uwzględniając zarówno możliwości techniczne, jak i uwarunkowania ekonomiczne.

Jak wygląda oferta Grupy ASTAT skierowana do sektora energetyki zawodowej?

Współpraca z energetyką zawodową stanowi istotny element naszej działalności i obejmuje współpracę ze wszystkimi spółkami dystrybucyjnymi w kraju. Nasze rozwiązania są obecne w sieciach dystrybucyjnych oraz w stacjach GPZ, między innymi w zakresie kompensacji prądów ziemnozwarciowych.

Dostarczamy kompletne rozwiązania obejmujące zarówno regulatory, jak i dławiki kompensujące. Uczestniczymy w odbiorach oraz

uruchomieniach tych urządzeń, a także zapewniamy wsparcie i usługi serwisowe przez cały okres ich eksploatacji. Oferujemy również analizatory jakości energii elektrycznej firmy A-Eberle, które są szeroko stosowane w stacjach spółek dystrybucyjnych oraz przez inwestorów prywatnych, w szczególności w projektach związanych z farmami fotowoltaicznymi i wiatrowymi. Urządzenia te mogą być integrowane z systemami operatorów systemów dystrybucyjnych, co zapewnia ich pełną funkcjonalność.

Nasze rozwiązania w postaci regulatorów niskiego napięcia LVRSys pracują już w sieciach dystrybucyjnych, umożliwiając utrzymanie właściwego poziomu napięcia, szczególnie w sieciach z dużym udziałem prosumentów, gdzie generacja mocy ze źródeł fotowoltaicznych ma istotny wpływ na pracę sieci.

Jakie znaczenie w działalności Grupy ASTAT mają nowoczesne rozwiązania dla przemysłu, w tym magazyny energii?

Efektywność energetyczna oraz niezawodność zasilania mają kluczowe znaczenie dla współczesnego przemysłu, zwłaszcza w kontekście rosnących kosztów operacyjnych. W tym obszarze rozwijamy współpracę z firmą ELSTA w zakresie technologii magazynowania energii.

Magazyny energii stają się istotnym elementem nowoczesnych systemów zasilania – pozwalają nie tylko zwiększyć autokonsumpcję energii z OZE, ale także poprawić niezawodność zasilania i optymalizować koszty energii.

Rozwiązania typu BESS pozwalają na bardziej efektywne zarządzanie energią, co ma szczególne znaczenie dla odbiorców posiadających instalacje odnawialnych źródeł energii. W praktyce oznacza to możliwość magazynowania nadwyżek energii i ich wykorzystania w innym czasie, co może być korzystne również w kontekście dynamicznych cen energii. Systemy magazynowania energii mogą być także wykorzystywane do pracy w trybie off-grid, zapewniając ciągłość zasilania w przypadku awarii lub prac serwisowych.

Dr inż. Andrzej Książkiewicz – ekspert w zakresie jakości energii elektrycznej, związany z ASTAT. Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej, gdzie w latach 2008–2019 pracował w Instytucie Elektroenergetyki. W 2017 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika, specjalność urządzenia elektryczne. Od 2019 roku pracuje w dziale energetyki i jakości energii elektrycznej, gdzie zajmuje się m.in. zagadnieniami filtracji wyższych harmonicznych, kompensacji mocy biernej oraz analizą parametrów jakości energii. Autor i współautor publikacji naukowych oraz artykułów branżowych (m.in. na łamach „elektro.info”), opinii technicznych i ekspertyz dla przemysłu. Członek Stowarzyszenia Elektryków Polskich, aktywnie zaangażowany w działalność środowiska elektroenergetycznego.



Współpraca firm ASTAT i ELSTA jest naturalna – obie spółki są polskie i od wielu lat działają na krajowym rynku, a ich kompetencje wzajemnie się uzupełniają. Dodatkowo wspieramy inwestorów w realizacji projektów związanych z magazynowaniem energii, w tym w zakresie pozyskiwania finansowania oraz doradztwa dotyczącego dostępnych programów wsparcia.

Należy jednak podkreślić, że systemy magazynowania energii, w szczególności bateryjne, wiążą się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi. Dlatego kluczowe znaczenie ma odpowiednie zaplanowanie ich wykorzystania. Możliwości w tym zakresie są szerokie – od zwiększenia autokonsumpcji energii z OZE, przez wykorzystanie arbitrażu cenowego, aż po współpracę z operatorami systemów dystrybucyjnych w zakresie regulacji parametrów sieci, takich jak przepływy mocy czy częstotliwość.

Grupa ASTAT prowadzi również szeroką działalność edukacyjną. Jak wygląda oferta szkoleniowa i jakie korzyści przynosi uczestnikom?

ASTAT od zawsze stara się oferować coś więcej niż tylko produkt. W szczególności w obszarze jakości energii elektrycznej sama sprzedaż urządzeń nie rozwiązuje problemu – kluczowe jest zrozumienie zjawisk i właściwe podejście do ich eliminacji.

Dlatego prowadzimy szereg inicjatyw szkoleniowych. Organizujemy między innymi cykl Warsztatów Jakości Energii Elektrycznej, które mają formę dwudniowych szkoleń. Podczas warsztatów omawiamy najważniejsze zagadnienia związane z jakością energii, prezentujemy dostępne rozwiązania oraz pokazujemy ich praktyczne zastosowanie. Nie jest to jednak prezentacja produktowa – naszym celem jest budowanie całościowego podejścia do problematyki jakości energii, obejmującego zarówno zrozu-

mienie zjawisk, jak i skuteczne metody ich rozwiązywania.

Prezentujemy między innymi analizatory jakości energii elektrycznej PQ-BOX firmy A-Eberle, kompensatory mocy biernej ASTec SVG, filtry aktywne, a także systemy UPS i magazyny energii. Organizujemy również szkolenia dla autoryzowanych instalatorów SVG, w ramach których dzielimy się wiedzą i doświadczeniem z naszymi partnerami. Dzięki temu są oni w stanie realizować bardziej zaawansowane projekty i oferować klientom kompleksowe rozwiązania. Prowadzimy także szkolenia online oraz specjalne szkolenia, realizowane na zamówienie.

Jednym ze sztandarowych waszych projektów, który towarzyszy firmie już od wielu lat, jest Konferencja Jakość Energii Elektrycznej – obecnie jedno z ważniejszych wydarzeń branżowych. Co ją wyróżnia i dlaczego warto w niej uczestniczyć?

Konferencja Jakość Energii Elektrycznej stanowi zwieńczenie naszej działalności w tym obszarze. W bieżącym roku odbędzie się już jej jedenasta edycja, co jest znaczącym osiągnięciem.

Konferencja organizowana jest we współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie, przy udziale zespołu prof. Zbigniewa Hanzelki. W wydarzeniu uczestniczą przedstawiciele spółek dystrybucyjnych, przedsiębiorstw przemysłowych oraz osoby zajmujące się zagadnieniami jakości energii elektrycznej. Prelegentami są zarówno przedstawiciele uczelni technicznych, jak i praktycy z sektora energetycznego oraz przemysłu.

Wydarzenie ma wyraźnie praktyczny charakter i stanowi platformę wymiany doświadczeń. Wśród partnerów konferencji znajdują się firmy ELSTA oraz A-Eberle, a patronat nad wydarzeniem obejmują najważniejsze czasopisma branżowe oraz organizacje, w tym Stowarzyszenie Elektryków Polskich i Wielkopolska Okręgowa

Izba Inżynierów Budownictwa. Konferencja organizowana jest w wyjątkowych lokalizacjach, co dodatkowo podkreśla jej rangę.

Stawiacie zatem także na współpracę ze środowiskiem branżowym. Jakie są jej perspektywy?

Współpraca ze środowiskiem branżowym oraz stowarzyszeniami jest dla nas bardzo istotna. Utrzymujemy relacje ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich, byliśmy partnerem IV Kongresu Energetyki Polskiej w 2024 roku oraz Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka. Jesteśmy również członkiem Polskiego Stowarzyszenia Magazynowania Energii oraz współpracujemy z wieloma uczelniami technicznymi w kraju.

Działania te pozwalają nam być na bieżąco z kierunkami rozwoju branży, a jednocześnie aktywnie uczestniczyć w ich kształtowaniu. W kolejnych latach planujemy dalsze wzmacnianie tej współpracy, koncentrując się na realnych problemach i potrzebach rynku oraz na dostarczaniu rozwiązań odpowiadających wyzwaniom współczesnej energetyki.

Rozmawiała Anna Kuziemska, fot. ASTAT

WARSZTATY JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ ASTAT

IV edycja specjalistycznych warsztatów ASTAT to dwudniowe szkolenie poświęcone praktycznym aspektom jakości energii elektrycznej w elektroenergetyce. Program obejmuje m.in. metody pomiarów zgodne z aktualnymi normami, analizę rzeczywistych problemów w sieciach oraz dobór rozwiązań takich jak filtry aktywne, kompensacja mocy biernej czy systemy magazynowania energii.

Warsztaty skierowane są do inżynierów, projektantów oraz przedstawicieli energetyki zawodowej i przemysłu. Istotnym elementem jest część praktyczna oraz możliwość bezpośredniej wymiany doświadczeń z ekspertami.

Szczegóły i zapisy: astat.pl



Branżowe Centrum Umiejętności w Miastku

Pompy ciepła i płytka geotermia

Kompetencje jutra i zawód przyszłości w zasięgu ręki!



Zapraszamy na bezpłatne kursy dotyczące zastosowania, montażu, serwisu i eksploatacji nowoczesnych instalacji OZE (pomp ciepła i płytkiej geotermii), które pozwolą zdobyć umiejętności praktyczne na fundamencie solidnej wiedzy!

- Europejski poziom i najwyższa wartość merytoryczna kursów.
- Znakomicie przygotowana, doświadczona kadra trenerska.
- Nowoczesne, bogate zaplecze techniczne jako podstawa rozwoju umiejętności praktycznych.
- Nowoczesne techniki i narzędzia edukacyjne
- Ścieżka rozwoju zawodowego – niezależnie od wyjściowego poziomu.

Wybierz dla siebie bezpłatny kurs:

- Plus: Bilans energetyczny budynków, dobór sprężarkowych pomp ciepła i płytkiej geotermii: 21, 22, 27, 28 lutego, 1 marca, termin zgłoszeń: 18 lutego 2026 r.
- Start: Odnawialne źródła energii, pompy ciepła oraz ich podstawy ekonomiczne: 7, 8, 13, 14, 15 marca, termin zgłoszeń: 4 marca 2026 r.
- Start: Odnawialne źródła energii, pompy ciepła oraz ich podstawy ekonomiczne: 21, 22, 27, 28, 29 marca, termin zgłoszeń: 18 marca 2026 r.
- Start: Odnawialne źródła energii, pompy ciepła oraz ich podstawy ekonomiczne: 11, 12, 17, 18, 19 kwietnia, termin zgłoszeń: 8 kwietnia 2026 r.
- Start: Odnawialne źródła energii, pompy ciepła oraz ich podstawy ekonomiczne: 9, 10, 15, 16, 17 maja, termin zgłoszeń: 6 maja 2026 r.
- Start: Odnawialne źródła energii, pompy ciepła oraz ich podstawy ekonomiczne: 23, 24, 29, 30, 31 maja, termin zgłoszeń: 20 maja 2026 r.



Chcesz się zapisać lub masz pytania? Zadzwoń, napisz, odwiedź nas online lub na miejscu

Zespół Szkół Ogólnokształcących i Technicznych w Miastku
ul. Młodzieżowa 3, 77-200 Miastko
Tel. 059 857 26 49
E-mail: sekretariat@zsoitmiastko.pl
www.bcumiastko.pl www.facebook.com/BCUMiastko



Rzeczpospolita
Polska

Sfinansowane przez
Unię Europejską
NextGenerationEU



Uproszczony projekt zasilania w energię elektryczną stacji ładowania samochodów elektrycznych

Artykuł stanowi kontynuację projektu zasilania części osiedla mieszkaniowego, opublikowanego w numerze 1-2/2026.

Podstawa opracowania

1. Warunki zabudowy, wydane przez lokalny urząd administracji terenowej.
2. Warunki techniczne zasilania, wydane przez Operatora Sieci Dystrybucyjnej (wyciąg w załączeniu).
3. Wizja lokalna w terenie.
4. Badania geologiczne przeprowadzone na terenie inwestycji (pominięte w artykule).
5. Projekt zagospodarowania terenu oraz projekt instalacji elektrycznych budynków planowanych do wzniesienia na terenie objętym projektem zagospodarowania terenu.
6. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. 2018 poz. 317 z późniejszymi zmianami).
7. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 26 lipca 2019 r. w sprawie wymagań technicznych dla stacji ładowania i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego (Dz.U. 2019 poz. 1316 z późniejszymi zmianami).
8. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2023 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego [Dz.U. z 2023 roku poz. 819 z późniejszymi zmianami].
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity: Dz.U. z 2022 roku poz. 1225 z późniejszymi zmianami – traci ważność z dniem 21 września 2026 roku).
10. Norma N SEP-E-004:2022-08 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa*.
11. Wieloarkuszowa norma PN-90/E-06401 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 30 kV*.
12. Norma N SEP-E 001 *Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa*.
13. Norma PN-EN 60865-1:2002 *Obliczanie skutków prądów zwarciovych. Część 1: Definicje i metody obliczeń*.
14. Norma PN-HD 60364-4-41:2017-09 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym*.
15. Norma PN-HD 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów*.
16. Norma PN-HD 60364-5-54:2011 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiania i przewody ochronne*.

17. Norma PN-IEC 60364-5-551:2003 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Inne wyposażenie. Zespoły prądotwórcze*.

18. Katalogi producentów kabli oraz producentów osprzętu kablowego.

19. Karta katalogowa ładowarki samochodów elektrycznych o mocy 60 kW.

Wyciąg z technicznych warunków przyłączenia

1. Operator Sieci Dystrybucyjnej wyraża zgodę na pokrycie mocy 145 kW, zapotrzebowanej przez stację ładowania samochodów.
2. Zasilanie projektowanej stacji transformatorowej stacji ładowania samochodów elektrycznych należy realizować kablami dobranymi na podstawie obliczeń, ze złącza wybudowanego w rejonie projektowanej instalacji ładowarek samochodów elektrycznych.
3. W złączu kablowym SŁSE, należy zainstalować kontrolny układ pomiarowy wykonany w układzie pośrednim.
4. Dopuszczalny współczynnik $\tan \varphi = 0,4$.

Opis stanu istniejącego

W rejonie miejsca ładowania samochodów elektrycznych zostało wybudowane złącze kablowe, do którego doprowadzono kabel zasilający YAKXS 4×240. Grunt w miejscu instalacji złącza kablowego należy zaliczyć do gruntów średnich. Rezystywność gruntu $\rho = 300 \Omega \cdot m$.

Opis stanu projektowanego

Do ładowania samochodów elektrycznych należy zainstalować dwie ładowarki o mocy 60 kW każda, które należy zasilать ze złącza kablowego. Plan zagospodarowania terenu przedstawia **rysunek 1**. (wyciąg z rysunku zasadniczego, zamieszczonego w projekcie opublikowanym w numerze 1-2/2026). Schemat stacji transformatorowej, z wyprowadzonym obwodem zasilania stacji ładowania samochodów elektrycznych (SŁSE), przedstawia **rysunek 2**. Schemat układu zasilania stacji ładowania samochodów elektrycznych przedstawia **rysunek 3**. Projektowane kable nn, zasilające poszczególne ładowarki samochodów elektrycznych, należy układać w wykopie o głębokości 80 cm, na podsypce piasku o grubości 10 cm, wzdłuż trasy przedstawionej na **rysunku 1**. Następnie kabel należy zasypać warstwą piasku o grubości 10 cm, warstwą rodzimego gruntu o grubości 35 cm, ułożyć taśmę kablową koloru niebieskiego (taśma musi wystawać po 5 cm z każdej strony budowanej linii kablowej) i zasypać wykop, doprowadzając grunt do stanu sprzed wykopu. Na kablach projektowanych linii nn przed zasypaniem należy w odstępach co 10 m założyć opaski kablowe zawierające następujące informacje: typ kabla – rok ułożenia – długość i trasa – symbol użytkownika – symbol wykonawcy.

Obliczenia

Moc zapotrzebowana przez stację ładowania samochodów elektrycznych:

» moc zapotrzebowana przez stację ładowania samochodów elektrycznych:

Na podstawie danych uzyskanych od producentów ładowarek: $\eta = 0,92$; $THDi = 5\%$; $\cos \varphi = 0,93 \Rightarrow \tan \varphi = 0,4$.

$$W = \left(\frac{100\%}{100\% + 5\%} \right)^2 \approx 0,91$$

$$P_{zsl} = \frac{P_{wyj}}{\eta \cdot W} = \frac{2 \cdot 60}{0,92 \cdot 0,91} \approx 143,34 \text{ kW} \Rightarrow P = 145 \text{ kW}$$

$$Q_{zsl} = P_{zsl} \cdot \tan \varphi_{sl} = 145 \cdot 0,4 = 58 \text{ kvar}$$

$$I_B = \frac{P_{zsl}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{145000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 225,31 \text{ A} \Rightarrow I_{n1} = 250 \text{ A}$$

W pierwszej części artykułu, opublikowanej w numerze 1-2/2026, został przyjęty bezpiecznik topikowy WTN2gG250, zainstalowany w rozdzielni nn stacji transformatorowej.

» zasilanie pojedynczej ładowarki:

$$P_{zl} = \frac{P_{wyj1}}{\eta \cdot W} = \frac{60000}{0,92 \cdot 0,91} \approx 71670 \text{ W}$$

$$I_B = \frac{P_{zl}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{71670}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 111,37 \text{ A} \Rightarrow I_{n2} = 125 \text{ A}$$

$$\frac{I_{n1}}{I_{n2}} = \frac{250}{125} = 2 > 1,6$$

Warunek wybiórczości zostanie zachowany.

Dobór kabli zasilających ładowarki samochodowe:

» ładowarka samochodów elektrycznych:

$$I_z \geq \frac{1,6 \cdot 125}{1,45} \approx 137,94 \text{ A}$$

Zgodnie z normą PN-HD60364-5-52:2011, przy sposobie ułożenia D2, wymagania spełnia kabel YKXS 5x70, którego dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa, po uwzględnieniu obciążenia czwartej żyły (współczynnik korekcyjny: 0,91) oraz rezystywności gruntu, właściwej dla warunków krajowych, $\rho = 1 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ (współczynnik korekcyjny: 1,18) wynosi:

$$I_z = 1,18 \cdot 0,91 \cdot 144 = 154,62 \text{ A} > 137,94 \text{ A}$$

» wymagany przekrój kabla zasilającego ładowarkę, ze względu na zwarcia:

– główny kabel zasilający ($I^2 t_w = 557\,000 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ – całka Joule'a dla bezpiecznika topikowego WTN2gG250)

$$S \geq \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{I^2 t_w}{1}} = \frac{1}{74} \cdot \sqrt{\frac{557\,000}{1}} \approx 10,1 \text{ mm}^2 \ll 240 \text{ mm}^2$$

– kabel zasilania ładowarki ($I^2 t_w = 104\,000 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ – całka Joule'a dla bezpiecznika topikowego WTN00gG125):

$$S \geq \frac{1}{115} \cdot \sqrt{\frac{104\,000}{1}} \approx 2,81 \text{ mm}^2 \ll 70 \text{ mm}^2$$

Dobre kable spełniają warunek odporności na zwarcia.

REKLAMA

RADOSŁAW LENARTOWICZ

EGZAMIN KWALIFIKACYJNY

GRUPA 1 Kurs przygotowawczy

Stan prawny styczeń 2026

Nowe wydanie: rozszerzone i uzupełnione



Zamówienia:

eib@ksiegarniatechniczna.pl

www.ksiegarniatechniczna.pl

eprasa.pl/1d1efa093c

Dobór przekładnika prądowego nn do współpracy z kontrolnym układem pomiarowym:

$$I_b = 225,31 \text{ A} \Rightarrow I_n \cdot 1,2 = 200 \cdot 1,2 = 240 > 225,31$$

$$R_p = \frac{I}{\gamma \cdot S} = \frac{2}{55 \cdot 2,5} = 0,015 \Omega$$

$$Z_o = R_p + Z_{ap} + R_z = 0,015 + 0,1 + 0,1 = 0,215 \Omega \Rightarrow Z_o = 0,22 \Omega$$

$$S_n \geq I_{2n}^2 \cdot Z_o = 1 \cdot 0,22 = 0,22 \text{ VA} \Rightarrow S_n = 2,5 \text{ VA}$$

» znamionowy prąd dynamiczny ($Z_{T/S=630 \text{ kVA}} = 0,0168 \Omega$; $R_T = 0,0032 \Omega$; $X_T = 0,0165 \Omega$ – tabela Z.3.16 zamieszczona w 2. tomie „Poradnika projektanta elektryka” – J. Wiatr, M. Orzechowski, wydanie VI z 2021 roku):

$$R_{iz} = \frac{I}{\gamma \cdot S} = \frac{15}{35 \cdot 240} = 0,0018 \Omega$$

$$X_{iz} = x' \cdot I = 0,08 \cdot 0,015 = 0,0012 \Omega$$

$$Z_{k3} = \sqrt{(R_R + R_{iz})^2 + (X_T + X_{iz})^2} = \sqrt{(0,0032 + 0,0018)^2 + (0,0165 + 0,0012)^2} \approx 0,0184 \Omega$$

$$I_{k3}^* = \frac{C_{\max} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 0,0184} \approx 13822,75 \text{ A} = 13,83 \text{ kA}$$

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{0,0068}{0,0189}} \approx 1,36$$

$$i_p = \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot I_{k3}^* = 1,41 \cdot 1,36 \cdot 13,83 \approx 26,52 \text{ kA}$$

$$T = \frac{X_k}{\omega \cdot R_k} = \frac{0,0189}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,0068} \approx 0,009 \text{ s}$$

$$T_k = 0,1 \text{ s} < 10 \cdot T = 0,09 \text{ s} \Rightarrow I_{th} = I_k^* = 13,83 \text{ kA}$$

$$I_{dyn} \geq i_o = 14 \text{ kA}$$

» znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (1-sekundowy):

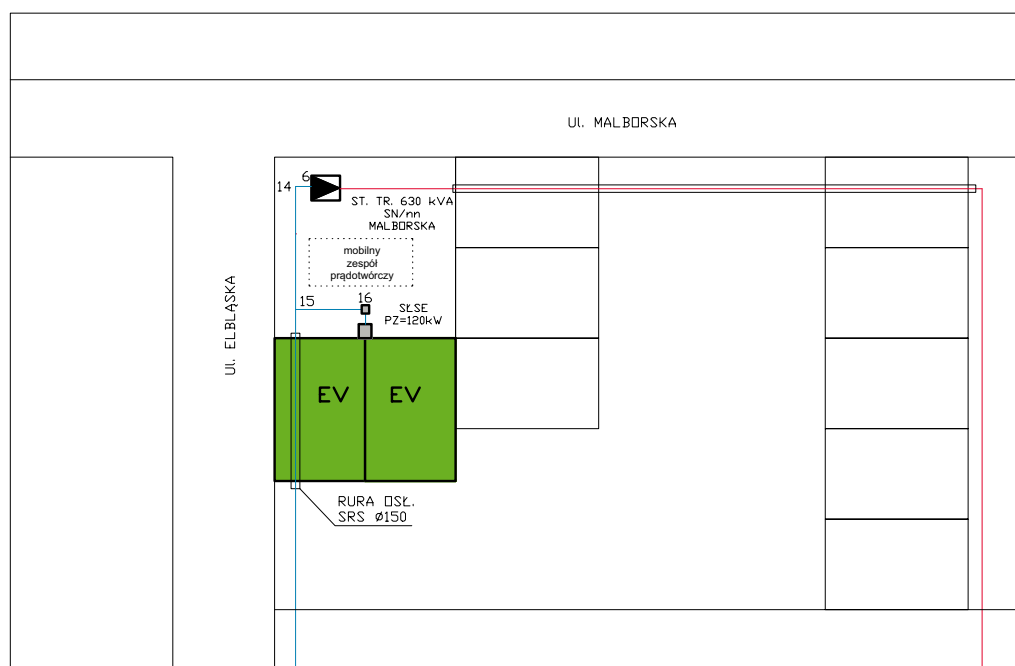
$$I_{thT1} \cdot 1 \geq I^2 t_w$$

$$I_{thT1} \geq \sqrt{\frac{I^2 t_w}{1}} = \sqrt{\frac{557000}{1}} \approx 746,33 \text{ A} = 0,75 \text{ kA}$$

Należy zainstalować przekładnik prądowy o parametrach: 250/1A kl. 0,2 o mocy $S_n \geq 2,5 \text{ VA}$, $I_{dyn} > i_o = 14 \text{ kA}$ (charakterystyka prądów ograniczonych $i_o = f(I_k)$ bezpieczników topikowych) oraz $I_{thT1} \geq 0,75 \text{ kA}$.

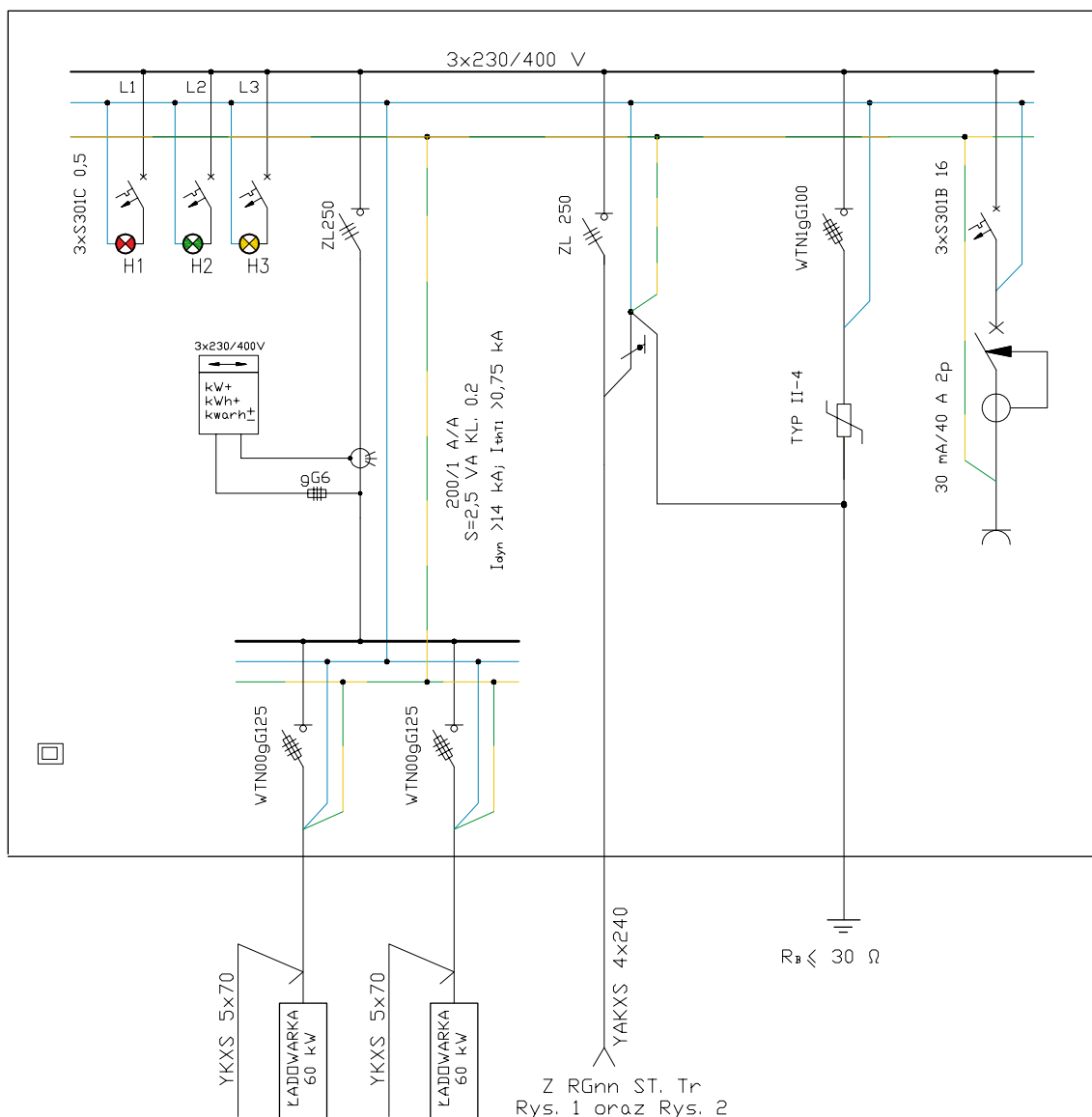
Uwagi końcowe

1. Ochrona przeciwporażeniowa po stronie nn – samoczynne wyłączenie zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-4-41:2017-09. Złącze kablowe i nadstawka pomiarowa wykonane w drugiej klasie ochronności.
2. Rezystancja uziemienia zacisku PEN w złączach kablowych złącza stacji ładowania samochodów nie może przekraczać 30 Ω .
3. Przy pracach budowlanych związanych z budową linii kablowej, w miejscach uzbrojenia terenu, roboty należy wykonywać ręcznie – w porozumieniu oraz pod nadzorem użytkowników poszczególnych elementów uzbrojenia terenu.
4. Po ułożeniu projektowanych kabli, przed ich zasypaniem, należy rury osłonowe uszczelnić od przedostawania się wody i poddać całość linii kablowych inwentaryzacji geodezyjnej.
5. Po wykonaniu prac instalacyjno-budowlanych należy wykonać badania odbiorcze.
6. Stacja ładowania samochodów elektrycznych nie jest zasilana w stacjach awaryjnych, gdzie zasilanie realizowane jest z przewoźnego zespołu prądotwórczego.



Rys. 1. Plan linii kablowych rys. J. Wiatr, M. Orzechowski

ZŁĄCZE ŚLSE 2 × 60 kW



Rys. 3. Schemat zasilania ładowarek samochodowych rys. J. Wiatr, M. Orzechowski

UWAGA!

Na **rysunku 2.** projektu zamieszczonego w numerze 1–2/2026 w torze zasilania podstawowego oraz zasilania awaryjnego zamieszczono cztero-polowe łączniki sterowane ręcznie – z uwagi na to, że zespół prądotwórczy nie stanowi stałego wyposażenia stacji transformatorowej. Jest do-wożony w przypadku występującej długotrwałej przerwy w dostawie energii elektrycznej i przyłączany do układu zasilania, po wcześniejszym odłączeniu transformatora od sieci SN oraz szyn rozdzielnic nn stacji transformatorowej. Ponieważ zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41, w prze-wodzie PEN nie należy umieszczać łącznika ani urządzenia do odłączania izolacyjnego, na **rysunku 2.** niniejszego artykułu przedstawiamy roz-wiązanie zgodne z wymaganiami ww. normy, pozwalające także na zastosowanie układu automatyki SZR. Dla układu współpracy zespołu prądo-twórczego z siecią elektroenergetyczną można zastosować układ blokady mechanicznej. Zgodnie z pkt. 551.6 normy PN-IEC 60364-5-551:2003 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Inne wyposażenie.* Zespoły prądotwórcze (nieprzywo-łana w rozporządzeniu [1]), można zastosować inne sposoby zapewniające równorzędne bezpieczeństwo. W prezentowanym artykule zostały zastosowane łączniki Q1, Q2 oraz Q3, z ręcznym sterowaniem, które należy ustawić w pozycjach określonych w tabeli położenia, zamieszczonej na **rysunku 2.** Ponadto wszelkie przełączanie źródła zasilania należy realizować zgodnie z instrukcją, zatwierdzoną przez Operatora Sieci Dys-trybucyjnej, zamieszczoną w widocznym miejscu stacji transformatorowej.

ZASILANIE POJAZDÓW I W POJAZDACH



Ładowarki
hermetyczne 12 V, 24V
"zamontuj i zapomnij"



Ładowarki
do zabudowy
12V, 24V, 36V, 48V



Ładowarki warsztatowe
12/24V, 36V, 48V



Przetwornice DC/AC
i przetwornico-ładowarki
AC/DC-DC/AC



Ładowarki DC-DC



Wytrzymała
i mocna ładowarka 24 V

Cyberbezpieczeństwo infrastruktury ładowania w świetle AFIR i CRA

Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych przestaje być wyłącznie zagadnieniem elektroinstalacyjnym. Współczesna stacja ładowania jest systemem cyfrowym, który komunikuje się z pojazdem, systemem operatora stacji ładowania oraz coraz częściej z lokalnymi systemami zarządzania energią.

Wraz z wejściem w życie regulacji AFIR (*Alternative Fuels Infrastructure Regulation*) oraz *Cyber Resilience Act* (CRA) cyberbezpieczeństwo przestaje być kwestią dobrych praktyk projektowych, a staje się obowiązkiem regulacyjnym. Od 2026 roku niespełnienie tych wymagań może skutkować sankcjami administracyjnymi, a w skrajnym przypadku także wycofaniem produktu z rynku Unii Europejskiej.

W praktyce oznacza to, że stacja ładowania przestaje być wyłącznie urządzeniem elektroenergetycznym i staje się elementem infrastruktury cyfrowej oraz systemów IT, za którego bezpieczeństwo i możliwość aktualizacji odpowiada producent przez cały cykl życia produktu.

Dla producentów i integratorów stacji ładowania regulacje te oznaczają konieczność uwzględnienia bezpieczeństwa już na etapie projektowania, w tym:

- » komunikacji pojazd – stacja, zgodnej ze standardem ISO 15118 (*International Standard for Vehicle-to-Grid Communication Interface*),
- » bezpiecznej architektury systemowej wykorzystującej infrastrukturę klucza publicznego (*Public Key Infrastructure*) oraz szyfrowa-



Łatwa rozbudowa od jednego punktu do dużego parku ładowania – bez zbędnego okablowania



CHARX control modular, czyli „inteligentne serce” infrastruktury ładowania: bezpieczny i elastyczny sterownik ładowania

- nie transmisji przy użyciu protokołu Transport Layer Security,
- » mechanizmów bezpiecznej aktualizacji oprogramowania,
- » procesów zarządzania podatnościami w całym cyklu życia urządzenia.

Kluczowe terminy wynikające z AFIR i CRA – istotne zarówno dla producentów, jak i operatorów infrastruktury ładowania – zestawiono w tabeli 1.

Cyberbezpieczeństwo jako integralny element architektury stacji ładowania

W kontekście regulacji AFIR i CRA dobór sterownika stacji ładowania przestaje być wyłącznie decyzją funkcjonalną. Coraz częściej jest to decyzja dotycząca bezpieczeństwa całej infrastruktury ładowania.

Sterownik pełni w tym systemie rolę centralnego elementu komunikacyjnego, dlatego powinien zapewniać m.in.:

- » bezpieczne aktualizacje *firmware*'u w trakcie eksploatacji,

- » szyfrowaną komunikację z systemem CSMS (System Zarządzania Stacjami Ładowania) lub *backendem*,

- » zarządzanie certyfikatami cyfrowymi wykorzystywanymi w komunikacji systemowej,
- » ochronę kluczy kryptograficznych oraz kontrolę dostępu do interfejsów systemowych.

Dzięki temu możliwe jest szybkie reagowanie na nowe podatności bezpieczeństwa oraz wdrażanie poprawek bez konieczności fizycznej ingerencji w instalację lub wymiany urządzeń w terenie.

Komunikacja i integracja systemowa stacji ładowania

Nowoczesne stacje ładowania muszą jednocześnie komunikować się z pojazdem zgodnie z ISO 15118, z systemem zarządzania infrastrukturą ładowania poprzez OCPP oraz z lokalnymi systemami zarządzania energią wykorzystującymi protokoły takie jak Modbus TCP, MQTT czy REST. Taka wielowarstwowa komunikacja wymaga spójnego modelu bezpieczeństwa i mechanizmów uwierzytelniania, a rosnące



Najnowsze funkcje dostępne są dzięki regularnym, bezpłatnym aktualizacjom oprogramowania

Otwarte interfejsy to pełna integracja z inteligentnymi sieciami, systemami zarządzania budynkiem i *backendem*

znaczenie funkcji *Plug&Charge* oraz integracji z systemami EMS sprawia, że sterownik stacji ładowania staje się kluczowym elementem infrastruktury z punktu widzenia cyberbezpieczeństwa.

Sterownik ładowania zaprojektowany pod aktualizacje, a nie jednorazową zgodność z normami

Wymagania wynikające z regulacji AFIR i CRA sprawiają, że sterownik stacji ładowania musi pełnić rolę platformy, którą można aktualizować, rozwijać o nowe funkcje oraz dostosowywać do zmieniających się norm i wymagań prawnych, bez konieczności wymiany urządzeń pracujących w terenie. Takie podejście zastosowano w sterownikach CHARX control modular.

CHARX control modular – architektura przygotowana na AFIR i CRA

Sterowniki CHARX control modular stanowią spójną platformę sterowania infrastrukturą ładowania, łączącą funkcje komunikacyjne, bezpieczeństwa oraz zarządzania systemem w modułowej architekturze.

Rozwiązanie dostępne jest w dwóch głównych wariantach sprzętowych: wersji 1000 jako podstawowego sterownika oraz wersjach serii 3XXX wyposażonych w funkcję serwera, opcjonalny modem 4G i możliwość centralnego zarządzania nawet 48 punktami ładowania. Do tej serii należą modele: CHARX SEC-3000, CHARX SEC-3050, CHARX SEC-3100 oraz CHARX SEC-3150. Warianty CHARX SEC-3050 oraz CHARX SEC-3150 obsługują dodatkowo komunikację zgodną ze standardem ISO 15118, umożliwiając realizację funkcji *Plug&Charge*.

Sterowniki serii 3XXX mogą być łączone z modułami 1000 za pomocą złączy montowanych na szynie DIN, co umożliwia skalowanie systemu bez konieczności rozbudowy infrastruktury komunikacyjnej. Oparte na platformie Linux, obsługują protokoły Modbus/TCP, MQTT, REST oraz OCPP (1.6, z planowanym wsparciem wersji 2.0.1). Dzięki temu mogą pełnić rolę centralnego węzła komunikacyjnego pomiędzy pojazdem, infrastrukturą ładowania, instalacją PV, systemami zarządzania energią oraz systemem operatorskim.

Obsługa funkcji takich jak zarządzanie obciążeniem, integracja z inteligentnym budynkiem oraz później z V2G (*Vehicle-to-Grid*) – w połączeniu z możliwością bezpiecznej konfiguracji lokalnej i zdalnej (VPN) – umożliwia budowę infrastruktury ładowania przygotowanej na długoterminową eksploatację oraz dalszy rozwój funkcjonalny bez konieczności wymiany urządzeń w terenie.

CHARX control modular wspiera mechanizmy bezpieczeństwa wymagane w nowoczesnej infrastrukturze ładowania, w tym aktualizacje oprogramowania oraz rozwiązania ograniczające ryzyko nadużyć i awarii w trakcie eksploatacji.

Przy projektowaniu i modernizacji infrastruktury ładowania coraz istotniejsze staje się uwzględnienie nie tylko parametrów elektrycznych, lecz także architektury komunikacyjnej i bezpieczeństwa systemu. Zastosowanie sterownika o modułowej budowie, obsługującego aktualizacje i integrację z systemami nadrzędnymi, ułatwia spełnienie aktualnych i przyszłych wymagań technicznych oraz ogranicza ryzyko kosztownych modernizacji infrastruktury.

Przy projektowaniu i modernizacji infrastruktury ładowania coraz istotniejsze staje się uwzględnienie nie tylko parametrów elektrycznych, lecz także architektury komunikacyjnej i bezpieczeństwa systemu. Zastosowanie sterownika o modułowej budowie, obsługującego aktualizacje i integrację z systemami nadrzędnymi, ułatwia spełnienie aktualnych i przyszłych wymagań technicznych oraz ogranicza ryzyko kosztownych modernizacji infrastruktury.

Przy projektowaniu i modernizacji infrastruktury ładowania coraz istotniejsze staje się uwzględnienie nie tylko parametrów elektrycznych, lecz także architektury komunikacyjnej i bezpieczeństwa systemu. Zastosowanie sterownika o modułowej budowie, obsługującego aktualizacje i integrację z systemami nadrzędnymi, ułatwia spełnienie aktualnych i przyszłych wymagań technicznych oraz ogranicza ryzyko kosztownych modernizacji infrastruktury.

AFIR – interoperacyjność i wymagania funkcjonalne infrastruktury ładowania	CRA – obowiązkowe cyberbezpieczeństwo produktów
13 kwietnia 2024 – AFIR zaczyna obowiązywać • obowiązek ładowania ad hoc • proste i niedyskryminujące metody płatności (np. karta, rozwiązania cyfrowe) 8 stycznia 2026 – nowe lub modernizowane publiczne punkty ładowania AC i DC muszą wspierać standard komunikacji ISO 15118-2 • standard zapewnia bezpieczną komunikację pojazd – stacja (m.in. <i>Plug&Charge</i>) 1 stycznia 2027 – obowiązek wsparcia ISO 15118-20 dla nowych lub modernizowanych punktów ładowania • dotyczy infrastruktury publicznej oraz prywatnej • umożliwia funkcje <i>Plug&Charge</i>, <i>smart charging</i> oraz V2G (<i>Vehicle-to-Grid</i>)	10 grudnia 2024 – wejście w życie CRA 11 września 2026 – obowiązek raportowania poważnych incydentów i aktywnie wykorzystywanych podatności 11 grudnia 2027 – pełna stosowalność CRA • od tej daty produkty z elementami cyfrowymi (w tym stacje ładowania) wprowadzane na rynek UE muszą spełniać wymagania <i>security by design</i>, zarządzania podatnościami i bezpiecznych aktualizacji

Tab. 1. Kluczowe terminy wynikające z AFIR i CRA

Więcej informacji o sterownikach AC do stacji ładowania pojazdów



Phoenix Contact Sp. z o.o.
 51-317 Wrocław, ul. Bierutowska 57-59,
 Budynek nr 3/A
 tel. 71 398 04 10
 pxcpl@phoenixcontact.pl
 www.phoenixcontact.pl

Transformatory rozdzielcze – jak ograniczyć straty energii elektrycznej?

Znaczny wzrost cen energii elektrycznej spowodował, że standardy efektywności energetycznej w poszczególnych krajach stały się coraz bardziej rygorystyczne, a do ich spełnienia konieczne jest zastosowanie materiałów magnetycznych o obniżonych stratach. Z tego powodu sprawność transformatorów jest przedmiotem uwagi pionu dystrybucji energii elektrycznej w wielu krajach, gdyż stanowią one bardzo „żywy” składnik majątku trwałego przedsiębiorstwa – są eksploatowane średnio przez 20–25 lat.

I Transformatory rozdzielcze SN/nn

Transformatory rozdzielcze SN stanowią najliczniejszą grupę jednostek transformatorowych w polskim systemie elektroenergetycznym. Wykorzystując dane zamieszczone w raportach rocznych Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej (PTPIREE) z lat 2020–2022, w tabelach 1. i 2. przedstawiono liczbę transformatorów rozdzielczych NN, WN i SN oraz sumaryczną moc wszystkich transformatorów.

Analizując te dane, można stwierdzić, że transformatory rozdzielcze SN stanowią około 98,8% ogólnej liczby zainstalowanych w kraju transformatorów. Natomiast znacznie mniejszy (około 29%) jest udział łącznej mocy znamionowej transformatorów rozdzielczych SN w sumarycznej mocy wszystkich transformatorów. Interesujące jest także poznanie tendencji wzrostowych w odniesieniu do liczby i mocy znamionowych transformatorów. Dla transformatorów rozdzielczych SN średnioroczny przyrost ich liczby waha się na poziomie od 0,5 do 0,8%, a średnioroczny przyrost ich mocy znamionowych – na poziomie od 0,4 do 1,7%.

I Źródła strat

Straty mocy w rdzeniu transformatora z taśmy amorficznej mogą być nawet czterokrotnie mniejsze w porównaniu do strat w rdzeniu z materiału konwencjonalnego, a wyznacza

je pole powierzchni pętli histerezy magnetycznej. Wydaje się, że to bardzo niewielkie ograniczenie strat mocy, rzędu dziesiątek/setek watów (w zależności od mocy transformatora), nie ma znaczenia ekonomicznego. Jeżeli jednak przeprowadzi się obliczenia dla całego systemu energetycznego w dłuższym okresie, to oszczędności wynikające z tytułu wymiany rdzenia są znaczące [1, 2]. Koszt zakupu transformatorów amorficznych jest zwykle wyższy od transformatorów z rdzeniem ze stali krzemowej, ale równoważą to niższe koszty eksploatacji.

Wielkość strat energii w transformatorach zdeterminowana jest konstrukcją transformatora, a wynika to z warunków eksploatacji, które powinny być określone przez kupującego. Niższe straty transformatora są związane zwykle z koniecznością zastosowania droższych materiałów, a zatem wyższą ceną transformatora, lecz w efekcie wpływają na obniżenie kosztów eksploatacji.

Straty energii w transformatorach energetycznych można podzielić na dwie grupy [2]:

- » straty jałowe, zwane inaczej stratami w rdzeniu transformatora;
- » straty obciążeniowe, nazywane również stratami w przewodach uzwojenia lub stratami w miedzi, które można klasyfikować według przyczyn ich powstania.

Podstawowe znaczenie dla transformatorów rozdzielczych odgrywają straty jałowe, wobec często występujących bardzo znacznych zmian obciążeń. Zasadniczy wpływ na powstawanie strat jałowych w materiale rdzenia odgrywa głównie dwa czynniki: właściwości materiałów magnetycznych oraz technologia składania rdzeni.

Aby wpłynąć na te straty, należy przeanalizować właściwości i cechy materiałów magne-

tycznych, z których wykonywane są rdzenie, oraz technologię ich wykonania, a w szczególności staranność ich składania. Dlatego w ostatnich latach zastosowano szereg nowych rozwiązań technologicznych i materiałowych. Wyniki badań prowadzonych w dziedzinie materiałów magnetycznych wykorzystywane są również w innych urządzeniach elektrycznych, głównie w silnikach elektrycznych [3–5].

W zakresie działań prowadzących do zmniejszenia stratności rdzeni i w efekcie do obniżania strat jałowych w transformatorach należy wymienić [1–5]:

- » stosowanie stali amorficznej, która wykazuje bardzo niską stratność, bardzo dużą trwałość i niestety kruchość mechaniczną po obróbce termicznej poprawiającej właściwości magnetyczne oraz znikomą grubość. Proces technologiczny wytwarzania szkielec metalicznych opiera się na metodzie szybkiego chłodzenia roztopionego metalu na szybko obracającym się bębnie, w wyniku czego otrzymuje się bardzo cienką taśmę metaliczną, mającą amorficzną strukturę;
- » stosowanie coraz cieńszych blach magnetycznych w celu ograniczenia prądów wirowych; oferowane stale magnetyczne o grubości 0,025 mm zastosowane w postaci wąskich taśm w rdzeniach małych transformatorów i cewek; przy większych transformatorach na rdzenie stosuje się stal o grubości 0,18 mm. Niestety, przy zmniejszaniu grubości stali bardzo szybko rosną koszty – zarówno samych surowców, jak i koszty wytworzenia rdzeni ze względu na skomplikowaną budowę;
- » wykorzystanie mechanicznych i termicznych procesów obróbki materiałów magnetycznych stosowanych na rdzenie, w celu zmniejszenia strat;

STRESZCZENIE

W artykule omówiono zagadnienia dotyczące możliwości ograniczenia strat w blachach transformatorowych i rdzeniach z nich składanych oraz wymagania dla transformatorów rozdzielczych.

Słowa kluczowe: transformator rozdzielczy, ograniczenie strat energii, efektywność energetyczna.

» stop amorficzny, którego głównym składnikiem jest Fe (żelazo), w porównaniu z konwencjonalnymi materiałami, takimi jak stal krzemowa, ma niewielkie straty stanu jałowego (straty rdzenia), na poziomie od 20 do 30% wartości strat stali krzemowej.

W związku ze wzrostem liczby instalacji OZE istnieje konieczność dostosowania konstrukcji transformatorów do zmiany charakteru obciążeń na pojemnościowy oraz stosowania ograniczników przepięć w transformatorach współpracujących z OZE. Alternatywnym rozwiązaniem jest stosowanie izolacji o wyższej odporności na przebicie. W związku ze wzrostem napięć w sieci obsługującej energetykę rozproszoną, dla utrzymania gwarantowanej wartości napięcia powinno stosować się transformatory z przełącznikami zaczepów. Wyższe harmoniczne, wprowadzane przez niektóre falowniki, powodują nadmierny wzrost strat i przegrzewanie się transformatorów. Powoduje to konieczność przyjmowania mocy rzeczywistej niższej niż moc znamionowa transformatora [6].

I Rozporządzenia KE

W 2009 r. Parlament Europejski uchwalił obowiązującą obecnie wersję dyrektywy 2009/125/WE (z dnia 21 października 2009 r.), zwanej Ekoprojektem, która nakazała wyznaczenie grup produktów związanych z energią, mogących na etapie projektowania i produkcji spowodować zmniejszenie jej zużycia. Na kolejnym etapie wdrażania Ekoprojektu wybrano produkty różnych branż poprzez wydanie kolejnych rozporządzeń wykonawczych do dyrektywy. Są to między innymi: urządzenia gospodarstwa domowego, oświetlenie, pompy elektryczne, wentylatory napędzane silnikiem elektrycznym, zasilacze. Transformatory uznaje się za produkty związane z energią w rozumieniu art. 2 ust. 1 dyrektywy 2009/125/WE [2, 7].

Po długich pracach uzgodniono, jakie parametry techniczne są wymagane dla transformatorów i zapisane w Rozporządzeniu Komisji Europejskiej nr 548/2014 [7]. Rozporządzenie to odnosi się do transformatorów energetycznych wprowadzanych na rynek Unii Europejskiej po 30 czerwca 2015 i dotyczy energetycznych transformatorów olejowych oraz transformatorów suchych o minimalnej mocy znamionowej 1 kVA, wykorzystywanych w sieciach dystrybucji i przesyłu energii oraz w zastosowaniach przemysłowych [2].

Rozporządzenie Komisji (UE) 2019/1783 z dnia 1 października 2019 r. [8] zmieniło Rozporządzenie (UE) nr 548/2014 z dnia 21 maja 2014 r. [7]

w sprawie wykonania Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy. Rozporządzenie [8] wprowadziło również definicję „transformatora nasłupowego średniej mocy” – to transformator o mocy znamionowej nieprzekraczającej 400 kVA w wykonaniu do eksploatacji na wolnym powietrzu i zaprojektowany specjalnie do montażu na elementach wsporczych napowietrznych linii elektroenergetycznych.

W artykule 1 nowelizacji rozporządzenia [8] wprowadzone zostały następujące zapisy dotyczące przedmiotu i zakresu jej stosowania.

Punkt pierwszy mówi, że rozporządzenie ustanawia wymogi dotyczące Ekoprojektu odnośnie do wprowadzania do obrotu lub oddawania do użytku transformatorów elektroenergetycznych o minimalnej mocy znamionowej wynoszącej 1 kVA, wykorzystywanych w sieciach przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej 50 Hz lub do zastosowań przemysłowych. Dodatkowo rozporządzenie ma zastosowanie do transformatorów nabytych po dniu 11 czerwca 2014 r.

Punkt drugi stwierdza, że rozporządzenie [8] **nie ma** zastosowania do transformatorów specjalnie zaprojektowanych do następujących zastosowań:

a) przekładników zaprojektowanych specjalnie w celu przekazywania sygnału informacyjnego do przyrządów pomiarowych, mierników oraz urządzeń ochronnych lub sterujących lub podobnych urządzeń;

b) transformatorów zaprojektowanych specjalnie i przeznaczonych do zasilania prostowników elektronicznych lub prostowników obciążenia. Wyłączenie to nie obejmuje trans-

formatorów, które są przeznaczone do zasilania prądem przemiennym ze źródeł prądu stałego, takich jak transformatory do zastosowań w turbinach wiatrowych i zastosowań fotowoltaicznych lub transformatory zaprojektowane do zastosowań w zakresie przesyłu i dystrybucji prądu stałego;

c) transformatorów zaprojektowanych specjalnie do celów bezpośredniego podłączenia do pieca;

d) transformatorów zaprojektowanych specjalnie do celów instalacji na stałych lub pływających platformach morskich, morskich turbinach wiatrowych lub na pokładach statków i wszelkich innych jednostek pływających;

e) transformatorów zaprojektowanych specjalnie na potrzeby sytuacji (o ograniczonym czasie trwania), w których dochodzi do przerwy w normalnym zasilaniu energią elektryczną w wyniku nieprzewidzianego zdarzenia (jak np. awaria zasilania) lub remontu stacji, ale nie w celu trwałego ulepszenia istniejącej podstacji;

f) transformatorów (z odrębnymi lub automatycznie połączonymi uzwojeniami) podłączonych do sieci trakcyjnej zasilanej prądem stałym lub przemiennym, bezpośrednio lub za pośrednictwem przetwornika, wykorzystywanych w stałych instalacjach do zastosowań kolejowych;

g) transformatorów uziemiających zaprojektowanych specjalnie w celu podłączenia ich do systemu zasilania w celu uzyskania punktu neutralnego na potrzeby uziemienia systemu, bezpośrednio lub poprzez impedancję;

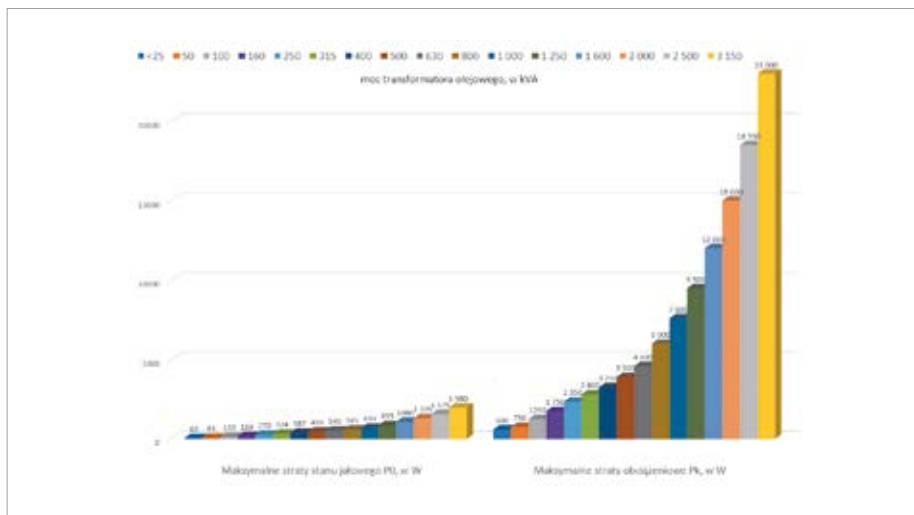
h) transformatorów trakcyjnych zaprojektowanych specjalnie do celów zamontowania na taborze, podłączonych do sieci trakcyjnej zasilanej prądem stałym lub przemiennym, bezpo-

Rok	Transformatory				Udział transformatorów SN, w [%]
	NN	WN	SN	Ogółem	
2020	224	2 813	260 074	263 111	98,846
2021	226	2 826	261 459	264 511	98,846
2022	219	2 845	263 268	266 332	98,850

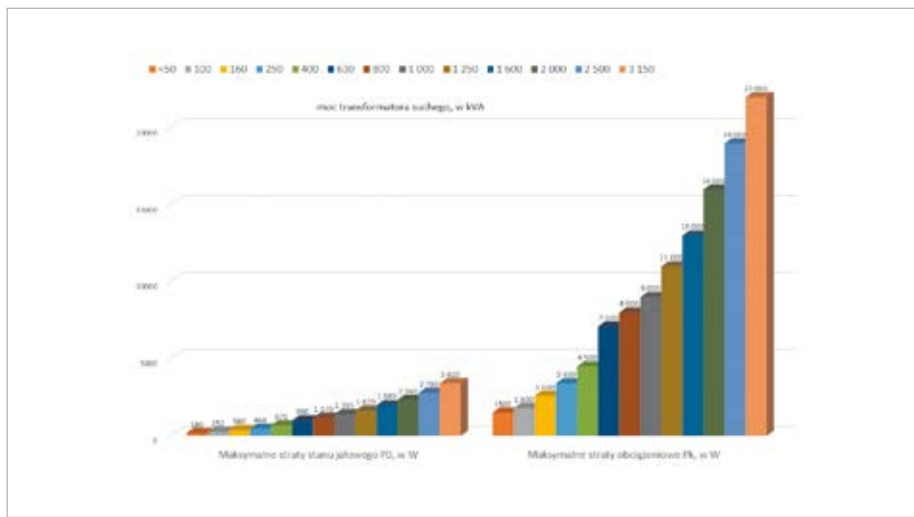
Tab. 1. Ogólna liczba transformatorów i liczba transformatorów SN w latach 2020–2022 [1]

Rok	Transformatory				Udział transformatorów SN	Średnia moc transformatorów SN
	NN	WN	SN	Ogółem		
–	MVA	MVA	MVA	MVA	%	kVA
2020	62 400	61 965	51 853	176 218	29,43	199,38
2021	63 060	62 878	52 096	178 034	29,26	199,25
2022	60 959	63 726	53 014	177 699	29,83	201,37

Tab. 2. Sumaryczna moc znamionowa transformatorów krajowych i łączna moc znamionowa transformatorów SN w latach 2020–2022 [1]



Rys. 1. Maksymalne straty obciążeniowe i maksymalne straty stanu jałowego dla trójfazowych olejowych transformatorów elektroenergetycznych o mocy znamionowej ≤ 3150 kVA po 1 lipca 2021 r. [7]



Rys. 2. Maksymalne straty obciążeniowe i maksymalne straty stanu jałowego dla trójfazowych suchych transformatorów elektroenergetycznych o mocy znamionowej ≤ 3150 kVA po 1 lipca 2021 r. [7]

średnio lub za pośrednictwem przetwornika, do użytku specjalnego w stałych instalacjach do zastosowań kolejowych;

i) transformatorów rozruchowych zaprojektowanych specjalnie na potrzeby uruchamiania trójfazowego silnika indukcyjnego, tak aby wyeliminować spadki napięcia zasilania, które w trakcie normalnego działania są pozbawione zasilania;

j) transformatorów probierczych zaprojektowanych specjalnie do stosowania w obwodzie, w celu uzyskania określonego napięcia lub prądu na potrzeby badań urządzeń elektrycznych;

k) transformatorów spawalniczych zaprojektowanych specjalnie do stosowania w urządzeniach do spawania łukiem elektrycznym lub do spawania oporowego;

l) transformatorów zaprojektowanych specjalnie na potrzeby zastosowań wymagających

zabezpieczenia przeciwybuchowego, zgodnie z Dyrektywą 94/9/WE Parlamentu Europejskiego i Rady oraz zastosowań w górnictwie podziemnym;

m) transformatorów zaprojektowanych specjalnie do zastosowań głębinowych (podwodnych);

n) transformatorów sprzęgających sieci średniego napięcia (SN) o mocy do 5 MVA, stosowanych w systemie konwersji napięcia sieciowego, które są umieszczane w miejscu połączenia dwóch poziomów napięcia dwóch sieci średniego napięcia i które muszą być w stanie poradzić sobie z przeciążeniami w sytuacjach awaryjnych;

o) transformatorów elektroenergetycznych średniej i dużej mocy, zaprojektowanych specjalnie jako element systemu zapewnienia bezpieczeństwa obiektów jądrowych zdefiniowanych w art. 3 dyrektywy Rady 2009/71/Euratom;

p) trójfazowych transformatorów elektroenergetycznych średniej mocy, o mocy znamionowej poniżej 5 kVA, z wyjątkiem wymogów określonych w pkt 4 lit. a), b) i d) załącznika I do rozporządzenia [7].

Dodatkowo w punkcie trzecim znajduje się zapis, że transformatory elektroenergetyczne średniej i dużej mocy, niezależnie od tego, kiedy zostały po raz pierwszy wprowadzone do obrotu lub oddane do użytku, są poddawane ponownej ocenie zgodności i muszą spełniać wymogi rozporządzenia [7], jeżeli zostały poddane wszystkim następującym działaniom: a) wymiana rdzenia (lub jego części); b) wymiana pełnego uzwojenia (lub większej liczby pełnych uzwojeń).

Ma to zastosowanie bez uszczerbku dla zobowiązań prawnych wynikających z innych przepisów unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego, którym produkty te mogą podlegać.

Ograniczenie strat odbyło się w dwóch etapach – pierwszy zakończył się 1 lipca 2021 roku. W tym dniu wszedł w życie drugi etap, obniżający straty. Dla transformatorów rozdzielczych o mocach poniżej ≤ 3150 kVA i napięciach $U_m \leq 24$ kV, transformujących z napięcia średniego na niskie, wykorzystano jako referencyjne normy CENELEC dla transformatorów olejowych EN 50464-1 i suchych EN 50541-1. Parametry transformatorów do mocy 2500 kVA, wprowadzone w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Komisji (UE) nr 548/2014, są bardzo zbliżone do parametrów przedstawionych w normach i z nich też zostało zaczerpnięte nazewnictwo określające poziomy strat, odpowiednio: dla strat jałowych A_0 , a dla obciążeniowych A_k , B_k i C_k [7].

Dla trójfazowych olejowych transformatorów elektroenergetycznych o mocy ≤ 3150 kVA z uzwojeniem średniego napięcia $U_m \leq 24$ kV i uzwojeniem nn $U_m \leq 1,1$ kV, straty obciążeniowe i straty stanu jałowego nie mogą przekraczać wartości podanych na **rysunku 1**.

Natomiast dla trójfazowych suchych transformatorów elektroenergetycznych o mocy ≤ 3150 kVA z uzwojeniem średniego napięcia $U_m \leq 24$ kV i uzwojeniem nn $U_m \leq 1,1$ kV, straty obciążeniowe i straty stanu jałowego nie mogą przekraczać wartości podanych na **rysunku 2**.

Dodatkowo należy podkreślić, że zgodnie z tabelą I.3 z załącznika nr 1 do Rozporządzenia Komisji (UE) nr 548/2014 [7], gdy napięcie $U_m = 36$ kV dla jednego z uzwojeń, a drugie $U_m \leq 1,1$ kV, maksymalne dopuszczalne straty podane na **rysunkach 1 i 2**, muszą zostać zwiększone o 15% w przypadku strat stanu jałowego oraz o 10% w przypadku strat obciążeniowych.

Zgodnie z punktem 1.3 z załącznika nr 1 do Rozporządzenia Komisji (UE) nr 548/2014, wymogi dotyczące transformatorów elektroenergetycznych o mocy znamionowej ≤ 3150 kVA wyposażonych w połączenia odczepowe, które są przystosowane do celów eksploatacji w stanie podłączenia do zasilania lub w stanie obciążenia do celów dostosowania napięcia (regulacja napięcia), dopuszczalne straty podane na **rysunkach 1. i 2.** muszą zostać zwiększone o 20% w przypadku strat stanu jałowego oraz o 10% w przypadku strat obciążeniowych. Poziomy strat obciążeniowych i strat stanu jałowego podane na **rysunkach 1. i 2.** nie mają zastosowania do olejowych transformatorów montowanych na słupach o mocy od 25 do 315 kVA. Dla nich dopuszczalne wartości strat zostały określone w tabeli I.6 Rozporządzenia [7].

Ciekawostką jest załącznik IV do rozporządzenia [7], w którym podano parametry najlepszych rozwiązań technicznych dostępnych na rynku transformatorów elektroenergetycznych średniej mocy w dniu przyjęcia tego rozporządzenia:

- a) olejowe transformatory elektroenergetyczne średniej mocy: $A_0 - 20\%$, $A_k - 20\%$;
- b) suche transformatory elektroenergetyczne średniej mocy: $A_0 - 20\%$, $A_k - 20\%$;

c) transformatory elektroenergetyczne z rdzeniem amorficznym: $A_0 - 50\%$, $A_k - 50\%$.

Znajduje się tam uwaga, że dostępność materiału do produkcji transformatorów z rdzeniem amorficznym wymaga dalszego opracowania, zanim w przyszłości będzie można uznać, że takie wartości strat stały się minimalnymi wymogami.

I Literatura

1. Energetyka, dystrybucja, przesył, Raport 2021, Raport 2022, Raport 2023, PTPIREE.
2. K. Kuczyński, Energooszczędne rozwiązania w zakresie transformatorów rozdzielczych SN/nn, „elektro.info” 11/2022.
3. K. Kuczyński, Transformatory rozdzielcze SN/nn – możliwości ograniczenia strat, „elektro.info” 5/2016.
4. N. DeCristofaro, *Amorphous metals in electric-power distribution applications*, Materials Research Society Bulletin, 1998, vol. 23, iss. 5, 50–56.
5. K. Inagaki, M. Kuwabara, K. Sato, K. Fukui, S. Nakajima, D. Azuma, *Amorphous transformer contributing to global environmental protection*, Hitachi Review, 2011, vol.60, no 5, 250–256.

6. Z. Szymański, „Zagrożenia dla transformatorów współpracujących z OZE”, Seminarium „Szanse i efekty jakie niesie ze sobą rozwój fotowoltaiki”, 25 października 2023 r. Łódź.

7. Rozporządzenie Komisji Europejskiej nr 548/2014.

8. Rozporządzenie Komisji (UE) 1783/2019 z dnia 1 października 2019 r. zmieniające Rozporządzenie (UE) nr 548/2014 z dnia 21 maja 2014 r. w sprawie wykonania Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy, Dz. UE nr L 272 z dn. 25.10.2019.

Pierwotna wersja artykułu została opublikowana w numerze 12/2023.

ABSTRACT

Distribution Transformers – How to Reduce Electricity Losses?

The article discusses issues related to the possibility of reducing losses in transformer sheets and cores composed of them, and the requirements for distribution transformers.

Keywords: distribution transformers, reduction of energy losses, energy efficiency.

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



OLEJOWE TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn

Dystrybutor	 ALTRAFO Polska Sp. z o.o. 61-361 Poznań ul. Starołęcka 42b/43 tel. 501 471 743 biuro@altrafopolska.pl www.altrafopolska.pl	 BEZ TRANSFORMATORY A.S. Spółka Akcyjna Oddział w Polsce 02-495 Warszawa, ul. Ryżowa 49 tel. +48 517 100 395 pl@bez.sk www.bez.sk
Producent	ALTRAFO s.r.l.	BEZ TRANSFORMATORY a.s.
Oznaczenie katalogowe	TRAEO	aTOHn, aTUOHn, TOHn, TUOHn, aTOH, TOn
		
Parametry techniczne		
Moc znamionowa, w [kVA]	od 50 do 6500	od 25 do 16000
Napięcie uzwojenia górnego (pierwotnego), w [kV]	6/6,3/10/15/15,75/20/21/31,5 lub inne	6–35
Napięcie uzwojenia dolnego (wtórnego), w [V]	3f~420/3f~690/3f~800/3f~1000 lub inne	400/231; 420/242; 800/462; 690/398 lub inne
Częstotliwość, w [Hz] (± tolerancja, w [%])	50/60 (±10)	50/60 (±10)
Regulacja napięcia po stronie uzwojenia pierwotnego, w [%]	±2×2,5 lub inne	±2×2,5%; ±3×2,5% bezobciążeniowo; (OLTC opcjonalnie)
Układy połączeń	Dyn5, Dyn11, Yzn5, Yyn0 lub inny	Yyn0; Dyn1; Dyn5; Dyn11 lub inne
Prąd stanu jałowego, w [%]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Straty stanu jałowego P ₀ , w [W]	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (od 1.07.2021)	zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE 2019/1783 (548/2014) (EcoDesign Etap 2)
Straty obciążenia ΔP, w [W]	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (od 1.07.2021)	zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE 2019/1783 (548/2014) (EcoDesign Etap 2)
Napięcie zwarcia u _k , w [%]	4, 6 lub inne	4, 6, 7 lub inne
Termiczna klasa izolacji	A	105°C (Klasa A)
Sposób chłodzenia	ONAN	ONAN, KNAN
Moc akustyczna w odległości 1 m, w [dB (A)]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Stopień ochrony IP	IP 00	IP00 (do 7000 kVA wykonanie hermetyczne)
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.xwys.), w [mm]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Masa całkowita, w [kg]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –20 do 40	od –25 do 50
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	hermetyczne transformatory olejowe z uzwojeniami Al lub Cu, z możliwością przełączania napięć; dostępne z przepustami porcelanowymi lub konektorowymi, zabezpieczeniami RIS, DGPT2 lub termometrem; Seria Standard – do zastosowań dystrybucyjnych, Seria PV – do instalacji fotowoltaicznych, odporna na podwyższone THD	Słowacki producent transformatorów od 1902 r.; uzwojenia Al lub Cu; przepusty porcelanowe i konektorowe, dystrybucyjne i w wykonaniu OZE (ekranowane o podwyższonej wartości THD), zabezpieczenia JUMO, DMCR, RIS, DGPT2 i inne
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	PN-EN 60076; Rozporządzenie Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign)	IEC 60076, PN-EN 60076; PN-EN 50708; ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001:2019; certyfikat zgodności Instytutu Energetyki; Rozporządzenie Komisji UE nr 2019/1783 (548/2014) – (EcoDesign Etap 2)
Gwarancja, w [miesiącach]	24–60	24–60

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

OLEJOWE TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn



IMEFY Polska Sp. z o.o.
53-332 Wrocław, ul. Powstańców Śląskich 9
tel. 74 664 05 52, kom. 796 640 798, faks 74 664 52 24
transformatory@imefy.com, www.imefy.com

IMEFY		
SOIT	OIT	Transformator olejowy z podobciążeniowym przełącznikiem zaczeów OLTC
		
do 6500*	do 6500*	400–6500
do 36	do 36	do 36
3f~400/3f~420/3f~690 lub inne	3f~400/3f~420/3f~690 lub inne	3f~400/3f~420/3f~690 lub inne
50/60 (±10)	50/60 (±10)	50/60 (±10)
±3×2,5 lub inne	±3×2,5 lub inne	±2,5, ±5, ±7,5, ±10
Yzn5, Dyn5 lub inne	Yzn5, Dyn5 lub inne	Yzn5, Dyn5 lub inne
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
4/6	4–6	4–6
A	A	A
ONAN/KNAN	ONAN	ONAN/KNAN
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
IP00 (wykonanie hermetyczne)	IP00 (wykonanie hermetyczne)	IP00 (wykonanie hermetyczne)
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
od –25 do 40	od –20 do 40	od –25 do 40
oferujemy transformatory hermetyczne przeznaczone do instalacji fotowoltaicznych, wyposażone w ekrany elektrostatyczne oraz o zwiększonej odporności na wyższe poziomy THDi, specyfikacja zgodna z Rozporządzeniem Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign Etap 1 i Etap 2)	oferujemy transformatory hermetyczne w standardowym wykonaniu oraz o obniżonych stratach, dwunapięciowe, także wykonane według potrzeb klienta, oferujemy jednostki wysokich mocy* do 125 MVA i napięcia 245 kV, w tym specjalne; specyfikacja zgodna z Rozporządzeniem Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign Etap 1 i Etap 2) NOWOŚĆ! – transformatory olejowe z płynną regulacją napięcia pod obciążeniem	wyposażenie w podobciążeniowy przełącznik zaczeów OLTC produkcji firmy MR Reinhausen, który kompensuje wahania średniego napięcia oraz reaguje dynamicznie na zmiany w zasilaniu i obciążeniu
IEC 60076, PN-EN 60076, ISO 9001, HD 398, certyfikat zgodności Instytutu Energetyki, Rozporządzenie Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign)	IEC 60076, PN-EN 60076, ISO 9001, HD 398, certyfikat zgodności Instytutu Energetyki, Rozporządzenie Komisji UE nr 548/2014 (ECODESIGN)	PN-EN 60076
24	24–60	24–60

OLEJOWE TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn

Dystrybutor	 ENERGEKS ENERGEKS Transformatory Sp. z o.o. ul. Świętego Marcina 29/8, 61-806 Poznań tel: +48 664 951 947 info@energeks.com https://energeks.pl/	 EURO-ELEKTRO EURO-ELEKTRO Sp. z o.o. ul. Wiosenna 47, 41-253 Czeladź tel./faks 32 724 00 02 biuro@euro-elektro.pl www.euro-elektro.pl
Producent	Energeks Transformatory Sp. z o.o.	TEK Transformator
Oznaczenie katalogowe	MarkoEco2	YT
Parametry techniczne		
Moc znamionowa, w [kVA]	od 25 do 4550	od 25 do 25 000
Napięcie uzwojenia górnego (pierwotnego), w [kV]	6,3/10,5/15,75/21/30	6,3/10,5/15,75/21/31,5/36 lub inne
Napięcie uzwojenia dolnego (wtórnego), w [V]	3f~400/3f~420/3f~690/3f~800/3f~6300 lub inne	3f~400, 3f~420, 3f~690, 3f~800 lub inne
Częstotliwość, w [Hz] (± tolerancja, w [%])	50 (±10)	50/60 (±10)
Regulacja napięcia po stronie uzwojenia pierwotnego, w [%]	±3×2,5%; możliwe: ±2×2,5%, ±4×2,5% oraz ±5×2,5%	±2×2,5; ±3×2,5 lub inne
Układy połączeń	Dyn5, Dyn11, Yzn5, Dd0 lub inny	Dyn5, Dyn11, Yzn5 lub inne
Prąd stanu jałowego, w [%]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Straty stanu jałowego P ₀ , w [W]	zgodne z regulacjami EcoDesign Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (Etap II)	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014
Straty obciążenia ΔP, w [W]	zgodne z regulacjami EcoDesign Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (Etap II)	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014
Napięcie zwarcia u _k , w [%]	4/6	4/6 lub inne
Termiczna klasa izolacji	A	A
Sposób chłodzenia	ONAN, ONAF, OFWF	ONAN, ONAF, OFAF, KNAN
Moc akustyczna w odległości 1 m, w [dB (A)]	zgodnie z normą EN 60076-10 i wymaganiami specyfikacji ofertowej	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Stopień ochrony IP	IP00 (bez obudowy), IP31 (z obudową)	IP00 (wykonanie hermetyczne)
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.xwys.), w [mm]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Masa całkowita, w [kg]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od -25 do 40	od -25 do 40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	transformatory olejowe wykonywane w standardach stosowanych w sieciach OSD w Polsce, z 3-, 5- lub 7-pozycyjnym przełącznikiem zaczeów, przepustami porcelanowymi lub konektorowymi, przyłączami SN w standardzie Euromold, terminalami jednośrubowymi lub dwuśrubowymi, zaczeami typu TOGA, retencją oleju, monitoringiem PT100, zabezpieczeniem DMCR lub DGPT2, skrzynką kablową NN IP21/IP54, uzwojeniami miedzianymi lub aluminiumowymi oraz ekranami elektrostatycznymi w wykonaniu pod PV	transformatory olejowe hermetyczne lub z konserwatorem, uzwojenia aluminiumowe i miedziane, przepusty porcelanowe lub konektorowe, bezobciążeniowy przełącznik zaczeów lub OLTC, transformatory przełączalne na różne poziomy napięcie, zabezpieczenie termiczne DMCR, DGPT2 lub inne, specjalne wykonania ekranowane do instalacji farm wiatrowych i fotowoltaicznych
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	EN 50588-1, EN 60076-1, EN 60076-10, REG. UE 548/2014, EcoDesign (EU) 2019/1783 – Etap II, IEC 61000-3-2, PN-EN ISO 12944; Certyfikaty: BGTCVX22072021, znak CE, ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001; olej izolacyjny zgodny z IEC 60296	IEC 60076, PN-EN 60076, Rozporządzenie Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign), deklaracje zgodności, certyfikat zgodności Instytutu Energetyki w Warszawie
Gwarancja, w [miesiącach]	60	24 lub więcej

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zaautoryzowane przez firmy

OLEJOWE TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn



Mefta Green Transfo Energy Poland Sp. z o.o.
43-190 Mikołów, ul. Żwirki i Wigury 52
tel. 32 77 28 222, faks 32 77 28 269
www.mefta.pl
www.green-transfo.com

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

SPHERA DT



do 7000*	160–1000
6,3/10,5/15,75/21/31,5/35	6,3/10,5/15,75/21
3f~400/3f~420/3f~800 lub inne	3f~400/3f~410/3f~420
50/60 (±10)	50/60 (±10)
±3×2,5 lub ±2×2,5 (w stanie beznapięciowym)	± 4 x 2,5% lub inne (wersja specjalna z OLTC)
Dyn5, Yzn5 lub inne	Dyn5, Dyn11 lub inne
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
4 lub 4,5 dla mocy ≤ 630 kVA 6 dla mocy ≥ 630 kVA	4 lub 4,5 dla mocy ≤ 630 kVA 6 dla mocy ≥ 630 kVA
A	A
ONAN/KNAN	ONAN/KNAN
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
IP00 (wykonanie hermetyczne)	IP00 (wykonanie hermetyczne)
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
od –25 do 40	od –25 do 40
transformatory w wykonaniu hermetycznym (lub z konserwatorem na życzenie klienta), uzwojenia Al/Al lub Cu/Cu, beznapięciowy przełącznik zaczerw lub wersja specjalna z podobciążeniowym przełącznikiem zaczerw OLTC, oferujemy transformatory specjalnie zaprojektowane dla aplikacji fotowoltaicznych, farm wiatrowych, stacji ładowania czy magazynów energii, naszym klientom dostarczamy również możliwość przeprowadzenia zdalnych badań odbiorczych e-FAT *4000–7000 kVA dostępne dla zastosowań w instalacjach fotowoltaicznych	transformator jest wyposażony w przełącznik napięcia pod obciążeniem (OLTC), przełącznik jest przystosowany do podłączenia 9 zaczerw, co umożliwia 9-stopniowy zakres regulacji (standardowo ± 4×2,5%), przełącznik zaczerw jest wyposażony w próżniowe komory przerywające łuk w czasie przełączania zaczerw , co zapewnia długą bezawaryjną pracę transformatorów, tego typu transformatory są przeznaczone głównie do instalacji napowietrznej na platformach słupów średniego napięcia lub w tradycyjnych stacjach transformatorowych
PN-EN 60076, PN-EN 50708-1-1, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, Rozporządzenie Komisji UE nr 1783/2019 (EcoDesign), certyfikat zgodności IEN, deklaracje zgodności	PN-EN 60076, PN-EN 50708-1-1, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, Rozporządzenie Komisji UE nr 1783/2019 (EcoDesign), certyfikat zgodności IEN, deklaracje zgodności
24 lub więcej wg indywidualnych uzgodnień	24 lub więcej wg indywidualnych uzgodnień



Jesteśmy jednym z liderów na polskim rynku w zakresie produkcji i dostaw transformatorów średniego napięcia dla sektora energetycznego.

Historia naszego Zakładu Transformatorów w Mikołowie sięga roku 1945. Z ponad 80-letnim doświadczeniem oraz ponad trzystoma tysiącami transformatorów olejowych zainstalowanych na całym świecie, mogą Państwo mieć pewność inwestycji w sprawdzoną technologię, nieustannie unowocześnianą w naszych centrach badawczo-rozwojowych.

Produkujemy szeroką gamę transformatorów olejowych i żywicznych, dostosowanych do indywidualnych potrzeb naszych klientów. W zależności od wymagań i standardów obowiązujących w danym kraju, nasze transformatory są optymalizowane pod kątem parametrów sieci rozdzielczych, oferując jednocześnie najbardziej efektywne i ekonomiczne rozwiązania.

Dzięki temu, że Grupa Green Transfo posiada również fabrykę transformatorów mocy zlokalizowaną w Turcji, produkującą transformatory mocy w zakresie do 125 MVA i maksymalnym napięciu 170 kV, możemy zaoferować Państwu różnorodne produkty, które spełnią nawet najwyższe standardy branżowe.

Zapraszamy do śledzenia nas na **LinkedIn** oraz odwiedzenia naszej strony internetowej, aby dowiedzieć się więcej o naszej ofercie i bieżących projektach.

- **LinkedIn:** Dołącz do naszej społeczności, aby być na bieżąco z nowinkami i wydarzeniami.
- **www.mefta.pl:** Odwiedź naszą stronę, aby poznać pełną ofertę produktów i usług.

www.mefta.pl

OLEJOWE TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn

Dystrybutor	 Rauscher Stoecklin A company of R&S Rauscher & Stoecklin Polska Sp. z o.o. 32-700 Krzeczów, ul. Dębowa 16 info@raustoc.pl the-rsgroup.com	 SGB-SMIT Transformatory Polska SGB-SMIT Transformers Polska 90-212 Łódź, Sterlinga 27/29 tel. 605 387172, 695 774 402 www.sgb-smit.pl
Producent	Tesar Polska Sp. z o.o.	SGB
Oznaczenie katalogowe	TRO	DOTML
		
Parametry techniczne		
Moc znamionowa, w [kVA]	100–3150	50 – 10000
Napięcie uzwojenia górnego (pierwotnego), w [kV]	6/6,3/10/10,5/11/15,75/20/21/22	6,3/15,75/21/31,5
Napięcie uzwojenia dolnego (wtórnego), w [V]	3f~400/3f~420/3f~800 lub inne	3f~420 lub inne
Częstotliwość, w [Hz] (± tolerancja, w [%])	50(±10)	50/60 (±10)
Regulacja napięcia po stronie uzwojenia pierwotnego, w [%]	±2×2,5/±3×2,5 lub inne	±2×2,5; ±3×2,5; +2,5/–3×2,5
Układy połączeń	Dyn5/Dyn11 lub inne	Dyn5 i inne
Prąd stanu jałowego, w [%]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Straty stanu jałowego P ₀ , w [W]	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014	zgodne z EcoDesign
Straty obciążenia ΔP, w [W]	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014	zgodne z EcoDesign
Napięcie zwarcia u _k , w [%]	4/6 lub inne	4/4,5/6/8/10
Termiczna klasa izolacji	A	A
Sposób chłodzenia	ONAN	ONAN / KNaN
Moc akustyczna w odległości 1 m, w [dB (A)]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Stopień ochrony IP	IP00	IP00/IP54
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.xwys.), w [mm]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Masa całkowita, w [kg]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –25 do 40	od –25 do +40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	hermetyczne transformatory olejowe w wykonaniu dystrybucyjnym, PV lub specjalnym; przepusty konektorowe lub porcelanowe; uzwojenia Al lub Cu, opcjonalnie wyposażone w ekrany elektrostatyczne umożliwiające pracę z wyższym THDi; możliwość wyposażenia w podobciążeniowy przełącznik zaczełów OLTC oraz zastosowania dodatkowych zabezpieczeń jak DMCR, termometry 2-kontaktowe, zawory nadciśnieniowe i inne	transformatory olejowe, hermetyczne lub z konserwatorem, w kadziach falistych, wyposażone standardowo w zawór bezpieczeństwa i wskaźnik poziomu oleju, opcjonalnie termometr, zabezpieczenie RIS, transformatory do sieci rozdzielczych, transformatory do instalacji wiatrowych, solarnych, transformatory trójuzwojeniowe, przekształtnikowe
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	PN-EN 60076, Rozporządzenie Komisji UE nr 548/2014	ISO 9001, ISO 14001, IEC 60076
Gwarancja, w [miesiącach]	24 lub inna, ustalana indywidualnie	24 miesiące lub inne

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

SUCHE (ŻYWICZNE) TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn

Dystrybutor	 ALTRAFO Polska Sp. z o.o. 61-361 Poznań ul. Starołęcka 42b/43 tel. 501 471 743 biuro@altrafopolska.pl www.altrafopolska.pl	 BEZ TRANSFORMATORY A.S. Spółka Akcyjna Oddział w Polsce 02-495 Warszawa, ul. Ryżowa 49 tel. +48 517 100 395 pl@bez.sk www.bez.sk
Producent	ALTRAFO s.r.l.	BEZ TRANSFORMATORY a.s.
Oznaczenie katalogowe	TRAE	aTSE, aTUSE, TSE, TUSE
		
Parametry techniczne		
Moc znamionowa, w [kVA]	od 50 do 6500	od 100 do 10 000
Napięcie uzwojenia górnego (pierwotnego), w [kV]	6/6,3/10/15/15,75/20/21/31,5 lub inne	6–35
Napięcie uzwojenia dolnego (wtórnego), w [V]	3f~420/3f~690/3f~800/3f~1000 lub inne	400/231; 420/42; 690/398; 800/462 lub inne
Częstotliwość, w [Hz] (± tolerancja, w [%])	50 (±10)	50/60 (±10)
Regulacja napięcia po stronie uzwojenia pierwotnego, w [%]	±2×2,5 lub inne	±2×2,5%; bezobciążeniowo
Układy połączeń	Dyn5, Dyn11, Yzn5, Yyn0 lub inny	Yyn0; Dyn1; Dyn5; Dyn11 lub inne
Prąd stanu jałowego, w [%]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Straty stanu jałowego P ₀ , w [W]	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (od 1.07.2021)	zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE 2019/1783 (548/2014) (EcoDesign Etap 2)
Straty obciążenia ΔP, w [W]	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (od 1.07.2021)	zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE 2019/1783 (548/2014) (EcoDesign Etap 2)
Napięcie zwarcia u _k , w [%]	6 lub inne	6 lub inne
Termiczna klasa izolacji	F lub H	155°C (Klasa F)
Sposób chłodzenia	AN/AF	AN; AN/AF (przeciążenie krótkotrwałe do +40% z wentylatorem)
Moc akustyczna w odległości 1 m, w [dB (A)]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Stopień ochrony IP	IP20, IP21, IP23, IP31 lub inne	IP00; IP21; IP31; IP32; IP33
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.x wys.), w [mm]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Masa całkowita, w [kg]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –20 do 40	od –25 do 55
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	transformatory dystrybucyjne o obniżonych stratach i poziomie hałasu; wykonania specjalne INDUSTRY – falownikowe, piecowe, trakcyjne, uziemiające; PV – farmy wiatrowe i fotowoltaiczne, wyposażone w ekrany elektrostatyczne oraz o zwiększonej odporności na wyższe poziomy THD, ograniczniki przepięć SN montowane fabrycznie	słowacki producent transformatorów od 1902 r.; uzwojenia Al lub Cu; dystrybucyjne i w wykonaniu OZE (ekranowane o podwyższonej wartości THD), zabezpieczenia 3×PT100+T154, 6×PTC+MSF220K i inne
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	IEC, PN-EN, certyfikat IEL, Dyrektywy UE 548/2014, TIER 2	IEC 60076, PN-EN 60076; PN-EN 50708; ISO 9001, ISO14001, ISO 45001:2019; Rozporządzenie Komisji UE nr 2019/1783 (548/2014) (EcoDesign Etap 2)
Gwarancja, w [miesiącach]	24–60	24–60

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

SUCHE (ŻYWICZNE) TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn

Dystrybutor	 ENERGEKS ENERGEKS Transformatory Sp. z o.o. ul. Świętego Marcina 29/8, 61-806 Poznań tel: +48 664 951 947 info@energeks.com https://energeks.pl/	 EURO-ELEKTRO EURO-ELEKTRO Sp. z o.o. ul. Wiosenna 47, 41-253 Czeladź tel./faks 32 724 00 02 biuro@euro-elektro.pl www.euro-elektro.pl
Producent	Energeks Transformatory Sp. z o.o.	TMC Transformers
Oznaczenie katalogowe	TeoEco2	H-ART 180
		
Parametry techniczne		
Moc znamionowa, w [kVA]	od 100 do 6000	od 100 do 25 000
Napięcie uzwojenia górnego (pierwotnego), w [kV]	10/15,75/21/10-21	6,3/10,5/15,75/21/31,5/36 lub inne
Napięcie uzwojenia dolnego (wtórnego), w [V]	3f~420/3f~690/3f~800/3f~6300 lub inne	3f~400, 3f~420, 3f~690, 3f~800 lub inne
Częstotliwość, w [Hz] (± tolerancja, w [%])	50 (±10)	50/60 (±10)
Regulacja napięcia po stronie uzwojenia pierwotnego, w [%]	±3×2,5/±2×2,5	±2×2,5, ±3×2,5 lub inne
Układy połączeń	Dyn5, Dyn 11 lub inne	Dyn5, Dyn11 lub inne
Prąd stanu jałowego, w [%]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Straty stanu jałowego P ₀ , w [W]	zgodnie z regulacjami EcoDesign Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (Etap II)	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (od 1.07.2021)
Straty obciążenia ΔP, w [W]	zgodnie z regulacjami EcoDesign Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (Etap II)	zgodnie z II etapem Rozporządzenia Komisji UE nr 548/2014 (od 1.07.2021)
Napięcie zwarcia u _k , w [%]	6	6 lub inne
Termiczna klasa izolacji	F	H
Sposób chłodzenia	AN/AF	AN/AF
Moc akustyczna w odległości 1 m, w [dB (A)]	zgodnie z normą IEC 60076-11 i wymaganiami specyfikacji ofertowej	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Stopień ochrony IP	IP00 (bez obudowy), IP31/IP44 (z obudową)	od IP21 do IP68
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.x wys.), w [mm]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Masa całkowita, w [kg]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od -25 do 40	od -25 do 40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	transformator suchy w izolacji żywicznej, konstrukcja klas C3 E3 F1 odporna na wilgoć i zanieczyszczenia, uzwojenia aluminiowe lub miedziane, przełącznik zacepów bezobciążeniowy, zaciski GN/DN, monitoring temperatury PT100 z przekątnikiem T-154, skrzynka połączeń IP55, ekrany elektrostatyczne oraz wentylacja AF	zwiększona izolacja termiczna do 180°C, dłuższa żywotność izolacji, większa odporność na przeciążenia chwilowe, możliwość pracy w sieciach o dużej zawartości harmonicznych, możliwość mniejszego przewymiarowania, wyższa odporność na zwarcia, lepsza stabilność parametrów elektrycznych.
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	EN 50588-1, IEC 60076-11, PN-EN 60076-1, REG. UE 548/2014, EcoDesign (EU) 2019/1783 – Etap II; Certyfikaty: Znak CE, ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001.	IEC 60076-11, EU 548/14 (ECODESIGN) ETAP II
Gwarancja, w [miesiącach]	60	24-60

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

SUCHE (ŻYWICZNE) TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn



IMEFY Polska Sp. z o.o.
53-332 Wrocław, ul. Powstańców Śląskich 9
tel. 74 664 05 52, kom. 796 640 798
faks 74 664 52 24
transformatory@imefy.com
www.imefy.com



SGB-SMIT Transformers Polska
90-212 Łódź, ul. Sterlinga 27/29
tel. 695 774 402, 605 387 172
michal.latosinski@sbg-smit.group
www.sbg-smit.pl

IMEFY S. L.

SGB

SCRT

CRT

DTTHZ2N, DTTH2N



do 16 000*

do 16 000*

250–2500/2500–20000

do 36

do 36

6,3/15,75/21/31,5

3f~400/3f~420/3f~690

3f~400/3f~420/3f~690

3f~420

50/60 (±10)

50/60 (±10)

50

±2×2,5 lub inna

±2×2,5 lub inna

±2×2,5

Dyn5, Dyn11 lub inny

Dyn5, Dyn11 lub inny

Dyn5 lub inne

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie z EcoDesign

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie z EcoDesign

6

6

4/6/8/10

F

F

F

AN/AF

AN/AF

AN i AN/AF

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

IP00/IP21/IP23/IP31

IP00/IP21/IP23/IP31

IP00/IP20/IP23/IP31/IP54

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

od –20 do 40

od –20 do 40

od –25 do 40

transformatory przeznaczone do farm fotowoltaicznych, wyposażone w ekrany elektrostatyczne oraz o zwiększonej odporności na wyższe poziomy THD, specyfikacja zgodna z Rozporządzeniem Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign Etap 1 i Etap 2)

transformatory dystrybucyjne, o obniżonych stratach, poziomie hałasu – wykonania według wymagań klienta, w tym wykonania specjalne – falownikowe, piecowe, trakcyjne, uziemijające, do farm wiatrowych i inne, możliwość wykonania w klasie E3, specyfikacja zgodna z Rozporządzeniem Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign Etap 1 i Etap 2)

transformatory z uzwojeniami zalewanymi próżniowo, z izolacją wzmocnioną dodatkowo włóknem szklanym, zapewniającą dodatkową odporność na stany zwarcia

IEC 60076, PN-EN 60076, ISO 9001, HD 464, DIN 4253, certyfikat zgodności Instytutu Energetyki, Rozporządzenie Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign Etap 1 i Etap 2)

IEC 60076, PN-EN 60076, ISO 9001, HD 464, DIN 4253, certyfikat zgodności Instytutu Energetyki, Rozporządzenie Komisji UE nr 548/2014 (EcoDesign Etap 1 i Etap 2)

ISO 9001, ISO 14001, IEC 60076

12–60

12–60

24/60

SUCHE (ŻYWICZNE) TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn

Dystrybutor	 A company of R&S Fabryka Transformatörów w Niepołomicach Tesar Polska Sp. z o.o. 32-005 Niepołomice, ul. Skarbowa 34 tel. 12 312 90 41, faks 12 312 90 42 info@tesarpolska.pl, www.tesarpolska.pl	 Fabryka Transformatörów w Żychlinie Sp. z o.o. 99-320 Żychlin, ul. Narutowicza 70 tel. 24 285 18 53, faks 24 285 47 53 info@ftz.pl, www.ftz.pl
Producent	Tesar Polska Sp. z o.o.	Fabryka Transformatörów w Żychlinie Sp. z o.o.
Oznaczenie katalogowe	TRP	TZE, TZEŁ, TZEŁ
		
Parametry techniczne		
Moc znamionowa, w [kVA]	100–3150*	40–25 000
Napięcie uzwojenia górnego (pierwotnego), w [kV]	od 6 do 36, dwunapięciowe przełączalne po stronie GN, np. 21–10,5/0,42	6,3/37,5
Napięcie uzwojenia dolnego (wtórnego), w [V]	3f~400/3f~420/3f~690/3f~800	3f~420/3f~690
Częstotliwość, w [Hz] (± tolerancja, w [%])	50/60 (±10)	50/60 (±10)
Regulacja napięcia po stronie uzwojenia pierwotnego, w [%]	±2×2,5 lub inne	±3×2,5
Układy połączeń	Dyn5, Dyn11 lub inne	Yzn5, Dyn5 (lub wg wymagań)
Prąd stanu jałowego, w [%]	EcoDesign, obniżony poziom strat i hałasu,	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Straty stanu jałowego P ₀ , w [W]	EcoDesign, obniżony poziom strat i hałasu	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Straty obciążenia ΔP, w [W]	zgodne z EcoDesign	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Napięcie zwarcia u _k , w [%]	4/6/8 lub inne	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Termiczna klasa izolacji	F	F/H
Sposób chłodzenia	AN/AF	AN/AF
Moc akustyczna w odległości 1 m, w [dB (A)]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Stopień ochrony IP	IP00/IP21/IP31 lub inne	IP00/IP20/IP23/IP31/IP54
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.x wys.), w [mm]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Masa całkowita, w [kg]	zgodnie ze specyfikacją ofertową	zgodnie ze specyfikacją ofertową
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –25 do 40	od –50 do 40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	transformatory wyprodukowane w Polsce w systemie zalewania próżniowego – odpowiednio zaprojektowane, wzmocnione i energooszczędne; możliwe wykonania do 20 MVA*, w tym transformatory specjalne: dla układów falownikowych, farm wiatrowych i fotowoltaicznych oraz według indywidualnych wymagań klienta, uzwojenia Al/Al lub Cu/Cu * inne moce i przekładnie oraz wykonania specjalne – na podstawie indywidualnych wycen, po dostarczeniu niezbędnych danych wejściowych	produkujemy transformatory dystrybucyjne, falownikowe, piecowe oraz w wykonaniu górniczym
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	Rozporządzenie Komisji UE nr 548/2014 cz. 2 oraz 1783/2019, GOST i inne, certyfikat zgodności Instytutu Energetyki, IEC 60076, PN-EN 60076, ISO 9001, ISO 14001, deklaracje zgodności	IEC, PN-EN, ISO 9001
Gwarancja, w [miesiącach]	24–60 (ustalana indywidualnie)	24

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zaautoryzowane przez firmy

SUCHE (ŻYWICZNE) TRANSFORMATORY ROZDZIELCZE SN/nn



Mefta Green Transfo Energy Poland Sp. z o.o.
43-190 Mikołów, ul. Żwirki i Wigury 52
tel. 32 77 28 222, faks 32 77 28 269
www.mefta.pl
www.green-transfo.com

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

RESICAST



RESIGLAS



do 6000

6,3/15,75/21/31,5

3f~400/3f~420 i inne

50/60 (±10)

±2×2,5 lub inne

Dyn5, Dyn11, Yyn0 lub inne

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

6 lub inne

F

AN/AF

zgodnie ze specyfikacją ofertową

IP00/IP21/IP31 lub inne

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

od -25 do 40 lub inne

do 6000

6,3/15,75/21/31,5

3f~400/3f~420 i inne

50/60 (±10)

±2×2,5 lub inne

Dyn5, Dyn11, Yyn0 lub inne

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

6 lub inne

F lub H

AN/AF

zgodnie ze specyfikacją ofertową

IP00/IP21/IP31 lub inne

zgodnie ze specyfikacją ofertową

zgodnie ze specyfikacją ofertową

od -25 do 40 lub inne

produkowane w Polsce transformatory z cewkami GN wykonywanymi w technologii próżniowej, podwyższona wytrzymałość izolacji uzwojeń DN-AC 10 kV w standardzie, idealne rozwiązanie dla projektów inwestycyjnych, takich jak stacje elektroenergetyczne, zakłady produkcyjne, budynki użyteczności publicznej, oferujemy transformatory specjalnie zaprojektowane dla aplikacji fotowoltaicznych oraz stacji ładowania pojazdów elektrycznych
*w naszej ofercie znajdują się również transformatory żywiczne TRIHAL produkowane zgodnie z umową licencyjną ze Schneider Electric

PN-EN IEC 60076-11, PN-EN 50708-1-1, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, Rozporządzenie Komisji UE nr 1783/2019 (EcoDesign), certyfikat zgodności IEN, deklaracje zgodności, **przetestowany w akredytowanym laboratorium KEMA**

24 lub więcej wg indywidualnych uzgodnień

produkowane w Polsce transformatory z cewkami GN wykonywanymi w technologii rowingowej (mokrej), podwyższona wytrzymałość izolacji uzwojeń DN-AC 10 kV w standardzie, szczególnie dedykowane do zastosowań, gdzie występują duże zmiany obciążeń i przeciążenia np. **do układów prostownikowych, do zasilania trakcji tramwajowej, do ognioszczelnych stacji górniczych**

PN-EN IEC 60076-11, PN-EN 50708-1-1, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, Rozporządzenie Komisji UE nr 1783/2019 (EcoDesign), certyfikat zgodności IEN, deklaracje zgodności, **przetestowany w akredytowanym laboratorium KEMA**

24 lub więcej wg indywidualnych uzgodnień



Jesteśmy jednym z liderów na polskim rynku w zakresie produkcji i dostaw transformatorów średniego napięcia dla sektora energetycznego.

Historia naszego Zakładu Transformatörów w Mikołowie sięga roku 1945. Z ponad 80-letnim doświadczeniem oraz ponad trzystoma tysiącami transformatorów olejowych zainstalowanych na całym świecie, mogą Państwo mieć pewność inwestycji w sprawdzoną technologię, nieustannie unowocześnianą w naszych centrach badawczo-rozwojowych.

Produkujemy szeroką gamę transformatorów olejowych i żywicznych, dostosowanych do indywidualnych potrzeb naszych klientów. W zależności od wymagań i standardów obowiązujących w danym kraju, nasze transformatory są optymalizowane pod kątem parametrów sieci rozdzielczych, oferując jednocześnie najbardziej efektywne i ekonomiczne rozwiązania.

Dzięki temu, że **Grupa Green Transfo** posiada również fabrykę transformatorów mocy zlokalizowaną w Turcji, produkującą transformatory mocy w zakresie do 125 MVA i maksymalnym napięciu 170 kV, możemy zaoferować Państwu różnorodne produkty, które spełnią nawet najwyższe standardy branży.

Zapraszamy do śledzenia nas na **LinkedIn** oraz odwiedzenia naszej strony internetowej, aby dowiedzieć się więcej o naszej ofercie i bieżących projektach.

- **LinkedIn:** Dołącz do naszej społeczności, aby być na bieżąco z nowinkami i wydarzeniami.
- **www.mefta.pl:** Odwiedź naszą stronę, aby poznać pełną ofertę produktów i usług.

www.mefta.pl

Jaki cel ma do spełnienia zapis pkt 2 art. 14 projektu nowelizacji ustawy o wyrobach budowlanych z 14 października 2025 roku?

W 2022 roku autorzy książki poświęconej metodyce konstruowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu oddawali do rąk czytelników publikację, która kompleksowo określała wszelkie wymagania dla tego urządzenia elektrycznego, nazwanego na wniosek PSP urządzeniem przeciwpożarowym. Autorzy spodziewali się unormowania problemu, rozsyłając tę książkę do KG PSP, wszystkich komend wojewódzkich PSP oraz do CNBOP-PIB w Józefowie k. Otwocka. Pomimo upływu czterech lat od pierwszego wydania, problem nie został rozwiązany, wręcz przeciwnie, skala nieporozumień w tej sprawie narasta. Główna przyczyna wynika z braku zrozumienia problemu przez pracowników Jednostki Certyfikującej, która funkcjonuje przy CNBOP-PIB.

Wydawane przez tę instytucję Certyfikaty Stałości Właściwości Użytkowych dla PWP, poprzedzone opracowaniem Krajowych Ocen Technicznych (KOT), które pomijają lub traktują marginalnie wymagania elektryczne, stanowiące najważniejszy element bezpieczeństwa eksploatacji PWP, prowadzą do produkcji certyfikowanego wyrobu nie w pełni wartościowego. Żądanie instalacji lub dopuszczenie takiego wyrobu do użytkowania dowodzi braku wiedzy u osób przyczyniających się do takiego stanu. Wieloletnia korespondencja oraz prowadzone szkolenia dla pracowników JC, funkcjonującej przy CNBOP-PIB, nie odniosły żadnego skutku mającego na celu naprawę patologii. Dyrekcja CNBOP-PIB tłumaczyła, że zajmuje się jedynie funkcjonalnością, kodem IP oraz kompatybilnością, która z punktu widzenia wyłączenia zasilania jest elementem zbędnym.

Z niewiadomych przyczyn pomijane są wymagania elektryczne, decydujące o bezpieczeństwie użytkowania tego urządzenia elektrycznego. Stan ten prowadzi do niepełnej oceny wyrobu, zamieszczanej w Krajowej Ocenie Technicznej, która stanowi dokument równorzędny normie zakładowej. Problem w tym zakresie eskaluje ze względu na to, że autorzy piszący KOT-y oraz pracownicy Jednostki Certyfikującej nie zwracali uwagi na wymagania elektryczne. Najbardziej problematyczny moment w zakresie oceny merytorycznej i odpowiedzialności

Dla twórców KOT, odporność zwarciowa aparatu wykonawczego jest w pełni wystarczająca do oceny odporności zwarciowej w miejscu instalacji!
Dowodzi to braku zrozumienia problemu i wskazuje źródło patologii.

W niniejszym dokumencie (wykazującym parametry techniczne) wyrażamy, że wyroby, które mają co najmniej stopień ochrony obudowy IP 54, zakres temperatur pracy od -25°C do +75°C.
Głównymi elementami urządzenia wykonawczego PWP są:
- rozłączniki spełniające wymagania normy PN-EN IEC 60947-3:2021-07 Aparatura rozdzielcza i sterowniczka niskonapięciowa - Część 3: Rozłączniki, odłączniki, rozłączniki izolacyjne i zestawy łączników z bezpiecznikami topikowymi¹.

Podstawowe dane techniczne zestawu PWP przedstawia tabela nr 1.

Tabela nr 1.	PWP1-UWS63	PWP1-UWS100	PWP1-UWS140	PWP1-UWS250
Typ	Dla klasy (rodzinkowej) 2: BPS4			
Stopień ochrony obudowy	Dla klasy (rodzinkowej) 2: od -25°C do +75°C			
Zakres temperatur pracy	Dla klasy (rodzinkowej) 2: od -25°C do +75°C			
Wymiary LW PWP (szer. x wys. x gł.) [mm]	400x80x250	112x112x122	112x112x122	112x112x122
Wymiary UWS PWP (szer. x wys. x gł.) [mm]	112x112x122	112x112x122	112x112x122	112x112x122
Napięcie znamionowe obwodu głównego (przebiegający wyłącznik), [V]	230V/400V			
Napięcie graniczne obwodu głównego (podłączającego wyłącznik), [V]	400V/500V			
Prąd znamionowy (miejsc) obwodu głównego, [kA]	63	100	140	250
Rodzój wywołacza	Napięciowy (normalny)			
Napięcie znamionowe wywołacza, [V]	230V-240V AC			
Liczba ładow rozłączanych	Zgodnie z dokumentacją techniczną / tabliczką znamionową			
Znamionowy prąd zwarciowy rozłączny (wyłącznik), [kA]	Do 16kA	Do 25kA	Do 25kA	Do 25kA
Znamionowy prąd zwarciowy wytrzymały (rozłącznik), [kA]	Do 1kA	Do 1,7kA	Do 1,7kA	Do 1,7kA
Zestawienie główne: napięcie zasilania	230V/400V AC			

¹ Dane deklarowane przez producenta.
² Wykazanie w tabeli danych technicznych jest wyłączeniem wyłączenia, nie jest to wyłączenie wyłączenia.
³ Wykazanie w tabeli danych technicznych jest wyłączeniem wyłączenia, nie jest to wyłączenie wyłączenia.

W niniejszym dokumencie (wykazującym parametry techniczne) wyrażamy, że wyroby, które mają co najmniej stopień ochrony obudowy IP 54, zakres temperatur pracy od -25°C do +75°C.

Gdzie jest odporność rozdzielnic? – skutki takiego podejścia prezentuje krótki film!

Fot. 1. Taki dokument wydaje CNBOP-PIB, przekonane, że są określone wymagania elektryczne [10]

miał miejsce w chwili wydania pisemnego stanowiska, podpisanego przez Dyrektora CNBOP-PIB, st. bryg. Pawła Janika, w którym określono, że parametry elektryczne dla gotowego wyrobu PWP określa projektant. Pan dyrektor widać nie rozumie praw elektrotechniki (trudno się

dziwić, skoro nie ma wykształcenia elektrycznego), gdyż projektant podaje wartości spodziewanego początkowego prądu zwarcia I_k' , prąd udarowy i_p , zastępczy prąd zwarciowy ciepły I_{th} , prąd znamionowy aparatu wykonawczego I_n oraz innych zabezpieczeń i określa układ zasilania

nia w miejscu projektowanej instalacji PWP. Ocenia także warunki ochrony przeciwporażeniowej w miejscu projektowanej instalacji oraz podaje napięcie znamionowe. Na podstawie tych parametrów, które są możliwe do wyznaczenia na etapie projektowania, prefabrykator powinien zbudować urządzenie, które musi spełniać określone wymagania, podając w karcie katalogowej: znamionowy prąd szczytowy (wytrzymywany) I_{ns} , znamionowy prąd załączany zwarciovy I_{cm} , napięcie znamionowe U_n , prąd znamionowy aparatu wykonawczego I_n – oraz innych aparatów stanowiących wyposażenie – oraz prąd zwarciovy wytrzymywany krótkotrwały w czasie badania $I_{cw/Tn}$ aparatu wykonawczego oraz innych aparatów stanowiących wyposażenie PWP. W praktyce żaden certyfikowany prefabrykator nie podaje tych parametrów, przekonany, że na ich pominięcie pozwala KOT zatwierdzona przez CNBOP-PIB. Przykładem błędnej oceny może być dokument wystawiony dla jednego z certyfikowanych prefabrykatorów, przedstawiony na **fotografii 1**.

Na podstawie karty katalogowej, kierownik robót elektrycznych oraz inspektor nadzoru robót elektrycznych mają obowiązek sprawdzić, czy parametry wyrobu PWP dostarczonego na budowę spełniają następujące wymagania:

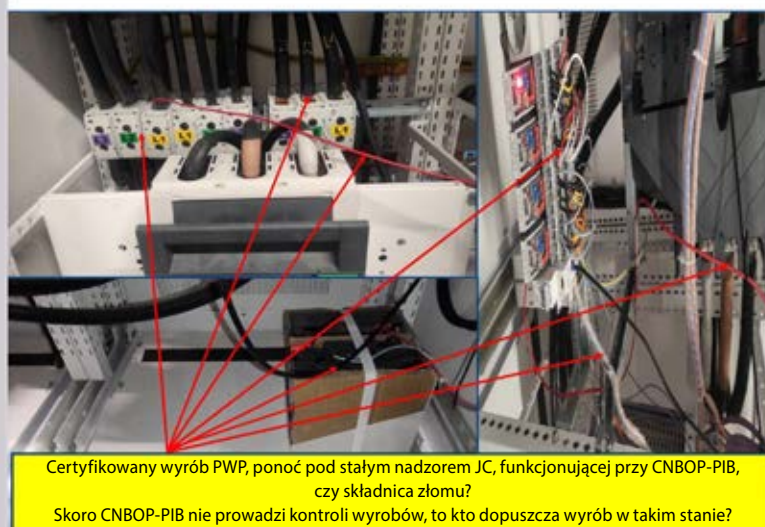
$$I_{cs} \geq I_k; I_{ns} \geq I_p; \\ I_{cm} \geq I_p; I_{cw/Tk} \geq I_{th}$$

oraz sprawdzić pozostałe parametry dostarczonego PWP podlegające ocenie, w tym spełnienie wymagań do instalacji w miejscu projektowanej instalacji. Szczegółowo opisane są one w książce pt. „Metodyka projektowania i odbiorów przeciwpożarowego wyłącznika prądu” (J. Wiatr, M. Orzechowski, P. Musielak, wydanie II (2026) oraz w wydaniach 2022 i 2023).

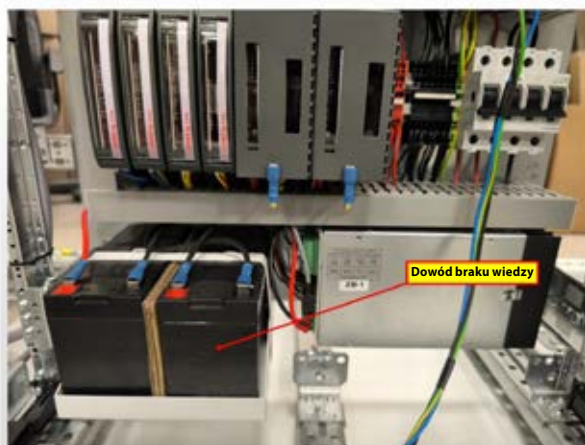
Pominięcie wcześniej wymienionych parametrów uniemożliwia ocenę poprawności wykonania PWP. Brak tych parametrów powinien skutkować żądaniem ich podania przez prefabrykatora, ze skutkiem wstrzymania montażu i dopuszczenia do eksploatacji do czasu ich otrzymania i sprawdzenia poprawności wykonania do warunków w miejscu planowanej instalacji.

Trzeba mieć świadomość, że PWP jest głównym elementem manewrowym w torze dostawy energii elektrycznej do budynku, przez który przepływa całkowita moc zapotrzebowana. Zatem wymagania elektryczne dla tego elementu zasilania budynku są kluczowym wymogiem bezpiecznej eksploatacji. Nie można odróżnić wymogów elektrycznych od innych

PRZYKŁAD PRODUKCJI PWP PRZEZ CERTYFIKOWANEGO PREFABRYKATORA



Fot. 2. Pomijając śmietnik, jaki cel mają do spełnienia akumulatory? [10]



Fot. 3. Na nic zdają się szkolenia, skoro prefabrykator oraz CNBOP-PIB wiedzą lepiej [10]

wymagań dla tego urządzenia. Podejście CNBOP-PIB, wielokrotnie potwierdzone w korespondencji z redakcją „elektro.info”, wykazuje brak uzasadnienia pomijania wymogów elektrycznych, z jednoczesnym przekierowaniem ich określania przez projektanta. Takie podejście świadczy o braku wiedzy w zakresie urządzeń elektrycznych i prowadzi do opracowywania KOT-ów o niepełnej wartości, które prowadzą do produkcji nie w pełni wartościowych certyfikowanych wyrobów PWP. Na **fotografiach 2** oraz **3** zostały przedstawione certyfikowane wyroby PWP, pozostające pod stałym nadzorem JC funkcjonującej przy CNBOP-PIB. Zwraca uwagę niechlujny montaż oraz wyposażenie szafy rozdzielczej w akumulatory. W tym miejscu należy zauważyć, że na podstawie doświadczeń eksploatacyjnych, maksymalna tem-

peratura wewnątrz rozdzielnicy, której elementem jest PWP, może wynosić (jeśli nie zostaną określone inne warunki w zamówieniu):

- » dla aparatów (wyłączniki powietrzne, wyłączniki mocy oraz dla aparatury modułowej): **70°C**;
- » dla przewodów i kabli – norma PN-HD 60364-5-52 [2] przewiduje maks. temperaturę otoczenia w zależności od typu izolacji:
 - **60°C** – dla izolacji z polichlorku winylu (PCV);
 - **80°C** – dla izolacji z polietylenu usieciowanego (XLPE) lub gumy etylenowo-propylenowej (ERP) i ERP.

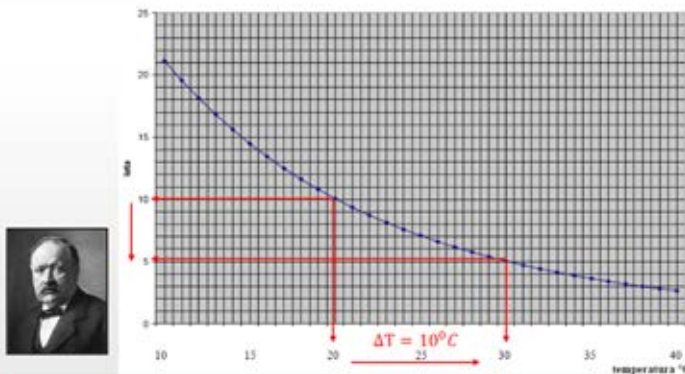
Przy takich spodziewanych temperaturach instalacja w szafie rozdzielczej akumulatorów dowodzi braku wiedzy u osób podejmujących taką decyzję, gdyż temperatura eksploatacji akumu-

CZAS ŻYCIA BATERII W ZALEŻNOŚCI OD TEMPERATURY EKSPLOATACJI

Zgodnie z równaniem **ARCHENIUSA**, czas życia baterii w funkcji temperatury określić można zależnością:

$$t = f(t) = 0,75 \cdot 10^{-8} \cdot \exp \left[- \left(\frac{6154}{T} \right) \right]$$

Wzrost temperatury o **10°C** względem temperatury **20°C**, skutkuje skróceniem żywotności akumulatora o **50%**.



Svante August Arrhenius (1859 – 1927) – szwedzki chemik i fizyk, współtwórca chemii fizycznej, laureat Nagrody Nobla – 1903

Fot. 4. Zależność żywotności akumulatora wg Svan-te A. Arrheniusa, w funkcji temperatury [10]

latorów powinna wynosić 20°C. Każde jej podniesienie o 10°C skutkuje skróceniem czasu eksploatacji o 50%. Ponadto akumulatory wydzielają gazy, które w mieszaninie z powietrzem tworzą atmosferę wybuchową.

Na podstawie zapisów normy PN-EN IEC 61439-1 [1], maksymalna temperatura wewnątrz rozdzielnic może wynosić 60°C (przy zastosowaniu przewodów i kabli z izolacją PCV, które są najczęściej stosowane do połączeń we wnętrzach w rozdzielnicach oraz jako przewody do zasilania odbiorników). Należy zwrócić uwagę, że norma PN-EN 61439-1 [1] nie narzuca optymalnych warunków pracy urządzeń w niej zainstalowanych. W skrajnym wypadku rozdzielnica będzie wykonana zgodnie z normą PN-EN 61439-1 [1] i w jej wnętrzu będzie występować temperatura 60°C. W tym miejscu należy zadać pytanie: czy taka temperatura została uwzględniona na przykład przy doborze oprzewodowania przyłączonego do rozdzielnic? Na **fotografii 4.** została przedstawiona końcowa zależność Svan-te Augusta Arrheniusa, z której wynika bezsensowność stosowania akumulatorów w szafach rozdzielniczych. Świadczy to o braku zrozumienia problemu zagrożeń związanych z wysoką temperaturą oraz wydzielaniem wodoru.

Stan ten skłania do refleksji nad działaniami CNBOP-PIB, które – zgodnie z nazwą – funkcjonuje jako Państwowy Instytut Badawczy, a więc jednostka zobowiązana do szczególnej staranności w procesach oceny. Na **rysunku 1.** został przedstawiony zakres wybuchowości wodoru H₂, który wydzielają akumulatory. Moim zdaniem

nadszedł czas na opracowanie normy poświęconej PWP, gdyż opracowane dotychczas KOT-y nie obejmują całości wymagań, które musi spełnić ten wyrób. Prezentowane zdjęcia dowodzą, jak wiele błędów jest popełnianych i jak brakuje zrozumienia i wiedzy nie tylko w zakresie wymagań elektrycznych, ale także zagrożeń stwarzanych przez baterie akumulatorów. Zatwierdzone KOT-y powodują wprowadzanie do eksploatacji urządzeń nie w pełni spełniających wymagania, co generuje istotne zagrożenia dla bezpieczeństwa.

Nie rozwiązuje sprawy stosowanie akumulatorów Li-ion. Ze względów bezpieczeństwa nie zaleca się pracy tych akumulatorów w temperaturze powyżej optymalnej tj. (15–25)°C. W temperaturze powyżej 65°C następuje odkładanie się metalicznego litu. Natomiast powyżej 80°C naruszona zostaje warstwa pasywna, rozdzielająca elektrodę ujemną i elektrolit, co prowadzi do silnie egzotermicznej reakcji grafitu z elektrolitem i ostatecznie do całkowitego zniszczenia akumulatora. W temperaturze przekraczającej 110°C rozkładowi ulegają organiczne składniki elektrolitu, z uwolnieniem łatwopalnych węglowodorów. Skutkuje to wzrostem ciśnienia i puchnięciem ogniwa lub wyrzutem gazu przez zawór bezpieczeństwa. Jeżeli w ogniwie znajdzie się wolny tlen, np. z wywołanej ciepłem dekompozycji matrycy katodowej, może nastąpić zapłon. Powyżej 140°C następuje stopienie separatora i zwarcie elektrod. Akumulatorów Li-ion nie należy ładować w temperaturze poniżej 0°C. W temperaturze 0°C należy ograniczyć prąd ładowania do wartości 0,1C, co skutkuje znacz-

nym wydłużeniem czasu ładowania. Akumulatory Li-ion wydzielają trujące gazy, które w mieszaninie z powietrzem są wybuchowe. Skutkuje to koniecznością stosowania skutecznej wentylacji pomieszczeń, w których są one eksploatowane. Niepokojące jest, że weryfikatorzy KOT-ów, mimo ukończenia Wydziału Bezpieczeństwa Pożarowego SGSP, nie identyfikują opisanych problemów i dopuszczają takie rozwiązania do eksploatacji. Na **rysunku 2.** przedstawiono zakres wiedzy oraz odpowiedzialności rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń ppoż. oraz rzeczoznawcy budowlanego.

Niewystarczająca znajomość zagadnień elektrotechnicznych wśród wielu rzeczoznawców ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz ograniczenie weryfikacji projektów głównie do oceny zgodności z przepisami ppoż. prowadzą do akceptowania wyrobów certyfikowanych, mimo istotnych braków uniemożliwiających ich bezpieczne dopuszczenie do eksploatacji. W efekcie certyfikowany PWP bywa uznawany za wyrób w pełni bezpieczny, co – z przyczyn omówionych wcześniej – nie odpowiada rzeczywistości. W październiku 2025 r. Ministerstwo Finansów i Gospodarki przekazało do opiniowania szeregowi podmiotów (w tym spółkom Skarbu Państwa, SEP itd.) projekt ustawy o wyrobach budowlanych (projekt z dnia 14.10.2025 r.). Poniżej przedstawiam istotny fragment wspomnianego dokumentu z punktu widzenia możliwości wprowadzania PWP na zasadach dopuszczenia do jednostkowego zastosowania:

Art. 14.

1. Dopuszczone do jednostkowego zastosowania w obiekcie budowlanym są wyroby budowlane, z wyłączeniem wyrobów, o których mowa w art. 6 ust. 1, wykonane według indywidualnej dokumentacji technicznej, sporządzonej przez projektanta obiektu lub z nim uzgodnionej, dla których producent wydał oświadczenie, że zapewniono zgodność wyrobu budowlanego z tą dokumentacją oraz z przepisami.

2. Wyrób dopuszczony do jednostkowego zastosowania w obiekcie budowlanym nie może stanowić przedmiotu swobodnego obrotu handlowego. Jednostkowemu zastosowaniu w obiekcie budowlanym nie podlegają wyroby budowlane produkowane seryjnie lub na zamówienie z wykorzystaniem komponentów dostępnych na stałe w ofercie producenta i przeznaczonych do powszechnego stosowania.

Jeśli powyższy zapis zostanie utrzymany, w praktyce uniemożliwi nam to wprowadzenie PWP oraz innych tego typu wyrobów na za-

sadzie dopuszczenia do jednostkowego zastosowania. Należy podkreślić, że do tego punktu zgłoszono liczne uwagi nie tylko ze strony podmiotów komercyjnych, lecz także spółek Skarbu Państwa, które uznają, że wskazany zapis spowoduje poważne trudności w budownictwie. Pozostaje mieć nadzieję, że Ministerstwo wsłucha się w głos środowiska i w ostatecznej wersji ustawy omawiany zapis zostanie zmieniony.

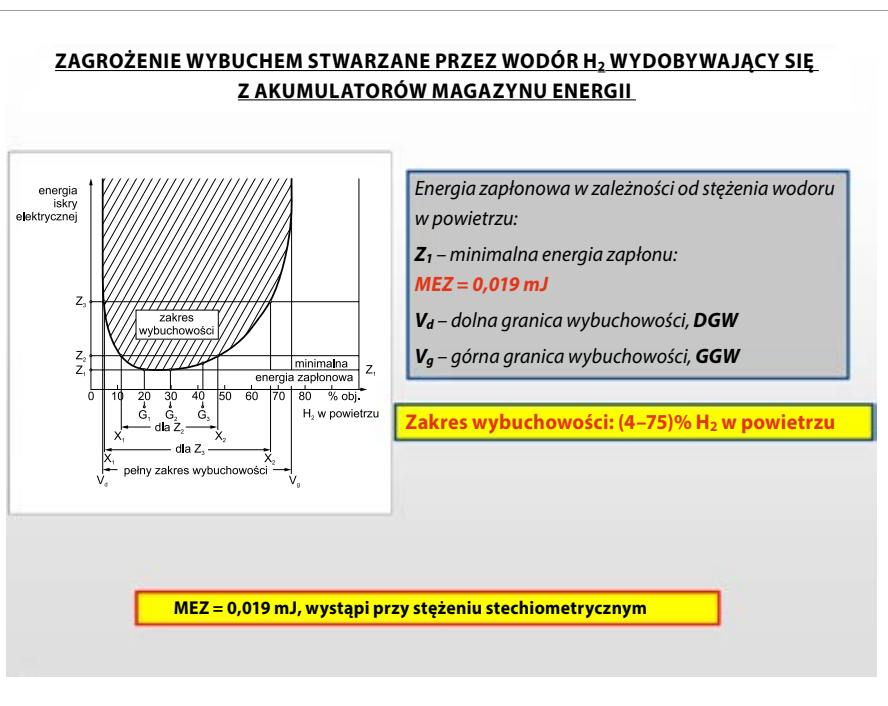
Artykuł ten stanowi ostrzeżenie dla ludzi pełniących samodzielne funkcje w budownictwie przed traktowaniem PWP, na który wydano certyfikat, jako wyrobu nadającego się do instalacji – bez sprawdzenia, czy spełnia on warunki do instalacji w miejscu projektowanej eksploatacji. Jeżeli w nowelizacji ustawy o wyrobach budowlanych zostanie utrzymany zapis pkt. 2 zamieszczonego w art. 14 projektu z dnia 14 października 2025 roku, w praktyce oznacza to brak możliwości wprowadzenia PWP na zasadach dopuszczenia do jednostkowego zastosowania. Będzie to skutkowało uzależnieniem inwestorów od certyfikowanych prefabrykatorów PWP, od których należy żądać w pełni wartościowego wyrobu z odniesieniem do wiarygodnych wyników badań.

GENERALNA ZASADA, KTÓREJ NALEŻY PRZESTRZEGAĆ PRZY KONSTRUOWANIU PWP:

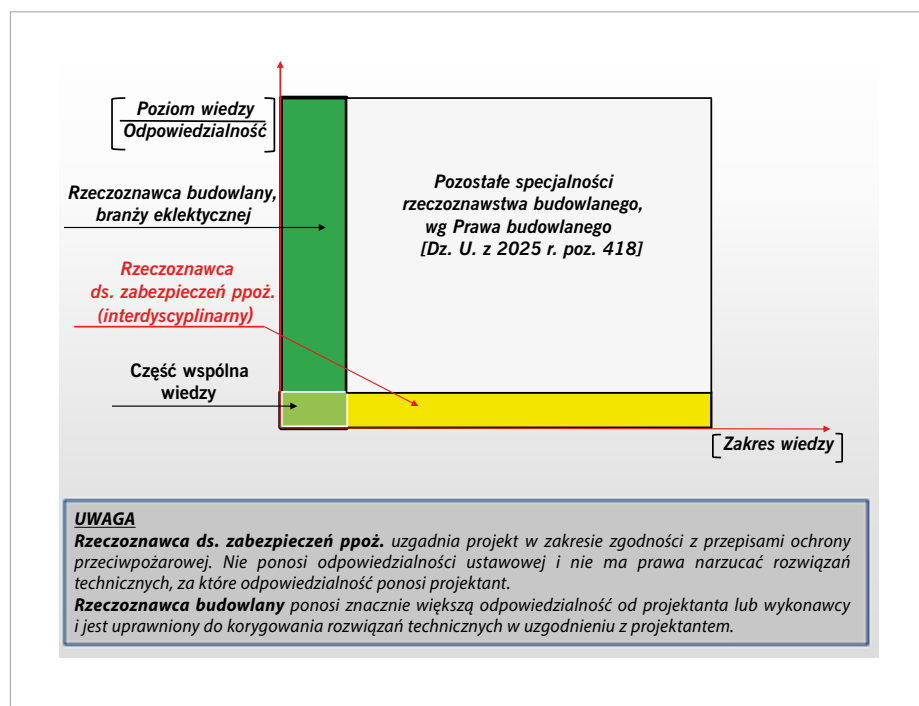
Powinno to być urządzenie proste i niezawodne, łatwe w obsłudze, bez zbędnych udziwnień, które komplikują układ i pogarszają niezawodność, oraz spełniające wymagania bezpieczeństwa elektrycznego.

I Literatura:

1. PN-EN IEC 61439-1:2021 *Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Postanowienia ogólne*.
2. PN-HD 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie*.
3. PN-HD 60364-4-43:2010 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa Ochrona przed prądem przetężeniowym*.
4. IEC 60287-3-1/A1:1999 *Electric cables. Calculation of the current rating. Part 3-1: Sections on operating conditions. Reference operating conditions and selection of cable type*.
5. E. Musiał, Obciążalność cieplna oraz zabezpieczenia nadprądowe przewodów i kabli. [www.edwardmusiał.info – dostęp 1.04.2025].
6. J. Wiatr, Dobór przewodów i kabli elektrycznych niskiego napięcia oraz ich za-



Rys. 1. Zakres wybuchowości wodoru H_2 w mieszaninie z powietrzem [10]



Rys. 2. Zakres wiedzy oraz odpowiedzialności rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń ppoż. oraz rzeczoznawcy budowlanego [10]

7. J. Wiatr, M. Orzechowski, Poradnik projektanta elektryka, Grupa MEDIUM, wydanie VI, Warszawa 2023.
8. M. Orzechowski, Rozdzielnice niskich napięć – wpływ temperatury na bezpieczeństwo eksploatacji rozdzielnic niskiego napięcia (zagadnienia wybrane) (część 1.), „elektro.info” 1–2/2024.
9. M. Orzechowski, Rozdzielnice niskich napięć – wpływ temperatury na bezpieczeństwo eksploatacji rozdzielnic niskiego napięcia (zagadnienia wybrane) (część 2.), „elektro.info” 3/2024.
10. J. Wiatr, M. Orzechowski, P. Musielak, Metodyka projektowania oraz odbiorów przeciwpożarowego wyłącznika prądu, Grupa Medium, wydanie II, Warszawa 2026.

Elektromechaniczne przekaźniki przemysłowe w układach automatyki przemysłowej, energetyki, a także w układach sygnalizacji i zabezpieczeń

W dzisiejszym świecie przemysłu, gdzie niezawodność i bezpieczeństwo są kluczowymi czynnikami sukcesu, elektromechaniczne przekaźniki odgrywają nieocenioną rolę – jako elementy sterujące i zabezpieczające umożliwiają one precyzyjne zarządzanie sygnałami elektrycznymi w złożonych systemach.

Seria 7S: Bezpieczeństwo na pierwszym miejscu

Jednym z flagowych produktów Finder jest seria 7S – modułowe przekaźniki zaprojektowane specjalnie dla aplikacji bezpieczeństwa. Przekaźniki te osiągają poziom SIL 2/SIL 3, co czyni je idealnymi do systemów, gdzie awaria mogłaby zagrażać życiu lub sprzętowi. W automatyce przemysłowej seria 7S sprawdza się w sterowaniu prasami hydraulicznymi, dźwigami czy systemami transportowymi. W energetyce zapewnia ochronę w układach zasilania awaryjnego, a w sygnalizacji – szybkie wyłączenie w przypadku wykrycia usterek. Dzięki modułowej konstrukcji, montaż na szynie DIN jest prosty.

Podstawowe cechy serii 7S to prądy znamionowe od 6 do 10 A, konfiguracje styków – takie jak 4 NO + 2 NC czy 5 NO + 1 NC – oraz zgodność z normami EN 13849-1 dla bezpieczeństwa maszyn.

Kluczową cechą serii 7S jest konstrukcja styków zgodna z normą PN-EN 61810-3 klasa A. Zgodnie z tą normą, przekaźnik bezpieczeń-

stwa musi mieć co najmniej jeden zestyk NO i jeden NC z wymuszonym prowadzeniem. Zestyki te muszą być mechanicznie sprzężone tak, że jeśli jeden z zestyków nie odpadnie, to drugi nie zmieni swojego stanu (i odwrotnie). Wymaganie to jest niezbędne do pewnej identyfikacji niewłaściwego funkcjonowania obwodu. Dla przykładu: po odłączeniu napięcia cewki brak otwarcia styków NO (na przykład skutek ich zgrzania) jest sygnalizowany przez stan otwartych styków NC.

W zależności od przeprowadzonej oceny ryzyka, projektant dobiera przekaźnik o odpowiednim poziomie SIL. Dla przykładu: przekaźniki o poziomie bezpieczeństwa SIL 3 (kategoria bezpieczeństwa PL e) posiadają redundancję w postaci dwóch styków w jednym torze sterowanych osobnymi, połączonymi równolegle cewkami.

W ramach serii 7S Finder dostarcza również rozwiązania dla kolejnictwa (wykonane z materiałów spełniających wymagania EN-45545 dla ognioodporności oraz EN 61373/EN 50155 dla odporności na wibracje i klimat) spełniające jednocześnie normę dla SIL 2.

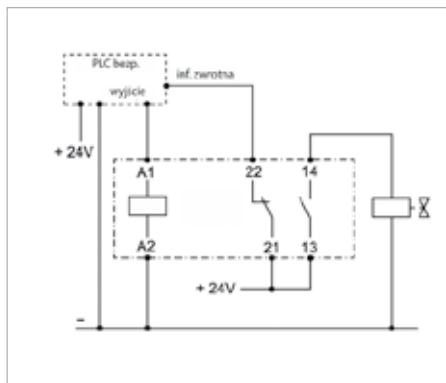
Przekaźniki do zadań specjalnych w energetyce

Seria 60 przekaźników Finder to produkty często spotykane w branży energetycznej. Są to przekaźniki do gniazd o kołowym rozstawie 8- i 11-pinowym. Również w tej, jakby się wydawało, tradycyjnej serii Finder stawia na innowacje, które zaspokajają nietypowe wymagania.

Do przełączania małych obciążeń – takich jak sygnały analogowe lub sygnały obwodów wej-



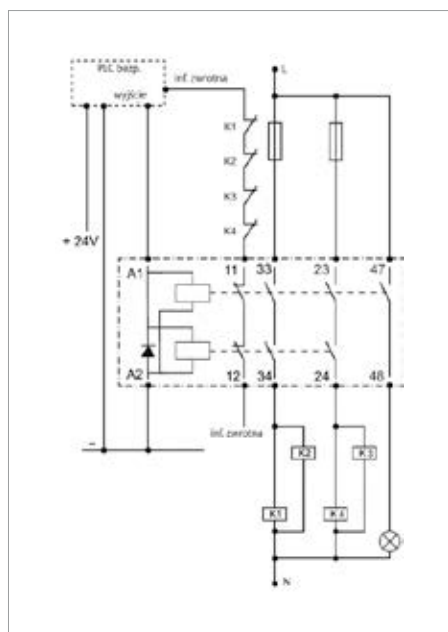
Fot. 1. Seria 7S sprawdza się w sterowaniu prasami hydraulicznymi, dźwigami czy systemami transportowymi



Rys. 1. Wykorzystanie zestyku NC jako zestyku sygnalizującego pracę zestyku NO

ściowych PLC – znajdziemy w tej serii przekaźniki z rozwidłonymi stykami (dwa punkty styku w jednym torze, połączone ze sobą równolegle). Takie rozwiązanie podwaja powierzchnię kontaktu, zapewniając lepszą przewodność. Dodatkowo styki te pokryte są warstwą złota, co obniża ich opór. Dzięki temu seria 60 radzi sobie z sygnałami o niskim natężeniu (np. w układach czujnikowych), bez ryzyka przerw w transmisji. W energetyce przekaźniki te sterują obwodami logicznymi, sygnalizacyjnymi i systemami alarmowymi. Kompatybilność z gniazdami serii 90 pozwala na łatwą integrację w istniejących instalacjach.

Seria 60 posiada także wykonania przekaźników z cewką prądową, która pozwala przełączyć styki poprzez podanie wartości prądu od 0,1 A.



Rys. 2. Redundancja w przełączniku FINDER 75.43

System MasterIN: rewolucja w montażu i okablowaniu

Projektując układ sterowania, warto wziąć pod uwagę – oprócz specjalnych wymagań aplikacyjnych – produkty, które pozwolą później na szybką i sprawną prefabrykację szafy.



Fot. 2. Przełącznik serii 60 z charakterystycznym okrągłym wtykiem

Aby maksymalizować efektywność, FINDER wprowadził system MasterIN – zaawansowany interfejs przełącznikowy z technologią push-in. Ten modułowy system eliminuje tradycyjne śrubowe połączenia, umożliwiając szybkie wpinanie przewodów bez narzędzi. Wynik? Oszczędność czasu nawet o 80% podczas montażu paneli sterowniczych.

MasterIN oferuje także mnogość dodatkowych akcesoriów, takich jak mostki i szyny, które pozwalają na łatwe rozprowadzenie napięcia sterującego, co dodatkowo usprawnia pracę i czyni gotową instalację bardziej schludną i czytelną dla użytkownika końcowego.

Podsumowanie: FINDER – partner w innowacyjnej elektrotechnice

Elektromechaniczne przełączniki FINDER, w tym serie 75 i 60 oraz system MasterIN, to synonim niezawodności, bezpieczeństwa i efektywności. W erze cyfrowej transformacji przemysłu rozwiązania te nie tylko spełniają normy, ale także ułatwiają codzienne operacje, minimalizując ryzyko i koszty.



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

REKLAMA

Marcin Orzechowski

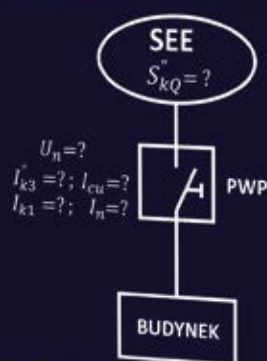
Julian Wiatr

Piotr Musielak

VADEMECUM

Metodyka projektowania oraz odbiorów przeciwpożarowego wyłącznika prądu

Wydanie uzupełnione i uaktualnione



VADEMECUM

Metodyka projektowania
oraz odbiorów
przeciwpożarowego
wyłącznika prądu

Nowe wydanie: rozszerzone i uzupełnione



Zamówienia:

eib@ksiegarniatechniczna.com.pl

www.ksiegarniatechniczna.com.pl

epirasa.pl 1d1efa093c

Ochrona przeciwporażeniowa i działanie wyłączników różnicowoprądowych w instalacjach prądu stałego (część 2.)

Zabezpieczenia różnicowoprądowe a prąd różnicowy jednokierunkowy

Poprawna detekcja prądu ziemnozwarciowego (różnicowego) przez zabezpieczenie różnicowoprądowe jest możliwa tylko wtedy, gdy jest ono właściwie dobrane z punktu widzenia spodziewanego kształtu tego prądu. W tabeli 1. podano podział zabezpieczeń różnicowoprądowych ze względu na zdolność wykrywania określonego kształtu przebiegu prądu różnicowego.

Jeżeli mowa o obwodach prądu stałego, to ważne jest, jaki przekształtnik AC/DC (prostownik) zastosowano. W zależności od prostownika prąd ziemnozwarciowy jednokierunkowy może charakteryzować się wysokim lub niskim/pomijalnym tętnieniem, a poziom tętnienia prądu znacząco wpływa na możliwość jego wykrywania przez wyłącznik różnicowoprądowy. W tabeli 2. przedstawiono dane odnoszące się do spodziewanego kształtu przebiegu prądu ziemnozwarciowego

(różnicowego) w zależności od zainstalowanego prostownika.

Zgodnie z informacjami zawartymi w ostatniej kolumnie tabeli 2., jako przydatne zabezpieczenie różnicowoprądowe do obwodów z prostownikami nie występuje wyłącznik różnicowoprądowy typu AC. To zrozumiałe, ponieważ wyłącznik tego typu jest przystosowany do wykrywania wyłącznie prądów przemiennych (tab. 1.). Brak możliwości poprawnego wykrywania prądów różnicowych jednokierunkowych

wynika z własności magnetycznych rdzenia przekładnika sumującego wyłączników typu AC. Prąd pierwotny jednokierunkowy (i_{2p} na rys. 1.) nie wygeneruje wystarczająco dużego napięcia e_s po stronie wtórnej przekładnika i tym samym prąd wtórny i_{2s} będzie miał wartość zbyt małą, aby pobudzić wyzwalacz różnicowy.

W obwodach prostowników bez filtra prądu stałego zasilanych jednofazowo (układy nr 1, nr 2 i nr 3 z tab. 2.) wystarczają wyłączniki różnicowoprądowe typu A. Tym bardziej można stosować typ F, B i B+. W przypadku układu nr 4, w którym zastosowano filtr prądu stałego, prąd różnicowy ma niewielkie tętnienie i to wymaga stosowania wyłączników różnicowoprądowych typu B lub B+. Tylko takie wyłączniki różnicowoprądowe nadają się do obwodów, w których prostowniki są zasilane z dwóch lub trzech faz (układy nr 5, 6 i 7 w tab. 2.).

Zabezpieczenia różnicowoprądowe są obowiązkowym wyposażeniem instalacji przeznaczonych do ładowania pojazdów elektrycznych

Oznaczenie literowe	Przebieg prądu różnicowego wykrywany przez zabezpieczenie
AC	– prąd przemienny sinusoidalny (na ogół 50/60 Hz)
A	– prąd przemienny sinusoidalny (na ogół 50/60 Hz), – prąd pulsujący stały, – prąd pulsujący stały ze składową wygładzoną do 6 mA, z ew. sterowaniem fazowym, niezależnie od biegunowości
F	– jak dla wyłącznika typu A, a ponadto: – prąd pulsujący stały ze składową wygładzoną do 10 mA, – prąd przemienny zawierający harmoniczne (zasilanie jednofazowe)
B	– prąd przemienny sinusoidalny (na ogół 50/60 Hz), – prąd przemienny sinusoidalny ze składową wygładzoną o wartości większej spośród dwóch: $0,4 I_{\Delta n}$ oraz 10 mA, – prąd pulsujący stały ze składową wygładzoną o wartości większej spośród dwóch: $0,4 I_{\Delta n}$ oraz 10 mA, – prąd stały z następujących układów prostowniczych: • z prostownika dwupulsowego zasilanego napięciem międzyprzewodowym w przypadku wyłączników 2-, 3- i 4-biegunowych, • z prostownika trójpulsowego (układ gwiazdy) albo z prostownika sześciopulsowego w przypadku wyłączników 3- i 4-biegunowych, – prąd stały wygładzony, – prąd przemienny sinusoidalny o częstotliwości nieprzekraczającej 1000 Hz, – prąd przemienny zawierający harmoniczne (jak dla wyłączników typu F)
B+	– jak dla wyłącznika typu B, a ponadto: – prąd przemienny sinusoidalny o częstotliwości nieprzekraczającej 20 000 Hz

Tab. 1. Rodzaje zabezpieczeń/wyłączników różnicowoprądowych ze względu na zdolność wykrywania określonego kształtu przebiegu prądu różnicowego. Opracowanie własne na podstawie [15-17]

STRESZCZENIE

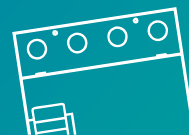
W artykule przedstawiono skutki przepływu przez człowieka prądu stałego o pomijalnym tętnieniu oraz podano zasady oceny zagrożenia porażeniowego przy prądach jednokierunkowych tętniących o wybranych kształtach. Zaprezentowano przykładowe układy sieci niskiego napięcia (TN, TT, IT) w przypadku stałoprądowych źródeł energii, a także przytoczono środki ochrony przeciwporażeniowej. Poruszono problematykę stosowania wyłączników różnicowoprądowych w obwodach prądu stałego i zamieszczono wyniki badań tych zabezpieczeń przy prądach różnicowych zawierających składową stałą.

Słowa kluczowe: instalacje niskiego napięcia, systemy prądu stałego, ochrona przeciwporażeniowa, wyłączniki różnicowoprądowe.

LIDER RYNKU ZABEZPIECZEŃ RÓŻNICOWOPRĄDOWYCH

70 lat tradycji i doświadczenia w produkcji innowacyjnych rozwiązań

WYŁĄCZNIKI RÓŻNICOWOPRĄDOWE



SPECYFICZNE CECHY:

Wytrzymałość zwarciowa: 10 kA (zalecana do stosowania w przemyśle)

Dźwignia 3 położeniowa: sygnalizacja zadziałania i wyłączenia ręcznego

Zaciski przyłączeniowe: do 50 mm²

Zacisk neutralny: po lewej stronie

- ✓ Prąd znamionowy: 16-125A
- ✓ Czułość: 0,01 - 0,5A
- ✓ Wszystkie możliwe typy: AC, A, F, B, B+
- ✓ Solidne śruby montażowe zapobiegające ukręceniu
- ✓ Szeroka oferta wykonania:
 - krótkozwłoczne, selektywne, do zabezpieczenia:



- stacji ładowania pojazdów,
- instalacji zasilającej sprzęt Audio,
- pomp ciepła,
- aparatury medycznej np. tomografy,
- zasilania budów,
- instalacji fotowoltaicznych,
- instalacji lotniczych (400 Hz),
- samotestujące,
- z członem nadprądowym

- ✓ Specjalne wykonanie do trudnych środowisk (HD) np. wysoka temperatura, wilgoć, zapylenie itp.

e.Guard - SYSTEM MONITOROWANIA PRĄDÓW RÓŻNICOWYCH

Modułowa budowa:
przekładnik (RCM), brama IoT oraz oprogramowanie

Czułość:
przekładnik prądowy o czułości typu B lub F

Zakres wykrywanych częstotliwości:
od składowej stałej do 100 kHz w 8 zakresach

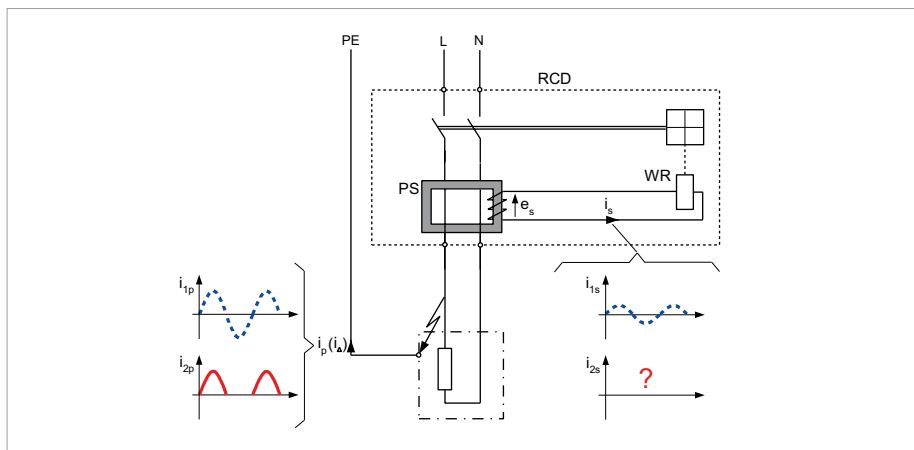
Regulowane wartości progowe:
alarm wstępny i główny

Przełączniki bezpotencjałowe:
bezpośrednia sygnalizacja alarmu

Dostęp:
z dowolnej przeglądarki

e.Guard





Rys. 1. Uproszczona struktura wyłącznika różnicowoprądowego (RCD) typu AC, gdzie: PS – przekładnik sumujący, WR – wyzwalacz różnicowy, i_p (i_{Δ}) – prąd pierwotny (różnicowy), i_s – prąd wtórny, e_s – napięcie indukowane w uzwojeniu wtórnym przekładnika PS rys. S. Czapp

Nr	Rodzaj prostownika	Schemat układu	Przebieg prądu różnicowego	Przydatne zabezpieczenia różnicowoprądowe
1	Jednopulsowy			A, F, B, B+
2	Dwupulsowy niesterowany zasilany napięciem fazowym			A, F, B, B+
3	Dwupulsowy półsterowany			A, F, B, B+
4	Jednopulsowy z filtrem prądu stałego			B, B+
5	Dwupulsowy niesterowany zasilany napięciem międzyprzewodowym			B, B+
6	Trójfazowy trójpulsowy niesterowany			B, B+
7	Trójfazowy sześciopulsowy niesterowany			B, B+

Tab. 2. Przebieg prądu różnicowego w obwodach wybranych prostowników, gdzie: i_{obc} – prąd obciążenia, i_{Δ} – prąd różnicowy. Opracowanie własne na podstawie [18]

[19, 20]. Układ ładowania zawiera przekształtnik AC/DC, co sprawia, że w prądzie ziemnozwarciowym może pojawić się znaczna składowa stała. Wpływa ona negatywnie na próg zadziałania wyłączników różnicowoprądowych typu AC, A i F (rys. 2.). Im większa wartość składowej stałej nałożonej na przebieg sinusoidalny, tym gorsza czułość wyłącznika różnicowoprądowego (większa wartość rzeczywistego prądu zadziałania).

Zgodnie postanowieniami normy PN-HD 60364-7-722 [19], w instalacjach ładowania pojazdów elektrycznych wymaga się stosowania zabezpieczeń/wyłączników różnicowoprądowych co najmniej typu A (wymóg stosowania wyłączników różnicowoprądowych nie dotyczy przypadków, w których wykorzystuje się separację elektryczną jako ochronę przy uszkodzeniu), a gdy stację ładowania wyposażono w gniazda/złącza zgodne z IEC 62196 [21], to należy stosować:

- » wyłącznik różnicowoprądowy typu B lub
- » wyłącznik różnicowoprądowy typu A wraz z urządzeniem do detekcji składowej stałej (urządzenie RDC-DD zgodne z normą IEC 62955 [22]) lub
- » wyłącznik różnicowoprądowy typu F wraz z urządzeniem do detekcji składowej stałej (urządzenie RDC-DD zgodne z normą IEC 62955 [22]).

Z wyszczególnienia tego wynika, że występują jeszcze inne zabezpieczenia różnicowoprądowe – przeznaczone do wykrywania znacznej składowej stałej – niż wymienione wcześniej typy B i B+. Są to zabezpieczenia RDC-DD (ang. *residual direct current detecting device*) [22]. Dzieli się je na dwie główne grupy (rys. 3.):

- » RDC-MD (ang. *residual direct current monitoring device*) – urządzenie przeznaczone do monitorowania prądu różnicowego, które jest zdolne do wykrywania składowej stałej wygładzonej $I_{DC} \geq 6 \text{ mA}$. Takie urządzenie współpracuje z wyłącznikiem różnicowoprądowym o $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ typu A lub typu F,
- » RDC-PD (ang. *residual direct current protective device*) – urządzenie składające się z zabezpieczenia wykrywającego prąd przemienny, prąd pulsujący stały i składową stałą wygładzoną o wartości $I_{DC} \geq 6 \text{ mA}$. Takie urządzenie nie wymaga współpracy z odrębnym wyłącznikiem różnicowoprądowym.

Warto podkreślić, że zabezpieczenie typu RDC-PD ma dwa znamionowe prądy różnicowe zadziałania:

1. znamionowy prąd różnicowy zadziałania przy przebiegu AC: np. $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$,

2. znamionowy prąd różnicowy zadziałania przy przebiegu DC: $I_{\Delta DC} = 6 \text{ mA}$.

Badania działania przy prądzie stałym przykładowego zabezpieczenia RDC-PD wykazały próg reakcji, jak podano w **tabeli 3**. Więcej informacji na temat zabezpieczeń przeznaczonych do instalacji ładowania pojazdów elektrycznych zawarto w [23].

Omówione wyżej zabezpieczenia różnicowoprądowe, również te, które mogą wykrywać prąd ziemnozwarciowy w obwodach DC, są instalowane w części AC instalacji (przed przekształtnikiem/prostownikiem), tzn. do biegunów zabezpieczenia przyłącza się przewody liniowe/fazowe L oraz przewód neutralny N (**rys. 1.**). W normalizacji międzynarodowej przewiduje się jednak zabezpieczenia różnicowoprądowe przeznaczone wyłącznie do instalacji DC [4, 5]. Są to zabezpieczenia DC-RCD (ang. *direct current residual current device*) i instaluje się je w obwodach prądu stałego. Na **rysunku 4.** przedstawiono przykładowe sposoby instalowania zabezpieczeń różnicowoprądowych DC-RCD.

Podstawowe parametry tych urządzeń podano poniżej [4, 5].

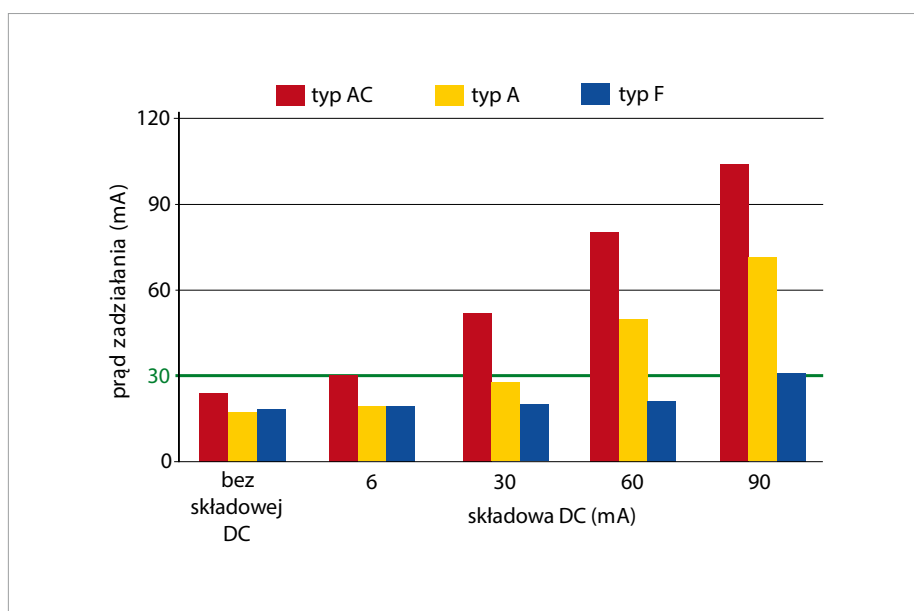
- » Znamionowy prąd ciągły (I_n): 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 63 A, 80 A, 100 A, 125 A;
- » Znamionowy prąd różnicowy stały zadziałania ($I_{\Delta n}$): 20 mA, 80 mA, 300 mA, 600 mA, 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A, 20 A, 30 A;
- » Znamionowy prąd różnicowy stały niezadziałania ($I_{\Delta no}$): $0,5 I_{\Delta n}$;
- » Zdolność znamionowa załączania i wyłączania prądu różnicowego stałego ($I_{\Delta m}$) oraz zdolność znamionowa załączania i wyłączania prądu stałego (I_m) w odniesieniu do urządzeń bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego: $10 I_n$, ale nie mniej niż 500 A.

W normach [4, 5] wskazano, że zabezpieczenia DC-RCD mogą być wykorzystane do ochrony przeciwporażeniowej uzupełniającej, gdy ich znamionowy prąd różnicowy stały zadziałania nie przekracza 80 mA. Wynika z tego, że z punktu widzenia ochrony uzupełniającej, zabezpieczenia DC-RCD o $I_{\Delta n} \leq 80 \text{ mA}$ należy traktować jako odpowiedniki zabezpieczeń RCD o $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ w obwodach prądu przemiennego.

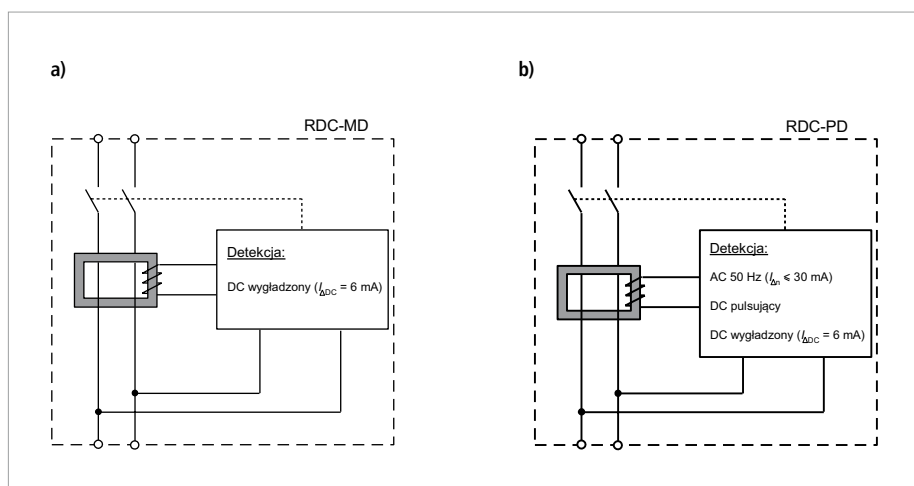
Jeżeli chodzi o ochronę przed pożarem, to znamionowy prąd różnicowy stały zadziałania DC-RCD nie powinien przekraczać 300 mA, zatem wartość graniczna jest identyczna jak w przypadku instalacji AC.

I Wnioski

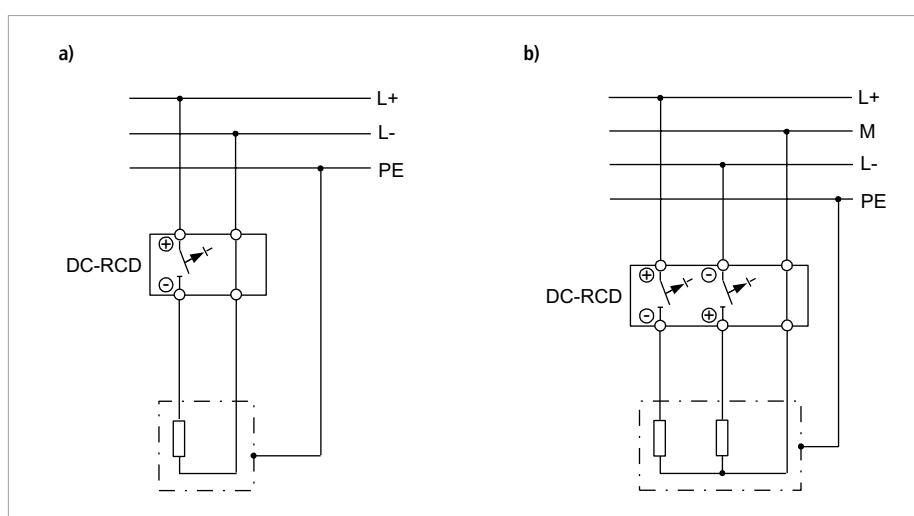
Rozwój systemów fotowoltaicznych i energetyki prosumenckiej spowodował, że w bu-



Rys. 2. Wpływ składowej stałej (DC) prądu ziemnozwarciowego na prąd zadziałania (wartość skuteczną składowej sinusoidalnej) wybranych wyłączników różnicowoprądowych typu AC, A i F o $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ rys. S. Czapp



Rys. 3. Uproszczona struktura zabezpieczeń różnicowoprądowych RDC-DD: a) RDC-MD, b) RDC-PD. Opracowanie własne na podstawie [6, 22]



Rys. 4. Przykładowe sposoby instalowania zabezpieczeń różnicowoprądowych DC-RCD w obwodach prądu stałego: a) obwód z przewodami liniowymi L+, L-; DC-RCD jednobiegunowy o dwóch torach prądowych, b) obwód z przewodami liniowymi L+, L- i przewodem środkowym M; DC-RCD dwubiegunowy o trzech torach prądowych. Opracowanie własne na podstawie [5]

Badana wielkość	Wartość zmierzona	Dopuszczalny przedział wg norm [16, 22] AC: $(0,5-1,0)I_{An}$ DC: $(0,5-1,0)I_{ADC}$
Prąd wolno narastający		
prąd zadziałania DC	4,6 mA	3–6 mA
prąd zadziałania AC	18,1 mA	15–30 mA
Prąd nagle przyłożony		
czas zadziałania przy DC 6 mA	0,45 s	≤ 10 s
czas zadziałania przy DC 60 mA	0,080 s	$\leq 0,3$ s
czas zadziałania przy DC 200 mA	0,012 s	$\leq 0,1$ s

Tab. 3. Wyniki badań działania zabezpieczenia różnicowoprądowego RDC-PD. Podstawowe dane znamionowe: $I_n = 63$ A, $I_{An} = 30$ mA, $I_{ADC} = 6$ mA

dynkach pojawiają się instalacje prądu stałego. Stwarza to konieczność przeprowadzenia dla tych instalacji odrębnej analizy zagrożenia porażeniowego, a środki ochrony przeciwporażeniowej i zabezpieczenia należy dobierać z wielką rozważą. Szczególną ostrożność należy zachować przy doborze i instalowaniu zabezpieczeń różnicowoprądowych. Do nowoczesnych instalacji, w których występują przekształtniki (np. w instalacjach ładowania pojazdów elektrycznych), nie nadają się wyłączniki różnicowoprądowe typu AC. W niektórych przypadkach niewystarczające są też wyłączniki różnicowoprądowe typu A. Przy projektowaniu należy brać pod uwagę stosunkowo nowe odmiany zabezpieczeń różnicowoprądowych (m.in. RDC-DD i DC-RCD) o charakterystykach działania dostosowanych do wyzwań, które stawiają nowoczesne instalacje elektryczne niskiego napięcia.

* * *

Artykuł w formie referatu był prezentowany na XXV Konferencji Naukowo-Technicznej „Bezpieczeństwo Elektryczne” – ELSAF 2025, Karpacz, 23–26.09.2025.

Dane bibliograficzne w [6].

Literatura

- F. Zhang, Ch. Meng, Y. Yang, Ch. Sun, Ch. Ji, Y. Chen, W. Wei, H. Qiu, G. Yang, *Advantages and challenges of DC microgrid for commercial building – A case study from Xiamen university DC microgrid*. IEEE First International Conference on DC Microgrids (ICDCM), Atlanta, USA, 2015.
- R. Weiss, L. Ott, U. Boeke, *Energy efficient low-voltage DC-grids for commercial buildings*. IEEE First International Conference on DC Microgrids (ICDCM), Atlanta, USA, 2015.
- Ł. Mazur, S. Cieślík, S. Czapp, *Trends in Locally Balanced Energy Systems without the Use of Fossil Fuels: A Review*. Energies, 2023, vol. 16, iss. 12 (4551).
- IEC 60755-1:2022-10 *General safety requirements for residual current operated protected devices. Part 1: Residual current operated protective devices for DC systems*.
- IEC TS 63053:2017-06 *General requirements for residual current operated protective devices for DC systems*.
- S. Czapp, Zasady ochrony przeciwporażeniowej i działanie wyłączników różnicowoprądowych w niskonapięciowych instalacjach prądu stałego, XXV Konferencja Naukowo-Techniczna „Bezpieczeństwo Elektryczne ELSAF 2025” i XV Szkoła Ochrony Przeciwporażeniowej, Karpacz, 23–26.09.2025, s. 231–246.
- IEC TS 60479-1:2016-07 *Effects of current on human beings and livestock. Part 1: General aspects*.
- IEC TR 60479-5:2007 *Effects of current on human beings and livestock. Part 5: Touch voltage threshold values for physiological effects*.
- E. Matula, M. Sych, Zapobieganie porażeniom elektrycznym w przemyśle, WNT, Warszawa 1980.
- E. Musiał, Ochrona przeciwporażeniowa w obwodach prądu stałego, www.edwardmusial.info [dostęp: 24.04.2025].
- G. Biegelmeier, *Wirkungen des elektrischen Stroms auf Menschen und Nutztiere*, VDE-Verlag, Berlin und Offenbach, 1986.
- IEC 60479-2:2019 *Effects of current on human beings and livestock. Part 2: Special aspects*.
- PN-HD 60364-1:2010 (wersja polska) *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 1: Wymagania podstawowe, ustalenie ogólnych charakterystyk, definicje*.
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 (wersja polska) *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym*.
- S. Czapp, Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach i instalacjach niskiego napięcia, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2023.
- PN-EN 61008-1:2013-05 (wersja angielska) *Wyłączniki różnicowoprądowe bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego (RCCB). Część 1: Postanowienia ogólne*.
- PN-EN 62423:2013-06 (wersja polska) *Wyłączniki różnicowoprądowe typu F i typu B z wbudowanym zabezpieczeniem nadprądowym i bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego*.
- PN-HD 60364-5-53:2022-10 (wersja polska) *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza*.
- PN-HD 60364-7-722:2019-01 (wersja polska) *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-722: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Zasilanie pojazdów elektrycznych*.
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 26 czerwca 2019 r. w sprawie wymagań technicznych dla stacji ładowania i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego (Dz.U. z 2019, poz. 1316).
- IEC 62196 *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets. Conductive charging of electric vehicles* (norma wieloarkuszowa).
- IEC 62955:2018-03 *Residual direct current detecting device (RDC-DD) to be used for mode 3 charging of electric vehicles*.
- S. Czapp, Requirements for residual current devices intended for electric vehicle charging system, *Automatyka Elektryka Zakłócenia*, 2023, vol. 14, nr 4 (54), s. 10–20.

ABSTRACT

Protection against electric shock and operation of residual current devices in low-voltage DC systems

The effects of smooth direct current (DC) flow through the human body are discussed, and principles for assessing the risk of electric shock from unidirectional pulsating currents of selected shapes are described. Examples of low-voltage network systems (TN, TT, IT) for DC power sources are presented, and protective measures against electric shock are listed. The issue of using residual current devices in DC circuits is discussed, along with test results of these devices for residual currents containing a DC component.

Keywords: low-voltage installations, DC systems, protection against electric shock, residual current devices.

Bezpłatny dobór systemu UPS do obiektu medycznego

Zabezpiecz aparaturę, systemy IT i ciągłość pracy – bez ryzyka błędnego doboru



- **Ciągłość pracy odbiorów krytycznych – bez przerw**
Topologia online VFI: zasilanie bezprzerwowe przy zaniku i zakłóceniach sieci
- **Stabilne parametry zasilania dla aparatury medycznej i IT**
Stabilizacja napięcia na wyjściu UPS niezależnie od warunków zasilania
- **Mniej awarii urządzeń i mniej zdarzeń serwisowych**
Filtracja zakłóceń: zapady, przepięcia, zniekształcenia napięcia
- **Pewność działania zabezpieczeń w instalacji**
Wysoki prąd zwarciovowy: lepsza selektywność zabezpieczeń na liniach dystrybucji zasilania
- **Niższe koszty eksploatacji dzięki redukcji opłat za energię bierną**
Kompensacja wejściowej mocy biernej – ograniczenie opłat za energię bierną
- **Bezpieczna współpraca z agregatem prądotwórczym**
Buforowanie obciążenia i stabilizacja zasilania przy rozruchu agregatu
- **Mniejsze ryzyko korekt projektowych i problemów przy odbiorach**
Audyt parametrów zasilania + wsparcie projektowe producenta w doborze konfiguracji



UPS EVER POWERLINE GREEN 33 PRO

Trójfazowy UPS online VFI
dla infrastruktury krytycznej
(10-40 kVA / 10-40 kW)

Zeskanuj i skorzystaj
z bezpłatnego doboru



Polski producent systemów zasilania gwarantowanego

Ponad 35 lat doświadczenia | Produkcja w Polsce | Wdrożenia w obiektach medycznych

ever.eu/centrum-zasilania | centrum-zasilania@ever.eu

Ocena jakości kompensacji mocy biernej z wykorzystaniem statycznego generatora SVG w warunkach obciążenia trójfazowego

Kompensacja mocy biernej stanowi kluczowy element zapewnienia efektywności energetycznej oraz stabilności pracy sieci elektroenergetycznych. W warunkach rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną oraz dynamicznie zmieniających się profili obciążenia, konieczne staje się stosowanie zaawansowanych rozwiązań technicznych, które umożliwiają utrzymanie odpowiedniego poziomu współczynnika mocy. Współczynnik mocy, określany jako $\cos \phi$, jest jednym z podstawowych wskaźników jakości energii elektrycznej, którego wartość wpływa bezpośrednio na koszty eksploatacji instalacji oraz na obciążenie sieci przesyłowych.

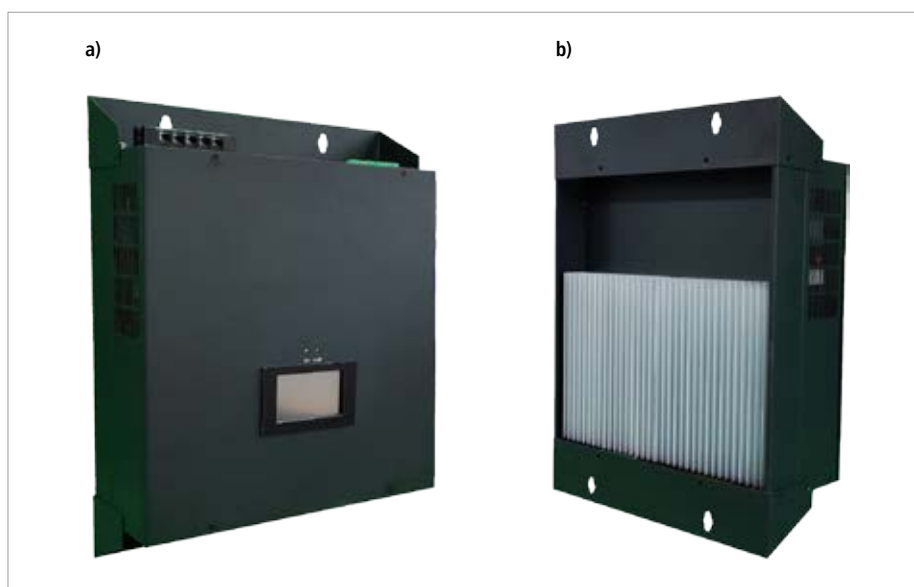
W kontekście ekonomicznym, niewłaściwa kompensacja mocy biernej może prowadzić do znaczących kosztów związanych z poborem energii biernej, zwłaszcza w przypadku energii biernej pojemnościowej, której cena jest trzykrotnie wyższa niż energii biernej indukcyjnej.

W odpowiedzi na te wyzwania, coraz większą popularność zdobywają statyczne generatory mocy biernej (SVG), które dzięki swojej konstrukcji oraz zaawansowanym algorytmom sterowania umożliwiają precyzyjną i dynamiczną kompensację mocy biernej. Urządzenia te charakteryzują się krótkim czasem reakcji oraz zdolnością do pracy w różnych warunkach obciążenia, co czyni je idealnym rozwiązaniem do przemysłowych i komercyjnych instalacji elektroenergetycznych. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących oceny jakości kompensacji mocy biernej z wykorzystaniem statycznego generatora SVG w warunkach obciążenia

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono ocenę jakości kompensacji mocy biernej z wykorzystaniem statycznego generatora SVG w warunkach obciążenia trójfazowego. Analiza obejmowała pomiary mocy czynnej, biernej oraz współczynnika mocy, z uwzględnieniem pięciu charakterystycznych etapów pracy układu. Wyniki potwierdziły skuteczność kompensacji, utrzymując współczynnik mocy na poziomie 0,98, co pozwala na redukcję kosztów energetycznych oraz spełnienie wymagań technicznych. Badania przeprowadzono przy użyciu analizatora jakości energii PQ-BOX 150, zapewniającego wysoką dokładność pomiarów.

Słowa kluczowe: kompensacja mocy biernej, generator SVG.



Rys. 1. Widok zewnętrzny statycznego generatora mocy biernej SVG o mocy 10 kvar w wykonaniu z chłodzeniem pasywnym: a) widok z przodu, b) widok z tyłu

nia trójfazowego. Szczególną uwagę poświęcono analizie wpływu kompensacji na stabilność współczynnika mocy oraz na redukcję kosztów związanych z poborem energii biernej.

Współczynnik mocy jako wskaźnik jakości kompensacji

Ocena jakości kompensacji mocy biernej może być prowadzona na dwóch płaszczyznach: ekonomicznej i technicznej. Pierwsza z nich jest możliwa do oceny na podstawie zapisów na fakturze za sprzedaż energii elektrycznej. Dla konsumentów, dla których przewidziane jest rozliczanie zakupu energii biernej, widnieje zapis określający koszty poniesione z tego tytu-

łu. Dla odbiorców z grupy V, czyli podłączonych do sieci niskiego napięcia, rozróżnia się pobór energii biernej o charakterze indukcyjnym i pojemnościowym. Nie wchodząc w szczegóły sposobu rozliczania tych dwóch rodzajów energii, należy zauważyć różnice kosztowe z tego wynikające. Cena energii biernej pojemnościowej jest trzykrotnie wyższa niż cena energii biernej indukcyjnej. Eliminacja tych dodatkowych kosztów jest podstawowym kryterium oceny skuteczności układu do kompensacji mocy biernej ze strony klienta końcowego.

Kryterium techniczne oparte jest w aktach prawnych na wartości współczynnika $\tan \phi$. W instalacjach elektrycznych częściej stosowany jest

jednak współczynnik mocy $\cos \varphi$. Współczynnik ten wyznaczany jest zgodnie ze wzorem (1).

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (1)$$

Ponownie rozróżniamy wymagania dla dwóch charakterów mocy biernej. Dla mocy biernej o charakterze pojemnościowym wymaganie jest trywialnie proste – każda jej ilość jest rejestrowana i obciążona dodatkowymi opłatami. Dla mocy biernej o charakterze indukcyjnym wymagane jest, aby $\tan \varphi$, w typowych przypadkach, zawierał się w granicy od 0 do 0,4. Odpowiada to współczynnikowi mocy 0,928 – 1,000. Sama wartość współczynnika $\tan \varphi$ wyliczana jest zgodnie ze wzorem przedstawionym w Rozporządzeniu [1] i nie jest przedmiotem rozważań w niniejszym artykule. Utrzymanie odpowiedniej wartości współczynnika mocy $\cos \varphi$ pozwala na zniwelowanie opłat z tytułu ponadumownego poboru mocy biernej indukcyjnej. Typowe wartości nastaw dla urządzeń kompensacyjnych mieszczą się w zakresie 0,96–0,98. Pierwsza wartość pozwala na utrzymanie wypadkowego współczynnika mocy powyżej dolnego progu wymaganego. Druga wartość zapewnia zarówno wysoki poziom kompensacji (mało mocy i energii biernej pobieranej z sieci) przy zapewnieniu buforu ograniczającego ryzyko przekompensowania układu w przypadku dynamicznych zmian poboru i charakteru mocy biernej. Tym samym utrzymanie wartości tego współczynnika podczas pracy układu kompensacji mocy biernej (UKMB) może być uznane za wskaźnik jakości działania tego układu. Jeżeli w czasie pracy UKMB nie wystąpią przedziały czasu, w których pojawiają się pobór energii biernej o charakterze pojemnościowym ani nadmierny pobór mocy biernej o charakterze indukcyjnym, przyjmujemy, że układ działa prawidłowo.

Obiekt badań – statyczny generator mocy biernej SVG

Stacyjny generator mocy biernej SVG (rys. 1.), stanowiący przedmiot badań, jest urządzeniem przeznaczonym do kompensacji mocy biernej w sieciach trójfazowych [2]. Jego konstrukcja umożliwia pracę zarówno w trybie kompensacji mocy biernej o charakterze indukcyjnym, jak i pojemnościowym, co pozwala na elastyczne dostosowanie do zmieniających się warunków obciążenia. Generator został zaprojektowany do pracy w sieci o napięciu znamionowym 400 V AC $\pm 10\%$ oraz częstotliwości 50 Hz

$\pm 3\%$. Czas reakcji urządzenia, wynoszący poniżej 100 μs , zapewnia szybką i precyzyjną regulację, co jest kluczowe dla utrzymania stabilności parametrów sieci. Dodatkowo, średni czas odpowiedzi całkowitej, nieprzekraczający 10 ms, gwarantuje skuteczną reakcję na dynamiczne zmiany obciążenia.

W badaniach wykorzystano model SVG o mocy znamionowej 10 kvar. Jest on dostępny w dwóch wersjach: z chłodzeniem mechanicznym (wymuszonym) oraz pasywnym (grawitacyjnym). Wersja z chłodzeniem mechanicznym charakteryzuje się poziomem głośności poniżej 65 dB, podczas gdy wersja pasywna generuje hałas na poziomie poniżej 40 dB, co czyni ją

bardziej odpowiednią do zastosowań w środowiskach wymagających cichej pracy. Obie wersje wyposażone są w port komunikacyjny RS485 oraz protokół MODBUS RTU, co umożliwia integrację z systemami nadzoru i sterowania. Straty mocy czynnej w urządzeniu nie przekraczają 3%, co świadczy o jego wysokiej efektywności energetycznej. Stopień ochrony obudowy IP3X zapewnia odporność na warunki środowiskowe, co jest istotne dla pracy w warunkach przemysłowych.

Generator SVG posiada również funkcje symetryzacji oraz filtracji harmonicznych, gdzie filtracja obejmuje harmoniczne od 3 do 13. Temperatura pracy generatora mieści się w zakresie

Nazwa parametru	Jednostka	SVG 10 kvar z wentylatorami	SVG 10 kvar bez wentylatorów (pasywny)
Moc znamionowa	kvar	10	
Napięcie znamionowe	V AC	400 V $\pm 10\%$	
Częstotliwość sieci	Hz	50 Hz $\pm 3\%$	
Rodzaj sieci	–	3P5W	
Czas reakcji	μs	< 100	
Odpowiedź całkowita	ms	< 10	
Częstotliwość przełączania (średnia)	kHz	20	
Port komunikacyjny	–	RS485	
Protokół komunikacyjny	–	MODBUS RTU	
Wyświetlacz	–	dotykowy	
Straty mocy czynnej	%	< 3	
Stopień ochrony obudowy	–	IP3X	
Chłodzenie	–	wymuszone, mechaniczne (z wentylatorami)	pasywne, grawitacyjne (bez wentylatorów)
Poziom głośności pracy	dB	< 65	< 40
Funkcje podstawowe	–	kompensacja mocy biernej indukcyjna/pojemnościowa, symetryzacja obciążenia, uzupełniająca filtracja harmonicznych	kompensacja mocy biernej indukcyjna/pojemnościowa, symetryzacja obciążenia
Kompensacja harmonicznych	–	3–13 (z wyborem harmonicznych)	nie dotyczy wykonania pasywnego
Wymiary (HxDxW)	mm	550×88×423	550×160×423
Waga	kg	ok. 15	ok. 16
Temperatura otoczenia	°C	–20 do +50	
Temperatura przechowywania	°C	–10 do +60	
Wilgotność względna	%	5 do 95, bez kondensacji	
Wysokość pracy	m n.p.m.	≤ 1500	
Środowisko pracy	–	bez pyłów, gazów łatwopalnych	

Tab. 1. Parametry techniczne generatorów SVG 10 kvar z wentylatorami i bez



Rys. 2. Widok stanowiska szkoleniowego SVG z zainstalowanym kompensatorem SVG 10 kvar w wykonaniu tradycyjnym (z chłodzeniem mechanicznym)

sie od -20°C do 50°C , co pozwala na jego eksploatację w szerokim spektrum warunków środowiskowych.

I Układ pomiarowy i metodyka

Stanowisko pomiarowe, przedstawione na rysunku 2., zostało wyposażone w statyczny generator mocy biernej SVG o mocy 10 kvar,

w wersji z chłodzeniem mechanicznym. Układ umożliwia niezależne włączanie obciążenia rezystancyjnego, pojemnościowego oraz indukcyjnego, zarówno w konfiguracji jednofazowej, jak i trójfazowej. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano wyłącznie obciążenie trójfazowe, co pozwoliło na symulację warunków zbliżonych do rzeczywistych układów przemys-

łowych. Kompensator SVG został podłączony do przekładników prądowych niskiego napięcia o przekładni 50/5 A/A, klasie dokładności 0,2 s oraz mocy 2,5 VA, co zapewniło precyzyjny pomiar prądów w obwodzie.

Pomiary parametrów elektrycznych realizowane były za pomocą zewnętrznego analizatora jakości energii elektrycznej PQ-BOX 150 firmy A-Eberle [3]. Urządzenie to umożliwia rejestrację danych z wysoką rozdzielczością, co jest kluczowe dla analizy dynamicznych zmian w sieci. Rejestracja parametrów, takich jak moc czynna, moc bierna oraz współczynnik mocy, odbywała się w interwałach 1-sekundowych. Takie podejście pozwoliło na dokładne śledzenie zmian w czasie rzeczywistym oraz identyfikację ewentualnych nieprawidłowości w pracy układu kompensacji.

Metodyka badań zakładała rejestrację parametrów pracy układu w różnych stanach obciążenia, z uwzględnieniem fazy włączania i wyłączania kompensatora SVG. Dzięki temu możliwe było określenie skuteczności kompensacji mocy biernej oraz stabilności współczynnika mocy w warunkach dynamicznych. Uzyskane wyniki, przedstawione w dalszej części artykułu, stanowią podstawę do oceny jakości działania układu oraz jego zgodności z wymaganiami technicznymi i ekonomicznymi.

Wyniki pomiarów dla obciążenia trójfazowego

W ramach przeprowadzonych badań zarejestrowano przebiegi czasowe mocy czynnej P , mocy biernej składowej podstawowej częstotliwości 50 Hz Q_V oraz współczynnika mocy $\cos \varphi$ dla trzech faz (L1–L3) podczas jednego cyklu pracy statycznego generatora mocy biernej SVG. Pomiar wykonano przy użyciu zewnętrznego analizatora jakości energii A-Eberle PQ-BOX 150, który zapewnia wyższą dokładność rejestracji parametrów elektrycznych w porównaniu z wbudowanymi funkcjami pomiarowymi samego urządzenia SVG. Analizator PQ-BOX 150 wyposażony jest w 24-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy, podczas gdy SVG wykorzystuje przetwornik 12-bitowy, co przekłada się na większą rozdzielczość i precyzję pomiaru. Celem analizy było określenie skuteczności kompensacji mocy biernej oraz stabilności współczynnika mocy w warunkach dynamicznych zmian obciążenia.

Na podstawie uzyskanych wyników wydzielono pięć charakterystycznych etapów pracy układu, oznaczonych jako A, B, C, D i E, które odpowiadają kolejno: pracy bez kompensacji,

Etap	Zakres czasu	Wartość	P [kW]	QV [kVar]	$\cos \varphi$ [-]
A (SVG wyłączony)	12:58:10–12:58:28	L1	1,589	−0,198	−0,9923
		L2	1,559	−0,203	−0,9916
		L3	1,626	−0,217	−0,9912
		Σ	4,774	−0,619	−0,9917
B (narastanie kompensacji)	12:58:29–12:58:35	L1	1,573	−0,139	−0,9959
		L2	1,596	−0,169	−0,9943
		L3	1,624	−0,149	−0,9956
		Σ	4,792	−0,456	−0,9953
C (przejście $Q \approx 0$ i szybkie narastanie)	12:58:36–12:58:40	L1	1,578	+0,129	0,9959
		L2	1,604	+0,116	0,9965
		L3	1,633	+0,130	0,9960
		Σ	4,815	+0,376	0,9962
D (praca stabilna)	12:58:41–12:59:00	L1	1,590	+0,225	0,9901
		L2	1,616	+0,214	0,9914
		L3	1,646	+0,229	0,9905
		Σ	4,852	+0,668	0,9907
E (po wyłączeniu – powrót do pojemnościowej)	12:59:02–12:59:10	L1	1,590	−0,196	−0,9925
		L2	1,553	−0,197	−0,9921
		L3	1,631	−0,215	−0,9915
		Σ	4,775	−0,607	−0,9920

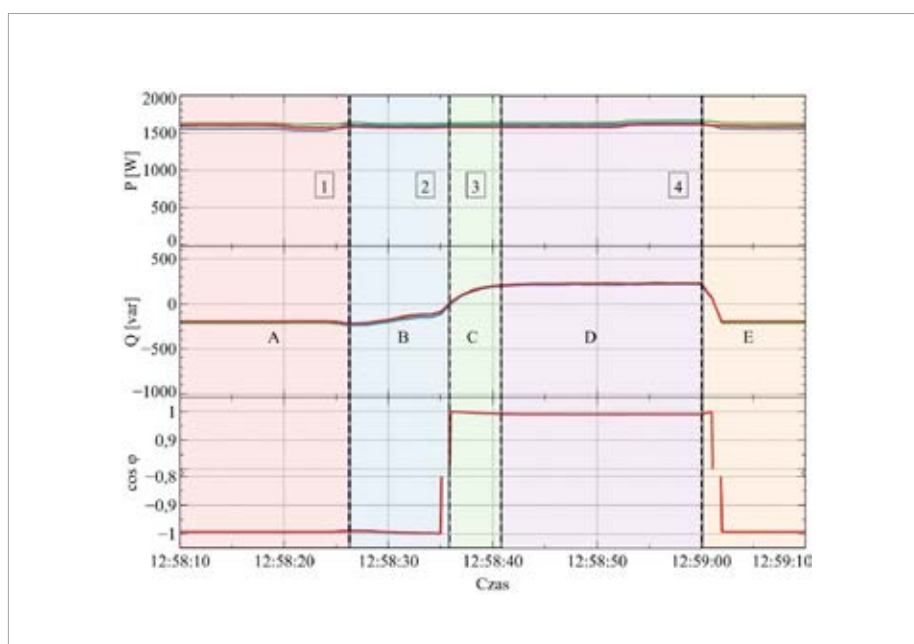
Tab. 2. Średnie wartości mocy czynnej P , mocy biernej Q_V oraz współczynnika mocy $\cos \varphi$ (składowa podstawowa 50 Hz) w kolejnych etapach A–E cyklu pracy kompensatora SVG (pomiar PQ-BOX)

narastaniu kompensacji, przejściu przez zero mocy biernej, stabilnej pracy przy nastawie $\cos \varphi = 0,98$ oraz powrotowi do stanu wyjściowego po wyłączeniu SVG.

Na **rysunku 3.** przedstawiono zarejestrowane przebiegi, z podziałem na etapy A–E, które zostały dodatkowo zaznaczone czterema punktami kontrolnymi (1–4). Etap A obejmuje okres, w którym SVG był wyłączony, a obciążenie miało charakter pojemnościowy, co widoczne jest jako ujemne wartości mocy biernej Q_V . Etap B ilustruje moment rozpoczęcia kompensacji oraz narastania wartości mocy biernej. Etap C przedstawia przejście przez punkt, w którym moc bierna osiąga wartość bliską zero, a następnie szybko narasta do wartości dodatnich. Etap D charakteryzuje się stabilną pracą układu przy zadanej nastawie współczynnika mocy $\cos \varphi = 0,98$, co potwierdza utrzymanie się mocy biernej na poziomie dodatnim oraz stabilizację współczynnika mocy. Etap E pokazuje powrót do stanu wyjściowego po wyłączeniu SVG, w którym obciążenie ponownie przyjmuje charakter pojemnościowy. Punkty kontrolne 1–4 zaznaczają kluczowe momenty przejścia między etapami, co umożliwia dokładną analizę dynamiki procesu kompensacji.

W ramach przeprowadzonych badań zarejestrowano przebiegi czasowe mocy czynnej P , mocy biernej składowej podstawowej Q_V oraz współczynnika mocy $\cos \varphi$ dla trzech faz (L1–L3) podczas jednego cyklu pracy statycznego generatora mocy biernej SVG.

Na podstawie uzyskanych wyników wydzielono pięć charakterystycznych etapów pracy układu, oznaczonych jako A, B, C, D i E. W etapie D, odpowiadającym stabilnej pracy kompensatora SVG, średnia moc czynna wyniosła 1,617 kW, a moc bierna osiągnęła wartość +0,223 kvar, co świadczy o skutecznej kompensacji mocy biernej indukcyjnej.



Rys. 3. Przebiegi czasowe mocy czynnej P [W], mocy biernej składowej podstawowej Q_V [VAR] oraz współczynnika mocy $\cos \varphi$ (50 Hz) zarejestrowane dla faz L1–L3 podczas jednego cyklu pracy statycznego generatora mocy biernej SVG (pomiar analizatorem jakości energii A-Eberle PQ-BOX). Wydzielono etapy pracy: A – SVG wyłączony (charakter pojemnościowy), B – rozpoczęcie kompensacji i narastanie Q_V , C – przejście przez $Q_V \approx 0$ i szybkie dojście do wartości dodatnich, D – praca stabilna przy nastawie $\cos \varphi_{set} = +0,98$ (indukcyjnie/opóźniająco), E – wyłączenie SVG i powrót do charakteru pojemnościowego; granice etapów zaznaczono liniami przerywanymi

W etapach B i C zaobserwowano dynamiczne zmiany parametrów, związane z włączaniem i narastaniem kompensacji. W etapie B moc bierna stopniowo zmniejszała swoją wartość ujemną, co świadczy o rozpoczęciu procesu kompensacji. W etapie C nastąpiło przejście przez punkt zerowy mocy biernej oraz szybkie osiągnięcie wartości dodatnich, co potwierdza skuteczność i dynamikę działania kompensatora. Etapy te ilustrują proces uruchamiania urządzenia i dostosowywania się do rzeczywistych parametrów sieci.

W etapach B i C zaobserwowano dynamiczne zmiany parametrów, związane z włączaniem i narastaniem kompensacji. W etapie B moc bierna stopniowo zmniejszała swoją wartość ujemną, co świadczy o rozpoczęciu procesu kompensacji. W etapie C nastąpiło przejście przez punkt zerowy mocy biernej oraz szybkie osiągnięcie wartości dodatnich, co potwierdza skuteczność i dynamikę działania kompensatora. Etapy te ilustrują proces uruchamiania urządzenia i dostosowywania się do rzeczywistych parametrów sieci.

I Podsumowanie

Przeprowadzone badania potwierdziły skuteczność statycznego generatora mocy biernej SVG w kompensacji mocy biernej w warunkach obciążenia trójfazowego. Analiza wyników pomiarowych wykazała, że zastosowanie kompensatora SVG pozwala na utrzymanie współczyn-

nika mocy $\cos \varphi$ na poziomie zbliżonym do 0,98, co jest zgodne z wymaganiami technicznymi oraz ekonomicznymi. W szczególności, w etapie stabilnej pracy kompensatora (etap D), średnia wartość współczynnika mocy osiągnęła poziom 0,9907, co świadczy o wysokiej efektywności urządzenia. Ponadto, porównanie wyników uzyskanych przed i po kompensacji (etapy A i E) potwierdziło, że warunki obciążenia pozostały niezmienione, co pozwala na jednoznaczną ocenę wpływu kompensatora na parametry sieci. Wyniki te wskazują, że statyczne generatory mocy biernej SVG stanowią skuteczne narzędzie do poprawy jakości energii elektrycznej oraz optymalizacji kosztów eksploatacyjnych instalacji elektroenergetycznych.

I Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 29 listopada 2022 r. w sprawie sposobu kształtowania i kalkulacji taryf oraz sposobu rozliczeń w obrocie energią elektryczną (Dz.U. 2022 poz. 2505).
2. <https://astat-energetyka.pl/produkt/jakosc-energii-elektrycznej/svg-statyczne-generatory-mocy-biernej/generator-mocy-biernej-svg-10-kvar-400-v-svg10/> [dostęp z dnia 10.02.2026]
3. <https://astat.pl/produkty/przenosne-analizatory-jakosci-energii-elektrycznej-aeb-101-7311-0000/> [dostęp: 10.02.2026].

ABSTRACT

Quality assessment of reactive power compensation using a static var generator under three-phase load conditions

The paper evaluates the quality of reactive power compensation using a static SVG generator under three-phase load conditions. The analysis included measurements of active power, reactive power, and power factor, considering five characteristic stages of system operation. The results confirmed the effectiveness of compensation, maintaining the power factor at 0.98, which reduces energy costs and meets technical requirements. Measurements were conducted using the PQ-BOX 150 power quality analyzer, ensuring high measurement accuracy.

Keywords: Reactive power compensation, SVG generator.

mgr inż. Bogdan Kazimierski, Politechnika Warszawska, doktorant (ORCID: 0009-0008-3444-9363),
dr hab. inż. Dariusz Baczyński, prof. uczelni, dr hab. inż. Paweł Piotrowski, prof. uczelni – Politechnika Warszawska

Analiza wpływu przepływów kołowych na funkcjonowanie europejskiego i krajowego rynku energii

Europejski rynek energii elektrycznej opiera się na obszarach rynkowych (w większości to obszary krajów), w których transakcje handlowe mogą być realizowane wewnętrznie oraz międzyobszarowo. Fizyczne przepływy energii nie zawsze odpowiadają ścieżkom handlowym, co prowadzi do zjawiska przepływów kołowych – częściowej realizacji transakcji wewnętrznych przez sieci zewnętrznych obszarów. Polska od lat doświadcza jednych z największych przepływów kołowych w Europie. Pomimo zastosowania środków zaradczych, takich jak instalacja przesuwników fazowych na granicy Polski z Niemcami oraz rozdzielanie obszarów rynkowych Austrii i Niemiec, w ostatnich latach obserwuje się ich ponowny wzrost.

W Europie rynek energii elektrycznej funkcjonuje w oparciu o model strefowy, w którym obszar rynkowy (strefa) zazwyczaj pokrywa się z terytorium jednego kraju. Wyjątki stanowią Włochy, Szwecja, Norwegia i Dania, gdzie w granicach państw istnieje kilka obszarów rynkowych. W tym modelu transakcje rynkowe wewnątrz obszaru rynkowego mogą być zawierane bez uwzględniania fizycznej zdolności przesyłowej sieci, natomiast transakcje pomiędzy obszarami podlegają alokacji oferowanych przez OSP zdolności przesyłowych na połączeniach międzysystemowych.

Każda transakcja handlowa pomiędzy uczestnikami rynku zlokalizowanymi w różnych punktach sieci powoduje fizyczne przepływy mocy w systemie przesyłowym. Jednak fizyczna ścieżka tych przepływów nie zawsze odpowiada ścieżce transakcji handlowej. Zgodnie z terminologią ENTSO-E [1], wyróżnia się cztery podsta-

wowe typy przepływów wynikających z wymiany handlowej (wytwórca → odbiorca):

- Przepływ wewnętrzny: fizyczny przepływ na linii, gdzie wytwórca, odbiorca oraz cała linia znajdują się w tym samym obszarze rynkowym,
- Przepływ kołowy: fizyczny przepływ na linii, gdzie wytwórca i odbiorca są w tym samym obszarze, ale linia lub jej część znajduje się w innym obszarze rynkowym,
- Przepływ importowy/eksportowy: fizyczny przepływ na linii, która w całości należy do obszaru z wytwórcą i/lub odbiorcą,
- Przepływ tranzytowy: fizyczny przepływ na linii, gdzie wytwórca, odbiorca oraz linia lub jej część znajdują się w różnych obszarach rynkowych.

Podział przepływów fizycznych na powyższe typy jest kluczowy dla zrozumienia złożoności wymiany energii w europejskim systemie połączonym oraz ich wpływu na efektywność rynku i bezpieczną pracę systemu.

Przepływy wewnętrzne mogą przekraczać fizyczne możliwości systemu przesyłowego i w związku z tym wymagać stosowania działań zaradczych, takich jak redysponowanie jednostek wytwórczych. Operator systemu przesyłowego (OSP) w danym obszarze rynkowym ponosi odpowiedzialność za zapewnienie bezpieczeństwa pracy systemu i dysponuje niezbędnymi narzędziami do kontrolowania oraz ograniczania przeciążeń spowodowanych przepływami wewnętrznymi.

Przepływy importowe/eksportowe oraz przepływy tranzytowe są obecnie skutecznie zarzą-



Rys. 1. Średni wskaźnik PTDF flow indicator dla roku 2023 [MW]. Źródło: ENTSO-E Bidding Zone Configuration Technical Report 2025 [4]

dane dzięki skoordynowanym obliczeniom zdolności przesyłowych prowadzonym przez operatorów systemów przesyłowych we wspólnym regionalnym procesie oraz mechanizmom rynkowym w różnych horyzontach czasowych, takim jak jednolite łączenie rynków (ang. *market coupling*), które umożliwiają efektywną i bezpieczną alokację zdolności przesyłowych na krytycznych – z punktu widzenia realizacji wymiany międzysystemowej – elementach sieci.

W pewnym stopniu przepływy kołowe są uznawane za naturalny przepływ wynikający z układu sieci i prawa Kirchhoffa. Powszechnie przyjmuje się, że w obecnym strefowym modelu rynku w Europie nie można ich całkowicie wyeliminować. Niemniej jednak obecne analizy oraz praktyka OSP pokazują, że przepływy kołowe mają istotny wpływ na funkcjonowanie europejskiego rynku energii elektrycznej. Przepływy kołowe nie są w żaden sposób koordynowane, ponieważ – z rynkowego punktu widzenia – stanowią „produkt uboczny” transakcji wewnętrz-

STRESZCZENIE

Artykuł definiuje typy przepływów i analizuje przepływy kołowe w oparciu o dwa wskaźniki: PTDF Flow indicator (analiza powykonawcza) oraz FOall (pochodzący z procesu wyznaczania zdolności przesyłowych dla rynku day-ahead). Omówiono negatywne skutki przepływów kołowych oraz wyniki przeglądu obszarów rynkowych przeprowadzonego przez operatorów systemów przesyłowych (OSP), wskazując rekonfigurację obszarów jako skuteczne narzędzie redukcji przepływów kołowych i zwiększenia dostępnych zdolności przesyłowych.

Słowa kluczowe: Przepływy kołowe, obszary rynkowe, europejski rynek energii, efektywność rynku energii, zdolności przesyłowe.

nym w obrębie obszaru rynkowego. Transakcje te mogą być zawierane swobodnie przez uczestników rynku bez uwzględniania wewnętrznych ograniczeń przesyłowych, gdyż z punktu widzenia rynku obszar rynkowy jest traktowany jak jednolita „miedziana płyta”. Znaczne przepływy kołowe występują, gdy obszary rynkowe są niewłaściwie zdefiniowane, co oznacza, że istotna część transakcji wewnętrznych jest fizycznie realizowana poprzez zewnętrzne obszary. Przepływy kołowe muszą być uwzględniane przez OSP w procesie obliczania zdolności przesyłowych, aby zapewnić zgodność oferowanych zdolności transgranicznych z kryteriami bezpieczeństwa. W praktyce zagregowane przepływy kołowe – czyli fizyczne przepływy występujące przy braku transakcji transgranicznych – stanowią punkt wyjścia do obliczenia pozostałych zdolności, które można przeznaczyć na handel transgraniczny. W efekcie przepływy kołowe uzyskują priorytetowy dostęp do infrastruktury transgranicznej. Ma to konsekwencje dla efektywności i sprawiedliwości na rynku, ponieważ w sytuacjach występowania znacznych przepływów kołowych OSP mogą być zmuszeni do oferowania niższych zdolności niż byłoby to możliwe przy minimalnych przepływach kołowych.

Analiza przepływów kołowych na wybranych granicach

Jednym ze sposobów przedstawienia przybliżenia przepływów kołowych jest wskaźnik „PTDF Flow indicator”, który jest stosowany przez ENTSO-E (Europejska Sieć Operatorów Systemów Przesyłowych Energii Elektrycznej) w swoich Raportach Technicznych [2, 3, 4]. Chociaż ten wskaźnik ma pewne ograniczenia – takie jak uśrednianie i agregacja wartości dla każdej granicy, nieuwzględnianie kryterium bezpieczeństwa N-1 oraz prezentowanie jedynie skutku, a nie źródła przepływów kołowych – stanowi prosty sposób na ich zobrazowanie i porównanie pomiędzy granicami lub w różnych latach.

PTDF Flow indicator jest definiowany jako:

$$\text{PTDF Flow indicator}_{b(h)} = PF_{b(h)} - CF_{b(h)}$$

gdzie:

$PF_{b(h)}$ – zmierzony fizyczny przepływ transgraniczny na danej granicy obszaru rynkowego b ,
 $CF_{b(h)}$ – obliczony przepływ wywołany wszystkimi transakcjami transgranicznymi pomiędzy wszystkimi europejskimi obszarami rynkowymi, czyli oszacowanie przepływów importowych/eksportowych oraz tranzytowych,

$CF_{b(h)}$ jest definiowane jako:

$$CF_{b(h)} = \sum_{k=1}^K \left(\begin{bmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_k \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} n_1 \\ \vdots \\ n_k \end{bmatrix} \right)$$

gdzie:

K – liczba obszarów rynkowych,

P – współczynnik PTDF typu „obszar-granica”, który reprezentuje wpływ zmiany salda obszarów rynkowych na daną granicę (zazwyczaj zestaw linii transgranicznych).

n – saldo obszaru rynkowego.

W niniejszym artykule analiza przepływów kołowych koncentruje się na granicach polskiego i niemieckiego obszaru rynkowego oraz na obszarach rynkowych sąsiadujących z nimi, wchodzących w skład regionu obliczania zdolności przesyłowych Core (Core Capacity Calculation Region).

Analiza najnowszych opracowań ENTSO-E wskazuje, że przepływy kołowe przez Polskę oraz kraje Beneluksu należą do największych w Europie. W 2023 r. średni przepływ kołowy z północnych Niemiec w kierunku zachodnim osiągał 665 MW (**rys. 1.**). Rodzi to pytania dotyczące znaczenia tych wartości oraz zmienności przepływów kołowych w czasie.

Średnia wartość wskaźnika PTDF flow indicator dla przepływu na granicy w kierunku Niemcy → Polska w latach 2011–2016 wynosiła około 800 MW (**rys. 2.**). Już wówczas w swoich wspólnych raportach operatorzy systemów przesyłowych z Polski, Czech, Słowacji i Węgier wskazywali, że przyczyną tak wysokich przepływów nieplanowych, obejmujących przepływy kołowe i nieplanowe przepływy tranzytowe, była niewystarczająca koordynacja procesów wyznaczania i alokacji zdolności przesyłowych oraz nieodpowiednia struktura obszarów rynkowych, w szczególności ówczesny wspólny obszar rynkowy Niemcy–Austria [5, 6]. Ówczesne wyniki analiz operatorskich zostały potwierdzone w badaniu THEMA Consulting Group, wykonanym na zlecenie Komisji Europejskiej, pt. *Loop flows – Final advice* [7]. Rekomendacje z badania obejmowały wdrożenie:

- skoordynowanego procesu wyznaczania i alokacji zdolności przesyłowych, pozwalającego na wyeliminowanie nieplanowych przepływów tranzytowych, co zmaterializowało się w 2022 r., kiedy OSP w regionie Core wdrożyli skoordynowane wyznaczanie zdolności przesyłowych *flow-based* [8] oraz
- podział obszarów rynkowych generujących przepływy kołowe i skoordynowany rozwój

systemów przesyłowych celem ograniczenia przepływów kołowych.

W 2016 r. operatorzy systemów przesyłowych PSE i 50Hertz rozpoczęli eksploatację przesuwnika fazowego na południowym połączeniu pomiędzy systemami Polski i Niemiec, a północne połączenie pomiędzy stacjami Vierraden (Niemcy) i Krajnik (Polska) zostało czasowo wyłączone [10]. W 2018 r. decyzją austriackiego regulatora E-Control i niemieckiego Bundesnetzagentur (BNetzA), w porozumieniu z Agencją ds. Współpracy Organów Regulacji Energetyki (ACER, ang. Agency for the Cooperation of Energy Regulators), wdrożono podział wspólnego obszaru rynkowego na dwa odrębne: Niemcy i Austrię. Działania podjęte w latach 2016 i 2018 istotnie przyczyniły się do obniżenia średnich przepływów kołowych – z poziomu około 800 MW do około 400 MW w latach 2019–2020. W kolejnych latach obserwuje się jednak ponowny wzrost przepływów kołowych, co wskazuje na potrzebę dalszych działań celem ograniczania przepływów kołowych.

Przepływy kołowe w procesie wyznaczania zdolności przesyłowych day-ahead

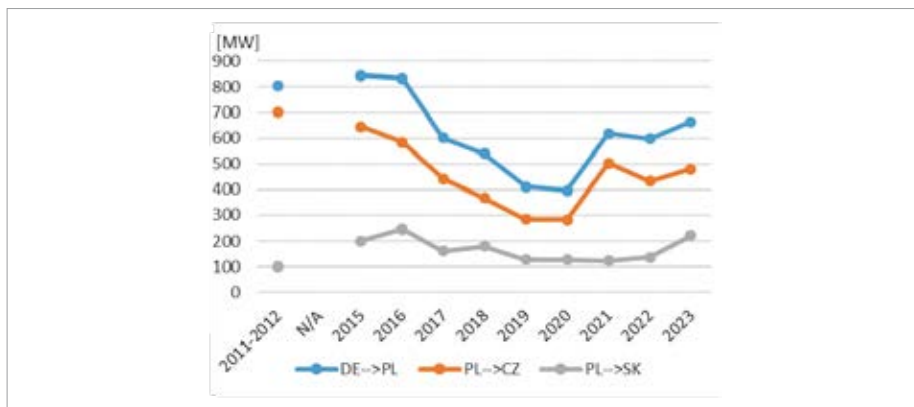
Alternatywny sposób prezentacji przepływów kołowych opiera się na danych operacyjnych z regionalnego (Core) procesu wyznaczania zdolności przesyłowych na potrzeby rynku day-ahead [11]. Oczekiwany poziom przepływów kołowych na połączeniach transgranicznych wyznaczany jest z wykorzystaniem wspólnego modelu sieci (CGM ang. *Common Grid Model*), stosowanego w regionalnym procesie wyznaczania zdolności przesyłowych. Przepływ kołowy określany jako $F_{0,all}$ jest wyznaczany dla każdego krytycznego transgranicznego elementu sieci (CNE, ang. *critical network element*) zarówno w stanie N-0 jak i z uwzględnieniem wyłączeń (*contingency*), czyli w stanie N-1, co jest określane jako element CNEC (ang. *critical network element with contingency*).

Zgodnie z metodyką regionu Core dla wyznaczania zdolności przesyłowych *day-ahead* [12], $F_{0,all}$ jest definiowane jako:

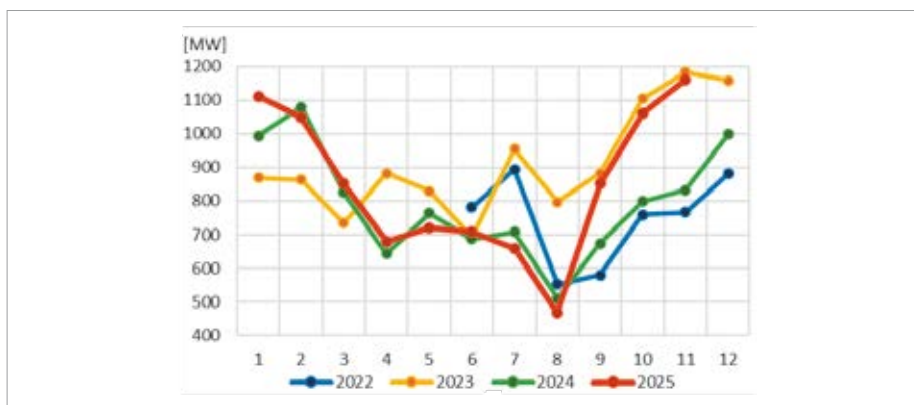
$$\vec{F}_{0,all} = \vec{F}_{ref} - \text{PTDF}_{all} \vec{NP}_{ref,all}$$

gdzie:

$\vec{F}_{0,all}$ – przepływ na poziomie elementu krytycznego (CNEC) w sytuacji braku jakiegokolwiek wymiany handlowej pomiędzy obszarami rynkowymi w obrębie Europy Kontynentalnej oraz pomiędzy obszarami rynkowymi Europy Kon-



Rys. 2. Średni roczny PTDF flow indicator na podstawie raportów technicznych ENTSO-E [9, 2, 3, 4]



Rys. 3. Średnie miesięczne przepływy kołowe na granicy Niemcy → Polska wyznaczone na podstawie przepływów F_{0all} na transgranicznych elementach CNE

tyntentalnej a obszarami rynkowymi innych obszarów synchronicznych,

$\bar{F}_{ref}$ – przepływ na CNEC w ramach wspólnego modelu sieci (CGM), uwzględniającego wymiany handlowe,

$PTFF_{all}$ – macierz współczynników rozdziału mocy (*Power Distribution Factor*), obejmująca wszystkie obszary rynkowe oraz wszystkie elementy krytyczne (CNEC),

$NP_{ref,all}$ – saldo każdego obszaru rynkowego uwzględnionego we wspólnym modelu sieci (CGM).

Na wewnętrznych elementach krytycznych (CNEC) występują zarówno przepływy kołowe, jak i przepływy wewnętrzne, dlatego w celu określenia przepływów kołowych konieczna jest dekompozycja przepływu. Do pełnego rozdzielenia przepływu na typy przepływów stosowana jest metoda dekompozycji *Power Flow Coloring* (PFC) [13]. Niemniej, aby uzyskać wartości porównywalne ze wskaźnikiem PTDF flow indicator przedstawionym powyżej, niniejsza analiza obejmuje wyłącznie elementy transgraniczne oraz wyłącznie stan N-0.

Analiza średnich miesięcznych przepływów kołowych, wyznaczonych jako suma przepływów na elementach transgranicznych na gra-

nicy Niemcy → Polska, za okres od 9 czerwca 2022 r. (wdrożenie skoordynowanego wyznaczania zdolności metodą flow-based) do 19 listopada 2025 r., wskazuje na dużą zmienność sezonową tych przepływów. Niższe wartości odnotowano w miesiącach letnich, z minimum na poziomie ok. 500 MW w sierpniu 2024 i 2025 r. (rys. 3.). Wyższe wartości występowały w miesiącach zimowych, z maksimum blisko 1200 MW w listopadzie 2023 i 2025 r. Sezonowa zmienność przepływów kołowych na granicy Niemcy → Polska koreluje z sezonową zmiennością generacji wiatrowej w Niemczech, gdzie średnie miesięczne wartości w okresie letnim w 2025 r. kształtowały się na poziomie ok. 12 GW, natomiast w miesiącach zimowych – ok. 20 GW [14].

I Przegląd obszarów rynkowych

Zgodnie z Rozporządzeniem (UE) 2019/943 [15], obszary rynkowe (BZ, ang. *Bidding Zone*) – czyli obszary, w obrębie których nie występuje alokacja zdolności – powinny być w UE zdefiniowane tak, aby zapewnić płynność rynku, efektywne zarządzanie ograniczeniami przesyłowymi oraz ogólną efektywność rynku. To samo rozporządzenie nałożyło na OSP obowiązek przeprowadzenia przeglądu obszarów

rynkowych (BZR, ang. *Bidding Zones Review*), tj. opracowania metodyki alternatywnych konfiguracji obszarów rynkowych oraz przeprowadzenia symulacji i porównania wyników dla obecnej i alternatywnych konfiguracji obszarów rynkowych. Kryteria oceny konfiguracji obszarów rynkowych określono w metodyce zatwierdzonej przez ACER i dotyczą:

- » bezpieczeństwa sieci, m.in. zakresu niepewności w wyznaczaniu transgranicznych zdolności przesyłowych,
- » ogólnej efektywności rynku, m.in. przepływów niewynikających z alokacji zdolności przesyłowych, tj. przepływów kołowych, kosztów transakcyjnych i kosztów transformacji, płynności rynku, koncentracji i siły rynkowej, sygnałów cenowych dotyczących budowy infrastruktury, potrzeby zapewnienia wykonalnego wyniku rynkowego bez stosowania na szeroką skalę nieefektywnych ekonomicznie działań zaradczych,
- » stabilności i trwałości obszarów rynkowych (m.in. lokalizacji i częstości występowania ograniczeń, jeśli ograniczenia strukturalne mają wpływ na wytyczanie obszarów rynkowych, uwzględniając przyszłe inwestycje, które mogą zmniejszyć istniejące ograniczenia).

Alternatywne konfiguracje obszarów rynkowych zostały opracowane przez ACER, gdzie w pierwszym kroku oceniano obecne obszary rynkowe pod kątem generowania przez nie przepływów kołowych, a tym samym zdolności do spełnienia wymagania oferowania minimalnych zdolności z art. 16 ust. 8 Rozporządzenia 2019/943 na poziomie 70% obciążalności termicznej elementów CNE, z uwzględnieniem kryterium bezpieczeństwa N-1. Wynik tej oceny posłużył do iteracyjnego wykonywania rankingu obszarów rynkowych i dokonywania podziału tego obszaru, który wypada najgorzej. Najgorzej oceniony obszar rynkowy w ww. rankingu został podzielony z wykorzystaniem klasteryzacji cen węzłowych (LMP, ang. *Locational Marginal Pricing*) i wyznaczony w osobnej symulacji oraz na zasadzie grupowania węzłów o podobnych cenach w nowe obszary rynkowe. Takie podejście jest uzasadnione, ponieważ ceny LMP w sąsiednich węzłach są różne, kiedy połączenie między nimi stanowi ograniczenie oraz nowe granice obszarów rynkowych powinny być definiowane w oparciu o elementy sieciowe stanowiące ograniczenie.

W ten sposób ACER opracował alternatywne konfiguracje obszarów rynkowych dla regionu Europy Centralnej, gdzie obszar niemiecki został podzielony na 2, 3, 4 i 5 stref, obszar holenderski na 2 strefy, obszar francuski na 3 strefy,

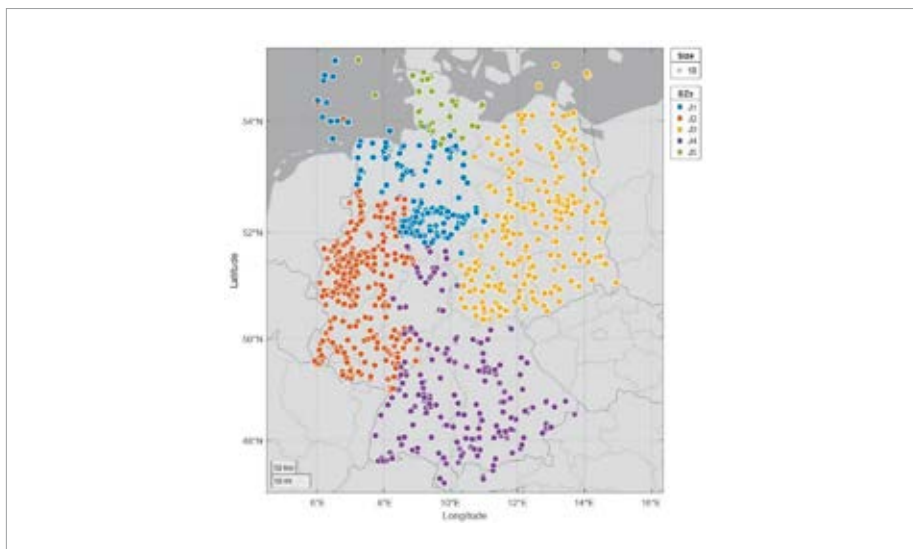
fy oraz obszar północnych Włoch – na 2 strefy [16]. Analizowany podział niemieckiego obszaru rynkowego na 5 stref przedstawiono na **rysunku 4.**, gdzie J1-5 oznacza numerację obszarów rynkowych.

W wyniku wykonanych przez zaangażowanych OSP symulacji, obejmujących wyznaczanie i alokację zdolności przesyłowych, redysponowanie oraz wyznaczenie przepływów kołowych, OSP zarekomendowali podział niemieckiego obszaru rynkowego na 5 stref [17]. Wartość dodaną z wdrożenia takiej konfiguracji obszarów rynkowych, tj. z podziałem DE na 5 stref, określono na 339 milionów euro rocznie. Symulacje pokazały, że podział Niemiec obniżył przepływy kołowe na zewnętrznych granicach Niemiec. Poglębione analizy wyników symulacji wykonane przez ACER [18] pokazały, że ze względu na mniejsze przepływy kołowe – w wyniku podziału obszaru niemieckiego – OSP z Niemiec, Polski i Holandii mogłyby oferować większe zdolności przesyłowe na potrzeby handlu transgranicznego. Średni przyrost zdolności na polskich elementach CNEC wyniósł ok. 15–18% ich obciążalności termicznej. Na granicy Niemcy–Polska sumaryczna obciążalność termiczna obecnie pracujących elementów transgranicznych (dwa tory 400 kV Hagenwerder – Mikułowa oraz jeden tor 400 kV Vierraden – Krajnik) wynosi ok. 4800 MW. Chociaż jest to duże uproszczenie ze względu na brak uwzględnienia kryterium N-1 oraz fakt, że elementem limitującym wymianę może być wewnętrzny CNEC, można założyć, że podział obszaru niemieckiego zwiększyłby wyznaczone zdolności przesyłowe na granicy Niemcy → Polska o kilkaset megawatów. Dla porównania: połączenie stałoprądowe Polska – Szwecja ma zdolność 600 MW.

Zgodnie z Rozporządzeniem (UE) 2019/943, decyzję o ewentualnym wdrożeniu rekomendacji operatorów systemów przesyłowych dotyczącą zmiany konfiguracji obszarów rynkowych podejmuje państwo członkowskie, którego rekomendacja dotyczy. W momencie przygotowywania niniejszego artykułu brak jest oficjalnego stanowiska rządu Niemiec w sprawie odrzucenia propozycji podziału kraju na 5 stref, choć w źródłach branżowych pojawiały się nieoficjalne doniesienia o takim stanowisku.

I Wnioski

Przepływy kołowe są konsekwencją niewłaściwie zdefiniowanych obszarów rynkowych w Europie, czyli obszarów, w których wewnętrzne transakcje handlowe są w pewnym stopniu fizycznie realizowane poprzez zewnętrzne ob-



Rys. 4. Analizowany w przeglądzie obszarów rynkowych podział Niemiec na 5 stref. Źródło: raport ENTSO-E Bidding Zones Review [17]

szary rynkowe. Polska od wielu lat doświadcza jednych z największych przepływów kołowych w Europie. Chociaż instalacja przesuwników fazowych PST (ang. *Phase Shifting Transformer*) na połączeniach międzysystemowych Niemcy – Polska, wraz z czasowym odłączeniem linii pomiędzy stacjami Vierraden (Niemcy) i Krajnik (Polska) w 2016 r. oraz rozdzieleniem obszarów rynkowych Austrii i Niemiec w 2018 r., znacznie ograniczyły przepływy kołowe przez Polskę, w ostatnich latach obserwuje się ponowny wzrost tych przepływów.

Przepływy kołowe mają dwa główne negatywne skutki: (I) ograniczają oferowane międzyobszarowe zdolności przesyłowe w kierunku przepływu kołowego, co pogarsza efektywność rynku oraz może podważać niedyskryminacyjny dostęp do infrastruktury przesyłowej; (II) z reguły pozostają poza kontrolą operatora systemu przesyłowego, u którego występują. Może to negatywnie wpływać na bezpieczeństwo systemu i powodować konieczność stosowania kosztownych działań zaradczych.

Przepływy kołowe można ograniczać na kilka sposobów. Trzy podstawowe podejścia obejmują: (I) wzmocnienie wewnętrznej sieci przesyłowej tak, aby jej charakterystyka fizyczna bardziej przypominała charakterystykę obszaru rynkowego, tj. „miedzianą płytę”; (II) poprawę sterowalności przepływów fizycznych np. poprzez kolejne instalacje przesuwników fazowych PST [19], (III) podział obszarów rynkowych generujących istotne przepływy kołowe na mniejsze obszary w sposób redukujący te przepływy, na przykład z wykorzystaniem technik klasteryzacji węzłów charakteryzujących się podobnymi współczynnikami PTDF (ang. *Power Trans-*

fer Distribution Factors) [20]. Należy zaznaczyć, że ww. sposoby (I) i (II) dążą do zmiany przepływów fizycznych, natomiast głównym celem sposobu (III) jest urynkowienie przepływów, tj. doprowadzenie do sytuacji, gdzie w wyniku działania rynku przepływ kołowy przekształci się w przepływ tranzytowy.

Rozbudowa systemu przesyłowego jest procesem długotrwałym, a zmiana konfiguracji obszarów rynkowych może być trudna do przyjęcia przez niektóre państwa członkowskie. Dlatego należy rozważyć uruchomienie badań nad rozwiązaniami pozwalającymi lepiej zarządzać przepływami kołowymi w kontekście oferowanych zdolności przesyłowych i efektywności rynku. Należy tu wymienić prognozowanie przepływów kołowych oraz dostosowanie ich granulacji do rynku *day-ahead* i *intraday*.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl

ABSTRACT

Analysis of the impact of loop flows on the functioning of the European and national energy markets

The paper defines the types of power flows and analyzes loop flows using two indicators: the PTDF Flow Indicator (post-operational analysis) and F0all (derived from the transmission capacity calculation process for the day-ahead market). The negative impacts of loop flows are discussed, along with the results of a bidding zones review conducted by transmission system operators (TSOs). The study highlights bidding zones reconfiguration as an effective tool for reducing loop flows and increasing available transmission capacities.

Keywords: Loop flows, bidding zones, European electricity market, market efficiency, transmission capacities.

Usługi elastyczności w sieciach dystrybucyjnych – wdrożenie w Polsce

Usługi elastyczności to działania podejmowane przez użytkowników systemu (wytwórców, odbiorców, magazynów energii) lub agregatorów, świadczone na rzecz OSD, w celu zapewnienia bezpieczeństwa i zwiększenia efektywności rozwoju systemu dystrybucyjnego, w tym w szczególności do zarządzania ograniczeniami sieciowymi. Zakres ten nie obejmuje koordynowanej sieci 110 kV. Rynek usług elastyczności ma więc charakter lokalny i dotyczy sieci dystrybucyjnych. Definicja usług elastyczności znajduje się w Prawie energetycznym art. 3 pkt. 11k [1] i w identycznym brzmieniu w Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej (IRiESP) [2]. Z perspektywy prawa unijnego podstawę rozwoju tego sektora stanowi art. 32 Dyrektywy (UE) 2019/944 [3], który zobowiązuje państwa członkowskie do stworzenia ram regulacyjnych umożliwiających OSD pozyskiwanie usług elastyczności w sposób rynkowy, przejrzysty i niedyskryminacyjny, jako alternatywy dla tradycyjnej rozbudowy infrastruktury sieciowej.

W praktyce usługi elastyczności obejmują lokalną regulację mocy czynnej, tj. zwiększanie/zmniejszanie poboru lub generacji (np. IDC – interwencyjna dostawa mocy czynnej), regulację mocy biernej dla utrzymania napięć (np. IRB – interwencyjna regulacja mocy biernej), a także wykorzystanie magazynów energii do krótkookresowego bilansowania i łagodzenia przeciążeń. Aktywacje są inicjowane przez służby dyspozytorskie OSD, zgodnie z warunkami technicznymi i handlowymi określonymi w dokumentach operatora (IRiESD, regulaminy usług), w tym zgodnie z wymaganiami kodeksów sieciowych (NC RfG) oraz w procesach planistycznych koordynowanych z OSP.

Nadal toczy się dyskusja o koordynacji działań OSD z OSP. Propozycje PSE z lat 2024–2025 zakładały stopniowe zwiększanie roli OSP w doborze zasobów i wymogach neutralności bilansowej

(np. podwójne redysponowanie), przy zachowaniu przez OSD funkcji wykonawczo-rozliczeniowych. Istotnym elementem tych propozycji był przypadek aktywacji usług po zamknięciu bramki RBN (rynku bilansującego dnia następnego), gdy neutralność bilansowa wymaga szczególnie ścisłej koordynacji z OSP, tak aby działania lokalne nie generowały niezamierzonych odchyleń w bilansie systemowym. Wejście części tych rozwiązań rozważano w horyzoncie 2028 r. [4].

Świadczeniodawcy usług elastyczności

Potencjalnymi dostawcami takich usług mogą być:

- » wytwórcy generacji rozproszonej (PV, wiatr, woda, źródła ciepłe) – zdolni do chwilowej zmiany generacji (w górę lub w dół), w tym regulacji mocy biernej;
 - » odbiorcy aktywni – zdolni do sterowania poborem (reakcji popytu), w tym czasowego zwiększania poboru (np. przesunięcia procesów w przemysłach energochłonnych) albo jego redukcji;
 - » posiadacze magazynów energii (BESS i inne) – elastyczne zasoby umożliwiające szybkie ładowanie/rozładowanie w zależności od potrzeb lokalnej sieci;
 - » agregatorzy – łączący wiele małych zasobów w portfele spełniające minimalne progi mocy i wymagania operacyjne OSD.
- Wymogi dla dostawców usługi są definiowane w IRiESD poszczególnych OSD i w regulaminach produktów. Typowe wymagania obejmują:

- » kompletny układ zasilania zasobu, identyfikację wszystkich PPE (punktów poboru energii) i spójność układu pomiarowego;
- » układy pomiarowo-rozliczeniowe z automatyczną rejestracją danych i zdalnym odczytem dobowym (warunek rozliczeń i weryfikacji wykonania);
- » zdalne sterowanie przez służby dyspozytorskie OSD (zwłaszcza dla IRB i usług z wykorzystaniem magazynów energii). W wielu przypadkach wymagane jest sterowanie parametrami Q, Q(U), $\cos \varphi$ oraz tryb pracy kompensatorowej;
- » kanał komunikacji elektronicznej z operatorem i gotowość do testów weryfikacyjnych;
- » progi minimalnej mocy dla zasobu/usługi (np. 40 kW w pilotażach TAURON Dystrybucja), ewentualnie wyższe progi w pierwszych etapach (EnergaOperator: 500 kW → 300 kW dla IDC).

Korzyści z usług elastyczności

Realizacja usług elastyczności z punktu widzenia operatorów sieci przyczyni się do poprawy warunków funkcjonowania sieci, poprzez:

- » dodatkowy mechanizm zarządzania ograniczeniami w sieci SN i nn: redukcja przeciążeń linii i transformatorów, utrzymanie dopuszczalnych poziomów napięć bez konieczności natychmiastowych inwestycji infrastrukturalnych;
- » odciążanie lub optymalizację CAPEX: możliwość kierunkowania środków na węzły kry-

STRESZCZENIE

Szybka rozbudowa rozproszonych źródeł OZE oraz rozwój aktywnej strony popytowej wymuszają nowe mechanizmy zarządzania pracą sieci dystrybucyjnych i ich interfejs z siecią przesyłową. Usługi elastyczności, świadczone lokalnie na rzecz operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD), służą ograniczaniu przeciążeń, utrzymaniu dopuszczalnych poziomów napięć i odciążaniu nakładów inwestycyjnych przy jednoczesnym utrzymaniu bezpieczeństwa pracy krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE). Artykuł przedstawia definicję i ideę usług elastyczności, wymagania technicznoorganizacyjne, korzyści dla operatorów i uczestników oraz przykłady polskich wdrożeń wraz z warunkami uczestnictwa i zasadami rozliczeń. **Słowa kluczowe:** usługi elastyczności, sieci dystrybucyjne, OSD, aktywny użytkownik, prosument, zasady rozliczeń.

tyczne i skracanie czasu reakcji w miejscach, gdzie konwencjonalna rozbudowa jest kosztowna lub czasochłonna;

- » zmniejszenie skali nierynkowego redysponowania OZE i ograniczenie strat (*curtailment*), co poprawia integrację OZE i akceptowalność społeczną transformacji.

W przypadku, gdy dany OSD nie posiada wystarczającej ilości zasobów w swojej sieci dystrybucyjnej – może skorzystać z zasobów z sieci innych OSD lub z zasobów z sieci zamkniętej. Korzystanie przez OSD z zasobów w sieciach innych OSD lub z zasobów w sieci zamkniętej, po zamknięciu bramki rynku bilansującego dnia następnego (RBN), wymaga koordynacji wykorzystywania tych zasobów z OSP oraz innymi OSD w zakresie: dopuszczalnych warunków pracy sieci zamkniętej i dystrybucyjnej (rozpyływ mocy czynnej i poziomów napięć), zachowania neutralnego wpływu na bilans mocy czynnej w KSE i minimalizacji kosztów w zakresie zarządzania ograniczeniami sieciowymi w skali całego KSE.

Dostawcy usług (odbiorcy, wytwórcy, magazyny, agregatorzy) z kolei uzyskują:

- » strumień wynagrodzenia za wykonaną usługę (np. PLN/kW/h dla mocy czynnej lub PLN/Mvarh dla IRB);
- » monetyzację elastyczności aktywów: dodatkowy model biznesowy dla magazynów energii, CHP, DSR, farm PV i wiatrowych oraz odbiorców przemysłowych, z możliwością przesuwania procesów;
- » redukcję opłat za przekroczenia (np. zwolnienie z opłat za ponadumowny pobór mocy biernej lub możliwość przekroczenia mocy umownej w czasie aktywacji usługi) oraz lepsze wykorzystanie mocy przyłączeniowej;
- » rozwój kompetencji cyfrowych (telemetria, automatyzacja, algorytmy sterowania), co ułatwia późniejsze wejście na inne rynki (np. bilansujący) – przy zachowaniu reguł rozdziału, gdy aktywacja pokrywa się w tych samych okresach rozliczania energii bilansującej (OREB).

Przykłady usług – produkty, warunki i rozliczenia (polskie OSD)

Planowane jest wprowadzenie portali PSDI (Portal usług systemowych i działań interwencyjnych) oraz WOZE (Portal wniosków OZE dla wytwórcy), mających służyć do wymiany danych pomiędzy OSP, operatorami systemów dystrybucyjnych (których sieci dystrybucyjne posiadają bezpośrednie połączenie z siecią

OSP) i właścicielem redysponowanego zasobu [5]. Nowe portale dołączają do grona specjalnych systemów teleinformatycznych wykorzystywanych przez OSP.

W szczególności portal PSDI w kontekście usług elastyczności ma służyć do przekazywania przez OSD do OSP:

- » wykazu jednostek graficznych, których zasoby planowane są do świadczenia usług elastyczności na rzecz danego OSD w danej dobie, wraz ze wskazaniem okresów rozliczania energii bilansującej;
- » wykazu zasobów, z których OSD może korzystać w ramach usług elastyczności;
- » ofert na usługi elastyczności (dostępne wolumeny i ceny zmiany generacji mocy czynnej oraz zużycia energii elektrycznej);
- » kosztów redysponowania (wolumeny i ceny zmian generacji oraz zużycia energii elektrycznej);
- » maksymalnej i minimalnej sumarycznej dopuszczalnej wielkości mocy generowanej oraz sumarycznego zapotrzebowania na moc instalacji odbiorczych w węzłach 110 kV/SN;
- » wolumenu aktywowanych usług elastyczności;
- » informacji o wolumenie energii elektrycznej, jaki jest wymagany do zachowania bilansu mocy, w przypadku gdy OSD z powodu niewystarczających środków nie jest w stanie zapewnić neutralnego wpływu działań dotyczących zarządzania ograniczeniami sieciowymi na bilans mocy czynnej KSE.

Obecnie rozwijane usługi elastyczności w sieciach krajowych spółek dystrybucyjnych zostały przedstawione w **tabeli 1**.

W styczniu 2026 r. Towarowa Giełda Energii wraz ze spółkami TAURON Dystrybucja oraz Polskie Sieci Elektroenergetyczne ogłosiły współpracę w zakresie stworzenia pierwszej w Polsce giełdowej platformy obrotu usługami elastyczności, która ma ujednolicić proces pozyskiwania ofert, zwiększyć transparentność i usprawnić aktywację oraz koordynację między OSD i OSP. Rozwiązanie ma być otwarte na kolejnych operatorów, a w pierwszym etapie przewidziano zdefiniowanie produktów elastyczności oraz zasad weryfikacji wykonalności transakcji i ich wpływu na pracę sieci na różnych poziomach napięć.

Wnioski i rekomendacje

Rada Europejskich Regulatorów Energii (CEER) oraz Agencja ds. Współpracy Organów Regulacji Energetyki (ACER) podkreślają, że elastyczność powinna być traktowana jako kom-

plementarne narzędzie planistyczne, uzupełniające klasyczne inwestycje sieciowe, a nie ich bezpośredni substytut w każdej sytuacji [7, 8, 9]. Wymaga to uwzględnienia elastyczności już na etapie planów rozwoju sieci dystrybucyjnej oraz prognoz zapotrzebowania na elastyczność. W dalszej perspektywie rozwój usług elastyczności w Polsce będzie w znacznym stopniu determinowany przez krajowe regulacje wdrażające wymagania unijne oraz przez wynik konsultacji i finalny kształt dokumentów OSP.

Rozpoczęta praktyka pokazuje, że usługi elastyczności realnie wchodzą do operacji krajowych OSD. TAURON Dystrybucja testuje lokalne rynki elastyczności z wynagrodzeniem za wykonanie. Dalszy rozwój będzie zależał od krajowych regulacji wdrażających unijne wymagania, koordynacji z OSP oraz dojrzałości procesów po stronie OSD (planowanie, telemetria, rozliczenia). Portale PSDI/WOZE mogą stać się istotnym elementem wymiany danych i koordynacji.

Produkt IDC jest najbardziej ujednoliconym rozwiązaniem – został wprowadzony do IRIESD przez wszystkich analizowanych operatorów w praktycznie identycznym brzmieniu. Jednak ze względu na ogólny charakter zapisów w IRIESD, wdrożenie operacyjne oraz praktyka wykorzystania mogą istotnie różnić się między OSD. Z kolei IRB znajduje się na wcześniejszym etapie rozwoju niż IDC. Obecnie trudno określić, jak często będzie wykorzystywany oraz czy zostanie wdrożony przez wszystkich OSD w jednolitym modelu.

Rozwiązania proponowane przez OSP (np. formuły redysponowania, wybór zasobów przez OSP na podstawie ofert OSD, rozliczenia kosztów pomiędzy OSP i OSD) ograniczają ryzyko przenoszenia problemów z dystrybucji do systemu przesyłowego. Wyzwaniem jest zachowanie odpowiedniej decentralizacji decyzji (znajomość lokalnych uwarunkowań przez OSD) przy jednoczesnej centralnej koordynacji efektów w KSE. Propozycja modelu, w którym OSD pełniłoby funkcję wykonawczą i rozliczeniową, natomiast decyzja o doborze zasobów byłaby podejmowana centralnie jest na etapie konsultacji społecznych i nie została zatwierdzona przez Prezesa URE.

Dla ograniczenia barier wejścia korzystne jest ujednolicanie definicji usług i wymagań technicznych między OSD. Jednocześnie lokalność (na poziomie GPZ) powinna pozostać – to właśnie na tym poziomie powstaje popyt na elastyczność i możliwe jest efektywne likwidowanie wąskich gardeł.

Usługa	Operator	Cel usługi	Kierunek działania	Dostawcy usługi	Wymagania techniczne	Aktywacja	Rozliczenie	Minimalna moc	Obszar sieci	Uwagi
IDC – Interwencyjna Dostawa Mocy Czynnej	ENEA Operator	Absorpcja nadwyżek OZE, zwiększenie elastyczności popytu	Zwiększenie poboru mocy czynnej	Odbiorcy energii (URD)	Zdalny pomiar, komunikacja elektroniczna	Okna IDC publikowane z 3-dniowym wyprzedzeniem	Brak wynagrodzenia; brak opłat za przekroczenie mocy w oknach aktywacji IDC	> 40 kW mocy umownej	Cała sieć OSD	Produkt nieodpłatny, zachęta do elastycznego popytu
	Energa-Operator				Zdalny pomiar, plan poboru D-1	Okna IDC + obowiązek zgłoszenia planu poboru		≥ 300–500 kW (etapowo)	Cała sieć OSD	Jedyny OSD z formalnym wymogiem planowania D-1
IRB – Interwencyjna Regulacja Mocy Biernej	ENEA Operator	Regulacja napięć i parametrów jakościowych energii	Pobór/ generacja mocy biernej ($\pm Q$)	Wytwórcy, magazyny energii	Zdalne sterowanie dyspozytora CDM parametrami: Q, Q(U), $\cos\phi$;	Polecenie ruchowe służb dyspozytorskich OSD	Wynagrodzenie [zł/Mvarh]	Ustalana indywidualnie	110 kV, SN	Możliwa praca kompensatorowa
	Energa-Operator		$\pm Q$ wg profili P-Q i U-Q	Wytwórcy, magazyny energii					110 kV, SN	Definicja oparta na profilach P-Q/U-Q
Optimalizacja pracy sieci z wykorzystaniem magazynów energii	ENEA Operator/ Energa Operator	Redukcja przeciążeń i bilansowanie lokalne	Ładowanie/ rozładowanie magazynu energii	Posiadacze magazynów energii (URD ME)	Zdalne sterowanie, telemetria, pomiar	Polecenie ruchowe służb dyspozytorskich OSD	Wynagrodzenie za wykonanie	Ustalana przez OSD	110 kV, SN	Usługa planowana
Lokalne usługi elastyczności – moc czynna	TAURON Dystrybucja ^{*)}	Zarządzanie ograniczeniami lokalnymi (GPZ)	Zwiększenie/ zmniejszenie poboru lub generacji	Odbiorcy, wytwórcy, agregatorzy	Certyfikat elastyczności, zdalny pomiar	Wezwanie ≥ 30 min (awaryjnie 15 min)	Wynagrodzenie [zł/kW/h] za wykonanie	≥ 40 kW	Wybrane GPZ	Rozliczenie względem profilu bazowego (baseline)

^{*)} Tauron Dystrybucja wprowadził ewidencję lokalizacji, w których zidentyfikowano zapotrzebowanie na usługi elastyczności oraz ewidencję zasobów elastyczności, posiadających certyfikat elastyczności – zdolnych do świadczenia usług elastyczności. Ewidencje te są ogólnodostępne na stronie internetowej operatora [6]

Tab. 1. Porównanie usług elastyczności na rzecz krajowych sieci dystrybucyjnych

Z perspektywy długookresowej podaży elastyczności, równoważenie CAPEX/OPEX po stronie uczestników (np. koszty automatyzacji, telemetrii, utraconej produkcji OZE) wymaga czytelnych, rynkowych sygnałów cenowych i przewidywalności wezwań. Dla uczestników rynku (odbiorców, wytwórców, magazynów) rekomendowane są następujące rozwiązania:

- » inwestycje w zdalne sterowanie i pomiar,
- » analiza praktyk rozliczeniowych u poszczególnych OSD (*baseline*, *progi*, *leadtime*),
- » rozważenie agregacji w celu spełnienia progów mocy i dywersyfikacji przychodów,
- » wykorzystanie map elastyczności do lokowania projektów w miejscach realnego popytu na usługę.

Literatura

1. Ustawa z 10 kwietnia 1997. Prawo energetyczne.
2. Polskie Sieci Elektroenergetyczne, Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej, 28 lipca 2025.

3. European Union. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE. 2019.
4. D. Krasnodębski, Przegląd i kierunki rozwoju sektora usług elastyczności. Praca przejściowa magisterska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2026.
5. Polskie Sieci Elektroenergetyczne. Karta aktualizacji nr 2/CW-2/CK-2/CB-2/2024, 11 lipca 2025.
6. Tauron Dystrybucja SA, Usługi elastyczności 2025.
7. CEER, *NRAs' Approach to DSO Flexibility Procurement, Justifications for Derogations from Article 32*, 2025.
8. ACER, *ACER approves EU-wide methodology to assess national electricity flexibility needs 2026*, <https://www.acer.europa.eu/news/acer-approves-eu-wide-methodology-assess-national-electricity-flexibility-needs>

logy-assess-national-electricity-flexibility-needs.

9. ACER, *Type and format of data and the methodology for TSOs' and DSOs' flexibility needs analysis 2025*.

ABSTRACT

Flexibility services in distribution networks – implementation in Poland

The rapid expansion of distributed renewable energy sources and the development of the active demand side are forcing new mechanisms for managing the operation of distribution networks and their interface with the transmission network. Flexibility services, provided locally to distribution system operators (DSOs), serve to reduce overloads, maintain acceptable voltage levels and defer capital expenditure while maintaining the operational security of the national power system (NPS). The article presents the definition and concept of flexibility services, technical and organisational requirements, benefits for operators and participants, and examples of Polish implementations, including conditions for participation and settlement rules.

Keywords: flexibility services, DSR, distribution networks, DSO active user, prosumer, settlement rules.

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
- Pomiar diagnostyczny tg delta izolacji transformatorów
- Badanie oleju transformatorowego [zaawansowane]
- Badania SFRA transformatorów
- Pomiar 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

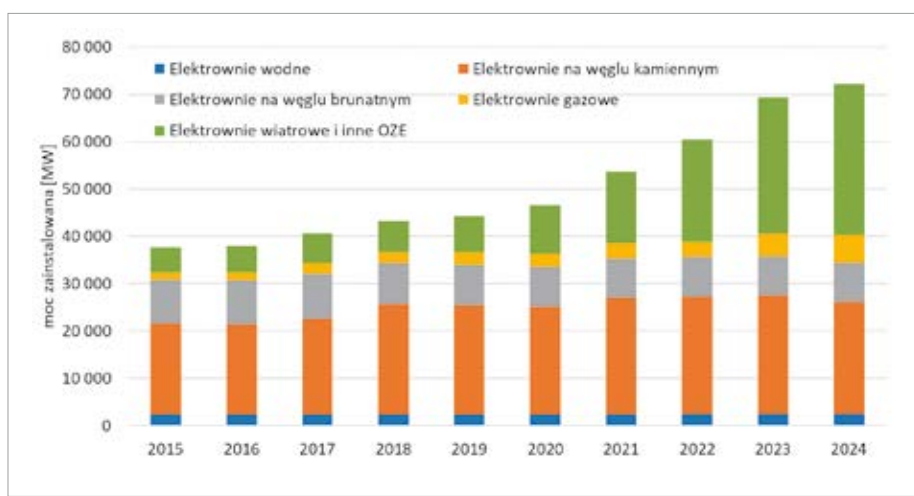
**REFERENCJE, PRZYKŁADY REALIZACJI
ORAZ PRAKTYCZNE PORADY ZNAJDZIESZ NA
WWW.WASZTAN.PL**

Rola samorządów w transformacji energetycznej

W prawie energetycznym zapisano, że bezpieczeństwo energetyczne to stan gospodarki, który umożliwia pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię. Pokrycie tego zapotrzebowania powinno odbywać się w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony [1]. Bezpieczeństwo energetyczne jest jednym z najważniejszych zagadnień w dzisiejszych czasach. Jest jednym z kryteriów decydujących o suwerenności państw.

Rozwiązaniem problemu z dostępem do nośników energii jest ich import, który – jak się okazuje – może być wykorzystywany jako narzędzie nacisku politycznego. Ważnym krokiem w kierunku poprawy bezpieczeństwa energetycznego, a jednocześnie redukcji emisji gazów cieplarnianych i neutralności klimatycznej, jest odejście od zanieczyszczających źródeł energii – w szczególności paliw kopalnych, takich jak węgiel i gaz ziemny, które emitują znaczne ilości gazów cieplarnianych podczas spalania – na rzecz źródeł bardziej przyjaznych dla środowiska, w szczególności energii odnawialnej. Pojawia się jednak zasadnicze pytanie: czy możliwe jest oparcie nowego systemu energetycznego wyłącznie na źródłach odnawialnych? Już dziś widać wyraźnie, że nadmiar mocy zainstalowanej w stochastycznych źródłach OZE jest ogromnym wyzwaniem i jednocześnie problemem dla operatorów systemów energetycznych.

Z jednej strony istotnym elementem bezpieczeństwa energetycznego jest zastępowanie wycofywanych z eksploatacji elektrowni węglowych odnawialnymi źródłami energii, stąd ich coraz większy udział w KSE. Z drugiej strony – ze względu na ich zdecydowanie krótszy czas pracy w ciągu roku – konieczne będzie znacz-



Rys. 1. Moc zainstalowana w KSE w poszczególnych źródłach w latach 2015–2024 [3]

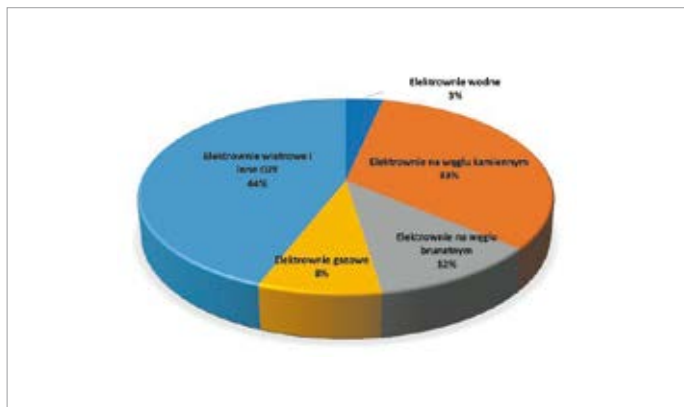
ne przewymiarowanie ich mocy zainstalowanej w stosunku do wycofywanych źródeł konwencjonalnych.

Krajowy System Elektroenergetyczny z uwzględnieniem źródeł OZE

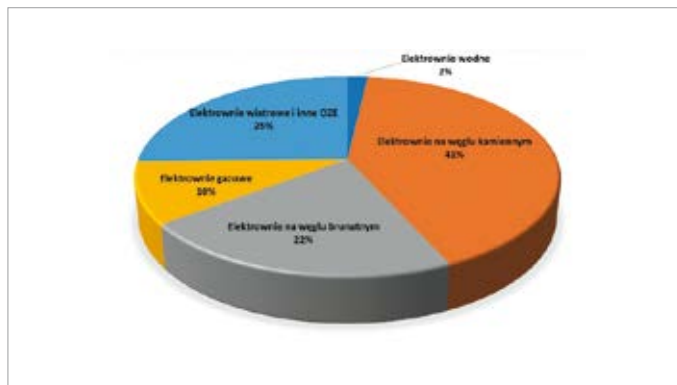
Według danych PSE S.A. w Polsce na koniec 2024 roku moc zainstalowana we wszystkich źródłach energii przekroczyła 72 GW (rys. 1).

Z tego źródła odnawialne stanowią już 44% mocy zainstalowanej (rys. 2.) i odpowiadały w 2024 roku za prawie 25% wyprodukowanej energii elektrycznej (rys. 3.).

Warto również zauważyć, że w ciągu ostatnich 20 lat moc zainstalowana w OZE zmieniała się bardzo dynamicznie (rys. 4.). Do 2016 roku rozwijały się przede wszystkim elektrownie wiatrowe. Po wejściu w życie tzw. ustawy wiatrakowej (2016), która zdecydowanie ograniczyła



Rys. 2. Struktura procentowa mocy zainstalowanej w KSE, stan na 31.12.2024 r. [2]

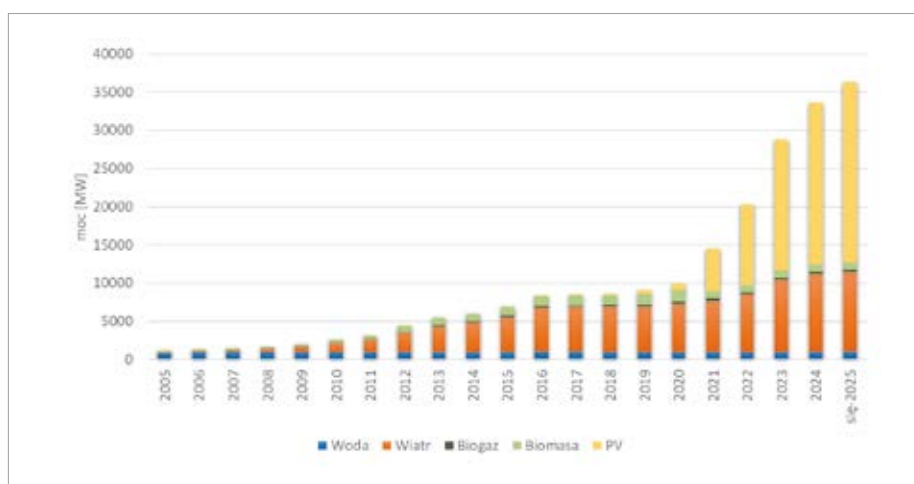


Rys. 3. Procentowy udział w produkcji energii elektrycznej poszczególnych grup elektrowni według rodzajów paliw w 2024 r. [2]

możliwości budowy nowych elektrowni, ich rozwój dość znacznie wyhamował. Z kolei wprowadzenie tzw. ustawy prosumenckiej w 2019 roku spowodowało bardzo dynamiczny rozwój instalacji fotowoltaicznych, przede wszystkim prosumenckich.

Na koniec sierpnia 2025 roku w KSE mieliśmy ponad 36 GW mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych, w tym prawie 24 GW (65% udziału w miksie OZE – **rys. 5.**) stanowią instalacje fotowoltaiczne, ponad 10 GW – elektrownie wiatrowe (prawie 30% udziału w miksie OZE). Nadal stosunkowo niewielki udział w rozwoju źródeł OZE mają elektrownie biogazowe, których moc zainstalowana wynosi niewiele ponad 320 MW, pomimo znacznego potencjału rozwoju tych źródeł.

Porównując udziały procentowe mocy zainstalowanych w źródłach OZE (**rys. 5.**) z produkowaną przez nie energią elektryczną, wpro-



Rys. 4. Zmiany mocy zainstalowanej w KSE w poszczególnych źródłach OZE w latach 2005-2025 [opracowanie własne na podstawie 3, 4]

wadzaną do systemu elektroenergetycznego, można zauważyć, że proporcje elektrowni fotowoltaicznych i wiatrowych są odwrotne. Elektrownie wiatrowe odpowiadają za 49% produkowanej przez źródła OZE energii elektrycznej, podczas gdy instalacje fotowoltaiczne tylko za nieco ponad 31% (**rys. 6.**).

Rozwój energetyki odnawialnej ma istotne znaczenie dla realizacji podstawowych celów polityki energetycznej. Zwiększenie wykorzystania tych źródeł niesie za sobą większy stopień uniezależnienia się od dostaw energii z importu.

Promowanie wykorzystania odnawialnych źródeł energii pozwala na zwiększenie stopnia dywersyfikacji źródeł dostaw oraz stworzenie warunków do rozwoju energetyki rozproszonej opartej na lokalnie dostępnych surowcach.

Jest jednak druga strona medalu rozwoju źródeł OZE w Polsce. W założeniach polityki energetycznej Polski do 2040 roku zapisano, że do 2040 roku w KSE zainstalowane będzie ok. 16 GW mocy w instalacjach fotowoltaicznych. Dokument strategiczny, jakim jest „Polityka energetyczna Polski do 2040 roku” (PEP 2040), daje zarówno inwestorom jak i spółkom energetycz-

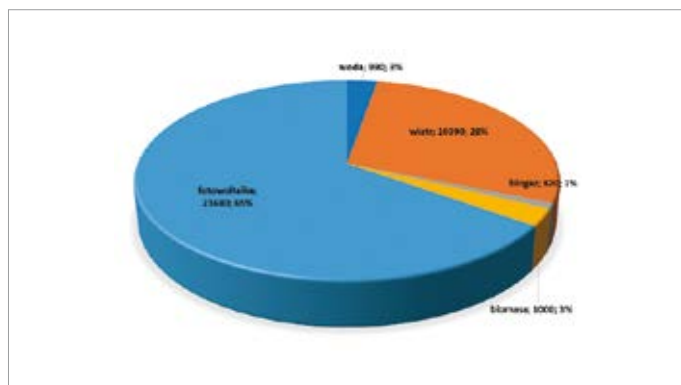
nym jasny sygnał, w jaki sposób rozwijać się będzie system energetyczny i na jakie kwestie należy zwrócić szczególną uwagę, planując rozwój swoich firm. Dlatego w kwietniu 2023 roku zostały zaprezentowane założenia do aktualizacji „Polityki energetycznej Polski do 2040 roku” [6]. W proponowanej aktualizacji zapisano, że źródła odnawialne mogą osiągnąć ok. 50 GW w 2030 roku i ok. 88 GW w 2040 roku, a łączna moc zainstalowana w systemie ma osiągnąć ok. 130 GW. Ponadto w planach spółek energetycznych jest wybudowanie do 2040 roku około 8 GW nowych źródeł wytwórczych zasilanych gazem ziemnym.

Jeśli przyjrzymy się, jakie były przyrosty liczby instalacji prosumenckich na przestrzeni ostatnich lat, łatwo zauważyć, że założenia zawarte w PEP 2040 zostały przekroczone już w momencie publikacji tego dokumentu. Na koniec 2024 roku w Polsce mieliśmy już ponad 1,54 mln mikroinstalacji o łącznej mocy ponad 12,7 GW (**rys. 7.**). Zdecydowana większość mikroinstalacji (prawie 98,6%) należała do prosumentów, w całym kraju było ich 1 522 655. Instalacje te wprowadziły do sieci elektroenergetycz-

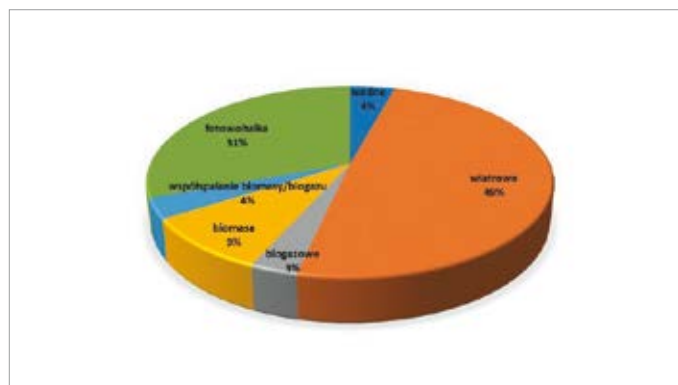
STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono rolę, jaką mogą i powinny odgrywać jednostki samorządu terytorialnego w kształtowaniu bezpieczeństwa energetycznego. Transformacja energetyczna, jaka realizowana jest obecnie, czyli stopniowe odchodzenie od paliw kopalnych w energetyce i przejście na źródła zeroemisyjne, w tym źródła odnawialne, wymaga, aby zaangażowani w nią byli wszyscy interesariusze. Samorządy mogą w tym zakresie odegrać kluczową rolę. To na poziomie gminy może być koordynowany rozwój energetyki poprzez wspieranie inicjatyw promujących lokalne odnawialne źródła energii, takich jak klastry energii czy spółdzielnie energetyczne, które mogą zapewnić tańszą i stabilniejszą energię dla mieszkańców i przedsiębiorstw, a tym samym wzmacniać niezależność energetyczną regionu. Również współpraca jednostek samorządowych z operatorami systemów energetycznych może przyczynić się do wzrostu bezpieczeństwa energetycznego – nie tylko w skali gminy czy regionu, ale również kraju.

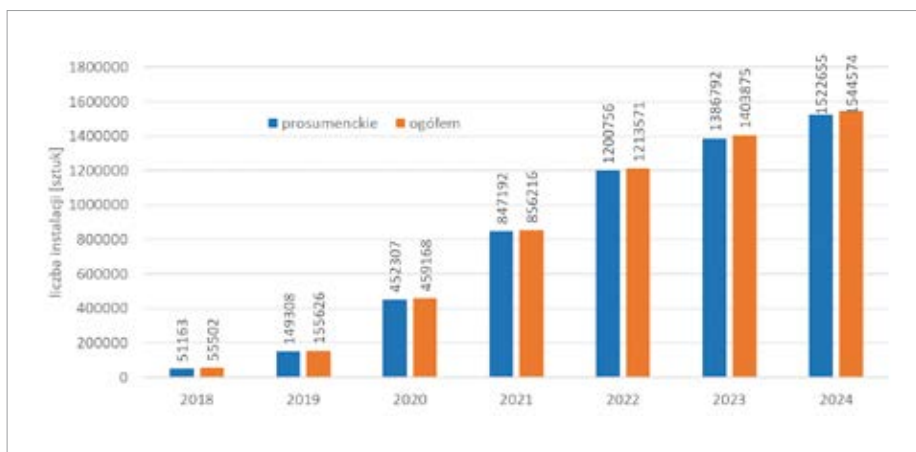
Słowa kluczowe: transformacja energetyczna, odnawialne źródła energii, klastry energetyczne, spółdzielnie energetyczne, jednostki samorządu terytorialnego, system elektroenergetyczny.



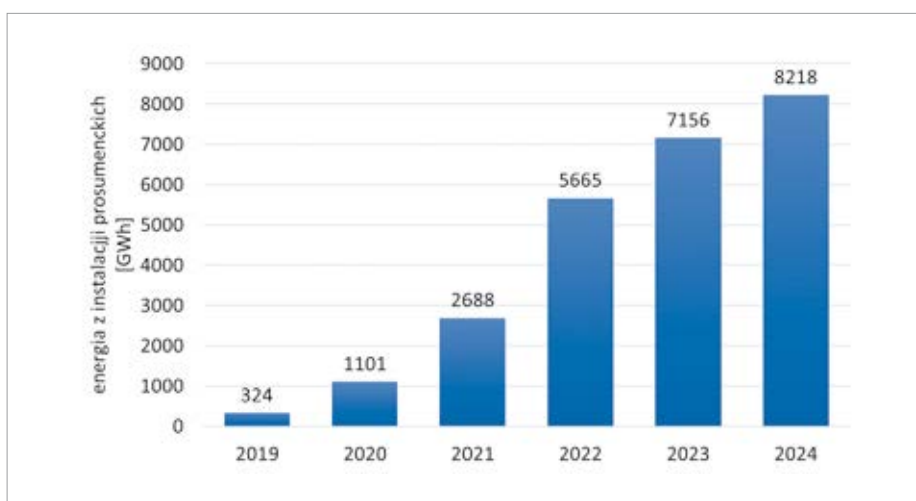
Rys. 5. Struktura procentowa mocy zainstalowanej w źródłach OZE w KSE, stan na sierpień 2025 r. [opracowanie własne na podstawie 3, 4]



Rys. 6. Procentowy udział w produkcji energii elektrycznej poszczególnych źródeł OZE w 2025 r. [opracowanie własne na podstawie 5]



Rys. 7. Przyrosty liczby mikroinstalacji OZE w Polsce w latach 2018-2024 [5]



Rys. 8. Energia elektryczna wprowadzona do sieci elektroenergetycznej przez mikroinstalacje, w tym prosumenckie, w latach 2019-2025 [4]

nej w 2024 roku ok. 8 GWh energii elektrycznej (**rys. 8.**) – to jest ok. 4,7% wyprodukowanej w kraju energii. Ponadto ich autokonsumpcja wyniosła 2,6TWh, co stanowiło ok. 1,5% krajowego zużycia [5].

Problemy operatorów z nadmiarem generacji ze źródeł OZE

Dynamiczny rozwój źródeł odnawialnych, w szczególności prosumenckich instalacji fotowoltaicznych oraz wielkoskalowych farm fotowoltaicznych, przy jednocześnie niewielkim wzroście zapotrzebowania na energię elektryczną skutkuje coraz częściej koniecznością ograniczania produkcji energii z OZE, czyli tzw. nierynkowym redysponowaniem. Mechanizmem redysponowania objęte są przede wszystkim wielkoskalowe farmy i przemysłowe instalacje fotowoltaiczne, głównie w okresach najkorzystniejszych warunków słonecznych, przy jednoczesnym braku zapotrzebowania odbiorców na energię. Prosumenci, którzy tworzą największy

segment fotowoltaiki w Polsce, nie są wyłączani z powodów bilansowych. Takie czasowe ograniczanie produkcji ze źródeł odnawialnych realizowane jest na polecenie OSP i w znacznej części następuje za pośrednictwem OSD, bo to do sieci OSD przyłączona jest większość źródeł OZE.

Konieczność stosowania tego mechanizmu wzrosła wraz z rozwojem OZE, których praca jest uzależniona od warunków pogodowych. Skala tego zjawiska będzie się w najbliższych latach z pewnością pogłębiać.

Obecnie toczy się dyskusja, jak w przyszłości wykorzystać ten nadmiar generowanej energii i nie tracić jej bezpowrotnie. Wśród wielu możliwości wymienia się zwiększenie możliwości magazynowania energii elektrycznej, wykorzystanie ciepłownictwa do odbioru nadwyżek energii elektrycznej na cele ciepłownicze, z wykorzystaniem np. kotłów elektrodowych czy magazynów ciepła. Kolejną z propozycji jest zmiana energii elektrycznej na wodór w technologii Power to Gas. Wydaje się również, że zagospodarowanie nadwyżek produkowanej energii

elektrycznej, zwiększona autokonsumpcja na poziomie lokalnym mogłyby również być dobrym środkiem zaradczym w celu poprawy elastyczności i bilansowania systemu.

Spółeczności lokalne i rola samorządu w transformacji energetycznej

Założenia transformacji energetycznej obejmują wiele aspektów. Jednym z nich jest rozwój i integracja odnawialnych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym, co wymaga również inwestycji w nowoczesne technologie magazynowania energii, inteligentne sieci oraz cyfryzację sektora energetycznego. Jednak nieodłącznym elementem procesu transformacji energetycznej jest decentralizacja i dekarbonizacja systemu energetycznego, umożliwiające zwiększenie roli prosumentów, czyli jednoczesnych producentów i konsumentów energii [7, 8, 9].

Rozwój energetyki obywatelskiej, niezbędny przy decentralizacji systemu energetycznego, przyczynia się do zwiększenia dostępu do energii oraz wzmacnia niezależność energetyczną poszczególnych obszarów. Decentralizacja przyczynia się także do zwiększenia odporności systemu energetycznego na awarie i kryzysy poprzez dywersyfikację źródeł energii oraz ograniczenie strat przesyłowych.

Istotą transformacji energetycznej na poziomie lokalnym jest możliwość tworzenia inicjatyw energetycznych. Założenie ich tworzenia polega na tym, aby kontrolować produkcję i zużycie energii oraz ograniczać jej koszty. Członkowie inicjatyw energetycznych pełnią podwójną rolę: są jednocześnie producentami i konsumentami energii. Dzięki temu energia wyprodukowana przez jedną osobę może być konsumowana przez innego członka społeczności, co zwiększa poziom autokonsumpcji energii i minimalizuje straty związane z jej przesyłem. Społeczności, spółdzielnie i klastry energetyczne mają potencjał, aby stać się w najbliższej przyszłości kluczowym elementem społeczności energetycznych. Niestety, potencjał spółdzielni czy klastrów energetycznych nie jest wykorzystywany. Wynika to przede wszystkim z barier prawnych i ekonomicznych. Ponadto jednym z ograniczeń w ich funkcjonowaniu jest trudna współpraca z operatorami sieci dystrybucyjnych w zakresie realizacji działań umożliwiających rozwój klastra lub spółdzielni energetycznej. Wynika to m.in. z braku jasnej strategii dla rozwoju energetyki społecznej [7, 8, 9].

Zgodnie z unijnymi dyrektywami, państwa członkowskie są zobowiązane do tworzenia od-

powiednich warunków prawnych i finansowych sprzyjających rozwojowi inicjatyw energetycznych. W Polsce do takich form należą obywatelskie społeczności energetyczne, spółdzielnie energetyczne oraz klastry energii. Działalność każdej z tych form regulują odpowiednie przepisy Ustawy z dnia 20 lutego 2015 roku o odnawialnych źródłach energii [12] oraz Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne [10]. Ponadto plany rozwoju społeczności energetycznych, spółdzielni i klastrów energii zawarte są w wielu innych dokumentach, m.in. w „Krajowym planie w dziedzinie energii i klimatu do 2030 roku”, „Strategii Rozwoju Energetyki Rozproszonej w Polsce do 2040 roku” czy „Polityce energetycznej Polski do 2040 roku”. W prawie krajowym można wyróżnić kilka form organizacyjno-prawnych energetyki obywatelskiej: prosument energii odnawialnej, prosument zbiorowy energii odnawialnej, prosument wirtualny energii odnawialnej, spółdzielnia energetyczna, klastr energii, obywatelska społeczność energetyczna.

Obywatelska społeczność energetyczna to podmiot, który posiada zdolność prawną i jest oparty na dobrowolnym uczestnictwie, w którym mogą brać udział osoby fizyczne, jednostki samorządu terytorialnego, mikro- lub mali przedsiębiorcy, dla których działalność gospodarcza w sektorze energetycznym nie stanowi przedmiotu podstawowej działalności gospodarczej. Obywatelska społeczność energetyczna może prowadzić działalność na obszarze działania jednego operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, do którego sieci (o napięciu znamionowym nie wyższym niż 110 kV) są przyłączone instalacje należące do członków, udziałowców lub wspólników tej społeczności, a podjęcie działalności uzależnione jest m.in. od uzyskania wpisu do wykazu obywatelskich społeczności energetycznych, prowadzonego przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Przedmiotem działalności obywatelskiej społeczności energetycznej może być wytwarzanie, zużywanie, dystrybucja, sprzedaż, obrót, agregacja i magazynowanie energii elektrycznej. Do zadań społeczności może należeć także: realizowanie przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, świadczenie usług ładowania pojazdów elektrycznych, świadczenie innych usług na rynkach energii elektrycznej, w tym usług systemowych lub usług elastyczności, wytwarzanie, zużywanie, magazynowanie lub sprzedaż biogazu, biogazu rolniczego, biomasy i biomasy pochodzenia rolniczego w rozumieniu ustawy o OZE [12].

Spółdzielnia energetyczna to forma prawna, której członkowie, na zasadzie dobrowolności, współpracują w celu wspólnego wytwarzania, dystrybucji i konsumpcji energii, głównie z OZE. To spółdzielnia w rozumieniu Ustawy z dnia 16 września 1982 roku Prawo spółdzielcze lub spółdzielnia rolnicza w rozumieniu Ustawy z dnia 4 października 2018 roku o spółdzielniach rolników, której przedmiotem działalności jest wytwarzanie, obrót lub magazynowanie: energii elektrycznej, biogazu, biogazu rolniczego, biometanu lub ciepła, w instalacjach odnawialnego źródła energii dokonywane w ramach działalności prowadzonej wyłącznie na rzecz tych spółdzielni oraz ich członków. Spółdzielnia energetyczna może działać jedynie na obszarze jednego operatora systemu dystrybucyjnego, a jej źródła energii mają być przyłączone do sieci dystrybucyjnej energii elektrycznej o napięciu niższym niż 110 kV, sieci gazowej lub ciepłowniczej. Dodatkowo spółdzielnia energetyczna ma obowiązek zawarcia umowy na sprzedaż energii wyłącznie z jednym sprzedawcą. Spółdzielnie mają zapewniony korzystny system rozliczeń: za każdą kilowatogodzinę energii oddanej do sieci przez spółdzielnię mogą one pobrać 0,6 kWh energii. Działają więc w zasadzie podobnie jak prosumenci w net-meteringu. Łączna moc wszystkich instalacji odnawialnych źródeł energii działających w ramach jednej spółdzielni energetycznej nie może przekraczać 10 MW [12].

Co ważne, aby spółdzielnia energetyczna mogła funkcjonować, musi spełnić następujące warunki:

- » prowadzi działalność na obszarze gminy wiejskiej lub miejsko-wiejskiej w rozumieniu przepisów o statystyce publicznej lub na obszarze nie więcej niż trzech tego rodzaju gmin bezpośrednio sąsiadujących ze sobą;
- » w przypadku, gdy przedmiotem jej działalności jest wytwarzanie energii elektrycznej, łączna moc zainstalowana elektryczna wszystkich instalacji odnawialnego źródła energii nie przekracza 10 MW, a ich sprawność wytwarzania energii elektrycznej umożliwia pokrycie w ciągu roku nie mniej niż 70% potrzeb własnych spółdzielni energetycznej i jej członków [12].

Klastr energii to porozumienie cywilnoprawne pomiędzy różnymi podmiotami: osobami fizycznymi, prawnymi, jednostkami samorządu terytorialnego (JST) i innymi organizacjami, którego przedmiotem jest współpraca w zakresie: wytwarzania, magazynowania, równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji lub obrotu energii elektrycznej lub paliw [12]. Klastr tworzy się w celu zapewnienia jego stronom korzyści gospodarczych, społecznych lub środowiskowych lub zwiększenia elastyczności systemu elektroenergetycznego, którego stroną jest co najmniej: jednostka samorządu terytorialnego lub spółka kapitałowa utworzona przez jednostkę samorządu terytorialnego z siedzibą na obszarze działania klastra energii lub spółka kapitałowa, której udział w kapitale zakładowym spółki jest większy niż 50% lub przekracza 50% liczby udziałów lub akcji. Taka definicja sprawia, że krąg podmiotów mogących uczestniczyć w takim porozumieniu pozostaje otwarty. Obejmuje on zarówno osoby fizyczne, jak i osoby prawne oraz jednostki organizacyjne nieposiadające osobowości prawnej, którym przepisy szczególne nadają zdolność prawną. Jednocześnie jednak ustawodawca wprowadził obligatoryjny warunek, zgodnie z którym w porozumieniu musi uczestniczyć przynajmniej jedna jednostka samorządu terytorialnego (JST). To powinno zagwarantować, że działalność klastra energii przyniesie znaczne korzyści na poziomie lokalnym i będzie sprzyjać ścisłej współpracy z samorządem terytorialnym. W skład klastra znajdującego się na obszarze jednego powiatu może wchodzić dowolna liczba gmin, natomiast gdy klastr znajduje się na terenie dwóch lub więcej powiatów, liczba gmin wynosić może maksymalnie pięć.

Jeśli klastry chcą korzystać ze wsparcia, muszą zostać wpisane do rejestru klastrów prowadzonego przez prezesa URE. Klastry są zwolnione z części opłat (np. z opłaty OZE, kogeneracyjnej), a także mogą uzyskać zniżkę na opłatę dystrybucyjną dla energii elektrycznej, ale pod pewnymi warunkami. Jeśli w danej godzinie autokonsumpcja energii elektrycznej klastra przekroczy 60% – zniżka na opłatę dystrybucyjną wynosi 5%, natomiast jeśli klastr osiągnie pełną autokonsumpcję (w danej godzinie wykorzysta tyle energii, ile wyprodukował) – opłata dystrybucyjna spadnie o 25%. Dodatkowo w okresie lat 2024-2026 co najmniej 30% energii wytwarzanej przez klastr musi pochodzić z odnawialnych źródeł, a magazyny energii muszą mieć moc równą co najmniej 2% mocy zainstalowanej. W kolejnych latach te wymogi stają się jeszcze większe, udział OZE rośnie do 50%, a magazyny muszą osiągnąć 5% mocy instalacji. Łączna moc źródeł w klastrze nie może przekroczyć 150 MW [12].

W „Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku” [11] zdefiniowano główne cele rozwoju lokalnych inicjatyw energetycznych. Celami tymi są:

1. rozwój otoczenia regulacyjnego przyjaznego dla energetyki rozproszonej,
2. poprawa poziomu wiedzy, edukacji i kompetencji w sferach powiązanych z energetyką rozproszoną,
3. promowanie szerszego wykorzystywania inteligentnych i nowoczesnych rozwiązań sprzyjających rozwojowi energetyki rozproszonej.

Dla każdego z celów sformułowana została lista działań wspierających, realizujących cele. Wśród nich warto wymienić:

Działanie 2. Poprawa warunków współpracy z operatorami sieci dystrybucyjnych;

» pkt 2.2. Standaryzacja danych i protokołów komunikacyjnych dla wymiany danych w ramach klastrów energii oraz pomiędzy klastrami energii i interesariuszami zewnętrznymi (np. operatorami);

» pkt. 2.7. Ustawowe określenie m.in. zasad współpracy OSD z klastrami energii/spółdzielniami energetycznymi;

Działanie 8. Zwiększenie poziomu sterowalności sieci;

» pkt. 8.2. Wprowadzenie standardów, np. w systemach wsparcia promujących stosowanie zróżnicowanych technologicznie rozproszonych źródeł energii, tym samym zrównoważony mikś energetyczny. Struktura wytwarzania energii w ramach klastra energii/spółdzielni energetycznej powinna uwzględniać instalację sterowanych źródeł (np. generatorów biogazowych, układów kogeneracyjnych itp.) jako uzupełnienie OZE pogodozależnych.

ABSTRACT

This article presents the role that local government units can and should play in shaping energy security. The energy transformation currently underway – the gradual shift away from fossil fuels in the energy sector and toward zero-emission sources, including renewables – requires the involvement of all stakeholders. Local governments can play a key role in this regard. Energy development can be coordinated at the municipal level by supporting initiatives promoting local renewable energy sources, such as energy clusters and energy cooperatives, which can provide cheaper and more stable energy for residents and businesses, thus strengthening the region's energy independence. Cooperation between local government units and energy system operators can also contribute to increased energy security – not only at the municipal or regional level, but also nationally.

Keywords: energy transformation, renewable energy sources, energy cluster, energy cooperative, local government units, power system.

W zbiorze źródeł należy także rozważać instalacje off-grid;

» 8.7. Rozwój i wdrażanie narzędzi informatycznych ułatwiających zarządzanie klastrami energii/spółdzielniami energetycznymi i umożliwiających realizację podstawowych funkcji zarządczych, np.:

- grafikowanie/bilansowanie produkcji energii i zapotrzebowania na energię, w tym rozwiązania umożliwiające zarządzanie popytem (np. DSM, DSR),
- ewidencjonowanie i rozliczanie członków klastra z zastosowaniem także nowoczesnych rozwiązań taryfowych, tj. taryf wielostrefowych czy taryf dynamicznych,
- rozliczenia sąsiedzkie pomiędzy uczestnikami klastra.

Z perspektywy JST i społeczności, lokalne inicjatywy energetyczne powinny w przyszłości przyczynić się do budowy i modernizacji mikro-sieci, co przełoży się na poprawę efektywności energetycznej i zwiększenie stabilności dostaw.

24 marca 2025 roku opublikowano na stronach rządowych projekt ustawy o zmianie ustawy Prawo energetyczne, który stanowi kolejny krok w kierunku dostosowania polskich regulacji do prawa unijnego. Projekt zakłada wdrożenie postanowienia Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1711 oraz Rozporządzenia (UE) 2024/1106, które mają na celu zwiększenie odporności rynku energii, ochronę konsumentów i przyspieszenie transformacji energetycznej. W projekcie znalazły się również zapisy dotyczące planowania energetycznego i roli samorządów. Zapisano, że rezygnuje się z obowiązku uchwalania założeń do planów zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Projekt zakłada opracowywanie projektów planów zaopatrzenia w ciepło, które uzyskają rangę aktów prawa miejscowego. Samorządy otrzymają szersze kompetencje w zakresie nadzoru nad ich realizacją, a współpraca jednostek samorządu terytorialnego z operatorami systemów energetycznych w zakresie ich realizacji ma zostać usprawniona.

Jak zatem można zauważyć, rola samorządu w procesie transformacji energetycznej jest bardzo istotna – zarówno w kwestii samej transformacji energetycznej, jak i w obszarze społecznym. To JST są ważnym elementem tworzenia społeczności energetycznych.

I Podsumowanie

Obecny model działania systemu rynku energii zakłada, że cała energia wyproduk-

wana przez prosumenta, spółdzielnię, klastr i niewykorzystana przez niego trafia do systemu. Oznacza to, że w momencie, kiedy jest duże nasłonecznienie lub sprzyjające warunki wietrzne, zdarza się, że znacznie większa ilość energii jest produkowana niż zużywana. Sieci przesyłowe oraz dystrybucyjne nie są przygotowane na odebranie takich ilości energii w krótkim czasie.

Wraz z odchodzeniem od węgla będziemy budować coraz więcej źródeł OZE, system będzie zdecydowanie bardziej przewidywalny niż obecnie. Im większy będzie system, tym trudniej będzie go zbilansować.

Czy w takim razie bilansowanie energii na lokalnym rynku może być interesującym rozwiązaniem? Cała energia wyprodukowana ze źródeł rozproszonych mogłaby być wykorzystana lokalnie, a jej nadwyżki zostałyby zmagazynowane.

Inicjatywy energetyczne realizowane oddolnie z udziałem samorządu – ze względu na fakt opierania się przede wszystkim na źródłach OZE – mogą odgrywać znaczącą rolę w procesie transformacji energetycznej. Reprezentują one model energetyki rozproszonej, który dobrze zarządzany powinien wzmacniać odporność systemu energetycznego. Poprzez promowanie konsumpcji energii w pobliżu źródła, inicjatywy energetyczne mogą wspierać lepsze wykorzystanie lokalnego potencjału produkcyjnego. To z kolei powinno przekładać się na bardziej efektywne funkcjonowanie sieci energetycznej – w porównaniu do obecnego systemu ze znacznym udziałem indywidualnych prosumentów z mikroinstalacjami OZE.

Kolejnym krokiem rozwoju przedstawionych inicjatyw energetycznych, a zarazem interesującą alternatywą dla ich rozwoju, może być wdrożenie modelu wirtualnej elektrowni (VPP – *Virtual Power Plant*). Wirtualna elektrownia to system, który może zintegrować lokalne źródła energii odnawialnej oraz odbiorców w ramach zintegrowanego mechanizmu zarządzania. Dzięki temu możliwe będzie efektywne zarządzanie zasobami energetycznymi, co pozwoli na optymalizację zarówno lokalnego zapotrzebowania na energię, jak i jej nadwyżek.

Wirtualna elektrownia pozwoli na lepsze wykorzystanie dostępnych zasobów energii. Powinna ona funkcjonować jako sterowalna jednostka w ramach Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, co ułatwi integrację z rynkiem energii. Taki model pozwoli w przyszłości na bardziej elastyczne reagowanie na zmiany w zapotrzebowaniu i produkcji energii na lo-

kalnych rynkach, a także stworzy możliwość udziału w usługach systemowych, takich jak bilansowanie sieci czy handel nadwyżkami energii na rynkach hurtowych.

Dla operatorów sieci dystrybucyjnych taki wirtualny, a jednocześnie w pełni sterowalny i przewidywalny obiekt wytwarzania energii elektrycznej będzie wsparciem w realizacji zadań systemowych. VPP może wtedy wspierać działania OSD w zakresie poprawy stabilności i elastyczności systemu energetycznego.

W tym kontekście udział jednostek samorządu terytorialnego jako nowych uczestników rynku wydaje się być godny uwagi. Do zadań własnych gminy w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe należy m.in. planowanie i organizacja zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gminy oraz planowanie i organizacja działań mających na celu racjonalizację zużycia energii i promocję rozwiązań zmniejszających zużycie energii na obszarze gmin (art. 18 ustawy Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 roku). Warto również zwrócić uwagę, że gmina opracowuje projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, określając w nim przedsięwzięcia racjonalizujące użytkowanie energii elektrycznej oraz wskazując na możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów energii, z uwzględnieniem energii elektrycznej w instalacjach odnawialnego źródła energii elektrycznej (art. 19 ustawy Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 roku). Zatem gminy mają odpowiednie narzędzia do realizacji zadań dotyczących rozwoju źródeł odnawialnych na swoim terenie i podjęcia współpracy z operatorami sieci dystrybucyjnych w zakresie wdrażania technologii zarządzania źródłami. Ponadto jednostki samorządowe najlepiej wiedzą, jakimi zasobami dysponują na swoim terenie, i od wielu lat powinny być wzorem w zakresie poprawy efektywności energetycznej.

I Bibliografia

1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz.U. z 2024 r. poz. 266).
2. <https://www.pse.pl/dane-systemowe> [dostęp: 14.10.2025].
3. <https://www.are.waw.pl/badania-statystyczne/prezentacja-wybranych-danych> [dostęp: 10.10.2025].
4. <https://www.ure.gov.pl/pl/urzad/informacje-ogolne/aktualnosci/12551,Raport-URE-w-Polsce-dziala-juz-15-mln-mikroinstalacji-OZE.html> [dostęp: 10.10.2025].
5. <https://www.forum-energii.eu/rocznik-dane-o-energetyce> [dostęp: 16.10.2025].
6. <https://www.gov.pl/web/klimat/zalozenia-do-aktualizacji-polityki-energetycznej-polski-do-2040-r> [dostęp: 16.09.2024].
7. <https://zielona-transformacja.org/rola-spolecznosci-lokalnych-w-transformacji-energetycznej/> [dostęp: 16.10.2025].
8. <https://www.deloitte.com/pl/pl/Industries/energy/perspectives/transformatcja-energetyczna-a-zmiany-spoleczne.html> [dostęp: 16.10.2025].
9. <https://energetykamiast.pl/dobre-praktyki/nowy-wpis-bbc36933-a6c8-4f85-885f-c35c2ae7df4b> [dostęp: 16.10.2025].
10. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19970540348/U/D19970348Lj.pdf> [dostęp: 16.10.2025].
11. <https://www.gov.pl/web/klimat/strategia-rozwoju-energetyki-rozproszonej> [dostęp: 16.10.2025].
12. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20150000478/U/D20150478Lj.pdf> [dostęp: 16.10.2025].

DEHN



Spokojnie. Oto DEHNventil ACI.

- zastosowanie techniki ACI eliminuje konieczność stosowania dobezpieczenia
- wysokie parametry użytkowe: obciążalność prądem piorunowym 100 kA i niski napięciowy poziom ochrony $\leq 1,5$ kV
- maksymalny spodziewany prąd zwarcia AC: 100 kA_{rms} (50 Hz)
- bezpieczna izolacja galwaniczna z sygnalizacją stanu odłączenia, która zwiększa odporność na przepięcia dorywcze (TOV)
- brak prądu upływu
- wbudowany moduł ochrony nadprądowej ACI
- kabel przyłączeniowy: przekrój 16 mm² (Cu) jest wystarczający
- przewód neutralny z lewej lub prawej strony
- monitorowanie stanu poprzez zdalną sygnalizację
- montaż na szynie DIN lub na szynie zbiorczej
- wersja do sieci TN-S i TN-C



DEHN protects.

Analiza parametrów jakości energii elektrycznej w kontekście wymagań norm IEC 61000-4-30 oraz PN-EN 50160

Jakość energii elektrycznej stanowi kluczowy element prawidłowego funkcjonowania współczesnych sieci elektroenergetycznych. Wymagania dotyczące parametrów jakości energii elektrycznej są precyzyjnie określone w normach IEC 61000-4-30 oraz PN-EN 50160. Obie normy – mimo że mają różne zakresy i cele – dobrze się uzupełniają i są kluczowe dla zapewnienia jakości energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych.

Norma IEC 61000-4-30 określa metody pomiarowe oraz klasy dokładności dla urządzeń przeznaczonych do monitorowania parametrów sieci. Definiuje ona wymagania dotyczące pomiaru napięcia, prądu, częstotliwości, harmonicznych, migotania światła, asymetrii napięć oraz innych parametrów jakości energii elektrycznej. Norma ta jest kluczowa dla zapewnienia zgodności urządzeń pomiarowych z wymaganiami technicznymi i normatywnymi.

Norma PN-EN 50160 koncentruje się na charakterystykach napięcia w publicznych sieciach elektroenergetycznych, określając dopuszczalne odchylenia napięcia zasilającego w sieciach niskiego, średniego, wysokiego i bardzo wysokiego napięcia. Określa ona dopuszczalne odchylenia napięcia zasilającego w sieciach niskiego napięcia na poziomie $\pm 10\%$ od wartości znamionowej. W przypadku sieci średniego napięcia norma określa podobne wymagania, jednak z uwzględnieniem specyfiki sieci i warunków operacyjnych. Norma ta jest kluczowa dla zapewnienia zgodności urządzeń pomiarowych z wymaganiami technicznymi i normatywnymi.

Analizator jakości energii PQ-BOX 150 firmy A-Eberle spełnia wszystkie wymagania normy IEC 61000-4-30, co czyni go narzędziem umożliwiającym precyzyjny pomiar kluczowych parametrów sieci. Dzięki zastosowaniu 24-bitowego przetwornika analogowo-cyfrowego oraz częstotliwości próbkowania 20,48 kHz, urządzenie zapewnia dokładną rejestrację danych, co jest niezbędne do analizy dynamicznych zmian w sieci. PQ-BOX 150 umożliwia rejestrację danych w interwałach 1-sekundowych, co pozwala na monitorowanie parametrów w czasie rzeczywistym oraz generowanie raportów zgodnych z obowiązującymi standardami.



Widok analizatora jakości energii elektrycznej PQ-BOX 150 firmy A-Eberle z ekranem prezentującym podstawowe parametry pomiarowe, takie jak: napięcie międzyfazowe, współczynnik THD dla napięcia i prądu, moc czynna i bierna oraz parametry jakości energii

W praktyce przemysłowej analizator PQ-BOX 150 znajduje zastosowanie w monitorowaniu jakości energii elektrycznej w sieciach niskiego, średniego i wysokiego napięcia. Jego funkcje, takie jak automatyczna synchronizacja czasu oraz możliwość generowania raportów zgodnych z normami PN-EN 50160 i IEC 61000-2-2/-2-4, stanowią wsparcie dla inżynierów odpowiedzialnych za utrzymanie jakości energii elektrycznej.

Normy PN-EN 50160 oraz IEC 61000-4-30, mimo że mają różne zakresy i cele, uzupełniają się nawzajem. Norma IEC 61000-4-30 koncentruje się na metodach pomiarowych i klasach dokładności, podczas gdy PN-EN 50160 określa dopuszczalne odchylenia napięcia zasilającego.

Analizator PQ-BOX 150 firmy A-Eberle spełnia wymagania obu norm, co czyni go idealnym narzędziem do monitorowania parametrów jakości energii elektrycznej w różnych sieciach elektroenergetycznych.

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

DRUKARKI ETYKIET

PT-E310BTVP

Dystrybutor: ALSO, For Ever Sp. z o.o.

Metoda druku: termotransferowy

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 70,3 x 135 x 235,5

Masa całkowita, w [kg]: 0,785

Gwarancja, w [miesiącach]: 36

Uwagi techniczne:

Model PT-E310BTVP to profesjonalna mobilna drukarka etykiet, która sprawdzi się przy druku wyraźnych i trwałych oznaczeń kabli, przewodów, przełączników i gniazd napięcia. Ma duży, podświetlany wyświetlacz, umożliwia drukowanie etykiet o szerokości do 18 mm (z prędkością do 20 mm/s). Zapewnia trwałą i wytrzymałą identyfikację instalacji elektrycznych, w tym znaków ostrzegawczych, paneli słonecznych i urządzeń AV, kabli oraz przewodów. Zintegrowana technologia Bluetooth umożliwia podłączenie do komputera, smartfona lub tabletu oraz drukowanie etykiet zgodnych ze wszystkimi standardami branżowymi

i przepisami za pomocą aplikacji Brother Pro Label Tool i oprogramowania P-touch Editor. Kompatybilna z taśmami Brother Pro Tapes. W zestawie: taśma z mocnym klejem (18 mm), akumulator litowo-jonowy, kabel USB-C i walizka.



brother
at your side

Producent: Brother

📍 02-674 Warszawa, ul. Marynarska 15
☎ tel. 22 44 16 300, faks 22 44 16 301
✉ biuro@brother.pl, www.brother.pl

P-touch E110VP

Dystrybutor: ALSO, For Ever Sp. z o.o.

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 204 x 111 x 58

Masa całkowita, w [kg]: 0,4

Gwarancja, w [miesiącach]: 36
(po rejestracji na www.brother.pl)

Uwagi techniczne:

P-touch E110VP charakteryzuje się szybką pracą i wygodną w eksploatacji konstrukcją, oferując możliwość łatwej edycji treści drukowanych na etykietach. Model może drukować standardowe etykiety, jak również flagi i owijki. Specjalna klawiatura QWERTY z dużym graficznym wyświetlaczem LCD oraz wyróżnionymi 5 klawiszami skrótowymi pozwala na obsługę urządzenia w szybki i intuicyjny sposób. Charakteryzuje się wysoką prędkością druku, wynoszącą aż 20 mm/s. Dostępna funkcja drukowania sekwencyjnego pozwala otrzymać do 9 etykiet, a wbudowana ręczna gilotyna umożliwia szybkie odcinanie wydrukowanych etykiet. Model drukuje do 2 linijek tekstu i oferuje

200 symboli, w tym oznaczenia elektryczne, teledyktando, audiowizualne i bezpieczeństwa. Umożliwia szybkie przywołanie 7 ostatnio wykorzystanych symboli. Urządzenie oferowane jest w pomarańczowo-czarnej wersji kolorystycznej. Może być zasilane 6 bateriami typu AAA lub za pomocą zasilacza sieciowego. Drukarka jest kompatybilna z taśmami o szerokości: 3,5; 6; 9 i 12 mm oraz może drukować na taśmach Brother TZe, które wyróżniają się opatentowaną przez producenta technologią laminowania, zapewniającą odporność na zarysowania. P-touch E110VP jest dostępny w zestawie z poręczną walizką.



brother
at your side

Producent: Brother

📍 02-674 Warszawa, ul. Marynarska 15
☎ tel. 22 44 16 300, faks 22 44 16 301
✉ biuro@brother.pl, www.brother.pl

PT-E560BTVP

Dystrybutor: ALSO, For Ever Sp. z o.o.

Metoda druku: termotransferowy

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 80 x 132 x 244

Masa całkowita, w [kg]: 1,05

Gwarancja, w [miesiącach]: 36

Uwagi techniczne:

Model PT-E560BTVP zapewnia wyraźne oznakowanie kabli, przewodów, przełączników i gniazd za pomocą trwałych, wytrzymałych etykiet. Ma duży, podświetlany wyświetlacz graficzny; drukuje trwałe etykiety o szerokości do 24 mm z prędkością druku do 30 mm/s. Drukuję etykiety z kodem QR/kodem kreskowym 2D i logo. Ma wbudowane branżowe funkcje, przyciski umożliwiające bezpośrednie przejście do wykonywania typowych zadań. Interfejs Bluetooth umożliwia podłączenie do komputera, smartfona lub tabletu oraz drukowanie etykiet zgodnych ze wszystkimi standardami branżowymi i przepisami za

pomocą aplikacji Brother Pro Label Tool oraz oprogramowania P-touch Editor. Drukarka jest kompatybilna z serią Pro Tapes – specjalistyczną gamą taśm dopasowanych do potrzeb firmy Brother, które zapewniają odporność na wodę, chemikalia, ścieranie i ekstremalne temperatury.



brother
at your side

Producent: Brother

📍 02-674 Warszawa, ul. Marynarska 15
☎ tel. 22 44 16 300, faks 22 44 16 301
✉ biuro@brother.pl, www.brother.pl

THM MULTIMARK

Producent: Weidmüller

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 460 x 252 x 288

Masa całkowita, w [kg]: 10

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 12

Uwagi techniczne:

Przemysłowa drukarka THM MultiMark firmy Weidmüller wykorzystuje efektywną technologię druku termotransferowego do szybkiego opisu praktycznie wszystkich typów etykiet i oznaczników dla elementów szafy sterowniczej: złązek, przewodów, kabli, rurek termokurczliwych oraz urządzeń elektrycznych. Drukarka może pracować z oznacznikami i etykietami z rodziny Multi-Mark, a także z innymi materiałami ciągłymi, etykietami tekstylnymi i poliesterowymi, opakami termokurczliwymi czy etykietami sterowników PLC. Oznaczenia charakteryzują się doskonałą jakością, są łatwe do

odczytania i odporne na ścieranie. Wysoka czytelność, rozdzielczość: 300 DPI. Szybkość wydruku do 150 mm/s. Zintegrowane narzędzia do cięcia i perforacji umożliwiają tworzenie oznaczników o dowolnej długości z rolki, ułatwiając tym samym pracę z cięciem i przyporządkowywaniem poszczególnych etykiet. Drukarka wyposażona jest w interfejsy USB 2.0, port szeregowy RS-232C, Ethernet 10/100 oraz moduł Wi-Fi. W zestawie zaawansowane oprogramowanie M-Print® PRO, oferujące rozbudowane opcje edycji opisów oraz praktyczne interfejsy do importu danych projektowych w różnych formatach.



Weidmüller

Dystrybutor: Weidmüller Sp. z o.o.

📍 00-876 Warszawa, ul. Ogrodowa 58
☎ tel. 22 510 09 40, faks 22 510 09 41
✉ biuro@weidmueller.com, www.weidmuller.pl

DRUKARKI ETYKIET

BRADY M210

Producent: BRADY

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 114 x 241 x 64

Masa całkowita, w [kg]: 0,75

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

BRADY M210 to tania podręczna drukarka etykiet zaprojektowana specjalnie dla elektryków i elektroinstalatorów. Odpowiednio dobrane materiały eksploatacyjne umożliwiają szybkie i łatwe tworzenie najczęściej używanych rodzajów etykiet do oznaczania kabli i przewodów. Etykiety BRADY nie odklejają się i pozostają czytelne przez wiele lat. Etykiety są odporne na warunki atmosferyczne i przemysłowe, co oznacza że wytrzymują one w najtrudniejszych warunkach. Drukarka M210 ma wszystkie niezbędne dla elektroinstalatora funkcje: wyposażona jest w duży podświetlany ekran LCD (podgląd do 3 wierszy tekstu), solidną wytrzymałą na upadek obudowę, daje możliwość łatwej

obsługi lewą i prawą ręką. Opcjonalnie można wyposażyć drukarkę w uchwyt magnetyczny pozwalający drukować etykiety jedną ręką oraz w dodatkowe źródło światła. M210 drukuje na wielu materiałach, takich jak poliester, winyl, nylon, na etykietach samolaminujących, jak i na rękach termokurczliwych. Maksymalna szerokość etykiet to 19 mm. Oprogramowanie drukarki zawiera 80 różnych symboli, w tym przydatne w instalacjach elektrycznych czy informatycznych. Dodatkowe dane: rozdzielczość 200 dpi, zasilanie bateryjne lub zasilacz, opcjonalnie w zestawie z walizką i zasilaczem.



LABELMARKET



Dystrybutor: Labelmarket Sp. z o.o.

52-213 Wrocław, ul. Ułańska 78/1

tel. 801 000 690, tel. 71 792 04 02

info@labelmarket.pl

www.labelmarket-brady-sklep.pl

BRADY M211

Producent: BRADY

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 102 x 137 x 66

Masa całkowita, w [kg]: 0,54

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Drukarka BRADY M-211 to wytrzymała, przenośne urządzenie umożliwiające swobodne tworzenie wyciętych lub ciągłych etykiet o maksymalnej szerokości do 19 mm. Pojemny akumulator pozwala na długą pracę, do 300 etykiet, na jednym ładowaniu. Niska masa 0,5 kg czyni drukarkę poręczną i wygodną w użyciu. Drukarka jest przeznaczona do pracy ze smartfonem komunikując się przez Bluetooth 5.0. Przy użyciu naszej aplikacji Express Labels oraz dużemu wyborowi specjalistycznych etykiet można w łatwy sposób zaprojektować i wydrukować proste oznaczenia do różnych za-



stosowań, takich jak magazyn, laboratorium, instalacje teleinformatyczne czy elektryczne. Do drukarki przeznaczone są specjalizowane etykiety przystosowane do różnych rodzajów powierzchni, warunków aplikacji oraz warunków eksploatacji, których wymiana jest szybka i prosta, ponieważ jest to wymiana jednej kasety i nic więcej. Wszystkie materiały spełniają najwyższe parametry wytrzymałościowe. Dodatkowe dane techniczne: rozdzielczość głowicy: 200 dpi, szybkość drukowania 15 mm/s.



LABELMARKET



Dystrybutor: Labelmarket Sp. z o.o.

52-213 Wrocław, ul. Ułańska 78/1

tel. 801 000 690, tel. 71 792 04 02

info@labelmarket.pl

www.labelmarket-brady-sklep.pl

BRADY M510

Producent: BRADY

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 95 x 146 x 254

Masa całkowita, w [kg]: 1,4

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 15 do 32

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

BRADY M510 to zaawansowana mobilna drukarka etykiet znajdująca zastosowanie w wielu dziedzinach takich jak laboratorium, logistyka i instalacje kablowe. Budowa drukarki umożliwia łatwą wymianę kasety z etykietami i efektywną pracę w terenie. Użytkownik ma do dyspozycji bardzo bogaty zestaw specjalizowanych materiałów przystosowanych do oznaczania instalacji i urządzeń elektrycznych, instalacji i urządzeń teleinformatycznych oraz urządzeń i materiałów laboratoryjnych. Trwała obudowa oraz bardzo duży kolorowy podświetlany wyświetlacz LCD to dalsze cechy tego

urządzenia. Drukarka może być używana samodzielnie; jest wyposażona w standardową klawiaturę QWERTY, bądź jako drukarka komputerowa, dostępne jest bezpłatne standardowe oprogramowanie do edycji etykiet. Opcjonalnie można dokupić specjalistyczne pakiety edycyjne pozwalające na zaprojektowanie etykiety pod konkretne wymagające zastosowania. Dodatkowe dane techniczne: rozdzielczość 300 dpi, maksymalna szerokość etykiet 38 mm, zasilanie akumulatorowe umożliwiające pracę całonocną pracę bez ładowania. Na wyposażeniu drukarki jest walizka oraz zasilacz/ładowarka.



LABELMARKET



Dystrybutor: Labelmarket Sp. z o.o.

52-213 Wrocław, ul. Ułańska 78/1

tel. 801 000 690, tel. 71 792 04 02

info@labelmarket.pl

www.labelmarket-brady-sklep.pl

BRADY M511

Producent: BRADY

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 91 x 152 x 163

Masa całkowita, w [kg]: 1,2 (razem z akumulatorem)

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Pracuj mądrzej. Większa etykieta z M511. Drukuj większe, wyraźniejsze wiadomości. Drukuj od krawędzi do krawędzi. Projektuj i drukuj etykiety na smartfonie lub na komputerze. Ponadto udostępniaj pliki, importuj dane i łącz do 5 użytkowników jednocześnie. Idealna do większych zastosowań: etykiety – do 38,10 mm. Mniej odpadów – przejdź od krawędzi do tekstu, grafiki i kodów kreskowych. Dłuższa żywotność baterii dzięki wewnętrznemu akumulatorowi Li-ION: 8+ godzin pracy; 1000 etykiet na jednym ładowaniu. Trwalsza – jest odporna na upa-



dek z wys. 1,8 m, wstrząsy, 115 kg nacisku oraz piasek i pył (MIL-STD-810G). Drukuj w dowolnym miejscu – Bluetooth 5.0 (20 m); łączy do 5 użytkowników jednocześnie. Używa oprogramowania do tworzenia etykiet – Express Labels przez Bluetooth na telefonie/tablecie oraz Brady Workstation na komputerze. Oszczędza czas; oszczędza miejsce – ma automatyczny nóż do cięcia etykiet i drukuje w każdej pozycji. Dodatkowe parametry techniczne: rozdzielczość: 300 dpi, maksymalna szerokość etykiety: 38,1 mm.



LABELMARKET



Dystrybutor: Labelmarket Sp. z o.o.

52-213 Wrocław, ul. Ułańska 78/1

tel. 801 000 690, tel. 71 792 04 02

info@labelmarket.pl

www.labelmarket-brady-sklep.pl

DRUKARKI ETYKIET

BRADY M610

Producent: BRADY

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 328 x 107 x 106

Masa całkowita, w [kg]: 1,5

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Drukarka BRADY M610 jest następcą dobrze znanej i cenionej drukarki BRADY BMP61. Urządzenie zostało zaprojektowane specjalnie do szybkiego i skutecznego oznakowywania przewodów, kabli i innych elementów instalacji elektrycznych. Drukarka BRADY M610 może drukować na szerokim zakresie trwałe etykiety wycinanych, etykiet ciągłych i według indywidualnego projektu, nie wyłączając koszulek termokurczliwych, etykiet samolaminujących oraz o wypukłym profilu, do szerokości 50,8 mm. Każdy rodzaj etykiety oraz taśmy do M610 jest automatycznie rozpoznawany przez drukarkę i ka-

librowany. Jej kolorowy ekran dotykowy wyświetla zainstalowany w danej chwili materiał oraz liczbę etykiet, a także pozostały zapas karki drukującej i stan naładowania baterii, co dodatkowo zwiększa komfort użytkownika. Drukarka może być obsługiwana z poziomu klawiatury, za pomocą komputera i programu edycyjnego (BradyWorkstation) przez USB lub ze smartfona przez wi-fi. Do drukarki można też załadować bezpośrednio z pamięci Flash znaki graficzne do wydrukowania. Urządzenie jest zasilane z akumulatora bądź przez zasilacz sieciowy.



LABELMARKET®



Dystrybutor: Labelmarket Sp. z o.o.

📍 52-213 Wrocław, ul. Ułańska 78/1

☎ tel. 801 000 690, tel. 71 792 04 02

✉ info@labelmarket.pl

www.labelmarket-brady-sklep.pl

BRADY M611

Producent: BRADY

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 115 x 113 x 279

Masa całkowita, w [kg]: 1,6 (razem z akumulatorem)

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Drukarka mobilna M611 otwiera nowy etap ewolucji rozwiązań na potrzeby identyfikacji. Sprawne projektowanie w terenie nawet najbardziej skomplikowanych etykiet staje się możliwe tylko przy użyciu smartfona i darmowej aplikacji Brady. Dzięki zainstalowaniu naszej aplikacji możesz projektować nawet najbardziej skomplikowane etykiety z kodami 1D, 2D i kodami kreskowymi oraz etykiety seryjne, korzystając z obszernej biblioteki obrazów i możliwości wstawienia tekstu, sygnatury czasu, a nawet danych z chmury. Etykiety zaprojektowane przy użyciu dowolnej aplikacji pakietu Brady Workstation można drukować bezpośrednio



na drukarce M611 bądź edytować w aplikacji. Drukarka mobilna M611 jest kompatybilna z szerokim zakresem oferowanych przez nas niezawodnych materiałów etykietowych klasy przemysłowej. Wytrzymują one działanie wysokich temperatur, ognia, chemikaliów, rozpuszczalników, paliw, wilgoci i kurzu, nie odpadają od podłoża i zachowują czytelność nawet w ekstremalnych warunkach. Oferowane przez nas rodzaje profesjonalnych etykiet obejmują etykiety owijane wokół przewodów, etykiety samolaminujące, etykiety do flag, zawieszki i różnego typu etykiety do komponentów, np. etykiety wypukłe o parametrach tabliczek znamionowych.



LABELMARKET®



Dystrybutor: Labelmarket Sp. z o.o.

📍 52-213 Wrocław, ul. Ułańska 78/1

☎ tel. 801 000 690, tel. 71 792 04 02

✉ info@labelmarket.pl

www.labelmarket-brady-sklep.pl

BRADY M710

Producent: BRADY

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 330 x 241 x 117

Masa całkowita, w [kg]: 2,5 (razem z bateriami)

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Drukarka BRADY M710 to największe mobilne urządzenie wśród drukarek etykiet BRADY. Szeroka głowica drukująca umożliwia swobodne tworzenie wyciętych lub ciągłych etykiet o szerokości do 50 mm. Możliwy jest druk do 25 wierszy na jednej etykietce. Drukarka ma bogaty zestaw trybów drukowania: etykiety owijane, etykiety do listew zaciskowych, do paneli, etykiety-flagi; także wiele funkcji drukowania: serializacja, znacznik daty i godziny, kody kreskowe, odbicie lustrzane czy baner umożliwiają sprawne wykonanie każdego zadania opisowego. Dla drukarki są przeznaczone etykiety z ponad 30 różnych materiałów, w tym

koszulki termokurczliwe i etykiety samolaminujące, przystosowane do różnych rodzajów powierzchni, warunków aplikacji oraz warunków eksploatacji. Na wysoki komfort pracy wpływa duża szybkość drukowania (38 mm/s), wysoka rozdzielczość (300 dpi) głowicy drukującej czy duży kolorowy wyświetlacz LCD umożliwiający podgląd całej etykiety wraz z istotnymi parametrami druku, a pojemny akumulator umożliwia długą pracę bez zasilania zewnętrznego. Drukarka ma klawiaturę QWERTY oraz złącze USB umożliwiające tworzenie etykiet na komputerze przy wykorzystaniu specjalnego programu edycyjnego.



LABELMARKET®



Dystrybutor: Labelmarket Sp. z o.o.

📍 52-213 Wrocław, ul. Ułańska 78/1

☎ tel. 801 000 690, tel. 71 792 04 02

✉ info@labelmarket.pl

www.labelmarket-brady-sklep.pl

BRADY J7300

Producent: BRADY

Metoda druku: atrament

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 230 x 376 x 516

Masa całkowita, w [kg]: 16,33

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 35

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Kolorowa drukarka etykiet BradyJet J7300 to praktyczna i łatwa w użyciu drukarka atramentowa, która może drukować niezawodne znaki i etykiety do zastosowań logistycznych, laboratoryjnych, przemysłowych; w wysokiej rozdzielczości i pełnym kolorze. Etykiety spełniają standardy przemysłowe, mogą być używane na zewnątrz oraz są odporne na agresywne substancje chemiczne. Drukarka jest dostarczana z bezpłatnym pakietem Brady Workstation Basic Suite, dzięki czemu możesz od razu zacząć projektować profesjonalne znaki i etykiety. Rozdzielczość



drukarki to 4800 dpi co pozwala drukować etykiety z fotograficzną jakością, kody 2D i 3D. Drukarka J7300 może drukować zarówno na materiałach ciągłych (maksymalna szerokość 108 mm) jak i na etykietach wycinanych. Atramenty używane w drukarce spełniają przemysłowe normy i gwarantują trwałość wydruków. Drukarka może komunikować się przez port USB-C, WiFi czy sieć Ethernet.



LABELMARKET®



Dystrybutor: Labelmarket Sp. z o.o.

📍 52-213 Wrocław, ul. Ułańska 78/1

☎ tel. 801 000 690, tel. 71 792 04 02

✉ info@labelmarket.pl

www.labelmarket-brady-sklep.pl

DRUKARKI ETYKIET

MP1

Producent: MAX Systems

Metoda druku: termotransferowy

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×gł.), w [mm]: 78×108×205

Masa całkowita, w [kg]: 0,725

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 0 do 45

Gwarancja, w [miesiącach]: 12

Uwagi techniczne:

System etykietowania składający się z drukarki mobilnej, tabletu i oprogramowania do projektowania etykiet. Zestaw MP1 jest gotowy do użycia w ciągu sekund. Dzięki intuicyjnej aplikacji SignMax możesz nawet w terenie tworzyć indywidualne etykiety na swoim urządzeniu z systemem Android i drukować je bezpośrednio za pomocą MP1. Ponadto, dzięki potężnej baterii, system jest samowystarczalny i może działać niezależnie od źródła zasilania nawet do 3 dni. Bogata

oferta etykiet, taśm barwiących i ciągłego winylu, we współpracy z łatwą w użyciu aplikacją SignMax MP sprawia, że produkcja etykiet i oznaczeń zgodnych ze standardami jest łatwiejsza niż kiedykolwiek wcześniej.



Dystrybutor:

PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.

87-162 Lubicz, ul. Małgorzato 1c

tel. 566 590 802

www.parTEX.pl

PROMARK T-2000

Producent:

PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.

Metoda druku: termotransferowy

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×gł.), w [mm]: 97×318×272

Masa całkowita, w [kg]: 2,7

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 15 do 32,5

Gwarancja, w [miesiącach]: 12

Uwagi techniczne:

Drukarka Promark T-2000 to nowoczesne i wydajne urządzenie do produkcji etykiet i oznaczników kablowych. Oferuje zaawansowane funkcje, które idealnie sprawdzają się w trudnych warunkach pracy, np. na placu budowy. Dzięki bezprzewodowemu połączeniu Bluetooth i aplikacji Promark Creator GO można łatwo sterować drukarką z urządzeń mobilnych, co jest dużym atutem w sytuacjach, gdy brak dostępu do kom-



putera. Drukarka charakteryzuje się większą wydajnością, lepszymi parametrami i szerszymi możliwościami. Zasilana jest za pomocą 6 specjalnych akumulatorów AA Eneloop R6/AA o pojemności 1900 mAh. Opcjonalny podgrzewacz profili umożliwia drukowanie w temperaturach od 5°C, a wbudowana pamięć pozwala na zapisanie do 250 000 znaków.



Dystrybutor:

PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.

87-162 Lubicz, ul. Małgorzato 1c

tel. 566 590 802

www.parTEX.pl

MK10-EOS2

Producent: CAB

Metoda druku: termotransferowy

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×gł.), w [mm]: 191×253×322

Masa całkowita, w [kg]: 4,0

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 12

Uwagi techniczne:

Drukarka MK10-EOS2 to nowoczesne urządzenie przeznaczone do szybkiego i precyzyjnego drukowania etykiet i oznaczników na kable, przewody oraz inne komponenty elektryczne. Wyposażona w intuicyjny panel sterowania i wysoką rozdzielczość druku (300 dpi), zapewnia doskonałą jakość oznaczeń. Dzięki opcji podłączenia przez USB oraz obsłudze za pomocą oprogramowania Promark Creator, drukowanie

jest łatwe i wygodne. Kompaktowy rozmiar oraz możliwość pracy w terenie sprawiają, że MK10-EOS2 to idealne rozwiązanie dla profesjonalistów.



Dystrybutor:

PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.

87-162 Lubicz, ul. Małgorzato 1c

tel. 566 590 802

www.parTEX.pl

drukarki termotransferowe WAGO

Producent: WAGO

Metoda druku: druk termotransferowy

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×gł.), w [mm]: 175×135×245

Masa całkowita, w [kg]: 2

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 5 do 40

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Drukarki termotransferowe WAGO przeznaczone są do szybkiego opisu połączeń w rozdzielnicach i nie tylko. Wyróżniają się bardzo kompaktową konstrukcją i możliwością druku na wielu różnych materiałach: etykietach, paskach oznacznikowych, tabliczkach oznacznikowych „WMB-Inline” na rolce oraz oznacznikach przeznaczonych do kabli i przewodów. W ten sposób wszystkie złączki WAGO oraz podłączone do nich przewody i kable mogą być opisane przy użyciu tylko jednego urządzenia. Nadruk uzyskiwany za pomocą Smart Printer (258–5000) jest wyraźny, trwały i odporny na warunki zewnętrzne oraz ścieranie i zadrapania zgodnie z DIN EN 60068. Dzięki modułowi BT (brak w zestawie) istnieje możliwość

korzystania z drukarki w dowolnym miejscu za pomocą aplikacji na smartfona lub tabletu. Bezpłatne oprogramowanie na komputer można pobrać ze strony WAGO, a apkę w sklepie Google Play lub App Store. Więcej informacji znajduje się na stronie:



Dystrybutor: 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

DRUKARKI ETYKIET

THERMOMARK GO

Producent: Phoenix Contact

Metoda druku: termotransferowa

Sterowanie: Android i iOS

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 170 x 70 x 135

Masa całkowita, w [kg]: 0,75

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 0 do 45

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Przenośna drukarka THERMOMARK GO w połączeniu z aplikacją MARKING system pozwala na tworzenie oznaczników przemysłowych bezpośrednio w miejscu instalacji. Do tworzenia oznaczników i sterowania drukarką można użyć smartfona, tabletu lub komputera. Połączenie między urządzeniami odbywa się poprzez interfejs Bluetooth, NFC lub USB. Służy do drukowania oznaczników ciągłych do złączek szynowych, kabli, prze-

wodów, urządzeń i instalacji. Posiada duży zakres produktów zarówno wstępnie naciętych, jak i materiałów ciągłych do 24 mm szerokości. Istnieje możliwość wygenerowania kodów kreskowych i symboli specjalnych. THERMOMARK GO wykorzystuje specjalne kasety, które zawierają jednocześnie materiał opisowy i taśmę barwiącą. Automatyczne rozpoznawanie materiału minimalizuje możliwość popełnienia błędu, a jednolity system kasety umożliwia wykorzystanie materiałów we wszystkich drukarkach z serii Thermomark GO. Drukarka wyposażona jest w automatyczną jednostkę tnącą. Ma własny akumulator lub może być też zasilana za pomocą zwykłych baterii.



Dystrybutor: Phoenix Contact Sp. z o.o.

51-317 Wrocław, ul. Bierutowa 57-59, Budynek nr 3/A

tel. 71 398 04 10

pxcpl@phoenixcontact.pl
www.phoenixcontact.pl

THERMOMARK GO.K

Producent: Phoenix Contact

Metoda druku: termotransferowa

Wymiary zewnętrzne (wys. x szer. x gł.), w [mm]: 230 x 98 x 69

Masa całkowita, w [kg]: 0,67

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od 0 do 45

Gwarancja, w [miesiącach]: 24

Uwagi techniczne:

Przenośna drukarka THERMOMARK GO.K jest idealna do szybkiego drukowania oznaczników na miejscu. Oprócz wprowadzania danych bezpośrednio z klawiatury, alternatywnie możemy ją również sterować za pomocą programu Project Complete Marking. Służy do drukowania oznaczników ciągłych do złączek szynowych, kabli, przewodów, urządzeń i instalacji. Bardzo szeroki zakres materiałów do 24 mm szerokości i aż 8 m długości, w tym rurek termokurczliwych o średnicy przewodu 9,5 mm pozwala na kompleksowe

oznaczenie niezbędnych powierzchni. Posiada ogromną liczbę znaków specjalnych oraz wbudowaną pamięć wewnętrzną, dzięki której możemy zapisać do 20 projektów. Dodatkowo istnieje możliwość wygenerowania 8 różnych kodów kreskowych i ponad 300 symboli. THERMOMARK GO.K wykorzystuje specjalne kasety, które zawierają jednocześnie materiał opisowy i taśmę barwiącą. System automatycznego rozpoznawania materiału minimalizuje możliwość popełnienia błędu. Drukarka ma własny akumulator lub może być zasilana za pomocą zwykłych baterii.



Dystrybutor: Phoenix Contact Sp. z o.o.

51-317 Wrocław, ul. Bierutowa 57-59, Budynek nr 3/A

tel. 71 398 04 10

pxcpl@phoenixcontact.pl
www.phoenixcontact.pl

REKLAMA

Dlaczego warto prenumerować elektro.info?

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

Prenumerata papierowa



EDUKACYJNA ROCZNA

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

cena: 145,00 zł

PÓŁROCZNA

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

cena: 145,00 zł

ROCZNA

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

cena: 250,00 zł

DWULETNI

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

cena: 425,00 zł

Prenumerata PDF



ROCZNA

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

cena: 225,00 zł

DWULETNI

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

cena: 382,00 zł

Prenumerata papierowa + PDF



ROCZNA

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

cena: 362,00 zł

DWULETNI

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

cena: 616,00 zł

FORMULARZ ZAMÓWIENIA

Zamawiam:

■ Prenumeratę papierową:

☐ edukacyjną – 145 zł ☐ półroczną – 145 zł

☐ roczną – 250 zł ☐ dwuletnią – 425 zł od numeru

■ Prenumeratę PDF:

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

■ Prenumeratę papierową + PDF:

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

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy

Miejscowość

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP

Telefon kontaktowy

e-mail:

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

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

Upoważniam GRUPĘ MEDIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

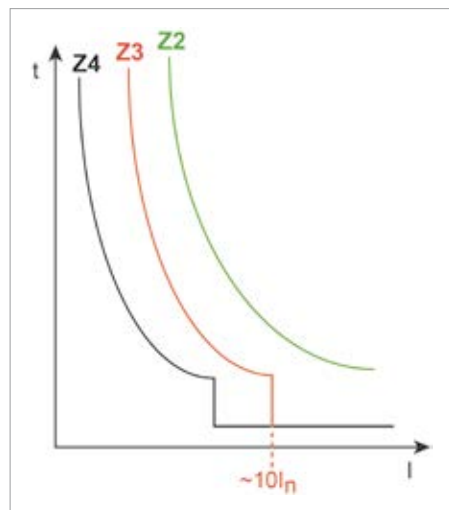
Data: Podpis:

Selektywność zabezpieczeń w instalacjach niskiego napięcia z wykorzystaniem ogranicznika mocy umownej ETIMAT T

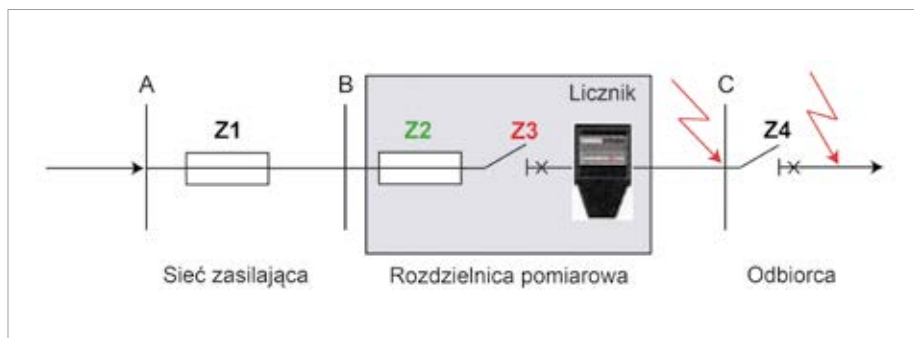
W sieciach dystrybucyjnych niskiego napięcia kluczowe znaczenie ma odcinek toru zasilania budynku między złączem a instalacją odbiorczą. Prawidłowa selektywność aparatów zabezpieczających w tej części instalacji decyduje o pewności dostawy energii elektrycznej. ETIMAT T jako zabezpieczenie przedlicznikowe eliminuje ryzyko niepożądanego zadziałania podczas zwarcia w obwodzie odbiorczym, zapewniając jednocześnie ograniczenie mocy umownej i selektywność działania.

Zapewnienie pewności dostawy energii elektrycznej do zasilanego budynku wymaga spełnienia warunku wybiórczości działania poszczególnych stopni zabezpieczeń urządzeń. W artykule przedstawiono rozwiązanie oparte na ograniczniku mocy umownej ETIMAT T firmy ETI Polam, które pozwala skutecznie koordynować zabezpieczenia w instalacjach odbiorczych niskiego napięcia, minimalizując koszty inwestycyjne i zwiększając niezawodność dostawy energii.

Brak właściwej koordynacji, czyli selektywności działania zabezpieczeń, który bardzo często występuje w praktyce, przyczynia się do niedogodności eksploatacyjnych. Niezachowanie warunku selektywności prowadzi do wyłączenia zasilania całego zasilanego budynku. Z kolei próby ograniczania zbędnych wyłączeń poprzez niewłaściwy dobór zabezpieczeń mogą prowa-



Rys. 2. Charakterystyki t-I zabezpieczeń Z2, Z3, Z4



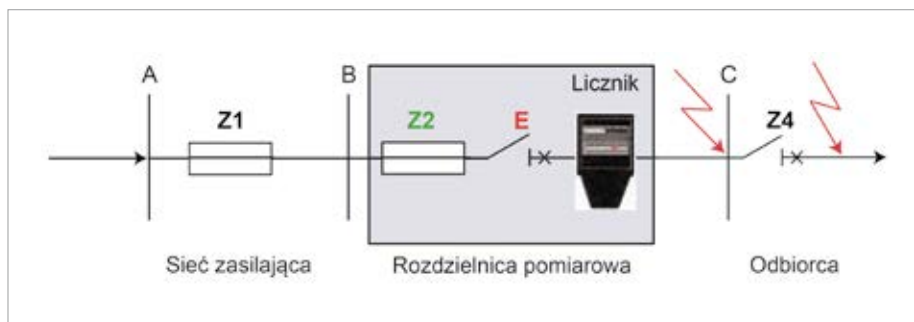
Rys. 1. Układ zabezpieczeń instalacji, gdzie: Z1 – zabezpieczenie elektroenergetycznej linii zasilającej, bezpiecznik topikowy o charakterystyce gG, Z2 – zabezpieczenie w rozdzielnicy licznikowej, bezpiecznik topikowy o charakterystyce gG (rozłącznik bezpiecznikowy STV D02 lub VLC), Z3 – zabezpieczenie przedlicznikowe, wyłącznik nadprądowy o charakterystyce C, Z4 – zabezpieczenie u odbiorcy, wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B

dzić do zmniejszenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, zwiększenia zagrożenia pożarowego, a nawet do uszkodzenia instalacji na skutek długotrwałego przeciążenia.

Prawidłowa koordynacja zabezpieczeń powinna być przeprowadzona już na etapie projektowania instalacji elektrycznej. Ewentualna

wymiana aparatów zabezpieczających po ich zainstalowaniu może bowiem wymagać przebudowy części instalacji, co generuje dodatkowe koszty inwestycyjne.

Zasady wiedzy technicznej, obowiązujące normy oraz przepisy prawne, m.in. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwiet-



Rys. 3. Układ zabezpieczeń instalacji z wyłącznikiem selektywnym, gdzie: Z1 – zabezpieczenie elektroenergetycznej linii zasilającej, bezpiecznik topikowy o charakterystyce gG, Z2 – zabezpieczenie w rozdzielnicy licznikowej, bezpiecznik topikowy o charakterystyce gG (rozłącznik bezpiecznikowy STV D02 lub VLC), E – zabezpieczenie przedlicznikowe, wyłącznik nadprądowy selektywny o charakterystyce E, Z4 – zabezpieczenie u odbiorcy, wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B

nia 2002 r. (Dz. U. z 2022 roku poz. 1225 z późniejszymi zmianami) – traci ważność z dniem 21 września 2026 roku – wymagają spełnienia selektywności (wybiórczości) pomiędzy zabezpieczeniami chroniącymi instalację przed skutkami prądów przetężeniowych – zarówno zwarciovych, jak i przeciążeniowych.

Jako zabezpieczenia przed prądami przetężeniowymi stosuje się między innymi:

- » bezpieczniki topikowe – chroniące przed skutkami zwarcia,
- » przekaźniki termobimetalowe – zabezpieczające przed przeciążeniami (wymagające współpracy z innymi zabezpieczeniami zwarciovymi),
- » wyłączniki instalacyjne nadprądowe – chroniące zarówno przed skutkami zwarcia, jak i przeciążeń.

Wyłączniki instalacyjne nadprądowe wyposażone są w dwa rodzaje wyzwalaczy: wyzwalacz zwarciovowy o działaniu bezzwłocznym oraz wyzwalacz przeciążeniowy termobimetalowy, którego czas zadziałania zależy od wartości prądu przeciążenia. W wyłącznikach tych stosowane są trzy podstawowe charakterystyki wyzwalaczy zwarciovych: B, C oraz D, różniące się zakresem prądu zadziałania, natomiast charakterystyka wyzwalacza przeciążeniowego ma taki sam przebieg dla wszystkich typów wyłączników instalacyjnych.

Zabezpieczenia zainstalowane zarówno w sieci rozdzielczej zasilającej instalację, jak i w obwodach odbiorczych powinny działać selektywnie. Oznacza to, że w przypadku wystąpienia zwarcia lub przeciążenia powinno zadziałać zabezpieczenie znajdujące się najbliżej miejsca uszkodzenia.

W praktyce jednak, przy stosowaniu wyłączników nadprądowych o charakterystykach B, C lub D w wielostopniowych układach zabezpieczeń, uzyskanie selektywności w zakresie prądów zwarciovych jest niemożliwe. Wynika to z przebiegu charakterystyk czasowo-prądowych $t = f(I)$ tych aparatów, które w obszarze prądów zwarciovych częściowo się pokrywają.

Dla kaskadowego połączenia wyłącznika C25 z wyłącznikiem B16, selektywność zostanie zachowana jedynie do prądu o wartości $5 \cdot 25 = 25$ A. Przy prądach z przedziału 125 do $10 \cdot 25 = 250$ A, mogą zadziałać obydwa zabezpieczenia, a przy prądzie 250 A i większym zadziałają obydwa zabezpieczenia. Warto zwrócić uwagę na to, że są to małe wartości prądów zwarciovych, mogące wystąpić przy bardzo dużej odległości od źródła zasilania (stacja transformatorowa SN/nn, z której zasilany jest budynek).

Na rynku dostępne są również selektywne wyłączniki nadprądowe wyposażone w specjalne wyzwalacze zwarciovie i przeciążeniowe, których bardziej złożona konstrukcja umożliwia selektywne współdziałanie z innymi zabezpieczeniami nadprądowymi. Konstrukcja tych wyłączników powoduje wtrącenie dużej rezystancji w członie zwarciovym, który znacząco ogranicza prąd zwarciovowy, co powoduje konieczność bardzo dokładnej oceny stanu ochrony przeciwporażeniowej na etapie projektowania. Ponadto wysoki koszt tych aparatów powoduje, że są one stosowane bardzo rzadko.

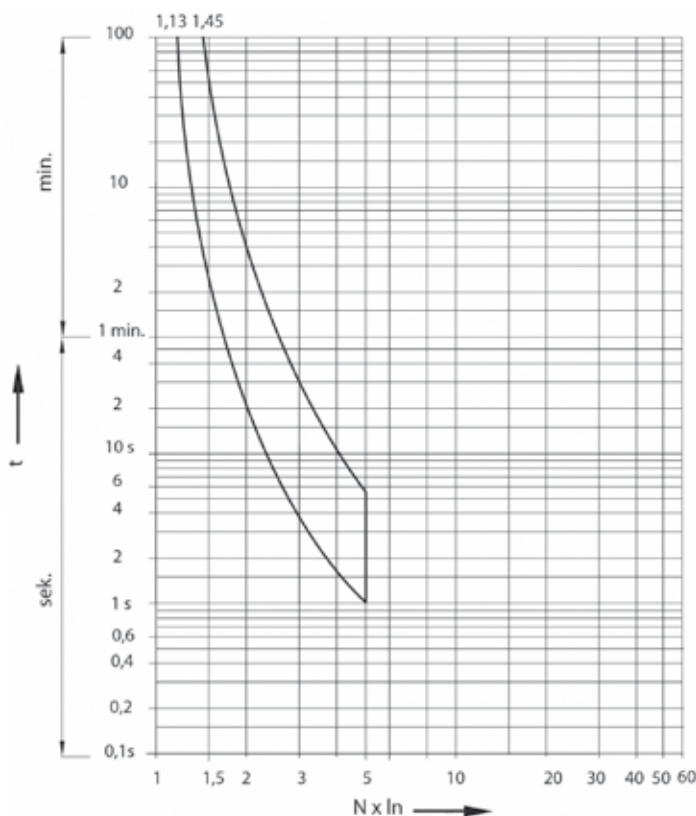
Dotychczas stosowane przez niektóre zakłady energetyczne rozwiązanie w zakresie zabezpieczeń przedlicznikowych polegało najczęściej na zastosowaniu wyłącznika nadprądowego o charakterystyce C (Z3 – **rys. 1.**), którego prąd znamionowy dobierano do wartości mocy przyłączeniowej lub umownej odbiorcy. Rozwiązanie to nie zapewnia selektywności działania zabezpieczeń w przypadku zwarcia występujących za wyłącznikiem Z3, w instalacji odbiorczej zabezpieczonej wyłącznikiem Z4. Mimo to jest ono stosowane ze względu na niskie koszty inwestycyjne. Należy jednak zauważyć, że rozwiązanie to nie



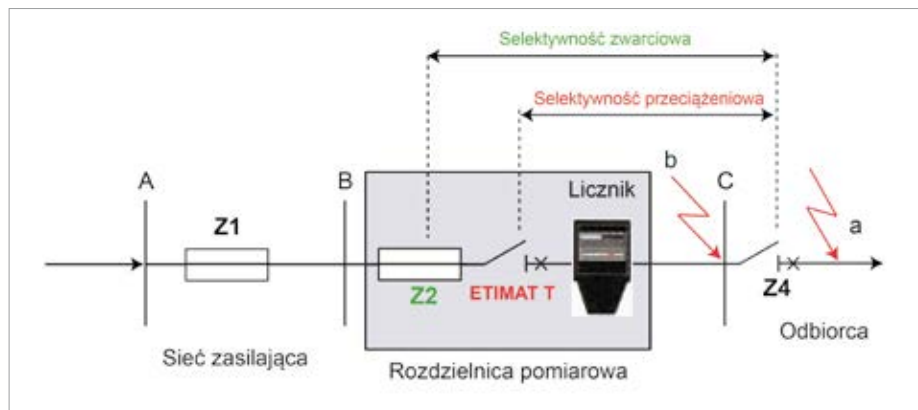
Fot. 1. Ogranicznik mocy umownej ETIMAT T (bez członu zwarciovego)

spełnia w pełni wymagań określonych 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).

W przypadku nieselektywnego zadziałania wyłącznika Z3 odbiorca, posiadający dostęp do części pomiarowej rozdzielnic licznic



Rys. 4. Charakterystyka czasowo-prądowa $t(I)$ ogranicznika mocy umownej ETIMAT T (bez członu zwarciovego)



Rys. 5. Układ zabezpieczeń instalacji z wyłącznikiem selektywnym, gdzie: Z1 – zabezpieczenie elektroenergetycznej linii zasilającej, bezpiecznik topikowy o charakterystyce gG, Z2 – zabezpieczenie w szafce licznikowej; bezpiecznik topikowy o charakterystyce gG (rozłącznik bezpiecznikowy STV D02 lub VLC), T – zabezpieczenie przedlicznikowe, ogranicznik mocy umownej ETIMAT T, Z4 – zabezpieczenie u odbiorcy, wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B

kowej, może samodzielnie ponownie załączyć wyłącznik Z4 (rys. 1.). Na rysunku 2. przedstawiono charakterystyki czasowo-prądowe $t = f(I)$ dla omawianego układu instalacji. Sелеktywna współpraca zabezpieczeń jest możliwa wtedy, gdy ich charakterystyki czasowo-prądowe są względem siebie przesunięte i nie posiadają punktów wspólnych.

Analiza charakterystyk przedstawionych na rysunku 2. wskazuje, że selektywność działania zabezpieczeń Z3 i Z4 występuje jedynie w zakresie prądów przeciążeniowych. W zakresie prądów zwarciovych selektywność zabezpieczenia odbiorcy Z4 jest zachowana jedynie względem zabezpieczenia topikowego Z2 do prądów zwarciovych określonych w katalogu producenta, przy kaskadowym połączeniu bezpiecznika topikowego i wyłącznika nadprądowego.



Fot. 2. Wyzwalacz wzrostowy DA ETIMAT 10 do ogranicznika mocy ETIMAT T

Wyłącznik selektywny jako zabezpieczenie przedlicznikowe

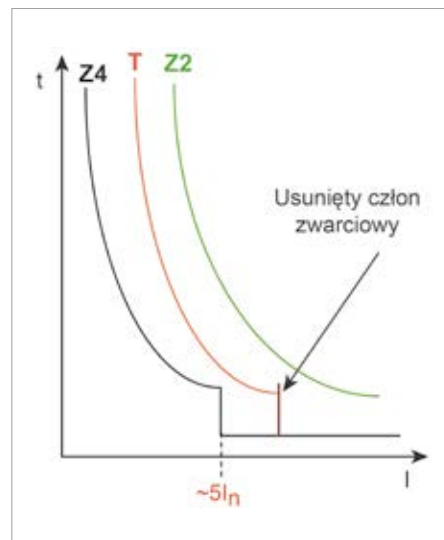
W niektórych zakładach energetycznych wprowadzono w standardach technicznych obowiązek stosowania selektywnego wyłącznika nadprądowego o charakterystyce E jako zabezpieczenia przedlicznikowego. W takim przypadku w układzie instalacji przedstawionym na rysunku 1. wyłącznik nadprądowy o charakterystyce C (Z3) zastępuje się selektywnym wyłącznikiem E (rys. 3.). Jest to rozwiązanie to może pogorszyć warunki ochrony przeciwporażeniowej przez włączanie w torze zwarciovym rezystancji ograniczającej prąd, przez co wymaga bardzo szczegółowej analizy skuteczności ochrony przeciwporażeniowej na etapie projektowania. Ponadto aparat o charakterystyce E jest bardzo drogi.

Ogranicznik mocy umownej ETIMAT T jako skuteczne i tańsze zabezpieczenie przedlicznikowe

Alternatywnym rozwiązaniem umożliwiającym uzyskanie selektywności działania zabezpieczeń jest zastosowanie ogranicznika mocy umownej ETIMAT T jako zabezpieczenia przedlicznikowego (fot. 1.).

Ogranicznik ten pozbawiony jest członu zwarciovego i wyposażony wyłącznie w człon przeciążeniowy o charakterystyce termicznej, co przedstawia jego charakterystyka czasowo-prądowa (rys. 4.).

Zapłombowany ogranicznik ETIMAT T instaluje się w taki sposób, aby dostęp do jego zacisków prądowych był zabezpieczony plombą, natomiast dźwignia napędowa pozostawała dostępna dla odbiorcy. Dzięki temu w przypadku samoczynnego zadziałania aparatu, spowodowanego przekroczeniem mocy przyłącze-



Rys. 6. Charakterystyki $t = f(I)$ zabezpieczeń Z2, T, Z4

niowej lub innymi przyczynami eksploatacyjnymi, odbiorca może samodzielnie ponownie załączyć ogranicznik bez konieczności wzywania służb operatora systemu dystrybucyjnego. Przykładowy układ instalacji przedstawiono na rysunku 5.

W zakresie prądów przeciążeniowych zabezpieczenie odbiorcy Z4 współpracuje selektywnie z ogranicznikiem ETIMAT T. Natomiast w przypadku zwarcia w instalacji odbiorczej (np. w punkcie „a”) zadziała wyłącznie zabezpieczenie Z4, ponieważ charakterystyki czasowo-prądowe ogranicznika T oraz bezpiecznika topikowego Z2 są odpowiednio przesunięte i nie posiadają punktów wspólnych (rys. 6.). W przypadku zwarcia w punkcie „b” zadziała jedynie zabezpieczenie topikowe Z2.

Prąd znamionowy ogranicznika ETIMAT T dobiera się w zależności od wartości mocy przyłączeniowej lub umownej odbiorcy. Natomiast wartość i charakterystykę bezpiecznika topikowego Z2 dobiera się z uwzględnieniem spodziewanego prądu zwarciovego w danym punkcie instalacji.

W ofercie firmy ETI Polam dostępny jest również wyzwalacz wzrostowy DA ETIMAT 10 (fot. 2.), który w połączeniu z ogranicznikiem mocy może pełnić funkcję wyłącznika bezpieczeństwa uruchamianego w przypadku pożaru. Aparat ten może być wyzwalany napięciem sterującym 24 V, 48 V lub 230 V AC/DC.

Ograniczniki mocy umownej ETIMAT T dostępne są w wykonaniu jedno- i trójbiegunowym w zakresie prądów znamionowych od 6 A do 63 A. Przykładowe zastosowanie tych aparatów w rozdzielnicach eksploatowanych na terenie Zakładu Energetycznego ENERGA Olsztyn przedstawiono na fotografii 3.

POBIERZ BEZPŁATNE PORADNIKI

ELEKTROMOBILNOŚĆ



SYSTEMY ZASILANIA GWARANTOWANEGO I AWARYJNEGO



MAGAZYNY ENERGII



Pobierz:

WWW.ELEKTRO.INFO.PL



Fot. 3. Przykładowe zastosowanie ograniczników mocy ETIMAT T w rozdzielnicach

I Wnioski

Zastosowanie ogranicznika mocy umownej ETIMAT T jako zabezpieczenia przedlicznikowego stanowi efektywne rozwiązanie umożliwiające spełnienie wymagań dotyczących selektywności działania zabezpieczeń w instalacjach elektroenergetycznych niskiego napięcia. Dzięki braku członu zwarciegowego w tym urządzeniu możliwe jest uzyskanie właściwej koordynacji z zabezpieczeniami zwarciovymi znajdującymi się w dalszych stopniach instalacji, w szczególności z bezpiecznikami topikowymi oraz wyłącznikami nadprądowymi odbiorcy.

Rozwiązanie to pozwala jednocześnie ograniczyć koszty inwestycyjne w porównaniu ze stosowaniem selektywnych wyłączników nadprądowych, przy zachowaniu wymaganych parametrów technicznych oraz zgodności z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. Dodatkową zaletą jest możliwość szybkiego przywrócenia zasilania przez użytkownika instalacji w przypadku zadziałania ogranicznika, co eliminuje konieczność interwencji operatora systemu dystrybucyjnego i przyczynia się do zwiększenia ciągłości zasilania odbiorców.

Warto podkreślić, że ograniczniki mocy umownej ETIMAT T są zaprojektowane i produkowane w Polsce, w Puławie, co stanowi przy-

kład polskiej myśli technicznej w dziedzinie aparatury zabezpieczeniowej.

Zastosowanie ogranicznika mocy umownej ETIMAT T stanowi racjonalną technicznie i ekonomicznie alternatywę dla drogiego rozwiązania zabezpieczeń przedlicznikowych w instalacjach niskiego napięcia. Przy instalacji aparatu ETIMAT T należy sprawdzić jego odporność zwarciovą. Na etapie projektowania należy dobrać poprzedzające zabezpieczenie zwarciovą tak, by aparat ETIMAT T był chroniony przed skutkami prądów zwarciovych, z zachowaniem warunku selektywności kaskadowo występujących poszczególnych stopni zabezpieczeń.

ETI

ETI Polam Sp. z o.o.
06-100 Pułtusk
Al. Jana Pawła II 18
tel. 23 691 93 00
infolinia: 801 501 571
etipolam@etipolam.com.pl
www.etipolam.com.pl

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ T 1 + T 2



Dystrybutor

DEHN POLSKA Sp. z o.o.
02-675 Warszawa, ul. Wołoska 16
tel. 22 299 60 40, 22 299 60 41
info@dehn.pl, www.dehn.pl

Producent	DEHN SE		
Oznaczenie katalogowe	DEHNcombo YPV 1200, nr kat. 900 070	DEHNventil M2 TNS 255 FM, nr kat. 956 405	DEHNshield TNS, nr kat. 941 400
			
Parametry techniczne			
Znamionowe napięcie zasilania przy 50/60 Hz, w [V]	$U_{CPV} \leq 1200$	230/400	230/400
Układ sieci (liczba biegunów)	PV (2)	TN-S (4)	TN-S (4)
Maksymalny prąd udarowy $L_1 + L_2 + L_3 - PE(N)$ I_{total} (10/350 μ s), w [kA]	12,5	100	50
Nominalny prąd wyładowczy I_n (8/20 μ s), w [kA]	20	25	50
Zdolność gaszenia prądu następczego I_{fi} , w [kA]	nie dotyczy	50	25
Napięciowy poziom ochrony U_p , przy I_n , w [kV]	3,8	$\leq 1,5$	$\leq 1,5 / \leq 1,5$
Wytrzymałość zwarcia przy maksymalnym bezpieczniku I_p , w [kA]	10	50	25
Maksymalny bezpiecznik poprzedzający w instalacji, w [A gL/gG]	nie dotyczy	250	160
Prąd upływu, w [μ A]	$\leq 100 \mu A$	$<< 10 \mu A$	$<< 10 \mu A$
Czas odpowiedzi, w [ns]	≤ 25	≤ 100	≤ 100
Element ograniczający przepięcia	warystor	iskiernik	iskiernik + warystor połączone równolegle
Wskaźnik uszkodzenia	tak	tak	tak
Przekrój przyłączanych przewodów, w [mm ²]	od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)	od 10 do 35 (druć) od 10 do 25 (linka)	od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)
Prąd udarowy I_{imp} (10/350 μ s) L-N/L-PE(N) wg PN-HD 60364-5-534, w [kA]	6,25	25	12,5/12,5
Szerokość montażowa lub (wys.xszer.xgł.), w [mm]	4 moduły	4 moduły	4 moduły
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od -40 do 80	od -40 do 80	od -40 do 80
Informacje dodatkowe			
Uwagi techniczne	dostępne wersje z dodatkową sygnalizacją FM na zestykach oraz na napięcie $U_{CPV} \leq 1500 V$	zachowuje koordynację energetyczną z licznikami elektronicznymi (zgodnie z normą PN-EN 62305-4 zał. C oraz D), moduł wymienny, montaż na szynie TH 35, typ 1+2+3	kompaktowy, montaż na szynie TH 35
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	EN 50539-11, CE, KEMA, UL	CE, KEMA, VDE, UL	CE, KEMA, VDE, UL
Gwarancja, w [miesiącach]	60	60	60

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ T 1 + T 2



DEHN POLSKA Sp. z o.o.
02-675 Warszawa, ul. Wołoska 16
tel. 22 299 60 40, 22 299 60 41
info@dehn.pl, www.dehn.pl

DEHN SE

DEHNventil M2 880 FM,
nr kat. 961 151



DEHNventil ACI M TNS,
nr kat. 961 405



800	230/400
IT	TN-S (4)
12,5	100
20	25
50	50
≤ 4	≤ 1,5
50	50
160	–
< < 10 μA	< < 10 μA
≤ 100	< 100
iskiernik	iskiernik
tak	tak
od 6 do 35 (druć) od 6 do 25 (linka)	od 6 do 35 (druć) od 6 do 25 (linka)
12,5	25
90×144×66	11 modułów
od –40 do 80	od –40 do 80
układ połączeń wewnętrznych „Neptun”, wymienne moduły ochronne	technika ACI – brak konieczności dobezpieczenia, dodatkowa sygnalizacja FM na zestykach, oznaczony jako typ 1 + typ 2 + typ 3, wytrzymały na przepięcia dorywcze 440 V/120 minut
EN 61643-11 i IEC 61643-11, CE	CE, EN 61673-11/IEC 61643-11, UKCA
60	60

REKLAMA

elektro
info

POBIERZ BEZPŁATNE PORADNIKI

KABLE I PRZEWODY



OCHRONA ODGROMOWA I PRZECIWPRZEPIĘCIOWA



OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA



Pobierz:

WWW.ELEKTRO.INFO.PL

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ T 1 + T 2



Dystrybutor

ETI Polam Sp. z o.o.
06-100 Pułtusk, Al. Jana Pawła II 18
tel. 23 691 93 00, faks 23 691 93 60
etipolam@etipolam.com.pl, www.etipolam.com.pl

Producent	ETI	
Oznaczenie katalogowe	ETITEC SM T12 300/12,5 4+0, nt kat. 002440546	ETITEC SM T12 300/25 4+0, nr kat. 002440572
		
Parametry techniczne		
Znamionowe napięcie zasilania przy 50/60 Hz, w [V]	230/400	230/400
Układ sieci (liczba biegunów)	TN-S (4)	TN-S (4)
Maksymalny prąd udarowy $L_1+L_2+L_3-PE(N)$ I_{total} (10/350 μ s), w [kA]	50	100
Nominalny prąd wyładowczy I_n (8/20 μ s), w [kA]	20	25
Zdolność gaszenia prądu następczego I_{fi} , w [kA]	brak	brak
Napięciowy poziom ochrony U_p , przy I_n , w [kV]	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$
Wytrzymałość zwarciova przy maksymalnym bezpieczniku I_p , w [kA]	25	50
Maksymalny bezpiecznik poprzedzający w instalacji, w [A gL/gG]	nie wymaga do 315 A (gG/gL)	nie wymaga do 315 A (gG/gL)
Prąd upływu, w [μ A]	brak	brak
Czas odpowiedzi, w [ns]	< 25	< 100
Element ograniczający przepięcia	warystor + iskiernik połączone szeregowo	warystor + iskiernik połączone szeregowo
Wskaźnik uszkodzenia	optyczny, zdalny (RC)	optyczny, zdalny (RC)
Przekrój przyłączanych przewodów, w [mm ²]	od 4 do 35 (druć) od 4 do 25 (linka)	od 4 do 35 (druć) od 4 do 25 (linka)
Prąd udarowy I_{imp} (10/350 μ s) L-N/L-PE(N) wg PN-HD 60364-5-534, w [kA]	12,5	25
Szerokość montażowa lub (wys.xszer.xgł.), w [mm]	4 moduły	8 modułów
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od -40 do 85	od -40 do 85
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	montaż na szynie TH 35; moduły wymienne; wytrzymałość na przepięcia dorywcze TOV do 440 V/120 min; dostępne również w wersjach jedno- i wielobiegunowych: 1+0, 3+0, 4+0, 3+1 (dla wszystkich układów sieci – TN-S, TN-C, TT)	montaż na szynie TH 35; moduły wymienne; wytrzymałość na przepięcia dorywcze TOV do 440 V/120 min; dostępne również w wersjach jedno- i wielobiegunowych: 1+0, 3+0, 4+0, 3+1 (dla wszystkich układów sieci – TN-S, TN-C, TT)
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	PN-EN 61643-11:2013	PN-EN 61643-11:2013
Gwarancja, w [miesiącach]	24	24

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ T 1 + T 2



ELKO-BIS Systemy Odgromowe Sp. z o.o.
51-501 Wrocław, ul. Swojczycka 38e
spd@elkobis.com.pl
<https://elkobis.com.pl/>

ELKO-BIS Systemy Odgromowe Sp. z o.o.

ESPAC V T12 12,5/275 4+0, nr kat. 10400120080

ESPAC VG T12 25/260 4+0, nr kat. 10400250080

ESPPV V T12 12,5/1000 Y, nr kat. 20121003080



230/400 AC

230/400 AC

1000 DC (PV)

TN-S (4+0)

TN-S (4+0)

DC/PV (2)

50 (12,5 kA/biegun)

100 (25 kA/biegun)

12,5 (6,25 kA/biegun)

30

30

20

25

100

nie dotyczy

≤ 1,5

≤ 1,5

≤ 1,5

50

50

20 (I_{scpu})

160

250, 125 (połączenie „V”)

nie dotyczy

< 500

< 4

10 DC, 500 AC

25

100

25

warystor

warystor + iskiernik połączone szeregowo

warystor

tak

tak

tak

od 1 do 30 (druć)
od 1 do 25 (linka)

od 2,5 do 50 (druć)
od 2,5 do 35 (linka)

od 4 do 35 (druć)
od 4 do 25 (linka)

12,5/12,5

25/25

6,25/6,25

4 moduły (72 mm)

8 modułów (144 mm)

4 moduły (72 mm)

-40 do +80

-40 do +80

-40 do +80

wymienne moduły, dostępna wersja ze stykiem sygnalizacji zdalnej, IP 20, montaż na szynie TH35, zaciski kłatkowe i pod szyny widelkowe oraz sztyftowe, głębokość wbudowania: 67 mm

wymienne moduły, dostępna wersja ze stykiem sygnalizacji zdalnej, IP 20, montaż na szynie TH35, zaciski kłatkowe i pod szyny widelkowe oraz sztyftowe, głębokość wbudowania: 67 mm

układ Y, dostępna wersja ze stykiem sygnalizacji zdalnej, IP 20, montaż na szynie TH35, zaciski kłatkowe, głębokość wbudowania: 76 mm, monoblok (zwiększona wytrzymałość mechaniczna)

PN-EN 61643-11:2013, EN 61643-11:2012,
IEC 61643-11:2011, CE, EZU

PN-EN 61643-11:2013, EN 61643-11:2012,
IEC 61643-11:2011, CE, VDE

PN-EN 61643-31:2019, EN 61643-31,
IEC 61643-31, CE, VDE

36

36

36

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ T 1 + T 2

Dystrybutor	JEAN MUELLER POLSKA Sp. z o.o. 02-293 Warszawa, ul. Krótka 4 tel. 22 751 79 01, 22 751 79 02 info@jeanmueller.pl, www.jeanmueller.pl		MERSEN Polska Sp. z o.o. 30-633 Kraków ul. Walerego Sławka 3A biuro.polska@mersen.com www.ep.mersen.com
Producent	CITEL		MERSEN
Oznaczenie katalogowe	DS253VG-1000	DACN1-25CVGS-31-275/SC	Surge Trap K1-4P320LF-M, nr kat. 44120415
Parametry techniczne			
Znamionowe napięcie zasilania przy 50/60 Hz, w [V]	AC 900 V	230	230/400 AC
Układ sieci (liczba biegunów)	TNC (3)	TT-TN-S (4)	TN-S (4)
Maksymalny prąd udarowy $L_1 + L_2 + L_3 - PE(N)$ I_{total} (10/350 μ s), w [kA]	75	100	50
Nominalny prąd wyładowczy I_n (8/20 μ s), w [kA]	30	25	20
Zdolność gaszenia prądu następczego I_{fi} , w [kA]	brak prądu następczego	50	100
Napięciowy poziom ochrony U_p , przy I_n , w [kV]	$\leq 3,4$	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$
Wytrzymałość zwarcia przy maksymalnym bezpieczniku I_p , w [kA]	50	50	25
Maksymalny bezpiecznik poprzedzający w instalacji, w [A gL/gG]	315 A (gL/gG)	<315	>315
Prąd upływu, w [μ A]	brak prądu upływu	brak prądu upływu	<0,01
Czas odpowiedzi, w [ns]	<20 ns	<25	25
Element ograniczający przepięcia	szeregowo warystor + iskiernik	szeregowo warystor + iskiernik	warystor + iskiernik połączone szeregowo
Wskaźnik uszkodzenia	tak	tak	optyczny + styk zdalnej sygnalizacji
Przekrój przyłączanych przewodów, w [mm ²]	6 do 50 (druć) 6 do 35 (linka)	2,5 do 35 (druć) 2,5 do 25 (linka)	od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)
Prąd udarowy I_{imp} (10/350 μ s) L-N/L-PE(N) wg PN-HD 60364-5-534, w [kA]	25	25/25	12,5
Szerokość montażowa lub (wys.xszer.xgł.), w [mm]	90×270×70	Monoblock (90×72×73)	4 moduły
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od -40 do 85	od -40 do 85	od -40 do 85
Informacje dodatkowe			
Uwagi techniczne	zachowuje koordynację energetyczną z licznikami elektronicznymi (zgodnie z normą PN-EN 62305-4 załącznik C oraz D), technologia VG – brak prądu następczego i roboczego, montaż na szynie TH 35	zachowuje koordynację energetyczną z licznikami elektronicznymi (zgodnie z normą PN-EN 62305-4 załącznik C oraz D), opatentowana technologia VG, wbudowany licznik wyładowań, monoblock, montaż na szynie TH 35, styk zdalnej sygnalizacji	zachowuje koordynację energetyczną z licznikami elektronicznymi (zgodnie z normą PN-EN 62305-4 załącznik C oraz D), moduły wymienne Plug-in, montaż na szynie TH 35, brak prądu upływu – technologia LCF
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	IEC 61643-11, PN-EN 61643-11, VDE 0675-39-22	PN EN 61643-11	IEC/EN 61643-11; UL 1449 5th Edition, CE, Rohs, UKCA, KEMA-KEUR; ENEC;
Gwarancja, w [miesiącach]	120	120	60

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ T1 + T2



MERSEN Polska Sp. z o.o.
30-633 Kraków
ul. Walerego Sławka 3A
biuro.polska@mersen.com
www.ep.mersen.com

	MERSEN	
Surge Trap K1-5PV1000A-M, nr kat. 44120501	Surge Trap K1 DC EV, nr kat. 44120335	Surge Trap K1H-4PG255LF-M, nr kat. 44120451
		
UCPV ≤ 1170	Ucdc (L+/L-) [V] ≤ 1000	230/400 AC
PV 5 (+ + PE -) – ochrona 2 łańcuchów	EV chargers 2P	TN-S/TT (4)
12,5	10	100
20	20	25
nie dotyczy	–	L-N 25kA / N-PE 100A
≤ 4	$\leq 2,5$	$\leq 1,5$
Iscpv 20	30	25
nie dotyczy	gBAT 100A (NH1XL 100A/1500VDC, M1068637)	>250
–	–	<10
25	25	100
warystor	warystor + iskiernik	iskiernik
optyczny + styk zdalnej sygnalizacji	optyczny + styk zdalnej sygnalizacji	optyczny + styk zdalnej sygnalizacji
od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)	od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)	od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)
6,25	5	25
5 modułów – przeznaczony do ochrony 2 łańcuchów PV	3 moduły	4 moduły
od –40 do 85	od –40 do 85	od –40 do 80
zaprojektowany do ochrony 2 łańcuchów PV – oszczędność miejsca, dostępny pełny typoszereg T1 + T2 oraz T2 Ucpv 1000-1500V DC	zaprojektowany do zastosowań w systemach ładowania pojazdów elektrycznych prądem stałym (DC)	kompaktowa konstrukcja – tylko 4 moduły, Monoblock, montaż na szynie TH 35, brak prądu upływu – technologia LCF
IEC/EN 61643-31; UL 1449 5th Edition	IEC/EN 61643-41, IEC/EN61851-23 ed.2, UL 1449 5th Edition	IEC/EN 61643-41, KEMA
60	60	60

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ T1 + T2

Dystrybutor	Phoenix Contact Sp. z o.o. 51-317 Wrocław, ul. Bierutowska 57–59, Budynek nr 3/A tel. 71 398 04 10, faks 71 398 04 99 phoenixcontact@phoenixcontact.pl, www.phoenixcontact.pl	
Producent	Phoenix Contact GmbH	
Oznaczenie katalogowe	FLT-MB-T1-264/25-3+1-UT-R	FLT-SEC-T1+T2-3S-350/25-FM
Parametry techniczne		
Znamionowe napięcie zasilania przy 50/60 Hz, w [V]	240/415 V AC	240/415 (TN-S); 240/415 (TT)
Układ sieci (liczba biegunów)	TN-S / TT	TN-S/TT (3+1)
Maksymalny prąd udarowy $L_1+L_2+L_3-PE(N)$ I_{total} (10/350 μ s), w [kA]	100	100
Nominalny prąd wyładowczy I_n (8/20 μ s), w [kA]	25 (L-PE)	100
Zdolność gaszenia prądu następczego I_{fi} , w [kA]	100 A (N-PE)	25
Napięciowy poziom ochrony U_p , przy I_n , w [kV]	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$ (L-N)
Wytrzymałość zwarciova przy maksymalnym bezpieczniku I_p , w [kA]	25	25
Maksymalny bezpiecznik poprzedzający w instalacji, w [A gL/gG]	315	≤ 315 (gL/gG)
Prąd upływu, w [μ A]	brak	≤ 10 nA
Czas odpowiedzi, w [ns]	100	≤ 25
Element ograniczający przepięcia	iskierniki w formie karbonowych płytek	SPD T1 oraz SPD T2 równolegle połączone, skoordynowane
Wskaźnik uszkodzenia	tak	tak (mechaniczny)
Przekrój przyłączanych przewodów, w [mm ²]	od 2,5 do 35 (druć) od 2,5 do 25 (linka)	od 2,5 do 35 (druć) od 2,5 do 25 (linka)
Prąd udarowy I_{imp} (10/350 μ s) L-N/L-PE(N) wg PN-HD 60364-5-534, w [kA]	25 kA (L-N)/100 kA (N-PE)	25/25/100
Szerokość montażowa lub (wys.xszer.xgł.), w [mm]	99,7×72×76,6 (z szyną DIN 7,5 mm)	95,2×142,4×74,5
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –40 do 85	od –40 do 80
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	iskierniki w formie karbonowych płytek, konstrukcja o świetnych parametrach i wytrzymałości na wielokrotne przepięcia w krótkim czasie, działająca również przy niewielkich przepięciach	ogranicznik kombinowany zgodny z definicją normy 61643-11, wersje dla różnych układów sieci, wkładki testowalne CHECKMASTER-em wg PN-EN 62305-3, styk zdalnej sygnalizacji, moduły wymienne, montaż na szynie TH 35
Normy, certyfikaty, standardy, znaki jakości	KEMA-KEUR, IEC EE CB Scheme, CCA, IEC 61643-11/EN 61643-11	IEC 61643-11:2011, EN 61643-11:2012, GL, KEMA, UL, EAC
Gwarancja, w [miesiącach]	24	60 (wkładki SEC)

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ T 1 + T 2

Weidmüller 

Weidmüller Sp. z o.o.
00-876 Warszawa, ul. Ogrodowa 58
tel. 22 510 09 40, faks 22 510 09 41
biuro@weidmuller.com.pl
www.weidmuller.pl

Weidmüller		
VPU AC I F 1 R 275/25	VPU AC I 4 R 275/25 LCF MB	VPU AC I 3+1 R 300/12.5 LCF
		
230/400	230/400	230
1	TN-C-S, TN-S 4 bieguny	TN-C-S, TN-S, TT, IT z N, IT bez N liczba biegunów 4
25	100	50
25	25	20
–	nie dotyczy	nie dotyczy
≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
–	25	50
wbudowany	> 250	≤ 315
brak	1	1
≤ 100	< 25	≤ 25
iskiernik w technologii HAD	warystor + iskiernik połączone szeregowo	warystor + iskiernik połączone szeregowo
tak	tak	tak
od 2,5 do 35 mm ²	od 2,5 do 35 mm ²	od 2,5 do 35 (druć) od 2,5 do 35 (linka)
–	25/25	12,5/12,5
11×18×91	99×144×71	104,5×72×91
od –40 do 85	od –40 do 85	od –40 do 85
ochronnik klasy T1, T2, bezpiecznik zintegrowany z ochronnikiem, ochrona przeciwprzepięciowa: TT tylko dla L-N, TN-C, TN-S, montaż na szynie TS 35	szary monoblok szer. 8 modułów, IP20, V-0, optyczny wskaźnik stanu, styk komunikacyjny	ochronnik przeciwprzepięciowy, wymienne wkładki, z zestykiem zdalnym sygnalizacji
EN 61643-11, IEC, 61643-11	IEC 61643-11, EN 61643-11	IEC 61643-11, EN 61643-11, UL 1449
60	60	60

Można prościej: ograniczniki przepięć typu 1 z techniką ACI

Ochrona przed przepięciami w instalacjach elektrycznych staje się kluczowym elementem dbałości nie tylko o miejsce, ale przede wszystkim o bezpieczeństwo użytkowników. Norma PN-HD 60364-5-53:2022 [1] precyzyjnie definiuje zasady doboru oraz montażu ograniczników przepięć (SPD, *surge protective devices*) w instalacjach niskiego napięcia.

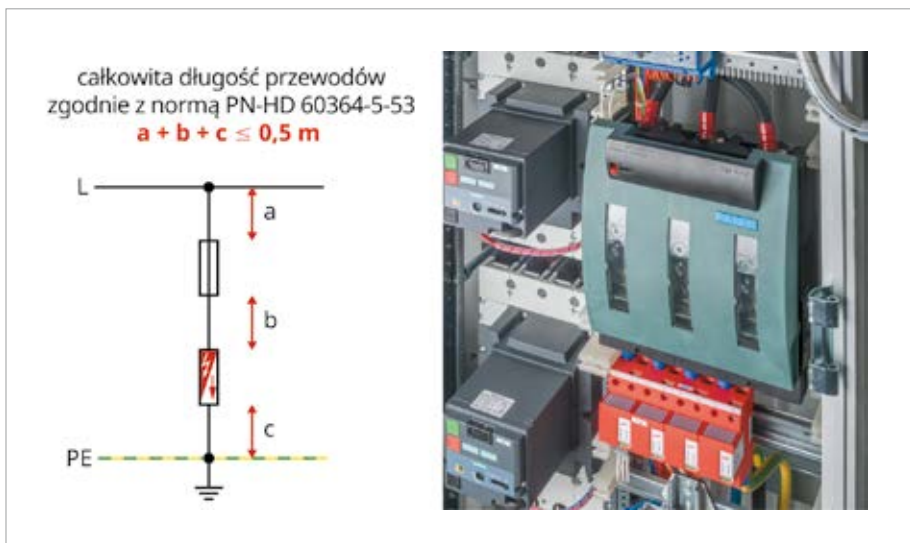
I Kluczowa rola „reguły 0,5 metra”

Wspomniana norma kładzie duży nacisk na fakt, że skuteczność napięciowego poziomu ochrony w instalacji zależy od połączenia i długości oprzewodowania oraz od umieszczenia samego SPD i wymaganych rozłączników SPD. To tutaj pojawia się fundamentalna „reguła 0,5 metra” – zakłada ona, że całkowity dystans między ogranicznikiem a punktami jego przyłączenia nie powinien przekraczać pół metra.

Przestrzeganie tej zasady jest krytyczne dla zachowania deklarowanego poziomu ochrony. Podczas wyładowania atmosferycznego, w ciągu zaledwie kilku mikrosekund, przez instalację mogą przepłynąć prądy o natężeniu dziesiątek tysięcy amperów. Tak ekstremalne wartości generują w przewodach indukcyjne spadki napięcia, które sumują się z tzw. napięciem resztkowym ogranicznika. W praktyce każde dodatkowe kilkanaście centymetrów kabla może pogorszyć poziom ochrony o kilkaset woltów – to różnica, która często decyduje o przetrwaniu lub trwałym uszkodzeniu wrażliwej elektroniki. Z tego powodu norma jednoznacznie nakazuje minimalizację długości (a tym samym indukcyjności) przewodów łączących SPD z głównym zaciskiem uziemiającym.

Wyzwania w praktyce instalacyjnej

Choć teoria wydaje się prosta, w rzeczywistości montaż zgodny z „regułą 0,5 metra” bywa problematyczny. Konwencjonalne ograniczniki wymagają zastosowania zewnętrznego dobezpieczenia (bezpiecznika wstępnego), montowanego zazwyczaj w osobnej podstawie bezpiecznikowej. Te dodatkowe elementy nie tylko wymuszają zwiększenie długości przewodów łączeniowych, ale też utrudniają montaż SPD bezpośrednio przy punkcie zasilania.



Rys. 1. Montaż SPD typu 1 wraz z dobezpieczeniem wewnątrz szafy rozdzielczej oraz „reguła 0,5 m” zgodnie z zapisami normy PN-HD 60364-5-53

Sytuację komplikuje konieczność stosowania przewodów o dużych przekrojach, niezbędnych do zapewnienia odpowiedniej obciążalności termicznej i wytrzymałości zwarciowej. Kable takie są sztywne, trudne w układaniu i zajmują cenne miejsce w nowoczesnych rozdzielnicach, które są już wyposażone w liczne komponenty, takie jak wyłączniki nadprądowe, wyłączniki różnicowoprądowe czy moduły komunikacyjne. W efekcie instalatorzy stają przed dylematem: pracochłonna walka o każdy centymetr miejsca albo kompromis kosztem zgodności z normami (rys. 1.).

Jeśli nie da się zachować wymaganego dystansu 0,5 m, należy wdrożyć dodatkowe środki, takie jak precyzyjne obliczenia i udokumentowanie spadków napięcia na przewodach, co znacznie zwiększa nakład pracy. Inną opcją jest montaż drugiego, skoordynowanego energetycznie urządzenia ochrony przepięciowej bliżej chronionego urządzenia końcowego, co jednak podnosi koszty i komplikuje późniejszą konserwację instalacji.

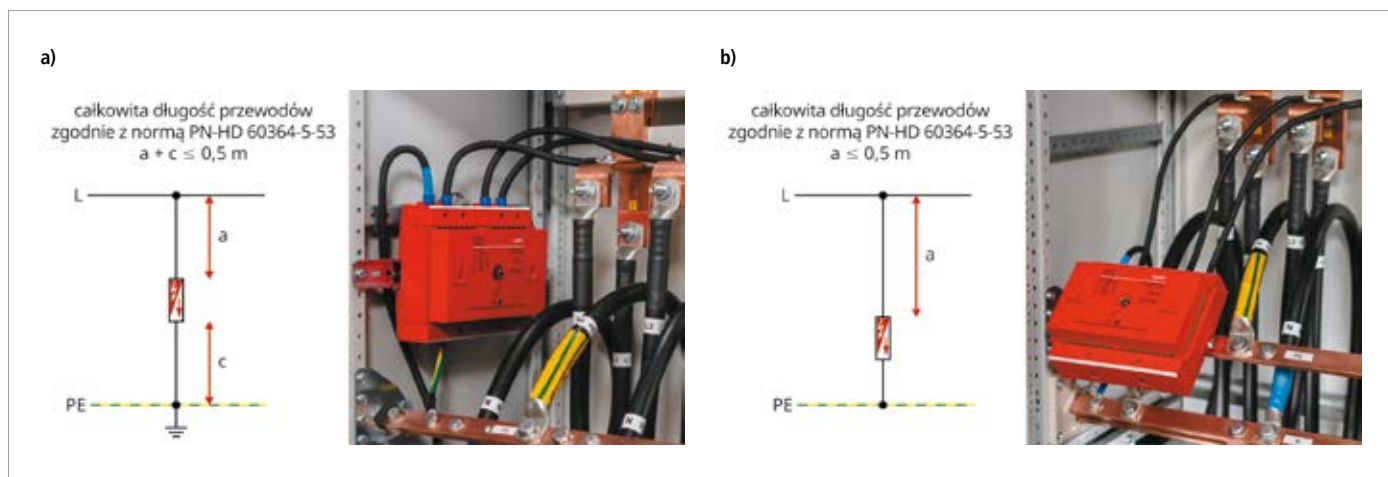
SPD typu 1 z techniką ACI – praktyczne rozwiązanie do zabudowy wewnątrz szaf rozdzielczych

Rozwiązaniem tych problemów jest technika *Advanced Circuit Interruption* (ACI)^{*)} stosowana w urządzeniach firmy DEHN. Ograniczniki wyposażone w ten system posiadają zintegrowane zabezpieczenie nadprądowe, co całkowicie eliminuje potrzebę stosowania zewnętrznego dobezpieczenia. Pozwala to na realną oszczędność miejsca w szafie sterowniczej oraz skrócenie czasu montażu i długości połączeń.

DEHNventil ACI: wydajność i prostota

Sztandarowym przykładem wykorzystania tej techniki jest DEHNventil ACI. Dzięki zoptymalizowanemu wewnętrznemu układowi ochron-

^{*)} Opis techniki ACI zastosowanej w SPD typu 2 firmy DEHN został przedstawiony w „elektro.info” 9/2024.



Rys. 2. Montaż ogranicznika przepięć DEHNventil ACI: a) do ściany szafy rozdzielczej, b) bezpośrednio na szynie PE

nemu, urządzenie umożliwia redukcję przekroju przewodów przyłączeniowych – do wykonania okablowania wystarczy miedziany kabel o przekroju 16 mm². Czyny to instalację prostszą i znacznie bardziej elastyczną.

Kombinowany ogranicznik DEHNventil ACI (typu 1+2+3) można montować bezpośrednio na uziemionych szynach montażowych lub zbiorczych. Takie rozwiązanie maksymalnie skraca drogę przepływu prądu, sprawiając, że zachowanie „reguły 0,5 metra” przestaje być wyzwaniem. Prefabrykatorzy zyskują możliwość instalacji SPD bezpośrednio w punkcie zasilania, bez konieczności stosowania dodatkowych podstaw bezpiecznikowych i skomplikowanego oprzewodowania, co minimalizuje ryzyko błędów montażowych (rys. 2a i 2b).

Problem selektywności rozwiązyany u źródła

Normy wymagają również, aby dobezpieczenie SPD było precyzyjnie dopasowane – musi ono wytrzymać prąd udarowy, ale jed-

nocześnie chronić urządzenie w razie awarii. Dobór odpowiedniego bezpiecznika bywa trudny, gdyż:

- » zbyt duży bezpiecznik nie zapewni należytej ochrony samego ogranicznika,
- » zbyt mały bezpiecznik może zadziałać błędnie podczas obciążenia prądem udarowym, mimo poprawnej pracy SPD (problem wymiarowania).

Dodatkowo bezpiecznik musi być selektywny względem innych aparatów ochronnych, aby zapewnić skoordynowane wyłączenie.

Zastosowanie techniki ACI eliminuje ten problem. Zintegrowany układ jest zaprojektowany tak, aby działać selektywnie względem bezpiecznika poprzedzającego, nawet przy niewielkich prądach znamionowych. System błyskawicznie reaguje na prądy zwarcia i bezpiecznie odłącza SPD od sieci, pozostając niezależnym od charakterystyki zewnętrznego bezpiecznika.

Więcej informacji na temat techniki ACI oraz innowacyjnych ograniczników przepięć można

znaleźć na stronie internetowej firmy DEHN POLSKA.

Literatura

1. PN-HD 60364-5-53:2022-10 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.*
2. Relax. It is ACI technology from DEHN, Druk DS 196 firmy DEHN.



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



Rys. 3. Wygląd i charakterystyka ogranicznika przepięć DEHNventil ACI

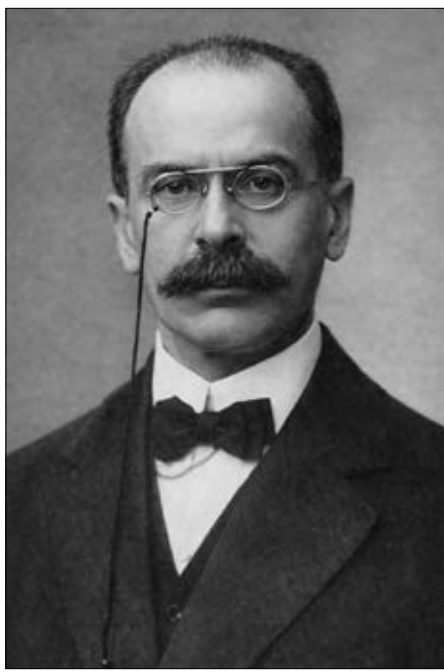


TOMASZ RUŚKIEWICZ – PATRON ROKU 2026

(1867–1926)

Stowarzyszenie Elektryków Polskich ogłosiło patronem roku 2026 Tomasza Ruśkiewicza – inżyniera zasłużonego dla rozwoju polskiej elektrotechniki i krajowego przemysłu elektrotechnicznego – w setną rocznicę jego śmierci.

Ten wybitny inżynier elektryk urodził się 22 listopada 1867 r. w Końskich. Był synem architekta Ludwika Ruśkiewicza i Melanii z Machnickich. Młodość spędził w Kielcach, gdzie uzyskał maturę w 1885 r. Co ciekawe, jego szkolnym kolegą w kieleckim gimnazjum był Stefan Żeromski. Tomasz Ruśkiewicz studiował na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Uniwersytetu w Petersburgu, uzyskując w 1889 r. tytuł kandydata nauk matematycznych. W czasie studiów związany był z tajnym Związkiem Młodzieży Polskiej „Zet”, propagującym zasady sumienności, rzetelności i pracy organicznej, a także polskie tradycje narodowe. W 1890 roku zamieszkał w Warszawie. Uczestniczył w organizowaniu obchodów 100-lecia Konstytucji 3 Maja, za co został przez władze carskie aresztowany i osadzony w Cytadeli. Wyrok brzmiał: wydalenie z kraju na okres 5 lat. W 1892 r. Tomasz Ruśkiewicz wyjechał do Niemiec i podjął studia elektrotechniczne – najpierw na Politechnice w Darmstadt, a potem na słynnej Politechnice w Karlsruhe, gdzie pod kierownictwem prof. Engelberta Arnolda uzyskał dyplom inżyniera elektryka w roku 1897. Po studiach wrócił do Warszawy i aktywnie działał na rzecz rozwoju elektrotechniki. W latach 1899-1901 był kierownikiem technicznym w fabryce ogniw i baterii „Tytan”. W 1901 r. założył przedsiębiorstwo elektrotechniczne „Ruśkiewicz i Godlewski”, które wykonywało roboty elektroinstalacyjne, w tym prace elektryczne, m.in. przy budowie Filharmonii Warszawskiej. Tomasz Ruśkiewicz był także głównym inicjatorem utworzenia ogólnopolskiej organizacji Związek Przedsiębiorstw Elektrycznych, utworzonej w 1902 r. Z czasem jego przedsiębiorstwo rozrosło się i w 1911 r. zmieniło nazwę na „Ruśkiewicz, Godlewski, Tysza”. W latach 1912-1913 firma uczestniczyła w budowie i uruchomieniu elektrowni miejskich w Kielcach i Końskich. Kielecka elektrownia w chwili uruchomienia miała



moc 70 kW – zainstalowany był w niej jeden generator napędzany silnikiem gazowym opalonym koksem, dający napięcie 220 V prądu stałego. Energię elektryczną rozprowadzano po mieście przez początkowo skromną sieć linii napowietrznych. Na słupach linii instalowano oprawy oświetlenia ulicznego. W początkowym okresie wybudowano 6,5 km linii nn i zainstalowano 150 lamp ulicznych oraz przyłączono ok. 1000 odbiorców. Inż. Tomasz Ruśkiewicz – na mocy umowy z miastem – został właścicielem elektrowni i skąpej sieci rozdzielczo-oświetleniowej w Kielcach. Kilka lat później, w 1919 roku, elektrownia ta miała już trzy generatory po 70 kW i osiągała moc 210 kW, a sieć miejska liczyła 15 km długości.

Ruśkiewicz był jednym z inspiratorów i organizatorów zjazdu założycielskiego SEP w Warszawie w 1919 roku. Sprawował na nim funkcję członka Prezydium i prowadził obrady w trzecim dniu zjazdu. Po powstaniu SEP działał czynnie w Kole Warszawskim. Był członkiem Komisji Rewizyjnej i przedstawicielem do Rady Delegatów SEP. Często przewodniczył zebraniom oddziału. Na drugim Zjeździe SEP w Toruniu w 1921 roku był jednym ze współprowadzących.

Swoją wiedzę i bogate doświadczenie zawodowe, a także oświatowe zacięcie przełożył na grunt wielu branżowych publikacji.

Po odzyskaniu niepodległości Tomasz Ruśkiewicz, jako dyrektor zarządzający i członek zarządu Polskiego Towarzystwa Elektrycznego, przyczynił się do stworzenia w Polsce przemysłu maszyn elektrycznych. To m.in. jego zasługą było utworzenie w 1906 r. pierwszej w kraju fabryki żarówek z włóknem (żarnikiem) metalowym „Cyrkon”. Inżynier Ruśkiewicz uczestniczył też w budowie innych fabryk elektrycznych w Warszawie i w Katowicach. Była to działalność bardzo ważna dla rozwoju polskiego przemysłu elektrotechnicznego. W 1925 roku Ruśkiewicz zorganizował i stanął na czele Spółdzielni Polskie Elektrownie, powołanej do wspierania małych zakładów wytwórczych. W każdej dziedzinie działalności zawodowej i społecznej wykazywał ogromne umiejętności organizacyjne, przedsiębiorczość, energię i żarliwość, dzięki czemu zyskał ogólne uznanie i wyjątkowy szacunek. Poza bardzo pracowitym życiem zawodowym i społecznym Tomasz Ruśkiewicz poświęcał też czas na rozwijanie swoich pasji i zainteresowań: interesował się historią, bibliofilstwem i muzyką. Znał kilka języków obcych, m.in. francuski, niemiecki i rosyjski.

Tomasz Ruśkiewicz zmarł nagle 27 grudnia 1926 roku w Warszawie, w wieku 59 lat. Został pochowany w grobie rodzinnym na Cmentarzu Powązkowskim.

W 2019 roku członkowie Oddziału Kieleckiego SEP wystąpili do Zarządu Głównego z uchwałą, aby w 70. rocznicę jubileuszu powstania Oddziału powołano Tomasza Ruśkiewicza na jego patrona. Tak też się stało w wyniku uchwały Zarządu Głównego SEP z dnia 13 listopada 2019 roku.

I Źródła

1. K. Ginał, „Tomasz Ruśkiewicz – elektryk, przemysłowiec, społecznik”, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 70/2020.
2. https://pl.wikipedia.org/wiki/Tomasz_Ruśkiewicz.



HARMONICZNE W SYSTEMACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

Adam Smolarczyk, Zbigniew Żagan

W 2023 roku Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej wydała skrypt uczelniany pt. „Harmoniczne w systemach elektroenergetycznych” autorstwa dr. hab. inż. Adama Smolarczyka oraz doc. dr. inż. Zbigniewa Żagana, pracowników naukowych Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Warszawskiej. Prezentowana książka jest przeznaczona dla studentów studiów II stopnia prowadzonych na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej na kierunku elektrotechnika – jako podręcznik do wykładu z przedmiotu: harmoniczne w SEE. Omówiono w nim w sposób zwięzły i prosty zagadnienia dotyczące wpływu harmonicznych na pracę systemów elektroenergetycznych (SEE), które są powiązane z jakością energii elektrycznej (JEE). Książka składa się z dwudziestu tematycznie powiązanych rozdziałów, w których autorzy przedstawiają poszczególne zagadnienia związane z problematyką harmonicznych, występujących w systemach elektroenergetycznych. Treść zasadnicza została poprzedzona wstępem, po którym autorzy opisali źródła wyższych harmonicznych, które generują odbiorniki nieliniowe. Napięcie w elektrowni ma przebieg sinusoidalny. Zniekształcenia wprowadzają odbiorcy – dlatego znajomość źródeł zakłóceń umożliwia wypracowanie metod ochrony przed wyższymi harmonicznymi, które są niepożądane.

Następnie zostały opisane wskaźniki charakteryzujące przebiegi odkształcone. W rozdziale tym zamieszczono podstawowy opis szeregu Fouriera oraz stosowane w praktyce wskaźniki charakteryzujące przebiegi odkształcone. Następnie zostały opisane zasady wyznaczania mocy w obwodach z przebiegami odkształco-

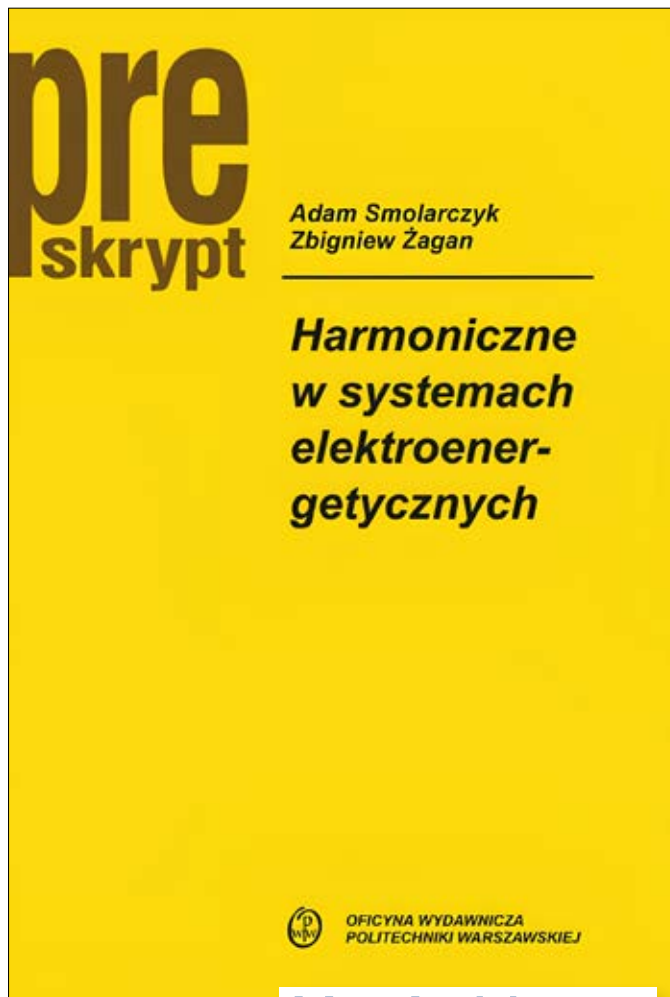
nymi, z wykorzystaniem powszechnie stosowanej od 1926 roku metody Budeanu. Kolejny rozdział został poświęcony skutkom występowania harmonicznych w systemie elektroenergetycznym, które negatywnie oddziałują na szereg odbiorników, będąc niejednokrotnie przyczyną pożarów niechronionych odbiorników. W dalszej części prezentowanej książki poruszono problem rozprzyszczenia wyższych harmonicznych w SEE oraz opisano relacje pomiędzy impedancją i mocą odbiornika nieliniowego a poziomem odkształcenia napięcia w punkcie przyłączenia odbiornika. Następnie czytelnik znajdzie

opis rezonansu szeregowego oraz równoległego, do którego może dojść na określonej harmonicznej, co stwarza poważne zagrożenia. W celu eliminacji tych zagrożeń konieczne jest stosowanie filtrów, szczególnie w obwodach zawierających układy kompensacji mocy biernej. W dalszej części został opisany wpływ pieców łukowych, silników asynchronicznych i przekształtników przyłączanych do sieci elektroenergetycznej oraz interharmonicznych na pracę innych odbiorników energii elektrycznej, wraz z metodami neutralizacji ich wpływu. Bardzo cennym elementem prezentowanej książki jest opis wpływu odkształconego prądu po stronie wtórnej transformatora na jego pracę oraz praktyczne sposoby zastosowania filtrów chroniących przed zakłóceniami stwarzanymi przez harmoniczne. Na końcu prezentowanej książki zamieszczono podstawowe akty prawne dotyczące jakości energii oraz zasady prowadzenia pomiarów harmonicznych.

Zagadnienia opisane w książce zostały wybrane przez auto-

rów pod kątem prowadzenia zajęć dydaktycznych. Tekst zasługujący na szczególną uwagę został oznaczony podkreśleniem lub pogrubieniem. Analizy matematyczne dotyczące harmonicznych w SEE ograniczono do minimum. Przyjęta kolejność rozdziałów jest zgodna z kolejnością zagadnień omawianych podczas prowadzonych zajęć dydaktycznych. Prezentowana książka może stanowić doskonałe kompendium dla osób, które w programach nauczania nie przechodziły wykładu z zakresu harmonicznych w SEE.

Tekst mgr inż. Julian Wiatr



ksiegarniatechniczna.com.pl

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 technologiczne 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 kadra 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



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 najnowszszych technologii, wszyscy pracownicy jednoczą się z pasją i duchem wyzwania, 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



Od ponad pół wieku produkty firmy **BENNING** wspomagają gospodarkę w sprawnym i bezpiecznym wykorzystaniu energii elektrycznej. Inteligentne systemy o rozmaitych zastosowaniach, przetwarzające energię elektryczną, są wizytówką firmy.

BENNING jest znany na całym świecie jako wiodący dostawca niezawodnego i wydajnego sprzętu dla branży telekomunikacyjnej, przemysłu, branży medycznej oraz teleinformatycznej. Firma oferuje przyrządy pomiarowe i kontrolne, prostowniki, inwertery, konwertery DC-DC, UPS-y, źródła zasilania OEM, stanowiska ładowania baterii trakcyjnych oraz serwis i naprawy maszyn elektrycznych do 120 t.

BENNING wyrobił sobie renomę na skalę światową w zakresie montażu, dystrybucji oraz serwisu stanowisk ładowania akumulatorów i systemów zasilania.

Po założeniu firmy w 1938 roku, specjalizowała się ona w naprawie urządzeń elektrycznych. Począwszy od naprawy maszyn, serwis związany z urządzeniami elektrycznymi stał się jednym z wiodących europejskich centrów dla wszystkich typów urządzeń.

Od 1948 – rozwój i produkcja urządzeń kontrolno-pomiarowych jak np. DUSPOL®, DUTEST®.

Od 1954 – prostowniki do pojazdów baterijnych np. TEBETRON, BELATRON...

Od 1964 – rozwój systemów zasilania do zastosowań w przemyśle...

Od 1964 – rozwój systemów zasilania do zastosowań w telekomunikacji oraz IT

Od 1983 – rozwój systemów zasilania do zastosowań w branży medycznej

Od 2007 – rozwój modułowych systemów UPS do zastosowań w przemyśle, telekomunikacji oraz IT

Od 2012 – produkcja litowo-jonowych systemów energii do zastosowań w logistyce

Od 2018 roku – systemy szybkiego ładowania DC są konfigurowalne dla samochodów, ciężarówek i autobusów



BENNING Power Electronics Sp. z o.o.

📍 05-503 Głusków, ul. Korczunkowa 30

☎ tel. 22 757 84 53, 22 757 36 68-70

✉ biuro@benning.biz

www.benning.pl

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 małogabarytowe, rozłączniki bezpiecznikowe do wkładek cylindrycznych, bezpieczniki średniego napięcia, złączki gwintowe – rzędowe, oprawy oświetleniowe i oprawki, aparaty sterowania czasowego, styczniki powietrzne oraz rozdzielnice mieszkaniowe.

Głównym celem firmy ETI Polam jest zapewnienie kompleksowej oferty zabezpieczeń instalacji elektrycznych przed przetężeniem i przepięciem oraz obsługi urządzeń elektrycznych przed porażeniem.

W serwisie internetowym etipolam.com.pl udostępniono możliwość, niezobowiązującego do zakupu, uzupełnienia (w przypadku wątpliwości oraz pytań dotyczących oferty) karty zapytania oraz obejrzenia zarówno rodzin produktów, jak i pojedynczych artykułów w przejrzystym widoku drzewa.

Firma dba o to, aby wszystkie jej produkty odpowiadały najwyższemu standardom, w związku z czym od 2006 roku posiada Certyfikat Zarządzania Jakością ISO 9001. Ponadto co roku zdobywa wiele nagród związanych ze swoją prężną działalnością w Polsce.



ETI Polam Sp. z o.o.

☎ 06-100 Pułtusk, ul. Jana Pawła II 18
☎ tel. 23 691 93 00, infolinia: 801 501 571
✉ etipolam@etipolam.com.pl
www.etipolam.com.pl



EVER Sp. z o.o. to krajowy producent rozwiązań zasilania gwarantowanego UPS. Wieloletnie doświadczenie produkcyjne (od 1991 r.), własny Dział Badań i Rozwoju (R&D), serwis produkcyjny, doradztwo techniczne oraz wysoka specjalizacja czynią EVER renomowanym dostawcą na polskim rynku rozwiązań gwarantujących ciągłość zasilania.

Nasze produkty

- » Zasilacze UPS
- » Agregaty prądowe
- » Certyfikowane zasilacze do napędów bram ppoż.
- » Listwy antyprzepięciowe i filtrujące
- » Moduły bateryjne i akumulatory
- » Akcesoria do UPS (m.in. karty sieciowe, karty styków bezpotencjałowych, uchwyty i inne)
- » Oprogramowanie monitorująco-zarządzające PowerSoft

Usługi EVER

- » Przeglądy i naprawy
- » Instalacje i uruchomienia
- » Modernizacje systemów zasilania awaryjnego
- » Modernizacje instalacji elektrycznej w celu zainstalowania zasilaczy UPS EVER
- » Wymiana akumulatorów
- » Wypożyczenia UPS
- » Upgrad'e mocy zasilaczy UPS EVER
- » Pomiary jakości zasilania pod kątem doboru zasilacza UPS oraz agregatu prądowego
- » Rozszerzenie gwarancji
- » Zdalny monitoring GSM zasilaczy UPS EVER
- » Przeniesienie eksploatowanych zasilaczy UPS przez Klienta do nowych lokalizacji

Doradztwo

- » Dobór rozwiązań zasilania awaryjnego UPS i agregatów prądowych
- » Wsparcie w rozwiązywaniu bieżących problemów technicznych w trakcie użytkowania urządzeń
- » Wsparcie w zakresie monitoringu pracy i zarządzania zasilaczem UPS za pośrednictwem oprogramowania PowerSoft

Zastosowanie rozwiązań EVER

- » Zabezpieczenie linii produkcyjnych, automatyki przemysłowej i elektronicznej infrastruktury biurowej
- » Gwarancja ciągłości zasilania serwerów, infrastruktury sieciowej i stacji roboczych
- » Ochrona wrażliwej infrastruktury technicznej i teleinformatycznej w szpitalach, urzędach i obiektach użyteczności publicznej
- » Zabezpieczenie zasilania budynków mieszkalnych i elektroniki „SMART HOME”

EVER Sp. z o.o.

60-003 Poznań, ul. Wołczyńska 19

tel. 61 6500 400

ups@ever.eu

www.ever.eu



GENERAL ENERGY POLAND

„Do przodu by osiągnąć wyznaczony cel i nie oglądać się za siebie” – to główne motto firmy General Energy Poland.

Firma z siedzibą w Bielsku-Białej, otoczona pięknymi Beskidami, z roku na rok błyskawicznie się rozwija w przemyśle energetycznym i umacnia swoje miejsce na rynku, dzięki czemu gromadzi w swojej bazie coraz większe grono zadowolonych klientów.



Zakres działalności naszej firmy:

- » Stacje transformatorowe SN/nn w obudowach betonowych i metalowych
- » Złącza kablowe SN
- » Rozdzielnice SN (sterowane manualnie oraz z telemechaniką) w izolacji: gazowej SF₆ free, stałopowietrznej i powietrznej
- » Rozdzielnice nn do 4000A w oparciu o rozwiązania systemowe oraz własne
- » Rozdzielnice nn wewnętrzne i słupowe dedykowane dla Operatorów Systemu Dystrybucji energii
- » Szafy sterownicze
- » Rozdzielnice zewnętrzne (fundamenty betonowe, obudowy aluminiowe malowane proszkowo)
- » Szafy oświetlenia ulicznego, złącza kablowe nn, złącza pomiarowe oraz kablowo-pomiarowe w obudowach termoutwardzalnych
- » Obudowy termoutwardzalne
- » Akcesoria do rozdzielni elektrycznych, tj. tablice licznikowe, uchwyty, złączki kablowe itp.

Zapraszamy do współpracy firmy z sektora energetycznego, przemysłowego i infrastrukturalnego.

General Energy Poland

43-300 Bielsko-Biała, ul. Partyzantów 25

tel. 33 471 10 00

office@generalenergy.com.pl

www.generalenergy.com.pl



PROFESJONALIZM, INNOWACYJNOŚCI, NIEUSTANNE DĄŻENIE DO DOSKONAŁOŚCI

Firma GEN-SYS to polski lider w dziedzinie zasilania gwarantowanego, specjalizujący się w dystrybucji i serwisie agregatów prądowych. Jesteśmy dumni z naszej długotrwałej współpracy z REHLKO, francuskim producentem agregatów prądowych, jako ich autoryzowany partner. Nasza oferta obejmuje zarówno agregaty 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 baczna 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
reposttechnik@reposttechnik.pl
www.reposttechnik.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



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

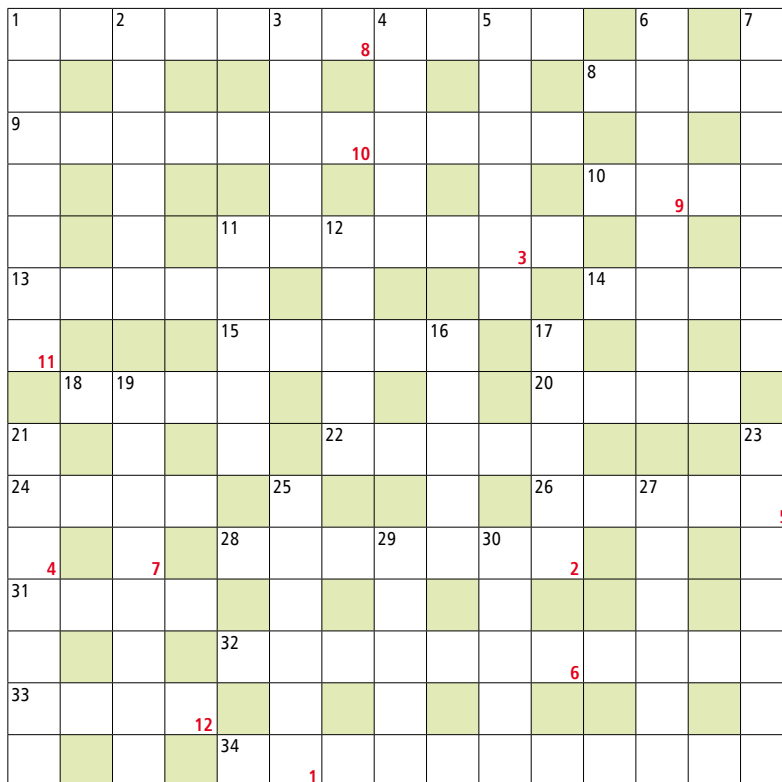
PROFITTECHNIK
Narzędzia z gwarancją



Do wygrania
kieszeń
na gwoździe,
do pasa
monterskiego
Parat Parabelt

Poziomo: 1 ocena stanu technicznego maszyny lub urządzenia technicznego; 8 najwyższy szczyt w polskich Tatrach; 9 miasto w województwie łódzkim, w powiecie kutnowskim; 10 stała posada na określonym stanowisku w firmie; 11 imię żeńskie; 13 polska piosenkarka o korzeniach greckich, znana z przeboju „Po słonecznej stronie życia”; 14 kontuzja; 15 długość boków figury geometrycznej; 18 określenie zespołu nadpobudliwości psychoruchowej z zaburzeniami koncentracji uwagi; 20 frontalne natarcie; 22 artykuł na sprzedaż; 24 składnik okta- wy obecny na pięciolinii; 26 laso inaczej; 28 jego skutkiem są szkody w majątku lub szkody na osobach w nim uczestniczących; 31 jednostka natężenia światła; 32 w gwarze uczniowskiej – korki; 33 imię żeńskie; 34 wielkość charaktery- zująca relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodach prądu stałego.

Pionowo: 1 umożliwia odbiór telewizji satelitarnej; 2 drobne ogłoszenia kupna/sprzedaży, towarzyskie, kolekcjonerskie i różne, obecne na szpaltach ga- zet; 3 ciekły tłuszcz roślinny; 4 napisał „Ptasie radio” i „Lokomotywy”; 5 dorosłe samce u kotów; 6 zbiornik do przechowywania lub przewożenia cieczy lub gazów; 7 chemiczna reakcja łączenia; 11 element elektroniczny z dwoma elektrodami; 12 salonowy taniec starofrancuski; 16 argument; 17 pakamera na budowie; 19 wy- krywanie promieniowania jonizującego, cząstek elementarnych, substancji che- micznych, sygnałów elektrycznych itp.; 21 badanie składu chemicznego substancji; 23 arkusz z pytaniami w badaniach opinii publicznej; 25 „kocie łby”; 27 u Sienkie- wicza wysadził kolubrynę pod Częstochową; 29 stolica Grecji; 30 skutek, rezultat.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Litery z pól ponumerowanych od 1 do 12 utworzą hasło. Rozwiązanie prosimy nadsyłać do 30 kwietnia 2026 r. na adres redakcji (kupon zamieszczamy obok). Do wygrania kieszeń na gwoździe, do pasa monterskiego Parat Parabelt, ufundowana przez sklep internetowy Profitechnik.

Laureatem nagrody za rozwiązanie krzyżówki z numeru 12/2025, czapki i długopisu EDMA, jest Tomasz Kornaś z Krakowa. Gratulujemy!

Data: Podpis:
Kupon należy nakleić na kartę pocztową i przesyłać na adres: 04-112 Warszawa, ul. Karłowicza 18 lub
przesłać listem na numer 22 468 84 76
Wyrażam zgodę na zapisanie mnie do newslettera „elektro.info”. Podpis:

Imię: nazwisko:
zawód/wykonawany:
ulica: nr: lok:
telefon: e-mail:
kod: miejscowość:
hasło krzyżówki z numeru 3/2026:
Administrator Państwa danych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną od-
powiedzialnością 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 ograni-
czoną odpowiedzialnością Sp. z o.o. w celu wyboru zwycięzców krzyżówki; zaznacz w kratce znak X ☐
Przysługuje Panu/Pani prawo do wglądu do swoich danych, aktualizowania, poprawiania oraz
całkowitego usunięcia ich, a także wniesienia sprzeciwu wobec ich przetwarzania. Podanie danych
ma charakter dobrowolny. Dane są chronione zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego
i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r.

1. Wyrażam zgodę na otrzymywanie drogą elektroniczną na wskazany przeze mnie adres e-mail infor-
macji o wyniku rozwiązania krzyżówki w rozumieniu ustawy z dnia 18 lipca 2002 roku o świadczeniu
usług drogą elektroniczną; zaznacz w kratce znak X ☐
2. Wyrażam zgodę na otrzymywanie drogą elektroniczną na wskazany przeze mnie nr telefonu infor-
macji o wyniku rozwiązania krzyżówki w rozumieniu ustawy z dnia 18 lipca 2002 roku o świadczeniu
usług drogą elektroniczną; zaznacz w kratce znak X ☐



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

IV EDYCJA WARSZTATÓW JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ W ELEKTROENERGETYCE

DWUDNIOWE WARSZTATY SZKOLENIOWE

14-15.04.2026
ASTAT POZNAŃ

Warsztaty poświęcone będą jakości energii elektrycznej w przemyśle, ze szczególnym uwzględnieniem mocy biernej, jej pomiaru oraz metod kompensacji.

Uczestnicy poznają dostępne rozwiązania do kompensacji mocy biernej, w tym nowoczesne układy SVG, wraz z praktycznymi przykładami ich pracy. Dodatkowo zaprezentowane zostaną bateryjne magazyny energii oraz systemy zasilania gwarantowanego UPS.

Czytaj więcej na
astat.pl/szkolenia



 694 486 359

 a.ksiazkiewicz@astat.pl

 www.astat-energetyka.pl

PATRONAT HONOROWY



WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA



STOWARZYSZENIE
ELEKTRYKÓW
POLSKICH
Oddział Poznański
im. prof. Józefa Węglarza