LAUREAT MEDALI SEP
Nakład 9,5 tys. egz.
Cena 29 zł (w tym 8% VAT)
ISSN 1642-8722 indeks 373761
www.elektro.info.pl
1-2/2026
(241)

elektro info

25 LAT

ELEKTROBUD

ICZ-E – nowoczesne rozwiązanie do hal przemysłowych

s. 18
Projekt zasilania w energię elektryczną wybranych budynków osiedla mieszkaniowego

s. 52
Analiza zjawisk przepięciowych w liniach kablowych SN

s. 68
Rzeczywistość organizacyjna i prawna usuwania awarii napowietrznych linii elektroenergetycznych WN i NN

eprasa.pl f4ba149e99

ASTAT WE TAKE CARE OF IT. a-eberle WE TAKE CARE OF IT. ASTAT WE TAKE CARE OF IT. a-eberle

PRZENOŚNE ANALIZATORY JAKOŚCI ENERGII PQ-BOX

Rodzina przenośnych analizatorów PQ-Box to nowoczesne, intuicyjne w obsłudze urządzenia zaprojektowane z myślą o szybkiej i niezawodnej analizie jakości energii. Precyzyjne analizatory klasy A, zgodne z normą IEC 61000-4-30 Ed.4, oferują rozbudowane funkcje wyzwalania oraz wstępnie zainstalowane szablony raportów, odpowiadające aktualnym wymaganiom norm branżowych.

ZALETY NASZYCH PRODUKTÓW

Oprogramowanie WinPQ Mobile Analysis
potężne i intuicyjne narzędzie analityczne

Urządzenia klasy A
precyzyjne pomiary jakości energii elektrycznej (IEC 61000-4-30 Ed. 4)

Konstrukcja przyjazna dla użytkownika
łatwa obsługa i nawigacja

Rejestracja od 2800 do 4200 wartości pomiarowych
kompleksowy pomiar jakości energii

Rozszerzony zakres częstotliwości
możliwość pomiaru w zakresie wysokich częstotliwości kHz

Zobacz produkt

MAGAZYN ENERGII

INWESTYCJA, KTÓRA NIESIE KORZYŚCI!

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

ASTAT

CO NAS WYRÓŻNIA?

Indywidualne podejście
każda inwestycja jest unikalna

Bezpieczeństwo
niezawodność instalacji i troska o użytkowników

Polska produkcja
znajomość krajowych przepisów, norm i mechanizmów wsparcia, szybka reakcja serwisowa

Nowoczesne technologie
wykorzystujemy autorskie rozwiązania Elsta

Innowacje i rozwój
współpraca z ekspertami i ośrodkami badawczymi

Zrównoważony rozwój
dbamy o środowisko dla przyszłych pokoleń

Najwyższa jakość
staramy się przekraczać oczekiwania klientów

Wieloletnie doświadczenie
ponad 30 lat na rynku, setki zrealizowanych projektów i dostaw

oferty.eijee@astat.pl
www.astat.pl

eprasa.pl f4ba149e99

Kształtujemy bezpieczniejszą przyszłość

QDX

MSX

90 RCD

ReStart

90 MCB

90 AM

Energy

Bezpieczna instalacja. Sprawdzona jakość.

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

5 lat gwarancji

na aparaturę modułową Gewiss na projektach*

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

GEWISS

eprasa.pl f4ba149e99

PORTAL ZDALNEGO NADZORU **LNET**

Zyskaj pełną kontrolę nad instalacją 24/7.
Monitoruj parametry, reaguj na alarmy
i obniż koszty energii — z dowolnego miejsca.

Sprawdź DEMO wersji Premium!

Login: LopiDemo
Hasło: knBZF!as

Sprawdź

jak działa i zwiększ efektywność swojej instalacji

LOPI SP. Z O.O.
ul. Długa 3, 05-119 Legionowo, Poland
biuro@lopi.pl | tel.: +48 22 732 07 87

www.lopi.pl

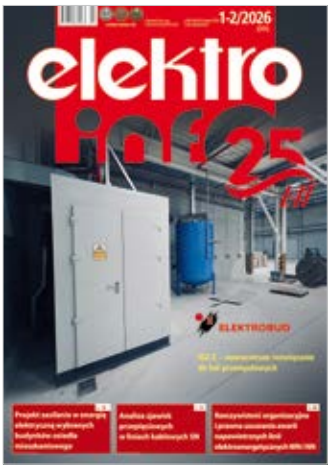
eprasa.pl f4ba149e99

W NUMERZE 1-2/2026

Numer dostępny jako:

PAPIER PLIK PDF E-WYDANIE

Odwiedź nas w sieci
www.elektro.info.pl
www.facebook.com/elektroinfopl
www.linkedin.com



» Od redakcji 6

» Nowości 8

» Z branży 10

» Z kart historii – prof. Kazimierz Idaszewski 95

» „elektro.info" poleca 96

» Doskonalenie zawodowe – niezbędny element rozwoju 97

» Katalog firm 98

» Po godzinach 102

INSTALACJE ELEKTROENERGETYCZNE

» Rozdzielnice SN bez gazu SF_6 – obowiązkowe od 2026 roku Agnieszka Roszkowska 14

» Wygodny dojazd zimą Raychem prezentacja 16

» Uproszczony projekt zasilania w energię elektryczną wybranych budynków osiedla mieszkaniowego wraz ze złączem kablowym zasilania stacji ładowania samochodów elektrycznych Julian Wiatr, Marcin Orzechowski 18

» Zestawienie rozdzielnic niskiego napięcia 34

» Wyłączniki powietrzne produkcji ETI Polam serii EPL/EPH Michał Szulborski prezentacja 40

» Wymagania dla rezystancji wypadkowej R_B w sieci nn w układzie TN. Zagrożenie związane ze zwarciem przewodu fazowego bezpośrednio z ziemią, bez udziału przewodu PEN Edward Siwy 46

KABLE I PRZEWODY

» Analiza zjawisk przepięciowych w liniach kablowych SN ze szczególnym uwzględnieniem sposobu uziemienia ich żył powrotnych Aleksandra Schött-Szymczak 52

» Zestawienie korytek, pomostów i drabinek kablowych 58

» Sposoby łączenia kabli i przewodów w instalacjach rozdzielczych niewymagające użycia drogich narzędzi specjalistycznych Justyna Talmot 62

» Złączki instalacyjne firmy WAGO – niezawodne i najlepsze WAGO Elwag prezentacja 66

SIECI ELEKTROENERGETYCZNE

» Rzeczywistość organizacyjna i prawna usuwania awarii napowietrznych linii elektroenergetycznych WN i NN Zbigniew Kończak 68

» Redukcja przekroczeń mocy z wykorzystaniem bateryjnego magazynu energii Andrzej Książkiewicz prezentacja 76

» Rodzina sterowników polowych e²TANGO się rozwija! Elektrometal Energetyka SA prezentacja 78

» ReStart – ciągłość zasilania i bezpieczeństwo na pierwszym miejscu GEWISS prezentacja 80

PRAWO

» Obowiązują nowe przepisy Prawa budowlanego dotyczące magazynów energii Agnieszka Roszkowska 82

OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

» Nanotechnologie stosowane do wczesnej ochrony przeciwpożarowej w budynkach i instalacjach elektrycznych Jakub Respondek prezentacja 84

OŚWIETLENIE

» Oprawy oświetlenia awaryjnego – rodzaje, wymagania i zastosowanie w instalacjach elektrycznych Agnieszka Roszkowska 88

» Dobór LED-ów do oświetlenia wnętrz – dlaczego wskaźnik oddawania barw CRI i temperatura barwowa najbliższa to za mało? Piotr Bałdyga, Irena Fryc, Błażej Gajewski, Maciej Listowski, Aneta Stypułkowska, Sebastian Szyjka, Robert Supronowicz 90

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

eprasa.pl f4ba149e99

P-touch

brother
at your side

Niezawodne rozwiązanie dla fachowców

www.brother.pl

Laminowane

Wytrzymałe temperaturowo

Wodoodporne

Odporne na blaknięcie

Odporne na ścieranie

Odporne na chemikalia

Łatwe do odklejenia

O podwyższonej przyczepności

P-touch LABELS TESTED TO THE EXTREME

Wytrzymałe taśmy laminowane TZe

Dedykowane drukarkom etykiet P-touch firmy Brother gwarantują odporność na działanie czynników zewnętrznych. Etykietowanie przewodów, konsol sterowniczych, tablic, centralek czy przełączników poprawia bezpieczeństwo pracy i zabezpiecza przed błędami instalacyjnymi w przyszłości.

PT-E110VP

PT-E310BT

PT-E560BT

3 lata GWARANCJI po rejestracji na: www.brother.pl

eprasa.pl f4ba149e99

2001–2026
elektro info 25

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
mgr inż. ŁUKASZ GORGOLEWSKI
dr inż. prof. uczelni KAZIMIERZ HERLENDER Politechnika Wrocławska
dr hab. inż. prof. uczelni PAWEŁ PIOTROWSKI Politechnika Warszawska
mł. bryg. dr inż. SZYMON PTAK Akademia Pożarnicza w Warszawie
dr inż. RADOSŁAW SZCZERBOWSKI Politechnika Poznańska
dr inż. JAROSŁAW WIATER Politechnika Białostocka
dr inż. MARTA ŻUREK Sieć Badawcza Łukasiewicz, Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu

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

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

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

SKŁAD I ŁAMANIE
Studio graficzne Grupy MEDIUM

DRUK
Drukarnia Paper&Tinta

Redakcja zastrzega prawo do adiustacji 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.

MEDIUM GRUPA

jest członkiem **Izby Wydawców Prasy – ISSN 1642-8722**

Drodzy Czytelnicy

Witam Państwa w pierwszym numerze „elektro.info", który wydajemy w roku 2026. Dla „elektro.info" jest to rok jubileuszowy, we wrześniu minie 25 lat funkcjonowania czasopisma na rynku wydawniczym. Między innymi z tej okazji w listopadzie, wspólnie z Akademią Pożarniczą, planujemy organizację jubileuszowej konferencji, na którą już dzisiaj Państwa zapraszamy! O szczegółach organizacyjnych będziemy informowali na bieżąco na naszych łamach oraz stronach internetowych miesięcznika. W 2026 roku planujemy również wydanie dwóch książek autorstwa Krzysztofa Wincencika, poświęconych badaniu rezystancji uziemień instalacji odgromowej oraz zmianom wprowadzonym przez nowe normy serii EN 62305 w zakresie projektowania i wykonawstwa instalacji piorunochronnych. Ponadto przygotowujemy jubileuszową publikację, związaną z tematyką organizowanych przez naszą redakcję konferencji, poświęconą ochronie przeciwpożarowej odnawialnych źródeł energii.

W bieżącym roku chcielibyśmy również kontynuować szkolenia tematyczne. Pierwsze z nich, poświęcone projektowaniu rozdzielnic niskiego napięcia, odbyło się w dniach 29–30 stycznia i zostało podzielone na bloki tematyczne. Pierwszy poświęcono metodyce obliczania zwarć, doborowi przewodów oraz ich zabezpieczeń i był prowadzony przeze mnie. Drugi blok tematyczny dotyczył metodyki konstruowania i wykonywania rozdzielnic, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 61439:2011 *Rozdzielnice i sterownice niskiego napięcia. Część 1: Postanowienia ogólne*, przywołanej w dyrektywie niskonapięciowej, i był prowadzony przez Marcina Orzechowskiego, projektanta rozdzielnic elektrycznych firmy ABB Polska Sp. z o.o. Celem szkolenia było wskazanie zasad poprawnego projektowania i wykonawstwa rozdzielnic elektrycznych w celu uniknięcia zagrożeń pożarowych.

Bieżący numer tradycyjnie jest numerem łączonym, poświęconym w głównej mierze problematyce sieci elektroenergetycznych. Zbigniew Kończak, laureat ubiegłorocznej nagrody VERBA DOCENT, opisał zagadnienia organizacyjno-prawne dotyczące usuwania awarii napowietrznych linii elektroenergetycznych WN oraz NN **(s. 68)**. Edward Siwy przedstawił wymagania stawiane wypadkowej rezystancji uziemienia puntu neutralnego transformatora w sieci elektroenergetycznej nn o układzie zasilania TN **(s. 46)**. Z kolei Aleksandra Schött-Szymczak, pracownik naukowo-dydaktyczny Politechniki Poznańskiej, opisała zjawiska przepięciowe w liniach kablowych SN, z uwzględnieniem sposobu uziemienia żył powrotnych **(s. 52)**. Irena Fryc, pracownik naukowy Politechniki Białostockiej, wraz z zespołem autorskim przedstawiła zasady doboru źródeł oświetlenia LED-owego stosowanych do oświetlenia wnętrz **(s. 90)**. Bardzo ciekawy artykuł, poświęcony wykorzystaniu nanotechnologii w ochronie przeciwpożarowej w budynkach oraz instalacjach elektrycznych, przygotował Jakub Respondek **(s. 84)**. Część merytoryczną numeru kończy uproszczony projekt zasilania w energię elektryczną części osiedla mieszkaniowego, z przygotowanym miejscem zasilania stacji ładowania pojazdów elektrycznych, przygotowany przeze mnie oraz Marcina Orzechowskiego **(s. 18)**. W numerze znajdą Państwo również zestawienia wybranych produktów branżowych, a także informacje o nowościach rynkowych. W rubryce „Z kart historii" prezentujemy życiorys kolejnej osoby zasłużonej w rozwoju elektrotechniki. Zapraszam do lektury.

Julian Wiatr

eprasa.pl f4ba149e99

IMEFY POLSKA

We Transform Energy

Transformator Peritus z przełącznikiem zaczepów pod obciążeniem (OLTC)

Nieprzerwana praca transformatorów podczas zmiany zaczepów jest idealnym rozwiązaniem dla miejsc instalacji wymagających ciągłego zasilania. Gwarantuje to innowacyjny przełącznik zaczepów pod obciążeniem, w który wyposażony jest każdy transformator POT naszej produkcji.
Niezmiennie IMEFY oferuje transformatory suche, olejowe oraz wysokomocowe, zapewniając kompleksowe rozwiązania dla energetyki zawodowej, przemysłu i sektora OZE. Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i innowacyjnym technologiom nasze transformatory łączą niezawodność, wysoką sprawność i dbałość o środowisko.

IMEFY działa na rynku polskim od 15 lat, w czasie których udowodniła swój potencjał i możliwości produkcyjne. Dzięki spełnianiu wymagań obu Ecodyrektyw, rozwinęła swoją obecność na rynku energetyki zawodowej i umocniła swoją rolę jako przodujący producent w Polsce poprzez współpracę z wieloma producentami stacji transformatorowych.
Obecnie **IMEFY Polska** pracuje nad rozpowszechnieniem wśród klientów nowego rozwiązania – transformatora olejowego z płynną regulacją napięcia pod obciążeniem. Było to możliwe dzięki zastosowaniu przełącznika ECOTAP, produkcji MR Reinhausen. Rozwiązanie to przeznaczone jest dla energetyki zawodowej oraz branży PV. Transformatory pod nazwą Peritus OLTC są już dostarczane do energetyki zawodowej w Niemczech i we Francji.

IMEFY POLSKA Sp. z o.o.

MidPoint 71, 53-332 Wrocław,
ul. Powstańców Śląskich 9

tel. 74 664 05 52
transformatory@imefy.com

www.imefy.com.pl

eprasa.pl f4ba149e99

SUWMIARKA PRECYZYJNA ZEGAROWA 150 MM SCALA

Suwmiarka uniwersalna zegarowa Scala o długości 150 mm to narzędzie, które sprawdzi się zarówno w warsztacie, jak i podczas prac instalacyjnych czy serwisowych. Zastosowanie czytelnego zegara pomiarowego pozwala na szybki i wygodny odczyt wyników, co znacznie ogranicza ryzyko błędów. Dzięki temu użytkownik zyskuje większą kontrolę nad pomiarem wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych oraz głębokości. Solidne wykonanie suwmiarki przekłada się na stabilność pomiarów i odporność na intensywne użytkowanie, co jest szczególnie istotne w codziennej pracy fachowca.

Suwmiarka Scala została zaprojektowana z myślą o komforcie użytkownika – płynny przesuw szczęk ułatwia pracę, a wysoka precyzja pozwala uniknąć poprawek wynikających z niedokładnych pomiarów. To narzędzie, które realnie oszczędza czas i zwiększa pewność, że każdy element zostanie właściwie dopasowany już za pierwszym razem.

Suwmiarka uniwersalna zegarowa Scala to praktyczny wybór dla osób, które stawiają na precyzję i niezawodność. Ten oraz inne produkty marki Scala znajdziesz w sklepie internetowym z narzędziami ręcznymi **profitechnik.pl**.

WYŁĄCZNIKI RÓŻNICOWOPRĄDOWE TYPU A – NOWY STANDARD OCHRONY INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

Odbiorniki stosowane w gospodarstwach domowych, takie jak: sprzęt IT, LED, elektronarzędzia oraz nowoczesne AGD, mogą generować prądy upływu o charakterze pulsującym oraz składową stałą. Wyłączniki różnicowoprądowe typu AC wykrywają jedynie prądy różnicowe przemienne, zaś wyłączniki typu A rejestrują zarówno prądy przemienne, jak i pulsujące oraz są odporne na składową stałą do wartości 6 mA i dzięki temu zapewniają właściwe zabezpieczenia w instalacjach budynkowych. Należy jeszcze brać pod uwagę wzrost liczby instalowanych w budynkach wallboksów, a to wymaga stosowania zabezpieczeń różnicowoprądowych w wykonaniu EV, które powinny współpracować z wyłącznikami typu A.

Przez ponad 30 lat **EL-TEAM Group** – jako dystrybutor marki – Doepke wprowadzał na polski rynek wyłączniki różnicowoprądowe. Dzisiaj, wyprzedzając obowiązujące normy, promujemy stosowanie różnicówek typu A, m.in. przez obniżenie cen wyłączników typu A do poziomu cen wyłączników typu AC, co skutecznie eliminuje barierę kosztową i ułatwia instalatorom podejmowanie właściwych decyzji.

DŁAWIK POLIAMIDOWY Z GWINTEM METRYCZNYM W ROZMIARZE M75X1,5

Firma Wiska, niemiecki producent dławnic kablowych, puszek przyłączeniowych oraz oświetlenia i produktów dla rynku stoczniowego i kolejowego, wypuściła na rynek dławik poliamidowy z gwintem metrycznym w rozmiarze M75x1,5. Dławik ten cechuje się dużą rozpiętością zadławienia przewodów oraz odpornością mechaniczną. Posiada te same parametry co jego mosiężny poprzednik tj. szczelność – IP68 (5 bar 30 min)/IP69, zakres temperatur od –40°C do 100°C, maks. ø kabla – 62 mm, min. ø kabla – 48 mm, co przy pięciokrotnie niższej cenie czyni z tego produktu doskonałą alternatywę do zadławienia grubych kabli. Dławik ten jest oferowany z uszczelką EPDM, ale bez przeciwnakrętki. Oferowana przez producenta kolorystyka (jasnoszary RAL7035 oraz czarny RAL9005), atrakcyjna cena oraz wyróżniające go wśród konkurencji wygórowane parametry czynią ten produkt idealnym rozwiązaniem do podłączania dużych rozdzielnic lub stacji ładowania pojazdów elektrycznych dużej mocy. Dostawy oraz serwis sprzedażowy oferowany jest przez wyłącznego przedstawiciela – firmę **EL-TEAM**.

eprasa.pl f4ba149e99

CYFROWE MIERNIKI
SERII DMG

- Wykonania **tablicowe** i **modułowe**
- **Kolorowy ekran LCD** dla przejrzystego podglądu pomiarów i parametrów, menu w **10 językach**
- **Komunikacja NFC** do parametryzacji z użyciem smartfonu (Android/iOS)
- **Wysoka dokładność** pomiarów
- **Wbudowany port** do komunikacji: **RS485 lub Ethernet**
- Wbudowany **web serwer** dla wersji wyposażonych w port Ethernet
- Wykonanie z wbudowaną **pamięcią do zapisu danych**
- **Rozbudowa** opcjonalnymi modułami: dodatkowe wejścia, wyjścia i porty komunikacji
- Montaż tablicowy w **standardowym otworze o wymiarach 92x92mm**
- Dostępne w ofercie wykonania z pomiarem prądu przez cewki **Rogowskiego**
- **Kompatybilne** z **wieloobwodowym systemem pomiarowym EASY BRANCH** typu **plug&play** do nadzoru do 33 obciążeń 3 fazowych z użyciem jednego analizatora parametrów sieci
- Szeroki wybór akcesoriów, przekładników prądowych i bramek z rejestracją danych

Zobacz więcej

Lovato electric
ENERGY AND AUTOMATION

eprasa.pl f4ba149e99

www.LovatoElectric.pl

SOLAR ENERGY EXPO ZA NAMI

W dniach 13-15 stycznia 2026 roku w Ptak Warsaw Expo w Nadarzynie koło Warszawy odbywały się targi Solar Energy Expo! Była to już 5. edycja największych targów przemysłu odnawialnych źródeł energii w Europie Środkowo-Wschodniej. Miesięcznik „elektro.info" też był tam reprezentowany.

„Przyszłość jest hybrydowa!" – z takim przesłaniem odbywało się Solar Energy Expo 2026, prezentując pełne spektrum nowoczesnych technologii OZE: od fotowoltaiki i systemów solarnych po magazyny energii i rozwiązania niskoemisyjne. Wydarzenie połączyło innowacje z obszaru elektromobilności, pomp ciepła oraz technologii ograniczających zużycie energii w procesach przemysłowych. To spotkanie branży, która wspólnie wyznacza kierunek rozwoju zrównoważonej energetyki przyszłości.

Solar Energy Expo to wydarzenie, podczas którego można było:

- poznać technologie OZE, które realnie obniżają koszty energii i podnoszą bezpieczeństwo zasilania,
- zobaczyć nowoczesne rozwiązania na żywo – a nie tylko w internecie – z takich branż, jak: fotowoltaika, falowniki, magazyny energii, systemy zarządzania energią, smart home, zabezpieczenia i osprzęt instalacyjny,
- porozmawiać bezpośrednio z producentami i dostawcami na konkretne tematy: o parametrach, terminach, serwisie i ofertach dopasowanych indywidualnie do Państwa budżetu.

W targach licznie uczestniczyli przedstawiciele:

- instalatorów,
- producentów i dystrybutorów,
- projektantów instalacji elektrycznych i OZE, biura projektowe,
- deweloperów, generalnych wykonawców, firmy budowlane,
- zakłady produkcyjne, magazyny, centra logistyczne,
- przedsiębiorców z branży agrobiznesu,
- zarządców nieruchomości, reprezentantów wspólnot i spółdzielni mieszkaniowych,
- decydentów: właścicieli firm, dyrektorów technicznych, finansowych i operacyjnych.

Solar Energy Expo w tym roku było częścią Warszawskiego Tygodnia Budowlano-Energetycznego.

Oprac. i fot. red.

MILIARD ZŁOTYCH NA PRZYDOMOWE MAGAZYNY ENERGII – BĘDZIE NOWY PROGRAM DOTACJI

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej odbył konsultacje społeczne założeń nowego programu dotacji, którego celem jest efektywniejsze wykorzystanie energii elektrycznej wyprodukowanej z przydomowych mikroinstalacji OZE. Konsultacje trwały do 27 stycznia 2026 r. Nowy program „Dofinansowanie przydomowych magazynów energii" to jeden z najważniejszych elementów przygotowywanej polityki wsparcia prosumentów w latach 2026–2030, mający zwiększyć autokonsumpcję energii z OZE oraz odporność gospodarstw domowych.

Program zakłada dotacje do magazynów energii elektrycznej o minimalnej pojemności 12 kWh, zgłoszonych i potwierdzonych przez OSD, oraz do magazynów ciepła o minimalnej pojemności 150 dm^3. Według założeń, dotacje mają pokryć przynajmniej 62,5 tys. magazynów energii. Budżet na realizację programu wynosi 1 mld zł. Konsultacje trwały od 21 do 27 stycznia 2026 r. i były skierowane do wszystkich zainteresowanych stron – prosumentów, firm instalacyjnych, producentów technologii, organizacji branżowych oraz samorządów.

Nowy program ma odpowiadać na wyzwania, które narastają wraz z rosnącą liczbą mikroinstalacji fotowoltaicznych w Polsce. Ograniczenia sieciowe, zmienna produkcja energii oraz spadająca opłacalność oddawania nadwyżek do sieci powodują, że magazynowanie energii staje się kluczowym elementem dalszego rozwoju prosumenckiego rynku OZE.

Planowany budżet programu wynosi 1 mld zł, a jego realizacja ma objąć lata 2026–2030. Środki mają pochodzić z Funduszu Modernizacyjnego, przy czym warunkiem uruchomienia naborów będzie uzyskanie pozytywnej decyzji finansowej Europejskiego Banku Inwestycyjnego.

Program skierowany jest do prosumentów posiadających mikroinstalację OZE przyłączoną do sieci elektroenergetycznej, wyposażonych w system zarządzania energią. W przypadku magazynów energii elektrycznej istotnym wymogiem będzie także funkcja pracy wyspowej, umożliwiająca zasilanie obiektu podczas lokalnych awarii lub wyłączeń sieci.

Zgodnie z przedstawionymi założeniami, program ma obejmować dotacje do dwóch typów instalacji:

- magazynów energii elektrycznej o minimalnej pojemności 12 kWh, zgłoszonych i potwierdzonych przez operatora systemu dystrybucyjnego – do 30% kosztów kwalifikowanych,

eprasa.pl f4ba149e99

ATRA

producent PROTEKT

Przemysłowe hełmy ochronne elektroizolacyjne

Made in Poland

✓ dedykowane pracom na wysokości

EN 397:2012+A1:2012

EN 50365:2002

✓ Przeznaczone do prac przy instalacjach niskiego napięcia do **1000 V AC** lub **1500 V DC**

ATRA 10

ATRA 20

uchylna osłona wewnętrzna

ATRA 40

uchylna osłona zewnętrzna

✓ LD - odporność na zgniatanie boczne

✓ odporność na uderzenia

✓ MM - odporność na odpryski stopionego metalu

✓ Testowane w bardzo niskiej temperaturze (**-30°C**)

✓ Lekka i wytrzymała konstrukcja z tworzywa ABS

ZESKANUJ KOD
szczegółowa oferta hełmów ATRA wraz z akcesoriami

PROTEKT

ADRES REJESTROWY - PROTEKT Grzegorz Łaszkiewicz Spółka z o.o., ul. Starorudzka 9, 93-403 Łódź
BIURO / DZIAŁ HANDLOWY - ul. Skromna 6, 93-405 Łódź, tel. +48 42 29-29-500, handlowy@protekt.com.pl, fax +48 42 680-20-93
MAGAZYN - ul. Gombrowicza 6, 93-405 Łódź

WWW.PROTEKT.PL

eprasa.pl f4ba149e99

» magazynów ciepła o minimalnej pojemności 150 dm^3 – również do 30% kosztów kwalifikowanych.

Takie parametry wskazują, że wsparcie będzie adresowane przede wszystkim do instalacji realnie wpływających na bilans energetyczny gospodarstwa domowego, a nie do rozwiązań symbolicznych. Materiały konsultacyjne dotyczące programu „Przydomowe magazyny energii" są dostępne na stronie: https://www.gov.pl/web/funduszmodernizacyjny/przydomowe-magazyny-energii. Choć program znajduje się dopiero na etapie założeń, już teraz wzbudza duże zainteresowanie rynku. Skala budżetu oraz jasno określone wymagania techniczne sugerują, że może to być najważniejszy program wsparcia magazynowania energii w sektorze prosumenckim w historii Polski.

Ostateczny kształt programu będzie zależał m.in. od wyników konsultacji społecznych – dlatego udział interesariuszy na tym etapie może realnie wpłynąć na przyszłe warunki wsparcia.

Źródło: e-magazyny.pl

POWSTAJE PIERWSZA W POLSCE FABRYKA PANELI FOTOWOLTAICZNYCH W TECHNOLOGII CIGS

We Wrocławiu dobiega końca budowa fabryki cienkowarstwowych modułów PV w technologii CIGS, czyli bez dodatku krzemu. Zakład stworzy miejsca pracy dla ponad 200 specjalistów z różnych dziedzin związanych z branżą fotowoltaiczną. Inwestorem jest wielkopolska firma Roltec, a wykonawcą – Baumar.

Umowę obie firmy podpisały na początku listopada 2024 r. Projekt obejmuje budowę i uruchomienie zakładu produkcyjnego paneli fotowoltaicznych, w tym hali produkcyjno-magazynowej z aneksem technologicznym i częścią socjalną oraz budynku biurowego wraz z zagospodarowaniem terenu i niezbędną infrastrukturą techniczną.

Będzie to pierwszy w Polsce zakład produkujący cienkowarstwowe panele PV w technologii CIGS.

CIGS, czyli *Copper Indium Gallium and Selenide* to technologia cienkich ogniw słonecznych/fotowoltaicznych oparta na osadzeniu czterech pierwiastków (miedzi, indu, galu, selenku) na szklanym podłożu. Tym, co wyróżnia CIGS, jest najlepsza odpowiedź widmowa, czyli pochłanianie promieniowania słonecznego przez panele lub dachówki fotowoltaiczne wykonane w tej technologii.

Według producentów, panele w technologii CIGS są bardziej wydajne i dają wyższą produkcję energii niż klasyczne panele krzemowe, co potwierdzają realne dane, zebrane w praktyce. Produkcja paneli CIGS przebiega następująco: na szklanej powierzchni kładzie się warstwę molibdenu, a następnie pozbawiony domieszek tlenek cynku. Następna jest warstwa siarczku kadmu (CdS) lub siarczku cynku (ZnS) o grubości 50 nmis, pod którą znajduje się absorbujący fotony stop di-selenku miedzi, indu oraz galu Cu (In,Ga) Se2. Warstwa spodnia modułu jest wykonana ze szkła.

Moduły Roltec CIGS zapewnią produkcję energii pod różnymi kątami padania promieni słonecznych, co przekłada się na wyższe o 15% uzyski w przeliczeniu na zainstalowany kWp w porównaniu do paneli krzemowych, podaje inwestor budujący nową fabrykę we Wrocławiu.

22 sierpnia 2024 r. została zawarta umowa o udzielenie pomocy publicznej w formie dotacji celowej, w związku z realizacją przez Roltec Sp. z o.o. inwestycji polegającej na budowie nowego zakładu produkcyjnego paneli fotowoltaicznych we Wrocławiu.

Minister Rozwoju i Technologii ze środków budżetowych będących w jego dyspozycji, udzieli spółce Roltec w latach 2024-2026 wsparcia w formie dotacji celowej z tytułu poniesienia kwalifikowanych kosztów inwestycji w maksymalnej kwocie 3 000 000 zł, która zostanie wypłacona w trzech częściach, w latach: 2024, 2025 i 2026. Jednym ze wskaźników określonych w umowie o dofinansowaniu jest stworzenie nowych miejsc pracy.

Źródło: CIRE

NFOŚIGW PRZYSPIESZA OCENĘ WNIOSKÓW I WYPŁATY DOTACJI W RAMACH PROGRAMU MÓJ PRĄD 6.0

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej zapowiada znaczne przyspieszenie prac nad oceną wniosków złożonych w szóstej edycji programu Mój Prąd. Jak informuje Fundusz, wszystkie wnioski złożone w ramach naboru Mój Prąd 6.0 mają zostać ocenione w ciągu najbliższego miesiąca, a w kolejnych tygodniach zakończone zostaną wypłaty dotacji na instalacje fotowoltaiczne, magazyny energii oraz magazyny ciepła.

Szósta edycja programu Mój Prąd była rekordowa zarówno pod względem budżetu, jak i czasu trwania naboru. Nabór wniosków prowadzony był od 2 września 2024 r. do 12 września 2025 r. W tym czasie do NFOŚiGW wpłynęło ponad 124 tys. wniosków o łącznej wartości przekraczającej 1,85 mld zł.

Z danych przekazanych przez Fundusz wynika, że ponad 63 tys. wniosków zostało już zatwierdzonych, ok. 3 tys. wniosków jest w trakcie uzupełniania przez wnioskodawców, a do oceny pozostaje jeszcze ok. 42 tys. wniosków złożonych w ramach programu Mój Prąd 6.0. NFOŚiGW deklaruje intensyfikację działań, aby w najbliższych tygodniach zakończyć cały proces oceny oraz wypłat środków.

Fundusz podkreśla, że proces wypłat został znacząco usprawniony. Od momentu zatwierdzenia wniosku czas przekazania środków wynosi maksymalnie 5 dni roboczych, a obecnie w wielu przypadkach wypłaty realizowane są nawet w ciągu 3 dni.

Jest to możliwe dzięki codziennemu zatwierdzaniu list rankingowych przez Zarząd NFOŚiGW, co pozwala na szybkie przyznanie dofinansowania i niemal natychmiastowe skierowanie dokumentów do realizacji wypłaty.

Rekordowy budżet Mój Prąd 6.0 został zapewniony w ramach programu Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko (FEnIKS), którego NFOŚiGW jest beneficjentem. Fundusz zapewnia, że środki na wypłaty są zabezpieczone, a każdy wniosek, który przejdzie pozytywną weryfikację, otrzyma należne dofinansowanie.

Jednocześnie NFOŚiGW informuje, że trwają prace nad kolejnym programem wsparcia dla prosumentów, który w najbliższym czasie ma zostać przedstawiony do konsultacji publicznych. Szczegóły nowej inicjatywy nie są jeszcze znane, jednak zapowiedź ta potwierdza kontynuację polityki wspierania rozwoju energetyki prosumenckiej w Polsce.

Źródło: NFOŚiGW

eprasa.pl f4ba149e99

SOLAX POWER

X3-NEO-LV

Inteligentne Zarządzanie Energią

7x do 7 raz mniejsze zużycie prądu w czasie czuwania

praca z tubinami wiatrowymi i generatorami prądu

zgodność z bateriami LV wszystkich marek

polski serwis techniczny producenta

24/7 natychmiastowa rejestracja zgłoszeń i awarii

AI COPILOT - wsparcie użytkownika i instalatora

VPP gotowość do pracy w wirtualnej elektrowni

X3-NEO-LV 5kW/ 8kW / 10kW / 12kW / 15kW

Trójfazowe | Niskie Napięcie | 2 MPPT

SOLAX LOW VOLTAGE DOSTĘPNY U POLSKICH DYSTRYBUTORÓW

Agnieszka Roszkowska

Rozdzielnice SN bez gazu SF_6 – obowiązkowe od 2026 r.

W 2024 r. weszło w życie rozporządzenie UE dotyczące zakazu stosowania fluorowanych gazów cieplarnianych, w tym sześciofluorku siarki (SF_6), który jest wykorzystywany w rozdzielnicach jako izolator. 1 stycznia 2026 r. rozpoczął się proces wycofywania gazu SF_6 z eksploatacji, który potrwa do 31 grudnia 2031 roku. Od 2032 r. zakaz wykorzystywania gazu SF_6 będzie obowiązywać w odniesieniu do wszystkich rozdzielnic SN i WN.

Zgodnie z definicją zawartą w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/573, „rozdzielnica elektryczna oznacza aparaturę rozdzielczą oraz połączenie takiej aparatury z przyłączonymi urządzeniami sterowniczymi, pomiarowymi, zabezpieczeniowymi i regulacyjnymi, a także zespoły takiej aparatury i urządzeń ze wzajemnymi połączeniami, osprzętem, obudową i elementami pomocniczymi, przeznaczone do wykorzystywania związanego z wytwarzaniem, przesyłem, dystrybucją i przetwarzaniem energii elektrycznej".

W rozdzielnicach elektrycznych od lat powszechnie stosowany jest sześciofluorek siarki (SF_6) – syntetyczny gaz, który doskonale sprawdza się jako izolator i przerywacz łuku elektrycznego. Cieszy się on dużą popularnością nie tylko z powodu właściwości izolacyjnych, ale też dużej dostępności, atrakcyjnych cen oraz kompaktowych rozmiarów urządzeń, w których jest wykorzystywany. W Polsce, poza pewnymi wyjątkami, SF_6 był dotąd głównym środkiem izolacyjnym i łączeniowym, jeżeli chodzi o średnie napięcie. Branża elektryczna przyzwyczaiła się do tych rozwiązań – dotyczy to zarówno producentów, projektantów, jak i użytkowników.

Rozdzielnica sbp.zero24 firmy Ormazabal

Jednak sześciofluorek siarki ma też jedną zasadniczą wadę: jest gazem cieplarnianym o najwyższym współczynniku globalnego ocieplenia. Jego współczynnik GWP (Potencjał Globalnego Ocieplenia) wynosi 23 500, co oznacza, że jest on 23 500 razy (!) bardziej szkodliwy dla klimatu niż dwutlenek węgla. Jedna rozdzielnica elektryczna w całym okresie eksploatacji (40 – 50 lat) powoduje zużycie do 2,5 kg sześciofluorku siarki. W ostatnich latach wykorzystanie SF_6 w rozdzielnicach jeszcze się zwiększyło w wyniku rozwoju zdecentralizowanej sieci energetycznej w Europie. Dawniej wytwarzanie energii elektrycznej opierało się na dużych źródłach, takich jak elektrownie węglowe i gazowe. Obecnie buduje się wiele mniejszych elektrowni wiatrowych i słonecznych, a każdy z takich obiektów wymaga własnych urządzeń rozdzielczych, co powoduje wzrost ich liczby. W przypadku stosowania rozdzielnic z gazem SF_6 – ryzyko jego emisji do atmosfery stale się więc zwiększa.

Dlatego ograniczenie, a następnie eliminacja jego stosowania jest niezbędna, aby móc powstrzymać wpływ na środowisko naturalne. Zakaz stosowania SF_6 do tej pory nie dotyczył energetyki, ale to się już zmieniło: Parlament Europejski zdecydował o stopniowej eliminacji tego gazu ze wszystkich zastosowań w przemyśle energetycznym, począwszy od 2026 roku.

Harmonogram odchodzenia od SF_6 w rozdzielnicach

Jako pierwsze – już od 1 stycznia 2026 roku – zakazem zostały objęte rozdzielnice średniego napięcia. Zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/573, od tego roku zabroniono wprowadzania do użytku rozdzielnic elektrycznych, które wykorzystują w medium izolującym lub przerywającym łuk elektryczny fluorowane gazy cieplarniane lub których działanie jest od nich zależne. Harmonogram wprowadzania zakazu stosowania SF_6 wygląda następująco:

Rozdzielnica RSS-24w, PRE Edward Biel

- od 1 stycznia 2026 roku zakaz stosowania SF_6 obejmuje rozdzielnice SN w dystrybucji pierwotnej i wtórnej do 24 kV włącznie,
- od 1 stycznia 2030 roku – rozdzielnice SN w dystrybucji pierwotnej i wtórnej powyżej 24 do 52 kV włącznie,
- od 1 stycznia 2028 roku – rozdzielnice na napięcia od 52 do 145 kV włącznie i o prądzie zwarcia do 50 kA włącznie, wykorzystujące fluorowane gazy cieplarniane o współczyn-

eprasa.pl f4ba149e99

niku globalnego ocieplenia równym 1 lub większym,

» od 1 stycznia 2032 roku – rozdzielnice WN powyżej 145 kV lub o prądzie zwarcia powyżej 50 kA i wykorzystujące fluorowane gazy cieplarniane o współczynniku globalnego ocieplenia równym 1 lub większym.

Czy trzeba będzie wymienić też działające rozdzielnice SN z SF_6?

Wiele pytań instalatorów i serwisantów dotyczy tego, czy trzeba będzie wymienić dotychczas zamontowane urządzenia. W obecnej wersji Rozporządzenie 2024/573 tego nie wymaga. Natomiast należy pamiętać o ważnym ograniczeniu w zakresie konserwacji i serwisu. Otóż od 1 stycznia 2035 r. zabronione będzie stosowanie tzw. pierwotnego (wprowadzonego na rynek po raz pierwszy) gazu SF_6 do konserwacji lub serwisowania rozdzielnic elektrycznych. Będzie można stosować do takich celów tylko gaz zregenerowany lub z recyklingu. Wyjątkiem będą sytuacje, gdy stosowanie gazu zregenerowanego lub pochodzącego z recyklingu będzie niemożliwe z przyczyn technicznych lub takie gazy nie będą dostępne w razie potrzeby nagłej naprawy. Może to jednak wymagać przedstawienia dowodów uzasadniających stosowanie gazu pierwotnego.

Czym zastąpimy szkodliwy sześciofluorek siarki?

Wprowadzanie produktów, które nie wykorzystują sześciofluorku siarki, jest absolutnie przełomową zmianą dla branży energetycznej w całej Europie, w tym również w Polsce. W obliczu nowych przepisów przemysł energetyczny musi przygotować się na wyzwania związane z wprowadzeniem alternatywnych technologii i substancji, które zastąpią SF_6. Na szczęście są już dostępne alternatywne rozwiązania, w których nie stosuje się gazu SF_6 – a przy tym urządzenia mają takie same parametry elektryczne. Przykładowo zamiast SF_6 wykorzystuje się technologię próżniową, która nie stanowi zagrożenia dla środowiska naturalnego. Połączenie komór próżniowych z inteligentną konstrukcją wykorzystującą powietrze i izolację stałą jest bezpiecznym i przyjaznym dla środowiska rozwiązaniem, stosowanym w Europie już od lat. Rozdzielnice z izolacją powietrzną stanowią idealne rozwiązanie dla nowych i modernizowanych układów zasilania średniego napięcia. Izolacja powietrzna o ciśnieniu atmosferycznym oraz możliwość dostępu do wszystkich elementów rozdzielnic bez ryzyka utraty szczelności gwarantują wysoki poziom niezawodności, funkcjonalności i bezpieczeństwa ich pracy przez długi czas.

Rozdzielnica średniego napięcia LamLine AIR, przeznaczona do rozdziału wtórnego do 24 kV
fot. Lamel Rozdzielnice

Pojawiają się również inne alternatywne technologie – innowacyjne firmy z branży energetycznej opracowują własne ekologiczne mieszanki gazów do stosowania w rozdzielnicach, które stanowią czynnik izolujący i przełączający – zastępując raz na zawsze szkodliwy sześciofluorek siarki.

REKLAMA

eprasa.pl f4ba149e99

Raychem

Wygodny dojazd zimą

Elektryczne systemy grzewcze to skuteczna metoda utrzymania nawierzchni chodników, podjazdów i przejść w stanie zapewniającym bezproblemowe i bezpieczne poruszanie się. Prawidłowo zaprojektowany i wykonany system przeciwoblodzeniowy gwarantuje: bezpieczeństwo ruchu kołowego i pieszego, ograniczenie kosztów napraw uszkodzeń nawierzchni spowodowanych działaniem zamarzającej wody, oszczędność energii i czasu na usuwanie oblodzenia oraz ochronę środowiska przed działaniem substancji do rozmrażania.

Dlaczego warto wykonać system ogrzewania podjazdu?

Prawdopodobnie każdy mieszkaniec domu jednorodzinnego stanął przed koniecznością odśnieżania podjazdu lub otwierania przymarzniętej bramy w momencie, kiedy bardzo się spieszy… A przecież podjazd może odśnieżyć się sam – i to dosłownie! Elektryczny system ogrzewania powierzchni zewnętrznej to skuteczna metoda utrzymania nawierzchni chodników, podjazdów i przejść w stanie zapewniającym bezproblemowe i bezpieczne poruszanie się.

Szczególnie ważne jest zapobieganie gromadzeniu się śniegu i oblodzeniu w newralgicznych miejscach, takich jak okolice bramy wjazdowej czy wjazdu do garażu oraz przed wejściem do domu. Najlepiej taki system zaplanować jeszcze na etapie projektu, przed ułożeniem nawierzchni, ale można również w każdej chwili rozebrać kostkę brukową i dodać taki system. Korzyści takiego rozwiązania:

- stały, całodobowy dostęp do budynku,
- drogi odśnieżają się „same" – system eliminuje konieczność odśnieżania ręcznego,
- ograniczenie czasu odśnieżania – system zapobiega tworzeniu się zasp w trakcie ich powstawania,
- niskie koszty systemu – system pracuje tylko wtedy, kiedy pada śnieg; dzięki zastosowaniu sterowników system grzewczy włącza się, gdy temperatura spadnie poniżej zaprogramowanej wartości i jednocześnie występują opady atmosferyczne.

Droga dojazdowa na Lotnisko Chopina w Warszawie. System grzewczy EM2-MI

Jaki system dobrać?

System grzewczy powinniśmy dobrać w zależności od rodzaju nawierzchni oraz jej przeznaczenia.

- **Podjazdy asfaltowe**

Wysokotemperaturowe przewody grzejne w izolacji mineralnej EM2-MI są najlepszym rozwiązaniem dla systemów grzewczych układanych w gorącym asfalcie, szczególnie jeśli będzie wyrównywany przez walec i ciężkie maszyny. Żaden inny przewód grzejny nie jest tak odporny na wysoką temperaturę i uszkodzenia w czasie montażu. System EM2-MI, dostępny w zestawach od 1270 W do 4290 W, można łatwo dopasować do powierzchni o nieregularnych kształtach. Zakończone fabrycznie przewody grzejne nie wymagają montażu zakończeń i zimnych przewodów podczas instalacji, i mogą być mocowane do istniejącego zbrojenia lub taśm dystansowych.

Do mniejszych powierzchni zalewanych asfaltem można również zastosować maty i przewody stałooporowe Wintergard. Koszt instalacji będzie znacznie niższy, jednak należy pamiętać o stosowaniu lżejszych maszyn ubijających.

- **Podjazdy, chodniki i schody betonowe oraz pokryte kostką brukową**

W tym przypadku optymalne będzie zastosowanie przewodów i mat stałooporowych. Jest to rozwiązanie najbardziej ekonomiczne, charakteryzujące się prostotą i krótkim czasem montażu. Maty grzewcze Raychem WINTERGARD-MAT o mocy 300 W/m^2 i szerokości 60 cm dobrze się sprawdzają do odśnieżania chodników i pasów jezdnych. Mogą być rozwinięte bezpośrednio przed wylaniem betonu.

Zakończone fabrycznie stałooporowe przewody grzejne Raychem WINTERGARD-CABLE o mocy 25 W/m układa się na schodach, powierzchniach złożonych i o nieregularnych kształtach. Dwużyłowa budowa przewodu oznacza tylko jeden zimny przewód, który należy podłączyć do zasilania i sterownika. Dostępne są w wersji 230 V i 400 V.

Rozwiązania stałooporowe są najczęściej stosowane w budownictwie jednorodzinnym ze względu na niskie koszty zakupu i ekonomiczną eksploatację.

- **Betonowe, zbrojone rampy załadowcze**

W miejscach o szczególnym natężeniu ruchu – na parkingach, rampach załadowczych, wjazdach do parkingów podziemnych, a nawet na lądowiskach dla helikopterów i lotniskach –

eprasa.pl f4ba149e99

używa się trwałych i odpornych na uszkodzenia mechaniczne przewodów samoregulujących Raychem EM2-XR (300 W/m², 90 W/m przy 0°C). Dzięki technologii samoregulacji przewody te utrzymują wymaganą temperaturę na całej długości obwodu grzewczego. Są bardzo bezpieczne – nie przegrzewają się nawet w miejscu krzyżowania.

Przewody samoregulujące są najczęściej wybieranym systemem dla dużych projektów i inwestycji, gdzie montaż odbywa się w betonie. Dzięki użyciu sterownika Elexant 650c-Modbus cały system pozwala zaoszczędzić do 80% energii.

Sterowanie

Nowoczesne, inteligentne systemy sterowania potrafią ograniczyć zużycie energii – dzięki temu, że systemy pracują tylko wtedy, gdy są potrzebne.

Sterowanie elektrycznym ogrzewaniem przeciwoblodzeniowym w rzeczywistości jest bardzo proste i bezobsługowe dzięki zastosowaniu sterownika, który załącza system w ściśle określonych warunkach (np. Elexant 650c-Modbus). Sterownik elektroniczny posiada dwa czujniki: temperatury otoczenia oraz wilgoci, i załącza system automatycznie, gdy temperatura spadnie poniżej zaprogramowanej wartości i jednocześnie występują opady atmosferyczne.

Sterownik przez cały rok powinien być w trybie czuwania, żeby mógł zareagować w momencie, kiedy spadnie pierwszy śnieg. System przeciwoblodzeniowy rozpoczyna pracę w momencie, gdy tylko zaczyna padać, co w praktyce oznacza, że śnieg jest odprowadzany przez odwodnienie liniowe natychmiast i śnieg nie zdąży się nagromadzić. Dla większych inwestycji dostępny jest również sterownik wbudowany fabrycznie do rozdzielnicy zasilająco-sterującej Raychem SBS-xx-VV-20, umożliwiającej zasilenie do 12 obwodów grzewczych.

W Polsce system ogrzewania powierzchni zewnętrznych będzie pracował przez około 150 godzin – tyle trwają średnio opady śniegu w naszej szerokości geograficznej, a to znacznie niższy koszt niż koszty chemikaliów i wynagrodzeń pracowników zatrudnionych do odśnieżania. Jednocześnie zapewniamy bezpieczeństwo, zapobiegając potencjalnym wypadkom pieszych i szkodom komunikacyjnym, a to jest wartość bezcenna.

Na co należy zwrócić szczególną uwagę, dobierając system przeciwoblodzeniowy na podjazd lub chodnik w zależności od rodzaju nawierzchni (beton lub kostka)?

» Podjazdy i chodniki betonowe

Układając przewody do ogrzewania podjazdów, należy zwrócić uwagę na rodzaj przewodu oraz jego moc, ponieważ w oparciu o te parametry określamy głębokość, na której układamy przewód w betonie. Podjazdy betonowe zazwyczaj mają w swojej konstrukcji zbrojenie na głębokości około 7 cm i najlepszą metodą będzie umocowanie przewodu do zbrojenia i zalanie betonem. Najlepiej nadają się do tego przewody samoregulujące Raychem EM2-XR o mocy 90 W/m – są bardzo wytrzymałe mechanicznie, a ich moc jest wystarczająca, żeby efektywnie zabezpieczyć podjazd przed gromadzeniem się śniegu i oblodzeniem.

W przypadku przewodów stałooporowych lub o niższej mocy należy ułożyć przewody płycej. Oznacza to, że trzeba zrobić dodatkową konstrukcję nad zbrojeniem. Przewody stałooporowe są bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne, a dodatkowa konstrukcja podczas zalewania betonem często się wygina, co w efekcie końcowym może spowodować nierównomierne lub niewystarczające ogrzewanie powierzchni. Alternatywną metodą będzie wylewanie betonu w dwóch etapach: na wylany płycej beton układamy system grzewczy i dopiero wtedy wylewamy drugą warstwę.

» Podjazdy i chodniki pokryte kostką brukową

W tym przypadku przewody grzejne układane są w warstwie piaskowo-cementowej, pod kostką. Należy zwrócić uwagę na moc przewodu – im niższa, tym płycej system powinien znajdować się pod powierzchnią (standardowo jest to 3–5 cm). Grubość kostki betonowej to 5–6 cm i więcej, więc systemy o niższej mocy jednostkowej na metr przewodu będą nagrzewały podjazd dużo wolniej. Przy układaniu kamienia naturalnego o nierównej powierzchni dolnej należy uważać, żeby nie uszkodzić kabla stałooporowego przy „dobijaniu" nawierzchni.

WARTO WIEDZIEĆ!

W naszej szerokości geograficznej zalecana moc instalacji – wystarczająca, aby skutecznie odśnieżyć podjazd przy niższych temperaturach (rzędu –20°C i niższych) – to 300 W/m².

Raychem

Chemelex Poland
02-677 Warszawa
ul. Cybernetyki 19
tel. 22 331 29 50
salesPL@chemelex.com
chemelex.com/Raychem

eprasa.pl f4ba149e99

mgr inż. Julian Wiatr; mgr inż. Marcin Orzechowski

Uproszczony projekt zasilania w energię elektryczną wybranych budynków osiedla mieszkaniowego wraz ze złączem kablowym zasilania stacji ładowania samochodów elektrycznych

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 czerwca 2019 roku w sprawie wymagań technicznych dla stacji ładowania i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego (Dz.U. z 2019 roku 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 2027 roku].
10. Norma PN-EN 50322:2011 *Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV.*
11. Norma N SEP-E 004:2022-08 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.*
12. Norma N SEP-E 002 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Instalacje elektryczne w obiektach mieszkalnych. Podstawy planowania.*
13. Wieloarkuszowa norma PN-90/E-06401 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 30 kV.*
14. Norma N SEP-E 001 *Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.*
15. Norma PN-EN 60865-1:2002 *Obliczanie skutków prądów zwarciowych. Część 1. Definicje i metody obliczeń.*
16. Norma PN-HD 60364-4-41:2017-09 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.*
17. Norma PN-HD 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.*
18. Norma PN-HD 60364-5-54:2011 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i przewody ochronne.*
19. Katalogi producentów kabli oraz producentów osprzętu kablowego.
20. Katalogi producentów kontenerowych stacji transformatorowych SN/nn.

Wyciąg z technicznych warunków przyłączenia

1. Operator Sieci Dystrybucyjnej wyraża zgodę na pokrycie mocy 500 kW, zapotrzebowanej przez budynki mieszkalne, stację ładowania samochodów elektrycznych oraz oświetlenie uliczne.
2. Zasilanie projektowanej stacji transformatorowej SN/nn należy wykonać kablem SN o przekroju dobranym na podstawie obliczeń (nie mniejszym niż 120 mm^2), przyłączanym do istniejącego złącza kablowego SN w rejonie ul. Gdyńskiej.
3. Prąd zwarcia symetrycznego na szynach SN w GPZ $I''_{k3} = 10$ kA.
4. Kontrolny układ pomiarowy należy projektować w układzie półpośrednim i zlokalizować w przedziale rozdzielnicy nn stacji transformatorowej.
5. Układy pomiarowe zużytej energii przez projektowane budynki oraz stacje ładowania samochodów elektrycznych należy instalować odpowiednio:
   - w budynkach mieszkalnych – zgodnie z projektem instalacji elektrycznych
   - na stacji ładowania samochodów elektrycznych układ półpośredni należy zainstalować w złączu zasilania stacji ładowania samochodów elektrycznych.
6. Czas trwania zwarcia w linii SN – 1,5 s.

eprasa.pl f4ba149e99

7. Niekompensowany prąd resztkowy przy zwarciach doziemnych $I_{knc} = 20$ A.
8. Dopuszczalny współczynnik $tg\varphi = 0{,}4$.
9. Zasilanie projektowanych elementów należy wykonać kablami układanymi w ziemi, o przekrojach zgodnych z wynikami obliczeń. Kable zasilające należy wyprowadzić z przedziału rozdzielnicy nn projektowanej stacji transformatorowej.
10. Po stronie SN należy stosować kabel o przekroju 120 mm^2 lub większym, w zależności od wyników obliczeń.

Opis stanu istniejącego

W rejonie ul. Gdyńskiej przebiega linia kablowa SN doprowadzona do złącza kablowego SN, przeznaczonego do rozbudowy układu zasilania stacji transformatorowych wznoszonego osiedla mieszkaniowego. Moc gwarantowana do pobrania ze złącza wynosi 5 MVA. Energia do złącza jest doprowadzona z GPZ-tu kablem 3 x XRUHAKXS 240 – 12/20 o długości 2700 m. Grunt w miejscu projektowanego posadowienia stacji transformatorowej należy zaliczyć do gruntów średnich. Rezystywność gruntu $\rho = 300\,\Omega\cdot$m.

Opis stanu projektowanego

Do zasilania budynków oraz stacji ładowania samochodów elektrycznych o mocy 2×60 kW należy zainstalować stację transformatorową 15/0,4 kV o grupie połączeń Dyn5 i mocy 630 kVA, w miejscu wskazanym na **rysunku 1.** Kontener stacji należy posadowić na gruncie ściśle według wytycznych producenta. Zasilanie stacji należy wykonać kablem 3xXRUHAKXS 120-12/20, wyprowadzonym z wolnego pola złącza kablowego SN, zlokalizowanego przy ul. Gdyńskiej. Schemat ideowy zasilania projektowanej stacji transformatorowej SN/nn oraz jej wyposażenia przedstawiają: **rysunek 2.** oraz **rysunek 2a**. Uziom projektowanej stacji transformatorowej należy wykonać jako kombinowany, wspólny dla urządzeń SN oraz nn. Po wykonaniu uziomów pionowych należy je połączyć taśmą FeZn 30x4. Miejsca łączenia uziomu poziomego z uziomami pionowymi należy zabezpieczyć przed korozją. Rezystancja wspólnego uziemienia: $R_B \leq 2{,}5\,\Omega$. Kontrolny układ pomiarowy zużytej energii elektrycznej należy wykonać w układzie półpośrednim, z wykorzystaniem przekładników prądowych nn 800/1 A/A, o parametrach nie gorszych od uzyskanych wyników obliczeń. Kontrolny układ pomiarowy zużytej energii należy instalować w przedziale nn stacji transformatorowej.

Kabel 3xXRUHAKXS 120-12/20, zasilający projektowaną stację transformatorową SN/nn oraz wymieniane odcinki istniejącej linii kablowej SN, należy układać w wykopie o głębokości 100 cm, na podsypce piasku o grubości 10 cm. Następnie kabel należy zasypać warstwą piasku o grubości 10 cm, warstwą rodzimego gruntu o grubości 35 cm, ułożyć taśmę kablową koloru czerwonego (taśma musi wystawać po 5 cm z każdej strony budowanej linii kablowej) i zasypać wykop, doprowadzając grunt do stanu sprzed wykopu. Na kablu projektowanej linii SN 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.**

Projektowane kable nn, zasilające poszczególne budynki oraz stację ładowania 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.**

Przepusty pod jezdniami należy wykonać rurami SRS ∅ 150, które po wprowadzeniu kabla należy uszczelnić, aby zabezpieczyć kable przed przedostawaniem się wody. Wzdłuż kabli zasilających należy ułożyć kable sterownicze, przeznaczone do przyłączenia układu ograniczenia możliwości poboru mocy przez odbiorców komunalnych oraz odcięcia zasilania w stacji ładowania samochodów elektrycznych.

Obok budynku stacji transformatorowej, w miejscu wskazanym na **rysunku 1.**, należy zainstalować Szafę Sterowania Oświetleniem Nocnym (SON), która umożliwia sterowanie oświetleniem ulicznym o mocy zapotrzebowanej nie większej niż 5 kVA (oświetlenie uliczne w artykule zostało pominięte). Układ zasilania ma możliwość przejęcia zasilania przez mobilny zespół prądotwórczy, umożliwiający zasilanie budynków oraz oświetlenia ulicznego w przypadku długotrwałej przerwy w dostawie energii z systemu elektroenergetycznego. Przy tymczasowym zasilaniu z zespołu prądotwórczego, zasilanie stacji ładowania samochodów jest wyłączone ręcznie na etapie przyłączania zespołu prądotwórczego. Schematy zasilania poszczególnych budynków przedstawiają **rysunki 5.–7.** Za miejscami postojowym dla ładowanych pojazdów należy umieścić zaktualizowany znak D-18a z dodatkową informacją: „Tylko dla pojazdów elektrycznych na czas ładowania" oraz znak D-23c (patrz **rysunek 3.**).

Projekt zasilania stacji ładowania pojazdów elektrycznych zostanie opublikowany w numerze 3/2026 „elektro.info".

Obliczenia

Moc zapotrzebowana:

» moc zapotrzebowana przez stację ładowania samochodów elektrycznych:

na podstawie danych uzyskanych od producentów ładowarek: $\eta = 0{,}92$; $THD_i = 5\%$; $\cos\varphi = 0{,}93 \Rightarrow tg\varphi = 0{,}4$.

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

$$P_{zsł} = \frac{P_{wyj1}}{\eta \cdot W} = \frac{2 \cdot 60}{0{,}92 \cdot 0{,}91} \approx 143{,}34\ \text{kW}$$

$$Q_{zsł} = P_{zsł} \cdot tg\varphi = 143{,}34 \cdot 0{,}4 = 57{,}34\ \text{kvar}$$

$$S = \sqrt{143{,}34^2 + 57{,}34^2} = 154{,}39\ \text{kVA}$$

» moc zapotrzebowana przez budynki, na podstawie normy N SEP-E 002:

$$\cos\varphi_z = 0{,}8 \Rightarrow tg\varphi_z = 0{,}75$$

$$P_{zB} = S_{zB} \cdot k_j \cdot \cos\varphi_z = (5 \cdot 87 + 2 \cdot 69 + 80 \cdot 3) \cdot 0{,}503 \cdot 0{,}8 \cong 306{,}71\,\text{kW}$$

$$Q_{zB} = P_{zB} \cdot tg\varphi_z = 306{,}71 \cdot 0{,}75 = 230{,}04\ \text{kvar}$$

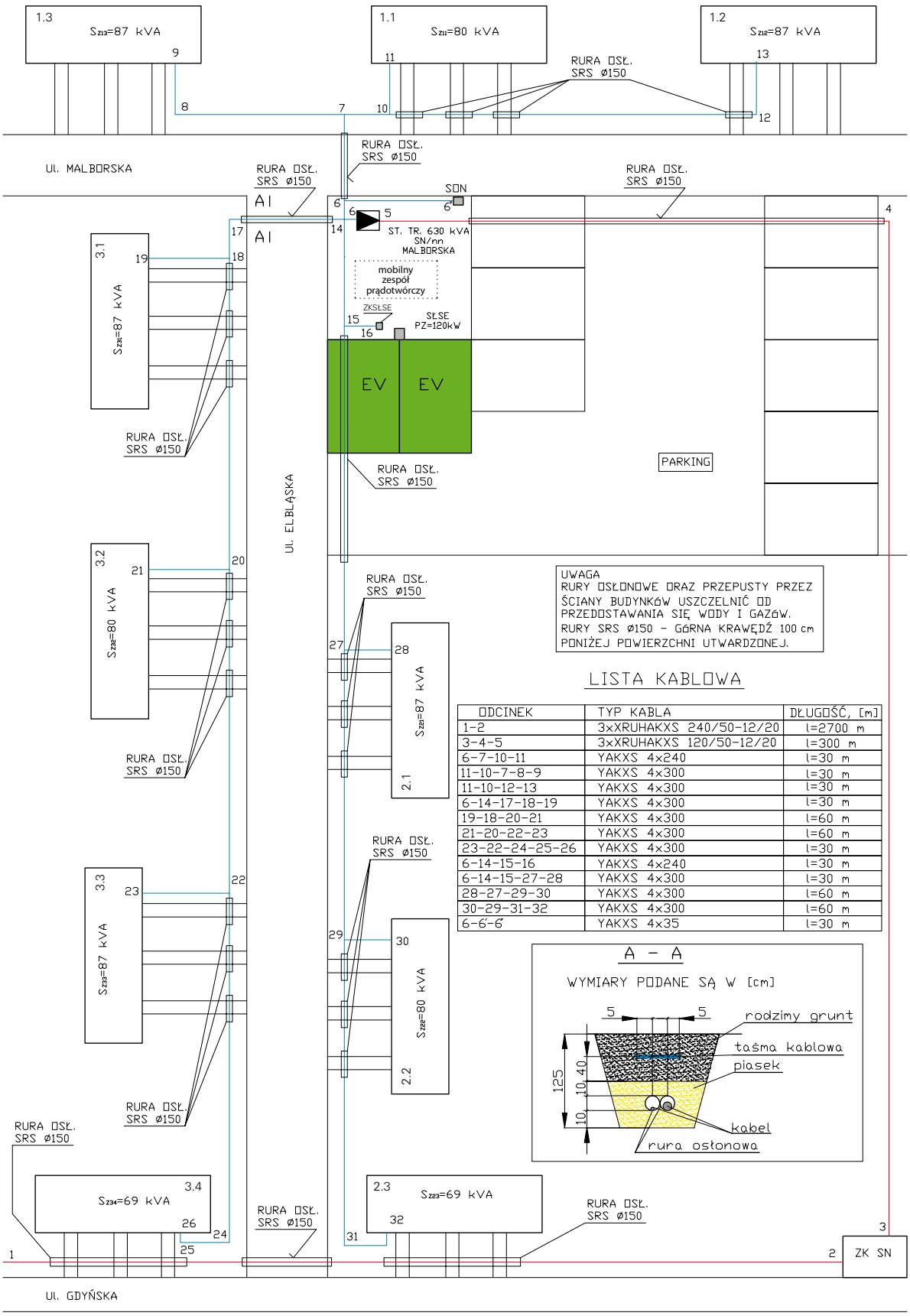
Zatem moc zapotrzebowana czynna projektowanego układu zasilania wynosi:

$$P_z = P_{zsł} + P_{zB} = 143{,}34 + 306{,}71 = 450{,}05\ \text{kVA}$$

Moc zapotrzebowana bierna projektowanego układu zasilania:

$$Q_z = Q_{zsł} + Q_{zB} = 57{,}34 + 230{,}04 = 287{,}38\ \text{kvar}$$

eprasa.pl f4ba149e99



ODCINEK	TYP KABLA	DŁUGOŚĆ, [m]
1-2	3xXRUHAKXS 240/50-12/20	l=2700 m
3-4-5	3xXRUHAKXS 120/50-12/20	l=300 m
6-7-10-11	YAKXS 4x240	l=30 m
11-10-7-8-9	YAKXS 4x300	l=30 m
11-10-12-13	YAKXS 4x300	l=30 m
6-14-17-18-19	YAKXS 4x300	l=30 m
19-18-20-21	YAKXS 4x300	l=60 m
21-20-22-23	YAKXS 4x300	l=60 m
23-22-24-25-26	YAKXS 4x300	l=30 m
6-14-15-16	YAKXS 4x240	l=30 m
6-14-15-27-28	YAKXS 4x300	l=30 m
28-27-29-30	YAKXS 4x300	l=60 m
30-29-31-32	YAKXS 4x300	l=60 m
6-6'-6''	YAKXS 4x35	l=30 m

Rys. 1. Plan zagospodarowania terenu rys. J. Wiatr

eprasa.pl f4ba149e99

Pewne zasilanie gwarantowane instalacji obiektu przemysłowego

SYSTEMY DOSTĘPU · OŚWIETLENIE · OGRZEWANIE · MONITORING · MASZYNY PRODUKCYJNE · URZĄDZENIA IT · KLIMATYZACJA

- **Ciągłość działania**
  Linie produkcyjne i magazyn pracują bez przerw – nawet podczas awarii sieci.
- **Niezawodność operacji**
  Stabilne zasilanie IT, sterowników PLC i automatyki chroni przed uszkodzeniami i błędami w pracy systemów.
- **Profesjonalne wsparcie**
  Bezpłatne doradztwo techniczne producenta - dobór rozwiązań do realnych obciążeń zakładu.
- **Ograniczenie strat**
  Ochrona danych, sterowania i infrastruktury zmniejsza koszty przestojów i awarii.
- **Efektywne zarządzanie energią**
  UPS umożliwia realne oszczędności finansowe.

UPS EVER POWERLINE GREEN 33 PRO (10–40 kVA)

61 6500 425
660 431 991

zapytanie@ever.eu
www.ever.eu

eprasa.pl f4ba149e99

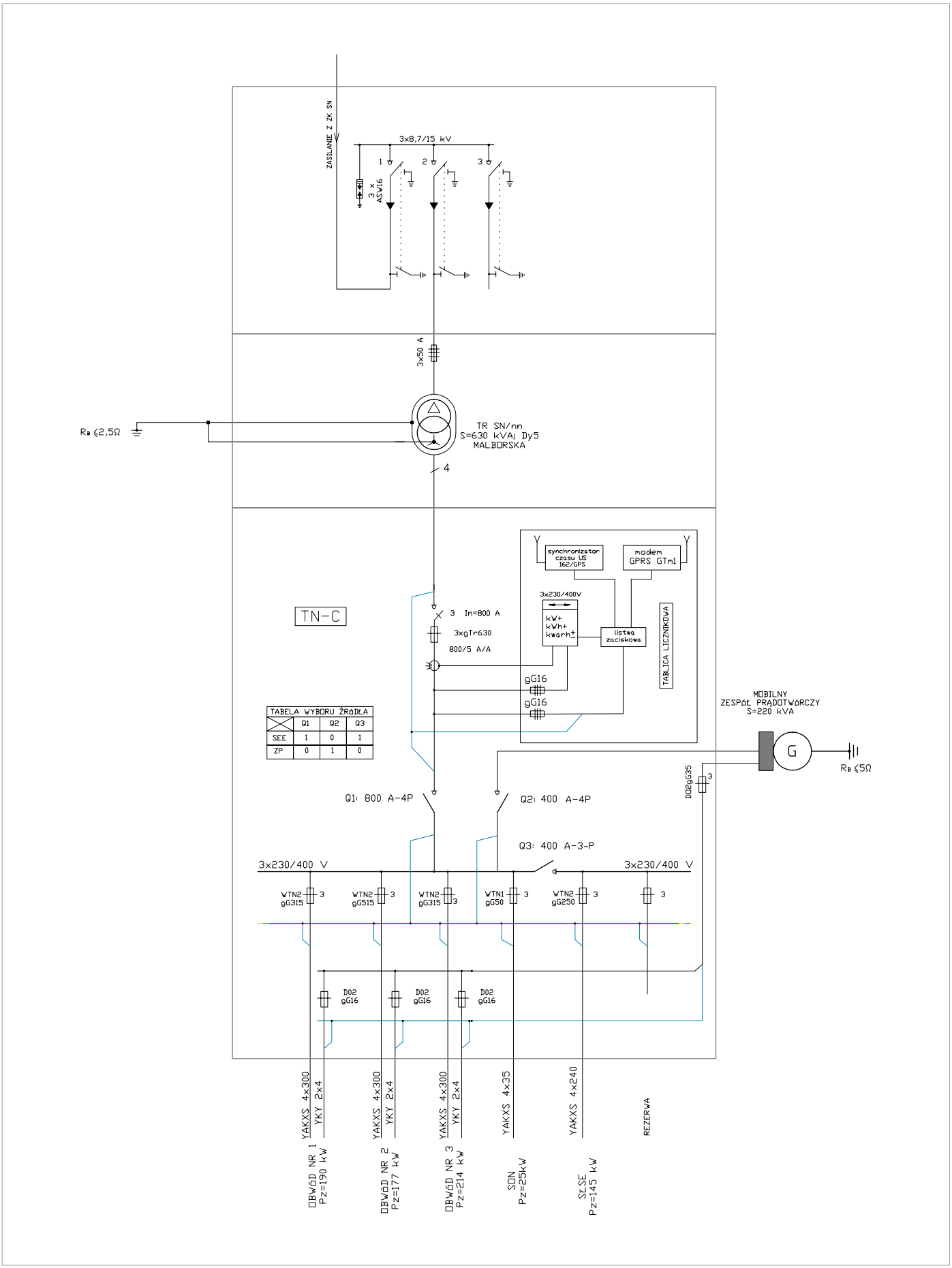


TABELA WYBORU ŹRÓDŁA	Q1	Q2	Q3
SEE	1	0	1
ZP	0	1	0

Rys. 2. Schemat ideowy stacji transformatorowej rys. J. Wiatr

eprasa.pl f4ba149e99

pronutec
gorlan

Aparaty elektryczne produkowane z materiałów samogasnących w klasie V0

ROZŁĄCZNIKI DO INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH O NAPIĘCIU 800 VAC

PODSTAWY **BTVA** I ROZŁĄCZNIKI BEZPIECZNIKOWE LISTWOWE **BTVC**

od 160 do 1260 A

ROZŁĄCZNIKI BEZPIECZNIKOWE KASETOWE **BTHC**

od 160 do 630 A

Instalacja na płycie montażowej
Montaż na szynach DIN
Wersja do montażu na moście szynowym 60 mm

telergon
gorlan

ROZŁĄCZNIKI IZOLACYJNE **S5000**

od 40 do 6300 A

Znamionowe napięcia łączeniowe Ue do 1000 VAC oraz do 1500 VDC

WYŁĄCZNIK BEZPIECZEŃSTWA STRAŻAKA **CRS**

do 38 A 1500 V DC na string

PRZEŁĄCZNIKI SIEĆ – AGREGAT **S5000 - L / F - CCF - CCP**

od 40 do 3150 A

KOMPAKTOWE ROZŁĄCZNIKI AC **S3**

od 16 do 125 A

ROZŁĄCZNIKI IZOLACYJNE Z BEZPIECZNIKAMI **M3**

od 32 do 250 A

AUTOMATYCZNE PRZEŁĄCZNIKI ZASILANIA **ATS**

od 63 do 630 A

NOWOŚĆ

ŁĄCZNIKI KRZYWKOWE **T**

od 10 do 800 A

ROZŁĄCZNIKI IZOLACYJNE PRĄDU STAŁEGO **S5000 DC**

od 13 do 1250 A

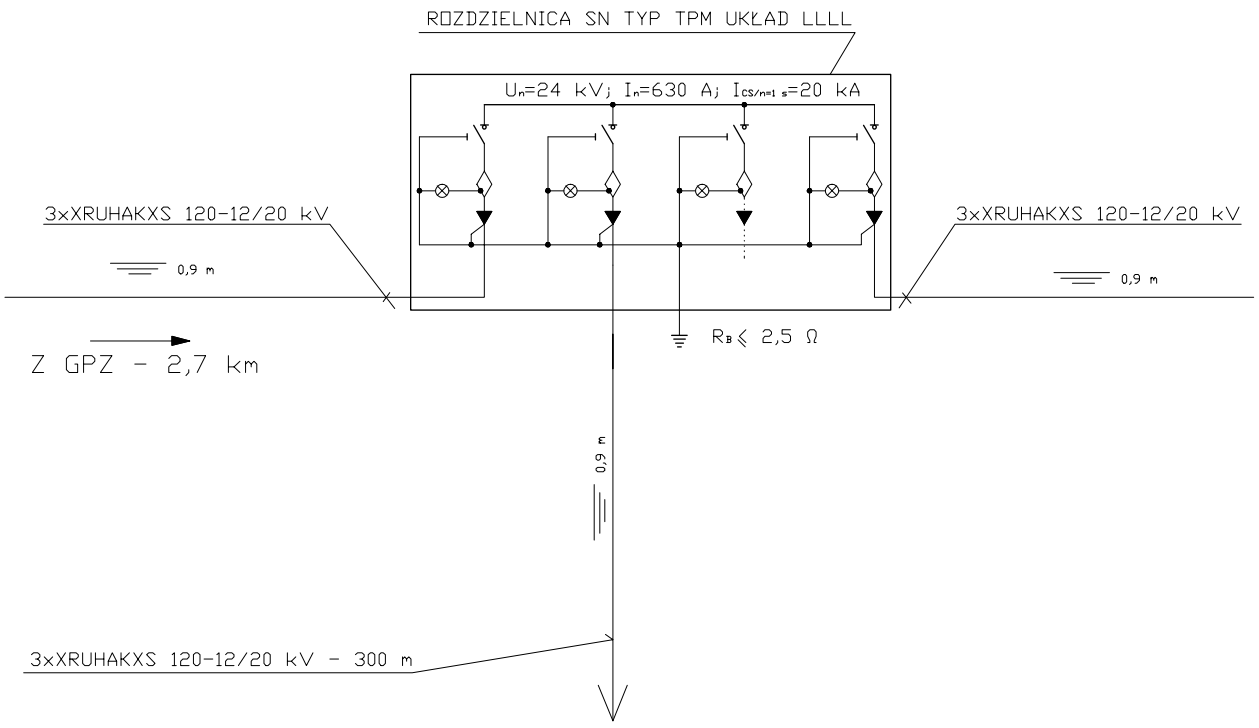
gorlan
polska

Gorlan Polska Sp. z o.o.
ul. Żeromskiego 18
56-420 Bierutów
Polska

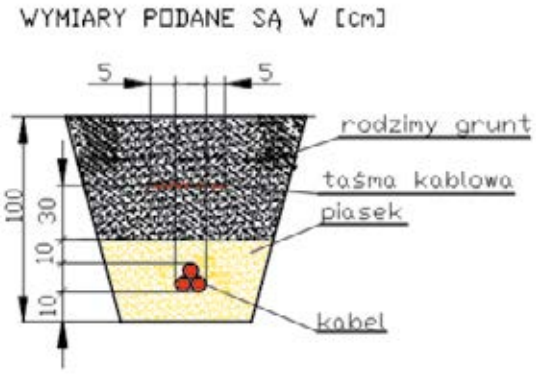
tel. +48 56 623 14 65
fax +48 56 623 14 65

info@gorlanpolska.com
www.gorlan.com.pl

eprasa.pl f4ba149e99



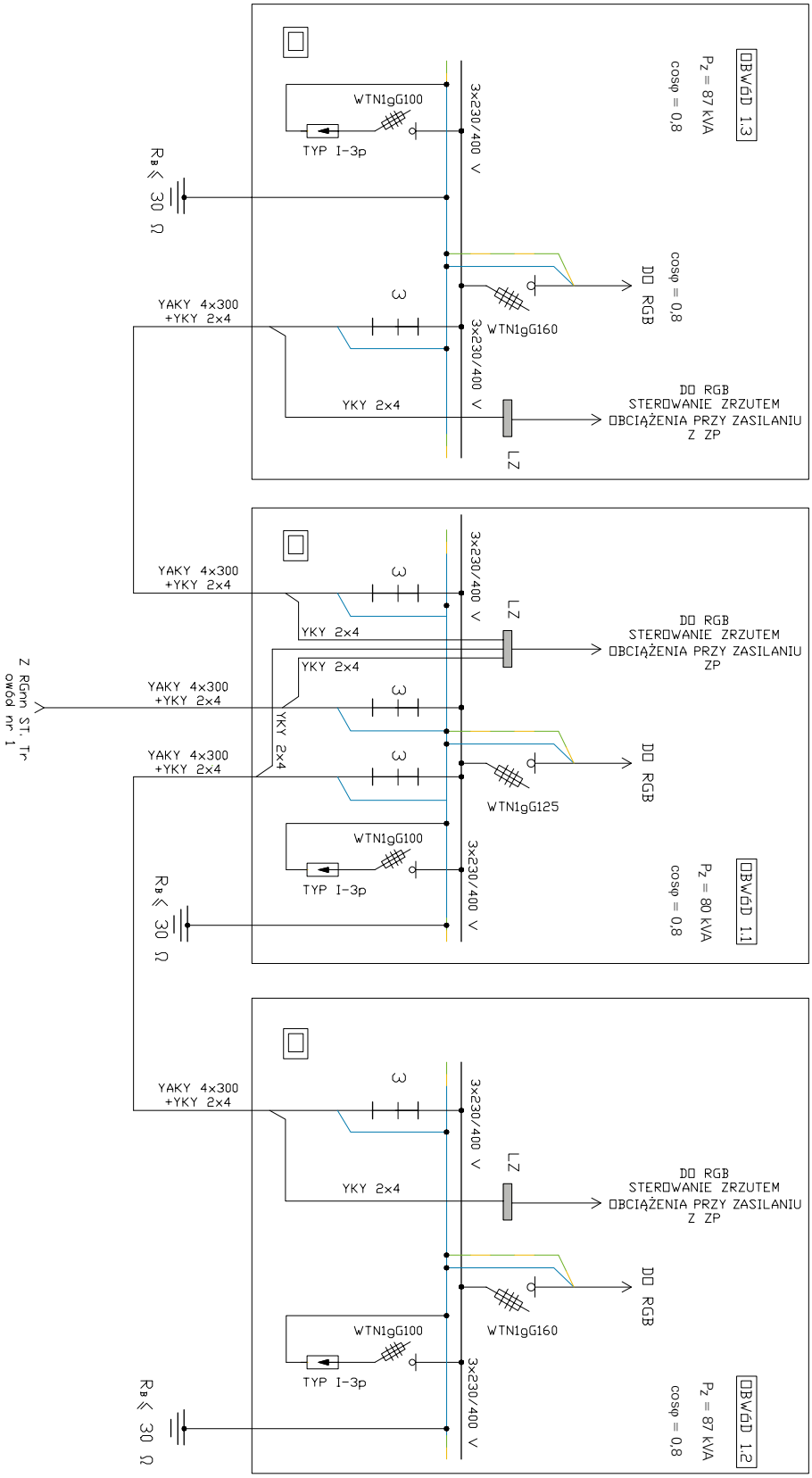
Rys. 2a RSN projektowanej stacji transformatorowej S = 630 kVA rys. J. Wiatr



Rys. 3. Przekrój poprzeczny przez kabel SN, zasilający stację transformatorową SN/nn rys. J. Wiatr

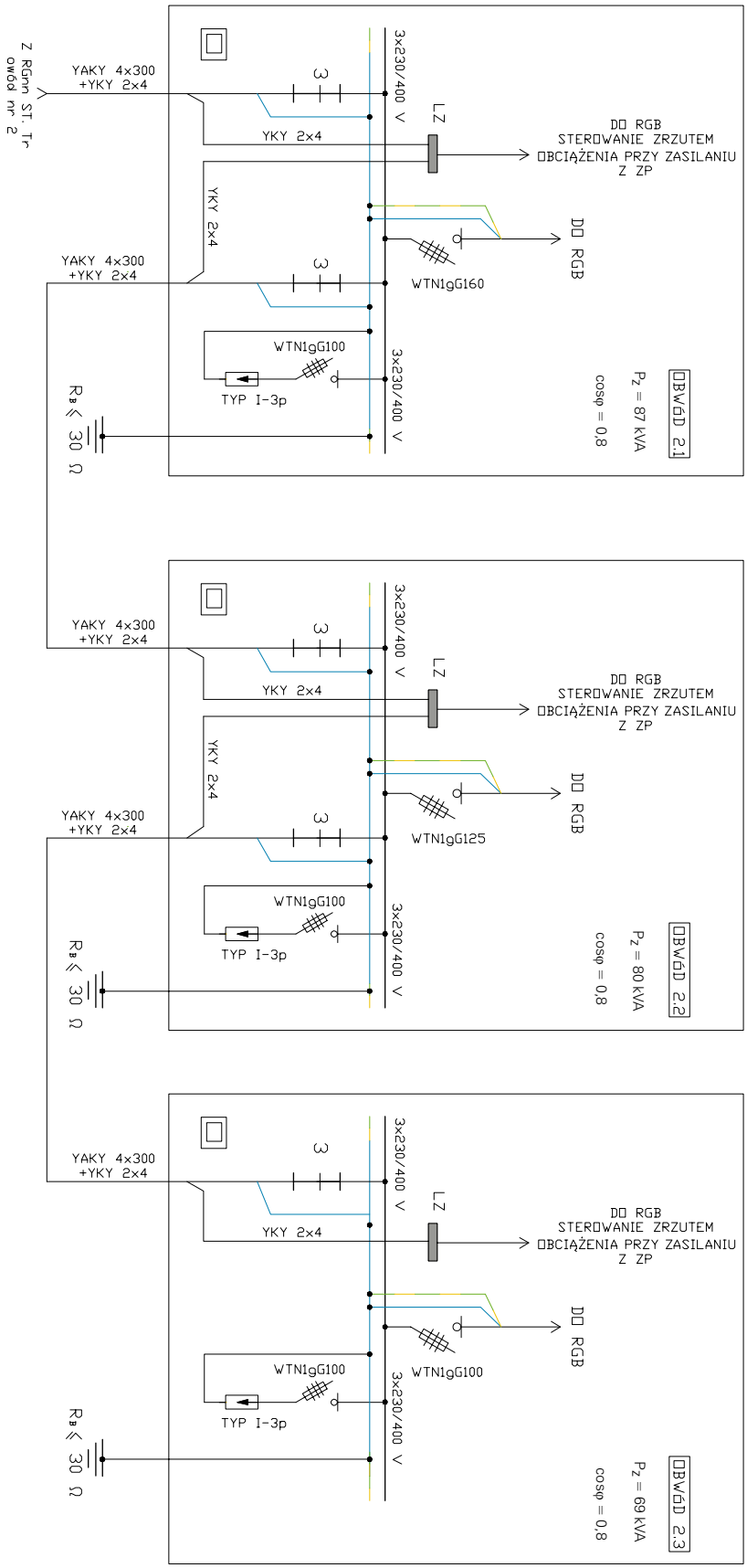
Rys. 4. Znaki ustawiane przy stacji ładowania samochodów elektrycznych rys. J. Wiatr

eprasa.pl f4ba149e99



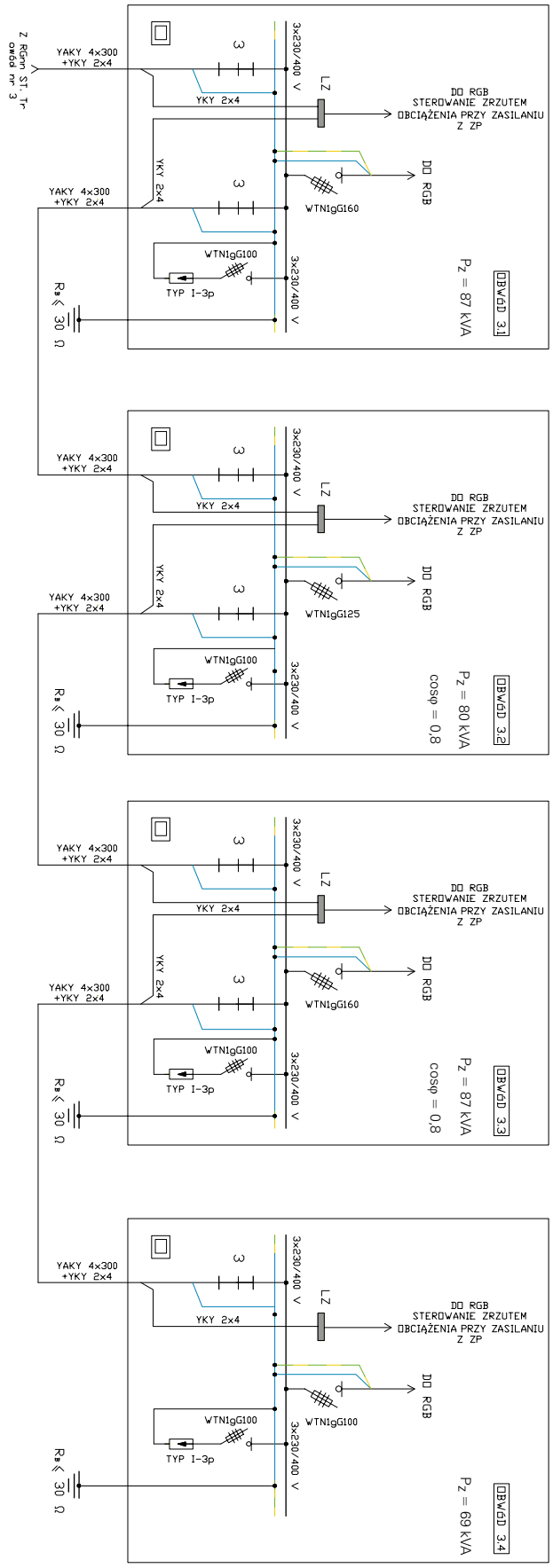
Rys. 5. Schemat ideowy zasilania obwodu I rys. J. Wiatr

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 6. Schemat ideowy zasilania obwodu II rys. J. Wiatr

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 7. Schemat ideowy zasilania obwodu III rys. J. Wiatr

REKLAMA

Mefta GreenTransfo™

NAJWYŻSZA JAKOŚĆ QI QUALITY INTERNATIONAL 2025

Transformatory dystrybucyjne

z podobciążeniowym przełącznikiem zaczepów

OLTC

+48 32 77 28 222

poland@green-transfo.com

www.mefta.pl

linkedin

eprasa.pl f4ba149e99

Moc zapotrzebowana pozorna projektowanego układu zasilania oraz spodziewany prąd szczytowy po stronie nn transformatora:

$$S_z = \sqrt{P_z^2 + Q_z^2} = \sqrt{450{,}01^2 + 287{,}38^2} \approx 534\,\text{kVA}$$
$$I_B = \frac{S_z}{\sqrt{3}\cdot U_n} = \frac{534000}{\sqrt{3}\cdot 400} = 771{,}68\,\text{A}$$

Należy przyjąć zabezpieczenie dolnej strony transformatora, wykonane bezpiecznikiem gTr630, którego

$$I_n = \frac{630000}{\sqrt{3}\cdot 400} = 909{,}32\,\text{A} \Rightarrow I_n = 910\,\text{A}$$

Należy przyjąć transformator SN/nn o mocy S = 630 kV i obliczyć straty mocy czynnej oraz biernej w celu sprawdzenia, czy nie zostanie przekroczona moc znamionowa transformatora. Parametry transformatora SN/nn o mocy S = 630 kVA o grupie połączeń Dyn5, na podstawie karty katalogowej transformatora:

$$\Delta P_{obc\,zn.} = 7100\,\text{W};\ \Delta P_0 = 800\,\text{W};\ u_{kr} = 6\%;\ i_0 = 1\%$$

$$P_{cT} = \Delta P_0 + \Delta P_{obc\,zn.}\cdot\left(\frac{S_z}{S_{nT}}\right)^2 = 0{,}8 + 7{,}1\cdot\left(\frac{534}{630}\right)^2 \cong 5{,}9\,\text{kW}$$
$$\Delta Q_{obc\,zn} = \frac{u_{kr}}{100}\cdot S_{nT} = \frac{6}{100}\cdot 630 = 37{,}8\,\text{kvar}$$
$$\Delta Q_o = \frac{i_0}{100}\cdot S_{nT} = \frac{1}{100}\cdot 630 = 6{,}3\,\text{kvar}$$

$$Q_{cT} = \Delta Q_0 + \Delta Q_{obc\,zn.}\cdot\left(\frac{S_z}{S_{nT}}\right)^2 = 6{,}3 + 37{,}8\cdot\left(\frac{534}{630}\right)^2 \cong 33{,}46\,\text{kvar}$$
$$S_{zc} = \sqrt{(P_z + P_{cT})^2 + (Q_z + Q_{cT})^2} =$$
$$= \sqrt{(450{,}11 + 5{,}9)^2 + (287{,}18 + 33{,}46)^2} \cong 557{,}46\,\text{kVA}$$
$$S_{nT} = 630\,\text{kVA} > S_{zc} = 557{,}46\,\text{kVA}$$

Należy przyjąć transformator suchy SN/nn Dyn5 o mocy 630 kVA.

Dobór elementów wyposażenia stacji transformatorowej po stronie SN oraz dobór kabla SN zasilającego transformator:

» parametry zwarciowe dla SEE na szynach 15 kV w GPZ:

$$S''_{kQ} = \sqrt{3}\cdot I''_k\cdot U_n = \sqrt{3}\cdot 10000\cdot 15000 = 259{,}5\,\text{MVA} \approx 260\,\text{MVA}$$
$$Z_{kQ} = \frac{c_{max}\cdot U_n^2}{S''_{kQ}} = \frac{1{,}1\cdot 15000^2}{260\cdot 10^6} = 0{,}952\,\Omega$$
$$X_{kQ} = 0{,}995\cdot Z_{kQ} = 0{,}995\cdot 0{,}952 = 0{,}947\,\Omega$$
$$R_{kQ} = 0{,}1\cdot X_{kQ} = 0{,}1\cdot 0{,}947 = 0{,}0947\,\Omega$$

» parametry zwarciowe w miejscu przyłączenia projektowanego kabla zasilającego projektowaną stację transformatorową oraz dobór złącza kablowego SN:

$$R_{LK} = \frac{l}{\gamma\cdot S} = \frac{2700}{35\cdot 240} \approx 0{,}33\,\Omega$$
$$X_{LK} = x'\cdot l = 0{,}1\cdot 2{,}7 = 0{,}27\,\Omega$$
$$Z_k = \sqrt{(R_{kQ} + R_{LK})^2 + (X_{kQ} + X_{LK})^2} =$$
$$= \sqrt{(0{,}0947 + 0{,}33)^2 + (0{,}947 + 0{,}27)^2} \approx 1{,}29\,\Omega$$

$$I''_{k3} = \frac{c_{max}\cdot U_n}{\sqrt{3}\cdot Z_k} = \frac{1{,}1\cdot 15000}{\sqrt{3}\cdot 1{,}29} \approx 7{,}4\,\text{kA}$$
$$\kappa = 1{,}02 + 0{,}98\cdot e^{-3\frac{R_k}{X_k}} = 1{,}02 + 0{,}98\cdot e^{-3\left(\frac{0{,}0947+0{,}33}{0{,}947+0{,}27}\right)} \approx 1{,}37$$

$$i_p = \sqrt{2}\cdot\kappa\cdot I''_k = \sqrt{2}\cdot 1{,}37\cdot 7{,}4 \approx 14{,}3\cdot\text{kA}$$
$$T = \frac{X_k}{\omega\cdot R_k} = \frac{1{,}217}{2\cdot\pi\cdot 50\cdot 0{,}4247} \approx 0{,}0092\cdot\text{s}$$
$$T_k = 1{,}5\cdot\text{s} >> 10\cdot T = 0{,}092\,\text{s};\ I_{th} \approx I''_{k3} = 7{,}4\,\text{kA}$$

Zostanie przyjęte czteropolowe złącze kablowe SN o następujących parametrach: $I_n = 630$ A, $U_n = 24$ kV, $I_{ns} = 40$ kA, które spełnia wymagania dla obliczonych spodziewanych prądów zwarciowych:

$$I_{cw/T_k=1{,}5\,s} = I_{cw/T_n=1s}\cdot\sqrt{\frac{T_n}{T_k}} = 16\cdot\sqrt{\frac{1}{1{,}5}} = 13{,}06\,\text{kA} > I''_{k3} = 7{,}4\,\text{kA}$$
$$I_{ns} = 40\,\text{kA} > i_p = 14{,}3\,\text{kA}$$

» wymagany przekrój kabla zasilającego projektowaną stację transformatorową ze względu na zwarcia:

$$\tau_{śr} = \frac{\tau_{pz} + \tau_{dz}}{2} = \frac{90 + 250}{2} = 170°\text{C}$$
$$\gamma_{śr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha(\tau_{śr} - 20)} = \frac{35}{1 + 0{,}004(170 - 20)} = 21{,}87\,\text{m}/(\Omega\cdot\text{mm}^2)$$
$$k = \sqrt{\gamma_{śr}\cdot c\cdot\frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}} = \sqrt{21{,}87\cdot 2{,}48\cdot\frac{250 - 90}{1}} = 93{,}15\,\frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$
$$S \geq \frac{1}{k}\cdot\sqrt{\frac{I''^2_k\cdot T_k}{1}} = \frac{1}{93{,}15}\cdot\sqrt{\frac{7400^2\cdot 1{,}5}{1}} \approx 97{,}3\,\text{mm}^2 < 120\,\text{mm}^2$$

Należy przyjąć kabel 3xXRUHAKXS 120/50-12/20, zgodnie z warunkami technicznymi przyłączenia wydanymi przez spółkę dystrybucyjną.

» Sprawdzenie żyły powrotnej dobranego kabla na zwarcie dwufazowe:

$$S''_{kQ} = \sqrt{3}\cdot I''_k\cdot U_n = \sqrt{3}\cdot 7400\cdot 15000 \approx 192{,}03\,\text{MVA}$$
$$I_{kż} = 0{,}033\cdot S_{kQ} = 0{,}033\cdot 193{,}03 \approx 6{,}37\,\text{kA} < I_{dop/T_k=3s} = 8{,}1\,\text{kA}$$

Sprawdzenie dobranego kabla z warunku spadku napięcia (obciążenie maksymalne mocą pozorną w istniejącej linii kablowej w miejscu projektowanego przyłączenia odgałęzienia zasilającego transformator o mocy 630 kVA, ustalone na podstawie informacji uzyskanych w spółce dystrybucyjnej, wynosi: $S_{OLK} = 5$ MVA):

Zastępczy współczynnik mocy:

$$\text{tg}\varphi_{ZT} = \frac{Q_Z + Q_{ZT}}{P_{ZT} + P_{ZT}} = \frac{287{,}18 + 33{,}46}{450{,}11 + 5{,}9} \approx 0{,}7$$
$$\cos\varphi_{ZT} = 0{,}82;\quad \sin\varphi_{ZT} = 0{,}57$$

Spodziewany prąd obciążenia kabla zasilającego transformator o mocy 630 kVA:

$$I_B = \frac{S_{nT}}{\sqrt{3}\cdot U_n} = \frac{630\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot 15000} \approx 24{,}28\,\text{A}$$
$$R_{LK} = \frac{l}{\gamma\cdot S} = \frac{2700}{35\cdot 240} + \frac{300}{35\cdot 120} = 0{,}33 + 0{,}07 = 0{,}4\,\Omega$$
$$X_{LK} = x'\cdot l = 0{,}1\cdot(2{,}7 + 0{,}3) = 0{,}3\,\Omega$$

eprasa.pl f4ba149e99

DRUTPLAST CABLES

PN-EN 60332-3

kable uniepalnione

- do instalowania w obiektach przemysłowych o podwyższonych wymaganiach przeciwpożarowych,
- możliwość ograniczonego rozprzestrzeniania się pożaru dzięki właściwościom specjalnego uniepalnionego tworzywa

PN-EN 60754

kable bezhalogenowe

- do instalowania w miejscach o podwyższonych wymaganiach przeciwpożarowych np. budynki użyteczności publicznej, wieżowce, zakłady chemiczne, elektrownie, elektrociepłownie

PN-EN 60811-44

kable olejoodporne

- stosowane w warunkach częstej styczności z materiałami ropopochodnymi np. na stacjach benzynowych, rafineriach, zakładach chemicznych, tłoczniach ropy i gazu, podziemnych magazynach gazu i ropy

CPR

Drut-Plast Cables Sp. z o.o. to polski producent kabli i przewodów specjalizujący się w dostawach wysokiej jakości produktów dla przemysłu wydobywczego, hutniczego, petrochemicznego oraz energetycznego. Produkujemy:

- kable sterownicze
- kable sygnalizacyjne
- kable energetyczne
- kable górnicze

Kable
o podwyższonej klasie reakcji na ogień

www.drutplast.com.pl
ofety@drutplast.com.pl

eprasa.pl f4ba149e99

Prądy obciążenia linii kablowej SN:

» do złącza kablowego SN, przy założeniu przesyłanej mocy 5 MVA:

$$I_{B\,ZK\,SN} = \frac{5\cdot 10^6}{\sqrt{3}\cdot 15000} \approx 192{,}68\ \text{A}$$

» od złącza kablowego do projektowanej stacji transformatorowej SN/nn o mocy S = 630 kVA:

$$I_{B\,Tr} = \frac{630\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot 15000} \approx 24{,}28\ \text{A}$$

» spadek napięcia do górnych zacisków transformatora:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{U_n}\cdot I_B\cdot\left(R_{Lk}\cdot\cos\varphi_{ZT} + X_{Lk}\cdot\sin\varphi_{ZT}\right) =$$

$$= \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{15000}\cdot 192{,}68\cdot\left(0{,}33\cdot 0{,}82 + 0{,}27\cdot 0{,}1\cdot 0{,}57\right) +$$

$$+ \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{15000}\cdot 24{,}28\cdot\left(0{,}07\cdot 0{,}82 + 0{,}03\cdot 0{,}1\cdot 0{,}57\right) = 0{,}97\% < 2\%$$

Dobór zabezpieczenia transformatorów po stronie SN:

$$I_{nT} \geq 2\cdot I_{BT} = 2\cdot\frac{S_{nT}}{\sqrt{3}\cdot U_{n1}} = 2\cdot\frac{630000}{\sqrt{3}\cdot 15000} = 48{,}56\ \text{A} \Rightarrow I_n = 50\ \text{A}$$

Należy dobrać bezpieczniki SN VV 24 kV – 50 A o prądzie nominalnym 50 A.

Dobór przekładnika prądowego nn do współpracy z kontrolnym układem pomiarowym:

$$I_{n1} \geq I_{BT} = \frac{S_{nT}}{\sqrt{3}\cdot U_{n1}} = \frac{630000}{\sqrt{3}\cdot 400} \approx= 910{,}41\ \text{A} \Rightarrow I_n = 800\ \text{A}$$

$$R_p = \frac{l}{\gamma\cdot S} = \frac{5}{55\cdot 2{,}5} = 0{,}037\ \Omega$$

$$Z_o = R_p + Z_{ap} + R_z = 0{,}037 + 0{,}1 + 0{,}1 = 0{,}237\ \Omega = 0{,}24\ \Omega$$

$$S_n \geq I_{2n}^2\cdot Z_o = 5^2\cdot 0{,}24 = 6\ \text{VA}$$

» znamionowy prąd dynamiczny ($Z_{T/S=630\ kVA} = 0{,}0168\,\Omega$; $R_T = 0{,}0032\,\Omega$; $X_T = 0{,}0165\,\Omega$ – tabela Z.3.16 zamieszczona w 2. tomie „Poradnika projektanta elektryka – J. Wiatr, M. Orzechowski, wydanie VI – 2021, dodruk – 2023):

$$I_k'' = \frac{c_{max}\cdot U_n}{\sqrt{3}\cdot Z_T} = \frac{1{,}1\cdot 400}{\sqrt{3}\cdot 0{,}0168} \approx 1529\ \text{A} = 15{,}3\ \text{kA}$$

$$\kappa = 1{,}02 + 0{,}98\cdot e^{-3\frac{R_k}{X_k}} = 1{,}02 + 0{,}98\cdot e^{-3\frac{0{,}0032}{0{,}0165}} \approx 1{,}57$$

$$i_p = \sqrt{2}\cdot\kappa\cdot I_k'' = 1{,}41\cdot 1{,}57\cdot 15{,}3 \approx 33{,}87\ \text{kA}$$

$$T = \frac{X_k}{\omega\cdot R_k} = \frac{0{,}0165}{2\cdot\pi\cdot 50\cdot 0{,}0032} \approx 0{,}0164\ \text{s}$$

$$T_k = 0{,}1\,\text{s} < 10\cdot T = 0{,}1164\ \text{s} \Rightarrow I_{th} = I_k''\cdot\sqrt{1+m} = 48\cdot\sqrt{1+0{,}12} = 50{,}88\ \text{kA}$$

$$m = \frac{T}{T_k}\cdot\left(1 - e^{-\frac{2\cdot T_k}{T}}\right) = \frac{0{,}0164}{0{,}1}\cdot\left(1 - e^{-\frac{2\cdot 0{,}1}{0{,}0164}}\right) \cong 0{,}17$$

$$I_{th} = I_k''\cdot\sqrt{1+m} = 15{,}3\cdot\sqrt{1+0{,}17} = 16{,}55\ \text{kA}$$

» $I_{dyn} \geq i_p = 33{,}87\ \text{kA}$

» znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (1-sekundowy)

$$I_{thT1} \geq \sqrt{\frac{I_{th}^2\cdot T_k}{1}} = \sqrt{\frac{16550^2\cdot 0{,}1}{1}} \approx 5234\ \text{A} = 5{,}3\ \text{kA}$$

Należy zainstalować przekładnik prądowy o parametrach: 800/1 A 10 VA kl. 0,2 o mocy $S_n \geq 7{,}5$ VA , $I_{dyn} = 35$ kA oraz $I_{thT1} \geq 5{,}3$ kA.

Dobór elementów projektowanego układu zasilania po stronie nn

Zabezpieczenie po stronie dolnego napięcia – bezpiecznik topikowy gTr 630 (zainstalowany w szafie rozdzielczej nn, zlokalizowanej w projektowanej stacji transformatorowej), przy którym zostanie zachowana selektywność działania zabezpieczeń instalowanych w poszczególnych obwodach.

Spodziewany prąd zwarcia po stronie dolnego uzwojenia transformatorów gwarantuje selektywne zadziałanie w stosunku do zabezpieczenia instalowanego w górnych uzwojeniach transformatorów. Czas zadziałania bezpiecznika gTr 630 przy spodziewanym prądzie zwarcia odczytany z jego charakterystyki prądowo-czasowej wynosi około $0{,}1\,\text{s} < T_k = 1{,}5\,\text{s}$.

Wymagana rezystancja uziemienia transformatora – zgodnie z wymaganiami normy N SEP-E 001, w takim przypadku należy spełnić następujący warunek:

$$R_B \leq \frac{U_F}{r\cdot I_{knc}} = \frac{50}{1\cdot 20} = 2{,}5\ \Omega$$

Ponieważ uziom zostanie wykonany jako kombinowany, rezystancje poszczególnych jego elementów wyniosą:

» pojedynczy uziom pionowy ∅16, o długości $L_V = 6$ m (dolny koniec 7 m poniżej poziomu gruntu, a górny 1 m poniżej poziomu gruntu), według normy PN-HD 60364-5-52:2011:

$$R_H = \frac{\rho}{L_V} = \frac{300}{6} = 50\ \Omega$$

» uziom poziomy na głębokości 1 m, o długości $L_H = 200$ m:

$$R_V = 2\cdot\frac{\rho}{L_V} = 2\cdot\frac{300}{200} = 3\ \Omega$$

» wartość wypadkowa uziemienia (20 uziomów pionowych oddalonych od siebie średnio o 10 m, połączonych taśmą FeZn 30x4 stanowiącą uziom poziomy):

$$R_W = \frac{R_V\cdot R_H}{R_H\cdot\eta_2 + n\cdot R_V\cdot\eta_1} = \frac{2\cdot 50}{50\cdot 0{,}6 + 20\cdot 3\cdot 0{,}6} \approx$$

$$\approx 1{,}52\ \Omega < 2{,}5\ \Omega$$

Warunek będzie spełniony.

Uwaga! Uziom ten jest wspólny dla złącza kablowego SN oraz transformatora i jego punktu neutralnego strony dolnego napięcia.

Prądy zwarciowe po stronie nn transformatora 15/0,4 kV o mocy $S_{nT} = 630$ kVA:

Na podstawie tabeli Z.3.16, zamieszczonej w 2. tomie „Poradnika projektanta elektryka" (J. Wiatr, M. Orzechowski, wydanie VI – 2021), parametry zwarciowe transformatora SN/nn o mocy znamionowej 630 kVA wynoszą:

$$R_T = 0{,}0032\ \Omega;\ X_T = 0{,}0165\ \Omega;\ Z_T = 0{,}0168\ \Omega$$

$$I_k'' = \frac{c_{max}\cdot U_n}{\sqrt{3}\cdot Z_T} = \frac{1{,}1\cdot 400}{\sqrt{3}\cdot 0{,}0168} \approx 15139\ \text{A} = 15{,}15\ \text{kA}$$

$$\kappa = 1{,}02 + 0{,}98\cdot e^{-3\frac{R_k}{X_k}} = 1{,}02 + 0{,}98\cdot e^{-3\frac{0{,}0032}{0{,}0165}} \approx 1{,}58$$

eprasa.pl f4ba149e99

SUMERA Motor®
AGREGATY PRĄDOTWÓRCZE

POLSKI PRODUCENT
AGREGATÓW PRĄDOTWÓRCZYCH

- 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

SUMERA MOTOR SP. Z O.O. SP.K.
UL. PRZEMYSŁOWA 50
34-120 ANDRYCHÓW
TEL.: 33 870 40 60

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

eprasa.pl f4ba149e99

$$i_p = \sqrt{2}\cdot\kappa\cdot I_k'' = \sqrt{2}\cdot 1{,}58\cdot 15{,}15 \approx 35{,}76\ \text{kA}$$

$$T = \frac{X_k}{\omega\cdot R_k} = \frac{0{,}0167}{2\cdot\pi\cdot 50\cdot 0{,}032} \approx 0{,}017\ \text{s}$$

$$T_k = 0{,}1\,\text{s} < 10\cdot T = 0{,}17\ \text{s}$$

$$m = \frac{T}{T_k}\cdot\left(1-e^{-\frac{2\cdot T_k}{T}}\right) = \frac{0{,}017}{0{,}1}\cdot\left(1-e^{-\frac{2\cdot 0{,}1}{0{,}017}}\right) \cong 0{,}17$$

$$I_{th} = I_k''\cdot\sqrt{1+m} = 15{,}15\cdot\sqrt{1+0{,}17} = 16{,}39\ \text{kA}$$

Aparaty stanowiące wyposażenie rozdzielnicy nn stacji transformatorowej muszą spełniać następujące wymagania:

» znamionowy prąd szczytowy i znamionowy prąd załączany:

$$I_{cm} \geq i_p = 35{,}76\ \text{kA}$$

» znamionowy prąd graniczny wytrzymywany:

$$I_{cw/Tn} \geq I_{cw/T_k=0{,}1s} \geq I_{th} = 16{,}39\ \text{kA}$$

» znamionowy prąd wyłączalny zwarciowy wkładek bezpiecznikowych:

$$I_{cn} \geq I_k'' = 15{,}15\ \text{kA}$$

Dobór kabli zasilających poszczególne obwody

» złącze kablowe stacji ładowania samochodów elektrycznych:

$$I_B = \frac{P_{zsł}}{\sqrt{3}\cdot U_n\cdot\cos\varphi} = \frac{143340}{\sqrt{3}\cdot 400\cdot 0{,}93} = 222{,}73\ \text{A} \Rightarrow I_n = 250\ \text{A}$$

$$I_z \geq \frac{1{,}6\cdot 250}{1{,}45} \approx 275{,}87\ \text{A}$$

Zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52: 2011, przy sposobie ułożenia D2 warunki spełnia kabel YKXS 4x240, którego dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa, po uwzględnieniu obciążenia czwartej żyły (współczynnik korekcyjny: 0,91) oraz rezystywności właściwej dla warunków krajowych $\rho = 1$ K·m/W (współczynnik korekcyjny: 1,18), wynosi:

$$I_z = 1{,}18\cdot 0{,}91\cdot 290 = 311{,}4\ \text{A} > 275{,}87\ \text{A}$$

» obwód nr 1:

$$S_{z1} = \left(S_{z11}+S_{z12}+S_{z13}\right)\cdot k_{j1} = (87+80+87)\cdot 0{,}747 = 189{,}74\ \text{kVA}$$

$$I_B = \frac{S_{z1}}{\sqrt{3}\cdot U_n} = \frac{189740}{\sqrt{3}\cdot 400} = 274{,}2\ \text{A} \Rightarrow I_n = 315\ \text{A}$$

$$I_z \geq \frac{1{,}6\cdot 315}{1{,}45} \approx 347{,}59\ \text{A}$$

Zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52: 2011, przy sposobie ułożenia D2 warunki spełnia kabel YAKXS 4x300, którego dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa, po uwzględnieniu obciążenia czwartej żyły (współczynnik korekcyjny: 0,91) oraz rezystywności właściwej dla warunków krajowych $\rho = 1$ K·m/W (współczynnik korekcyjny: 1,18), wynosi:

$$I_z = 1{,}18\cdot 0{,}91\cdot 326 \approx 350{,}05\ \text{A} > 347{,}59\ \text{A}$$

» obwód nr 2:

$$S_{z2} = \left(S_{z21}+S_{z22}+S_{z23}\right)\cdot k_{j3} = (87+80+69)\cdot 0{,}747 = 176{,}3\ \text{kVA}$$

$$I_B = \frac{S_{z2}}{\sqrt{3}\cdot U_n} = \frac{176300}{\sqrt{3}\cdot 400} = 254{,}77\ \text{A} \Rightarrow I_n = 315\ \text{A}$$

$$I_z \geq \frac{1{,}6\cdot 315}{1{,}45} \approx 347{,}59\ \text{A}$$

Zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52: 2011, przy sposobie ułożenia D2 warunki spełnia kabel YAKXS 4x300, którego dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa, po uwzględnieniu obciążenia czwartej żyły (współczynnik korekcyjny: 0,91) oraz rezystywności właściwej dla warunków krajowych $\rho = 1$ K·m/W (współczynnik korekcyjny: 1,18), wynosi:

$$I_z = 1{,}18\cdot 0{,}91\cdot 326 = 350{,}05\ \text{A} > 347{,}59\ \text{A}$$

» obwód nr 3:

$$S_{z3} = \left(S_{z31}+S_{z32}+S_{z33}+S_{z34}\right)\cdot k_{j4} = (87+87+80+69)\cdot 0{,}66 = 213{,}18\ \text{kVA}$$

$$I_B = \frac{S_{z3}}{\sqrt{3}\cdot U_n} = \frac{213180}{\sqrt{3}\cdot 400} = 308{,}07\ \text{A} \Rightarrow I_n = 315\ \text{A}$$

$$I_z \geq \frac{1{,}6\cdot 315}{1{,}45} \approx 347{,}59\ \text{A}$$

Zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52: 2011, przy sposobie ułożenia D2 warunki spełnia kabel YAKXS 4x300, którego dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa, po uwzględnieniu obciążenia czwartej żyły (współczynnik korekcyjny: 0,91) oraz rezystywności właściwej dla warunków krajowych $\rho = 1$ K·m/W (współczynnik korekcyjny: 1,18), wynosi:

$$I_z = 1{,}18\cdot 0{,}91\cdot 326 = 350{,}05\ \text{A} > 347{,}59\ \text{A}$$

Uwaga! Kable zasilające poszczególne budynki będą wprowadzone do złącz kablowych, wykonanych w drugiej klasie ochronności.

Sprawdzenie dobranych kabli z warunku spadku napięcia

» złącze kablowe stacji ładowania samochodów elektrycznych:

$$\Delta U_1 = \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{U_n}\cdot I_B\cdot\left(R\cdot\cos\varphi_z + X\cdot\sin\varphi_z\right) =$$

$$= \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{400}\cdot 222{,}73\cdot\left(\frac{30}{35\cdot 240}\cdot 0{,}93 + 0{,}03\cdot 0{,}08\cdot 0{,}36\right) =$$

$$= 0{,}43\% < \Delta U_{dop} = 5\%$$

» obwód nr 1:

$$\Delta U_1 = \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{U_n}\cdot[I_{B1}\cdot\left(R_{Tr-1.1}\cdot\cos\varphi_{z1} + X_{Tr-1.1}\cdot\sin\varphi_{z1}\right) +$$

$$+ I_{B1-2}\cdot\left(R_{1.1-1.2}\cdot\cos\varphi_{z1} + X_{1.1-1.2}\cdot\sin\varphi_{z1}\right)] =$$

$$= \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{400}\cdot[189{,}74\cdot\left(\frac{30}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8 + 0{,}03\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right) +$$

$$+ \frac{87\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot 400}\cdot\left(\frac{60}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8 + 0{,}06\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right)] \approx 0{,}92\% < \Delta U_{dop} = 5\%$$

» obwód nr 2:

$$\Delta U_1 = \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{U_n}\cdot[I_{B2}\cdot\left(R_{Tr-2.1}\cdot\cos\varphi_{z1} + X_{Tr-2.1}\cdot\sin\varphi_{z1}\right) +$$

$$+ I_{B2-2}\cdot\left(R_{2.1-2.2}\cdot\cos\varphi_{z2} + X_{2.1-2.2}\cdot\sin\varphi_{z2}\right) +$$

$$+ I_{B-3}\cdot\left(R_{2.2-2.3}\cdot\cos\varphi_{z2} + X_{2.2-2.3}\cdot\sin\varphi_{z2}\right) =$$

$$= \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{400}\cdot[254{,}77\cdot\left(\frac{30}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8 + 0{,}03\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right) +$$

$$+ \frac{(80+69)\cdot 10^3\cdot 0{,}88}{\sqrt{3}\cdot 400}\cdot\left(\frac{60}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8 + 0{,}06\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right) +$$

$$+ \frac{69\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot 400}\cdot\left(\frac{60}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8 + 0{,}06\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right)] \approx 1{,}47\% < \Delta U_{dop} = 5\%$$

» obwód nr 3:

eprasa.pl f4ba149e99

$$\Delta U_1 = \frac{\sqrt{3}\cdot 100}{U_n}\cdot[I_{B3}\cdot(R_{Tr-3.1}\cdot\cos\varphi_{z3}+X_{Tr-3.1}\cdot\sin\varphi_{z3})+$$
$$+I_{B3-2}\cdot(R_{3.1-3.2}\cdot\cos\varphi_{z3}+X_{3.1-3.2}\cdot\sin\varphi_{z3})+$$
$$+I_{B3-3}\cdot(R_{3.2-3.3}\cdot\cos\varphi_{z3}+X_{3.2-3.3}\cdot\sin\varphi_{z3})+$$
$$+I_{B3-4}\cdot(R_{3.3-3.4}\cdot\cos\varphi_{z3}+X_{3.3-3.4}\cdot\sin\varphi_{z3})]=$$
$$=\frac{\sqrt{3}\cdot 100}{400}\cdot[308{,}07\cdot\left(\frac{30}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8+0{,}03\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right)+$$
$$+\frac{(80+87+69)\cdot 10^3\cdot 0{,}747}{\sqrt{3}\cdot 400}\cdot\left(\frac{60}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8+0{,}06\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right)+$$
$$+\frac{(87+69)\cdot 10^3\cdot 0{,}88}{\sqrt{3}\cdot 400}\cdot\left(\frac{60}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8+0{,}06\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right)+$$
$$+\frac{69\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot 400}\cdot\left(\frac{60}{35\cdot 300}\cdot 0{,}8+0{,}06\cdot 0{,}08\cdot 0{,}6\right)]=2{,}54(\ )\%<\Delta U_{dop}=5\%$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń należy uznać dobór projektowanych kabli za poprawny.

Uwaga! Kable zabezpieczone bezpiecznikami topikowymi, poprawnie dobrane na długotrwałą obciążalność prądową i przeciążalność, nie wymagają sprawdzenia z warunku odporności zwarciowej.

Sprawdzenie wybiórczości działania przyjętych zabezpieczeń, instalowanych w układzie zasilania:

$$I_{ngTr}=\frac{S_{Tr}}{\sqrt{3}\cdot U_n}=\frac{630000}{\sqrt{3}\cdot 400}=909{,}32\ A\approx 910\ A$$

Uwaga! Charakterystyka bezpiecznika gTr 630 jest kompatybilna z charakterystyką bezpiecznika WTNgG. Producent na korpusie bezpiecznika zamiast prądu podaje moc znamionową transformatora w kVA. Wybiórczość działania zostanie zachowana, gdy stosunek prądu znamionowego bezpiecznika gTr 630 do prądu znamionowego bezpiecznika następczego w kaskadzie zasilania będzie większy od 1,6.

» obwody zasilania budynków:

$$\frac{I_{ngTr}}{I_{ngG315}}=\frac{910}{315}=2{,}89>1{,}6$$

» obwód stacji ładowania samochodów:

$$\frac{I_{ngTr}}{I_{ngG80}}=\frac{910}{250}=3{,}64>1{,}6$$

» pozostałe budynki:

– dla mocy szczytowej 87 kVA (obwód I):

$$I_B=\frac{87000}{\sqrt{3}\cdot 400}\approx 125{,}73\Rightarrow I_n=160\ A$$
$$\frac{I_{ngG315}}{I_{ngG160}}=\frac{315}{160}\approx 1{,}97>1{,}6$$

– dla mocy szczytowej 80 kVA (obwód II):

$$I_B=\frac{80000}{\sqrt{3}\cdot 400}\approx 115{,}61\Rightarrow I_n=125\ A$$
$$\frac{I_{ngG315}}{I_{ngG160}}=\frac{315}{125}\approx 2{,}52>1{,}6$$

– dla mocy szczytowej 69 kVA (obwód III):

$$I_B=\frac{69000}{\sqrt{3}\cdot 400}\approx 99{,}72\Rightarrow I_n=100\ A$$
$$\frac{I_{ngG315}}{I_{ngG160}}=\frac{315}{100}\approx 3{,}15>1{,}6$$

W każdym projektowanym obwodzie warunek wybiórczości działania zabezpieczeń zostanie zachowany.

Dobór mocy zespołu prądotwórczego

$$P_{zAB}=S_{zAB}\cdot k_j\cdot\cos\varphi_z=\lfloor(5\cdot 40+3\cdot 30+2\cdot 20)\cdot 2{,}5\rfloor\cdot 0{,}503\cdot 0{,}8=90{,}54\ kW$$
$$Q_{zAB}=P_{zAB}\cdot tg\varphi_z=90{,}54\cdot\sqrt{\frac{1}{0{,}8^2}-1}=90{,}54\cdot 0{,}6=54{,}33\ kVA$$
$$S_{ZP}\geq 2\cdot\sqrt{P_{zAB}^2+Q_{zAB}^2}=2\cdot\sqrt{90{,}54^2+54{,}33^2}=211{,}18\ kVA$$

Warunki spełni zespół prądotwórczy o mocy S = 220 kVA.

Uwaga!

Poszczególne elementy projektowanego układu zasilania będą wykonane w II klasie ochronności, przez co ochrona przeciwporażeniowa będzie zachowana przy zasilaniu z SEE oraz generatora ZP. Zadaniem projektanta instalacji elektrycznych oraz oświetlenia ulicznego jest sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej przy zasilaniu z SEE oraz generatora ZP. Zaleca się wykonanie oświetlenia ulicznego (będzie stanowiło artykuł zamieszczony w jednym z numerów „elektro.info" w roku 2026) z wykorzystaniem słupów nieprzewodzących lub w wykonaniu równorzędnym drugiej klasie ochronności, zgodnie z normą PN-IEC 60364-7-714:2003 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje oświetlenia zewnętrznego.*

Uwagi końcowe

1. Posadowienie projektowanej stacji transformatorowej należy wykonać ściśle według zaleceń producenta stacji.
2. Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu po stronie SN – uziemienie.
3. Rezystancja uziemienia stacji transformatorowej nie może przekraczać 2,5 Ω.
4. Ochrona przeciwporażeniowa po stronie nn – samoczynne wyłączenie, zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-4-41:2017-09. Złącza kablowe wykonane w drugiej klasie ochronności.
5. Rezystancja uziemienia zacisku PEN w złączach kablowych budynków oraz złącza stacji ładowania samochodów nie może przekraczać 30 Ω.
6. 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.
7. Po ułożeniu projektowanych kabli, przed ich zasypaniem, należy rury osłonowe uszczelnić, aby zapobiec przedostawaniu się wody, i poddać całość linii kablowych inwentaryzacji geodezyjnej.
8. Żyły powrotne projektowanego kabla SN należy uziemić na obu końcach.
9. Po wykonaniu prac instalacyjno-budowlanych należy wykonać badania odbiorcze.
10. Wszelkie przepusty kablowe SN oraz nn wprowadzane do budynków należy uszczelnić, aby zabezpieczyć kable przed przedostawaniem się wody oraz gazów.
11. Projekt instalacji elektrycznych budynków mieszkalnych musi zawierać układ automatycznego ograniczenia mocy do wartości tzw. mocy bytowej – określonej jako 2,5 kW na mieszkanie – i zapewniać ochronę przeciwporażeniową przy zasilaniu z systemu elektroenergetycznego oraz generatora zespołu prądotwórczego.

eprasa.pl f4ba149e99

ROZDZIELNICE NISKIEGO NAPIĘCIA

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 Polam Sp. z o.o.	
Oznaczenie katalogowe	SOLID GSX	DIDO
Parametry techniczne		
Typ	GT, 4XN160, 4XP160, LXN, HXS	ECT, ECM, ECG, ECH, ERP
Lokalizacja instalacji	wewnątrz budynku	wewnątrz budynku
Montaż paneli aparatowych	zabudowa stała, wyjmowany wkład montażowy	zabudowa stała
Napięcie znamionowe U_n, w [V]	1f~230/3f~690	1f~230/3f~400
Częstotliwość napięcia znamionowego ac, w [Hz]	50	50
Prąd znamionowy ciągły szyn głównych, w [A]	w zależności od konfiguracji i typu obudowy do 1250	w zależności od konfiguracji i typu obudowy
Prąd znamionowy wyłączalny zwarciowy graniczny I_{cu}, w [kA]	w zależności od konfiguracji i typu obudowy	w zależności od konfiguracji i typu obudowy
Prąd znamionowy wyłączalny zwarciowy eksploatacyjny I_{cs}, w [kA]	w zależności od konfiguracji i typu obudowy	w zależności od konfiguracji i typu obudowy
Prąd znamionowy I_n aparatów, w [A]	do 1250	do 125
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany aparatów I_{cw}, w [kA]	w zależności od konfiguracji i typu obudowy	w zależności od konfiguracji i typu obudowy
Prąd znamionowy załączalny zwarciowy I_{cm}, w [kA]	w zależności od konfiguracji i typu obudowy	w zależności od konfiguracji i typu obudowy
Napięcie znamionowe udarowe wytrzymywane U_{imp}, w [kV]	8	w zależności od konfiguracji i typu obudowy
Podłączenie zasilania	dół/góra	dół/góra/tył
Wbudowane aparaty modułowe	w zależności od konfiguracji i typu obudowy, możliwość montażu 3- lub 4-biegunowych wyłączników/rozłączników kompaktowych oraz rozłączników bezpiecznikowych skrzynkowych i listwowych do 630 A	aparatura modułowa oraz sterownicza, wyłączniki 3- lub 4-biegunowe, rozłączniki bezpiecznikowe do 125 A
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	w zależności od konfiguracji i typu obudowy IP41/IP42/IP44/IP55/IP66	IP40/IP65
Klasa ochronności	klasa I	klasa II
Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×gł.), w [mm]	GT od 250×200×150 do 1200×1000×400 4XN160 od 500×550×160 do 1100×800×160 4XP160 od 560×610×160 do 1160×860×160 LXN od 1850×300×250 do 1850×1050×250 HXS od 1850×300×300 do 2000×1050×400	od 212×201×68 do 1005×542×120
Masa całkowita, w [kg]	od 9,67 do 100,99	od 0,6 do 11,0
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –5 do 40	od –5 do 40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	wspólne wyposażenie i akcesoria do wszystkich typów obudów SOLID GSX, obudowy malowane farbą poliestrową, wyjmowany wkład montażowy, możliwość podziału wkładu w pionie i poziomie	natynkowe, podtynkowe, drzwi białe, transparentne, metalowe
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	PN-IEC/EN 62208, PN-IEC/EN 60529, PN-IEC/EN 62262, PN-EN 61439-1	PN-EN 62208:2006, PN-EN 62208:2003, PN-EN 60670-1, PN-EN 60670-24, PN-EN 61439-1
Gwarancja, w [miesiącach]	24	24

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

eprasa.pl f4ba149e99

ROZDZIELNICE NISKIEGO NAPIĘCIA

EnergyNortle	HABeR energia	
ENERGY NORTLE Sp. z o.o. 18-100 Łapy, ul. Główna 7 tel. 85 715 27 05 biuro@energynortle.pl www.energynortle.pl	www.haberenergia.pl HABER Energia sp. z o.o. 22-100 Chełm, ul. Wyszyńskiego 2A tel. 82 564 07 11, faks 82 545 24 83 biuro@haberenergia.pl www.haberenergia.pl	
Energy Nortle	**HABER Energia sp. z o.o.**	
Sivacon S4	**HABeR-XXL**	**HABeR-M**
Sivacon S4	HABeR-XXL (HABER-PWP)	HABeR-M
wewnątrz budynku	wewnątrz budynku	wewnątrz budynku, kontenera
zabudowa stała/kasety wysuwne/moduły wtykowe	zabudowa stała/wtykowa/kasety wysuwne	rozłączniki – zabudowa stała, wyłącznik wysuwny lub stacjonarny
do 690	690 AC / 500 DC	400 AC / 690 AC / 800 AC
50/60	50/60	50
do 4000	7400/10000	do 1600
do 100	w zależności od zastosowanej aparatury	45
do 100	w zależności od zastosowanej aparatury	do 45
do 4000	do 6300	do 1600
do 100, 1 s	w zależności od zastosowanej aparatury	95
do 100	w zależności od zastosowanej aparatury	45
12	do 12	8
dół/góra	dół/góra/bok/tył	dół/góra/bok/tył
wyłączniki kompaktowe i powietrzne, rozłączniki listwowe i skrzynkowe, aparatura modułowa, zabudowa uniwersalna	w zależności od konfiguracji	wyłącznik zasilający 3- lub 4-biegunowy, rozłączniki bezpiecznikowe listwowe do 315 A przy 800 V lub do 630 A przy 400 V; możliwość zabudowy tablicy licznikowej, systemów telekomunikacji, RPW, siłowania DC itd.
IP30/IP31/IP40/IP41/IP55	IP31/IP43/IP54	IP31/IP54
klasa I	klasa I	klasa I
szerokość w zależności od konfiguracji wysokość 2000+100/200 głębokość 400/600/800	od 2000×400×400 do 2400×1400×(800+600)	według projektu
w zależności od konfiguracji	do 3000 na pole	według projektu
do 55	od –5 do 40	od –5 do 40
dostęp od przodu/od tyłu; ocynkowana blacha stalowa 2,5 mm; formy separacji do 4b; ochrona osób w przypadku wystąpienia łuku do 100/300 ms wg IEC 61641	forma podziału do 4b, przebadane z szynoprzewodami HABeR-LDX/LDXA, dodatkowo mogą być wyposażone w: HABeR-TERMguard – system monitoringu temperatury na szynach rozdzielnicy; HABER-OPTIguard – sygnalizacja świetlna stanu pola i aparatów	konstrukcja w pełni wykonana z blachy ocynkowanej, wygodny dostęp do aparatury oraz przy montażu kabli, podłączenie zasilania szynami lub kablami z dowolnej strony, elastyczna konfiguracja układu wewnętrznego
PN-EN 61439	PN-EN 61439-1:2021, PN-EN 61439-2:2021, IEC TR 61641, PN-EN 61921:2005, PN-EN 60529:2003, PN-EN 50274:2004, PN-E-05163:2002, PN-HD 60364-5-534:2016-04	PN-EN 61439-1:2021, PN-EN 61439-2:2021, PN-EN 62208:2011, PN-EN 60529:2003, PN-EN 62262:2003
24	24	od 24 do uzgodnienia

eprasa.pl f4ba149e99

ROZDZIELNICE NISKIEGO NAPIĘCIA

Dystrybutor	LAMEL ROZDZIELNICE LAMEL Rozdzielnice Sp. z o.o. 83-330 Żukowo, Pępowo, ul. Gdańska 3 tel. 58 685 40 50 lamel@lamel.com.pl www.lamel.com.pl	
Producent	LAMEL ROZDZIELNICE Sp. z o.o.	
Oznaczenie katalogowe	RX	STS
Parametry techniczne		
Typ	przemysł i budownictwo wielorodzinne	rozdzielnice do stacji wnętrzowych
Lokalizacja instalacji	wewnątrz budynku	stacje transformatorowe
Montaż paneli aparatowych	zabudowa stała	zabudowa stała
Napięcie znamionowe U_n, w [V]	1f~230/3f~690	1f~230/3f~690-800
Częstotliwość napięcia znamionowego ac, w [Hz]	50	50
Prąd znamionowy ciągły szyn głównych, w [A]	do 2500	do 2500
Prąd znamionowy wyłączalny zwarciowy graniczny I_{cu}, w [kA]	do 85	do 85
Prąd znamionowy wyłączalny zwarciowy eksploatacyjny I_{cs}, w [kA]	do 85	do 85
Prąd znamionowy I_n aparatów, w [A]	do 2500	do 2500
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany aparatów I_{cw}, w [kA]	do 105	do 187
Prąd znamionowy załączalny zwarciowy I_{cm}, w [kA]	zależny od zastosowanej aparatury	zależny od zastosowanej aparatury
Napięcie znamionowe udarowe wytrzymywane U_{imp}, w [kV]	zależny od zastosowanej aparatury	12
Podłączenie zasilania	góra/dół	góra/tył/dół
Wbudowane aparaty modułowe	wyłączniki powietrzne do 2500 A, kompaktowe, rozłączniki listwowe w systemie szyn 100 oraz 185 mm, rozłączniki kasetowe w systemie szyn 60 mm	wyłączniki powietrzne do 2500 A, kompaktowe, rozłączniki listwowe w systemie szyn 185 mm
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP32/IP44/IP55	IP20
Klasa ochronności	I	I
Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×gł.), w [mm]	od 540×270×200 do 1980×1080×570 możliwość łączenia w zestawy	od 1250×400×320 do 1875×1800×500 możliwość łączenia w zestawy
Masa całkowita, w [kg]	zależna od konfiguracji	zależna od konfiguracji
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –25 do 40	od –25 do 40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	kolor RAL 7035; możliwość: zastosowania drzwi transparentnych, podziału w pionie i w poziomie; dowolność konfiguracji	rozdzielnica budowana z przedziałów funkcyjnych + możliwość wykonania obudowy łukochronnej 40 kA 0,5 s
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	PN-EN IEC 61439-1:2021-10, PN-EN IEC 61439-2:2021-10, PN-EN IEC 61439-5:2024-4	PN-EN IEC 61439-1:2021-10, PN-EN IEC 61439-2:2021-10, PN-EN IEC 61439-5:2024-4, PN-E 05163:2002, PN-EN 50274:2004
Gwarancja, w [miesiącach]	24	24

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

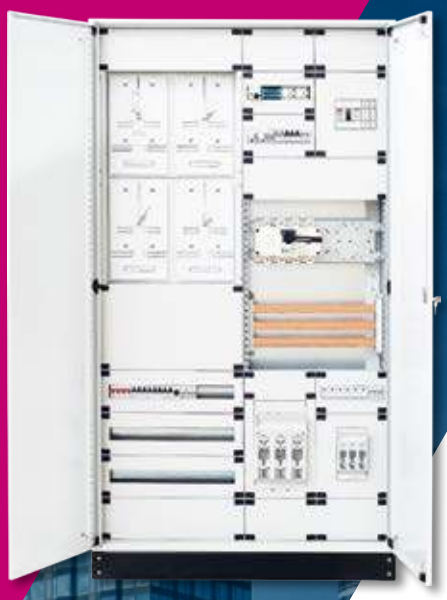
eprasa.pl f4ba149e99

ROZDZIELNICE NISKIEGO NAPIĘCIA

Rittal Sp. z o.o. 02-255 Warszawa ul. Krakowiaków 48 www.rittal.pl	SPIE Elektromontaż Poznań S.A. www.spie-elektromontaz.pl www.spie-rozdzielnice.pl SPIE Elektromontaż Poznań S.A. Zakład Produkcji Urządzeń Elektroenergetycznych 60-166 Poznań, ul. Wieruszowska 12/16 tel. +48 608 921 129, +48 539 997 922 zpue@elektromontaz.com
Rittal Sp. z o.o.	**SPIE Elektromontaż Poznań S.A.**
	WARTA
VX25 Ri4Power	WARTA
wewnątrz budynku	wewnątrz budynku
zabudowa stała	zabudowa stała/wtykowa/kasety wysuwne
3f~690	3f~ do 1000
50	50
6300	do 6300
do 100	w zależności od konfiguracji
do 100	w zależności od konfiguracji
6300	do 6300
100	do 120
–	w zależności od konfiguracji
8	12
dół/góra	dół/góra/bok
wyłączniki 3- lub 4-biegunowe, rozłączniki bezpiecznikowe listwowe do 630A, aparatura modułowa	wyłączniki powietrzne, kompaktowe rozłączniki bezpiecznikowe do 630 A, styczniki, aparatura sygnalizacyjna i sterująca, układy SZR prod. ABB, EATON, Schneider Electric, SIEMENS i inne
IP2X/IP54	do IP54
I	klasa I
od 1800×400×600 do 2200×1200×800	wielokrotność modułu 192 mm
w zależności od konfiguracji	do 2400 dla jednostki transportowej
od –5 do 40	od –5 do 40
obudowa wolno stojąca, przystosowana do zabudowy z formą separacji do 4b, wykonanie stałe	forma wygrodzenia do 4b, kolor RAL 7035, przyścienna, wolno stojąca z obustronnym dostępem
PN-EN 61439-1, PN-EN 61439-2, TR 61641	IEC/EN 61439, KEMA, DNV, GL
24	do uzgodnienia z zamawiającym

REKLAMA

ETI
SWITCH TO
A SAFE FUTURE



LXN
IP41, IP44
obudowy
stojące

www.etipolam.com.pl

eprasa.pl f4ba149e99

ROZDZIELNICE NISKIEGO NAPIĘCIA

Dystrybutor	PRE Edward Biel 32-060 Liszki k. Krakowa, Piekary 363 tel. 12 280 71 92, faks 12 429 73 43 biuro@prebiel.pl www.prebiel.pl	
Producent	PRE Edward Biel	
Oznaczenie katalogowe	RWT/RWT-z	RST
Parametry techniczne		
Typ	transformatorowa SN/nn	transformatorowa SN/nn
Lokalizacja instalacji	wewnątrz budynku/stacji transformatorowej	konstrukcja słupowa stacji, do montażu pod transformatorem
Montaż paneli aparatowych	zabudowa stała	zabudowa stała
Napięcie znamionowe U_n, w [V]	230/400/800	230/400
Częstotliwość napięcia znamionowego ac, w [Hz]	50	50
Prąd znamionowy ciągły szyn głównych, w [A]	1250/1600/2500	400/630/910/1250
Prąd znamionowy wyłączalny zwarciowy graniczny I_{cu}, w [kA]	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
Prąd znamionowy wyłączalny zwarciowy eksploatacyjny I_{cs}, w [kA]	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
Prąd znamionowy I_n aparatów, w [A]	do 2500	do 1250
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany aparatów I_{cw}, w [kA]	do 40	20 (1 s)
Prąd znamionowy załączalny zwarciowy I_{cm}, w [kA]	do 84	40
Napięcie znamionowe udarowe wytrzymywane U_{imp}, w [kV]	6/8/8	12
Podłączenie zasilania	dół/góra/bok/tył	dół/góra
Wbudowane aparaty modułowe	rozłączniki bezpiecznikowe listwowe do 1250 A, 3- lub 4-biegunowe	wyłącznik mocy lub rozłącznik izolacyjny do 2500 A, rozłączniki listwowe
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP4X/2X	IP44
Klasa ochronności	klasa I	klasa I/II (aluminiowa)
Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×gł.), w [mm]	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
Masa całkowita, w [kg]	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –5 do 40	od –25 do 50
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	małogabarytowa, lekka, modułowa, zapewniająca odpowiednią sztywność konstrukcji; wykonana z profili stalowych ocynkowanych lub aluminiowych połączonych za pomocą odlewanych łączników; wysoka wytrzymałość mechaniczna oraz stopień ochrony, który zapobiega wnikaniu zanieczyszczeń i uszkodzeniom mechanicznym; w pełni osłonięta, osłony wykonane z blachy stalowej powleczonej antykorozyjnie, malowanej lakierem proszkowym, wykonane w wersji stałej lub uchylnej umożliwiającej przeprowadzanie przeglądów i badania kamerą termowizyjną	dwustronne drzwi, oddzielne dla poszczególnych modułów, otwierane pod kątem 180 stopni, trzypunktowe ryglowanie; zawiasy wewnętrzne z zaczepem przeciwwyłamaniowym; zamek baskwilowy zamykany na kłódkę lub wkładkę systemową; dach dwuspadowy lub kopertowy wyposażony w kominki o średnicach dostosowanych do wymiarów wielopalczastych głowiczek termokurczliwych; dno obudowy ma otwór umożliwiający wprowadzenie kabli poprzez kanał kablowy; oznakowanie rozdzielnicy za pomocą trwałych grawerowanych tabliczek z tworzywa, umożliwiających identyfikację wszystkich istotnych elementów
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	PN-EN 61439-1, PN-EN 61439-2, PN-E-05163, PN-EN 50274, PN-EN 62208, PN-EN 60529, PN-EN ISO 4628, PN-EN ISO 2409, PN-EN 62262	PN-EN 61439-1, PN-EN 61439-2, PN-E-05163, PN-EN 50274, PN-EN 62208, PN-EN 60529, PN-EN ISO 4628, PN-EN ISO 2409, PN-EN 62262
Gwarancja, w [miesiącach]	24	24

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

eprasa.pl f4ba149e99

PRE Edward Biel
32-060 Liszki k. Krakowa, Piekary 363
tel. 12 280 71 92, faks 12 429 73 43
biuro@prebiel.pl
www.prebiel.pl

PRE Edward Biel		
RP do 4000 A	**RM630**	**REM2**
przemysłowa/energetyczna	przemysłowa/energetyczna	dystrybucyjna/przemysłowa/energetyczna
wewnętrzna lub zewnętrzna, wolnostojąca lub przyścienna (na cokole)	wewnątrz budynku	wewnątrz budynku/zewnętrzna
zabudowa stała/kasety wysuwne	zabudowa stała	zabudowa stała
230/400	230/400	230/400
50	50	50
1250/1600/2500/4000	630	630
w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
do 4000	do 630	do 630
80	w zależności od konfiguracji	20
20	w zależności od konfiguracji	40
8	8	8
dół/góra	dół/góra	dół/góra/bok/tył
rozłączniki bezpiecznikowe listwowe, skrzynkowe lub wyłączniki mocy (od 160 A do 1250 A)	aparatura zabezpieczająca, rozdzielcza, pomiarowa, sygnalizacyjna, sterownicza, komunikacyjna oraz inne elementy dodatkowe według potrzeb	wyłączniki i rozłączniki do 630 A, rozłączniki bezpiecznikowe listwowe do 630 A
IP4X/2X, IP44–55	IP30–IP66	IP30–IP54
klasa I	klasa I/II (osłony aparatów)	klasa II
w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
od –5 do 40	od –25 do 50	od –25 do 50
proste i przejrzyste układy połączeń elektrycznych oraz budowa, która gwarantuje bezpieczeństwo obsługi, dzięki zastosowaniu wysokiego stopnia ochrony IP rozdzielnice RP mogą być używane bezpośrednio obok maszyn i urządzeń, bardzo ważnym aspektem przy konstruowaniu jest ich niezawodność i łatwa możliwość rozbudowy; głównymi zaletami są: odporność na uszkodzenia mechaniczne, łatwa możliwość rozbudowy	rozdzielnice wyposażane są w aparaturę: zabezpieczającą, rozdzielczą, pomiarową, sygnalizacyjną, sterowniczą, komunikacyjną oraz inne elementy dodatkowe, dobrane indywidualnie, obudowa ma w standardzie profile montażowe lub płytę montażową, na której umieszczane są aparaty do montażu stałego na płycie oraz szyny TH35 do montażu aparatury modułowej i złączek listwowych, drzwi pełne lub transparentne, posiadają zawiasy wewnętrzne lub zewnętrzne oraz wielopunktowe ryglowanie; na drzwiach istnieje możliwość montażu aparatury sygnalizacyjnej i pomiarowej, obudowa wyposażona w zamek baskwilowy, płetwowy z dowolnym kształtem wkładki	unikatowy sposób łączenia metalu z materiałem izolacyjnym, II klasa ochronności osiągnięta przez całkowite dwustronne (wewnętrzne i zewnętrzne) pokrycie aluminiowego lub stalowego rdzenia obudowy materiałem izolacyjnym w trwały i nierozerwalny sposób, bez pokrywania go dodatkowymi lakierami, nieszkodliwa dla ludzi i środowiska, antyalergiczna, niepalna (V0), łatwa w czyszczeniu, niski współczynnik ścierania, przy ewentualnym niewielkim uszkodzeniu powłoki materiału można ją naprawić bez konieczności wymiany całej rozdzielnicy
PN-EN 61439-1, PN-EN 61439-2, PN-E-05163, PN-EN 50274, PN-EN 60529, PN-EN 62208, PN-EN ISO 4628, PN-EN 62262, PN-EN ISO 2409	PN-EN 61439-1, PN-EN 60529, PN-EN 62262, PN-EN ISO 4628, PN-EN ISO 2409	PN-EN 61439-1, PN-EN 61439-5, PN-E 05163, PN-EN 50274, PN-EN 60695-11-10, PN-EN 62208, PN-EN ISO 14021:2022
24	24	24

eprasa.pl f4ba149e99

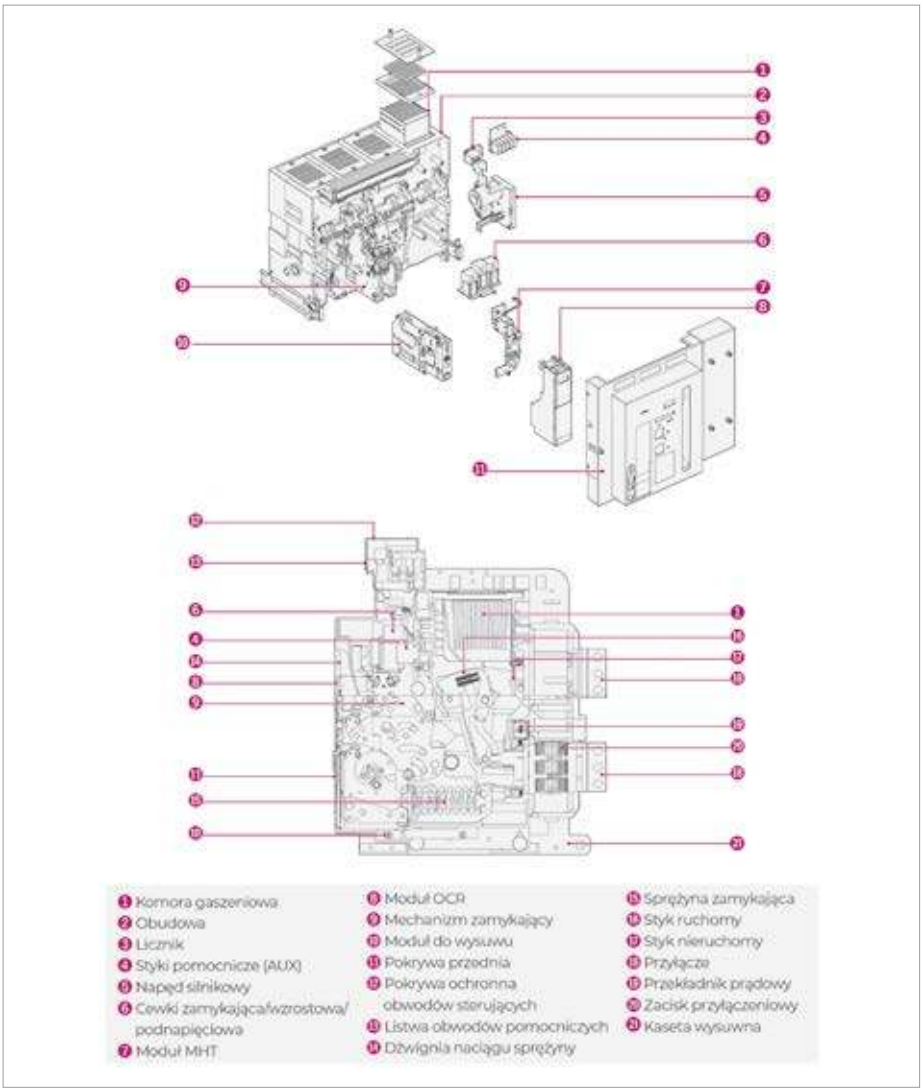
dr inż. Michał Szulborski

Wyłączniki powietrzne produkcji ETI Polam serii EPL/EPH

Wyłączniki powietrzne stanowią nieodłączny element nowoczesnych systemów elektroenergetycznych, pełniąc kluczową rolę w ochronie oraz zarządzaniu dystrybucją energii elektrycznej. Są to urządzenia zaprojektowane w celu eliminowania zwarć, przeciążeń oraz innych nieprawidłowości występujących w zabezpieczanych obwodach elektrycznych. Dzięki swoim właściwościom umożliwiają szybkie i skuteczne przerywanie przepływu prądów przetężeniowych w sytuacjach awaryjnych, co minimalizuje ryzyko uszkodzenia urządzeń i instalacji, a także zapewnia bezpieczeństwo użytkownikom.

Jednym z liderów w produkcji wyłączników powietrznych jest firma ETI Polam, która od lat dostarcza rozwiązania cieszące się uznaniem zarówno w Polsce, jak i na rynkach międzynarodowych. Wyłączniki produkowane przez ETI Polam cechuje wysoka jakość wykonania, nowoczesna konstrukcja oraz niezawodność działania. Są one projektowane z myślą o zróżnicowanych potrzebach użytkowników, co czyni je odpowiednimi zarówno do instalacji przemysłowych, jak i komercyjnych. W artykule przybliżono budowę, funkcjonalności oraz korzyści wynikające z zastosowania wyłączników powietrznych tej marki, a także omówiono dostępne akcesoria zwiększające ich wszechstronność stosowania.

Rys. 1. Widok przedni wyłącznika powietrznego serii EPL produkcji ETI Polam



Rys. 2. Budowa wewnętrzna wyłącznika powietrznego serii EPL/EPH produkcji ETI Polam

Budowa wyłączników powietrznych

Wyłączniki powietrzne produkcji ETI Polam charakteryzują się nowoczesną konstrukcją, która zapewnia im efektywność oraz trwałość.

Do podstawowych elementów konstrukcji wyłącznika powietrznego należą:

» **Mechanizm zamykający** – podstawowym elementem każdego wyłącznika powietrznego jest mechanizm, który odpowiada za precyzyjne otwieranie i zamykanie styków łączeniowych. W wyłącznikach ETI Polam mechanizm ten oparty jest na wytrzymałych sprężynach, które umożliwiają szybkie i efektywne działanie całego mechanizmu. System

eprasa.pl f4ba149e99

sprężyn jest w stanie wytrzymać wielokrotne operacje łączeniowe, co zapewnia wysoką trwałość urządzenia. Mechanizm załączający jest zaprojektowany tak, by zapewniał stabilne działanie wyłącznika przy bardzo dużych obciążeniach prądów zwarciowych;

» **Styki główne i łukowe** – wykonane z materiałów o wysokiej odporności na temperaturę oraz erozję powodowaną przez łuk elektryczny. Styki główne odpowiadają za przewodzenie prądów roboczych w normalnych warunkach pracy, natomiast styki łukowe (opalne) są wykorzystywane w momencie przerywania obwodu, aby ograniczyć zużycie styków głównych. Wyłączniki ETI Polam wyposażone są w jednoprzerwowy układ stykowy. Dzięki temu rozwiązaniu wyłączniki lepiej radzą sobie z wyłączaniem prądów zwarciowych, pomiędzy stykami generują się znaczne siły elektrodynamiczne w chwili zwarcia, powodujące szybkie odpychanie styku ruchomego od styku nieruchomego. Proces ten minimalizuje zużycie styków oraz przyczynia się do skrócenia czasu trwania zwarcia;

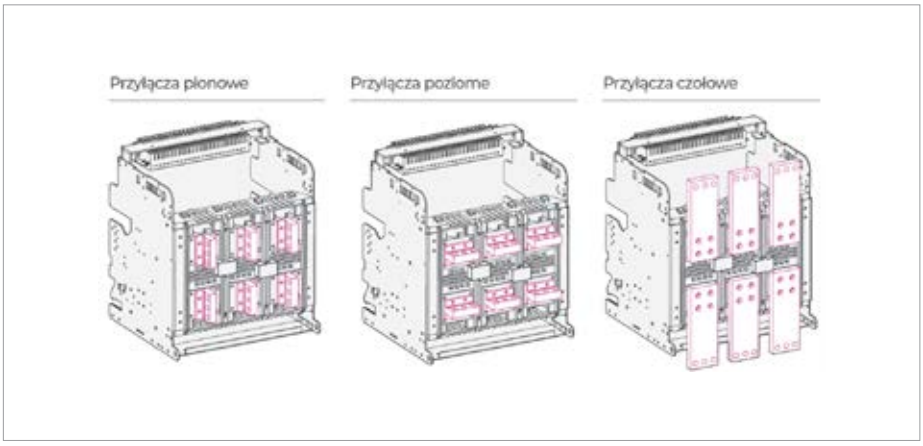
» **Komora gaszeniowa** jest kluczowym elementem zapewniającym skuteczne gaszenie łuku elektrycznego, który powstaje w przestrzeni międzystykowej po otwarciu się zestyku. W wyłącznikach powietrznych ETI Polam zastosowano zaawansowany system płytek dejonizacyjnych, które dzielą łuk elektryczny prądu zwarciowego na kilka mniejszych, palących się pomiędzy płytkami. Wykorzystując zjawisko efektu przykatodowego oraz zwiększając rezystancję łuku, doprowadza się do jego zgaszenia. Dodatkowo specjalne kanały wylotowe w komorze gaszeniowej zapewniają skuteczne odprowadzanie gorących zjonizowanych gazów powstających podczas palenia się łuku elektrycznego. Dzięki tej technologii wyłączniki są w stanie szybko i skutecznie wyłączać zabezpieczane obwody, nawet przy bardzo wielkich prądach zwarciowych;

» **Izolatory i elementy wsporcze** są kluczowymi elementami konstrukcji, które zapewniają bezpieczne odizolowanie poszczególnych elementów czynnych wyłącznika. W wyłącznikach powietrznych ETI Polam stosowane są izolatory wykonane z wysokiej jakości kompozytów epoksydowych oraz polimerów, które charakteryzują się bardzo dobrą odpornością na uszkodzenia mechaniczne, czynniki atmosferyczne czy wilgoć. Dzięki temu wyłączniki są odporne na zmienne warunki pracy w różnych środowiskach – od prostych instalacji przemysłowych po zaawansowaną infrastrukturę techniczną, np. elektrownie, itp.;

» **Przekaźnik OCR (*Overcurrent Relay*)** stanowi element, który umożliwia precyzyjne wyregulowanie kształtu charakterystyki wyzwalania wyłącznika. Nastawy w przekaźniku OCR umożliwiają precyzyjne dostosowanie krzywej charakterystyki t-I, dzięki czemu wyłącznik może działać w trybie skoordynowanym z innymi elementami systemu ochrony, zapewniając optymalne parametry wyzwalania i minimalizując czas reakcji. Przekaźnik OCR może być także wyposażony w dodatkowe funkcje monitorowania parametrów pracy, a także w moduły komunikacyjne umożliwiające zdalne zarządzanie wyłącznikiem;

» **Obudowa** – solidna konstrukcja obudowy zapewnia ochronę przed czynnikami zewnętrznymi, takimi jak pył, wilgoć czy uszkodzenia mechaniczne;

» **Uniwersalne zaciski przyłączeniowe** – wyłączniki EPL/EPH posiadają uniwersalne przyłącza poziome/pionowe, ułatwiające ich dostosowanie do różnorodnych aplikacji. Położenie przyłączy można łatwo zmie-



Rys. 3. Typy zacisków przyłączeniowych w wyłącznikach powietrznych serii EPL/EPH produkcji ETI Polam

Rys. 4. Budowa zewnętrzna wyłącznika powietrznego serii EPL/EPH produkcji ETI Polam

eprasa.pl f4ba149e99

niać w zależności od potrzeb, co zwiększa ich wszechstronność. Przyłącza czołowe należy dokupić oddzielnie.

Wyłączniki powietrzne serii EPL i EPH produkcji ETI Polam to zaawansowane urządzenia elektroenergetyczne, które łączą nowoczesną konstrukcję z wysoką funkcjonalnością. Na **rysunku 4.** przedstawiono szczegółowy opis budowy zewnętrznej tych wyłączników, uwzględniając podstawowe elementy konstrukcji.

» **Przyciski ON/OFF** – wyłączniki są wyposażone w ergonomiczne przyciski ON/OFF, umożliwiające łatwe i szybkie załączanie oraz wyłączanie urządzenia. Przyciski te są wyraźnie oznaczone. Dodatkowo, aby zwiększyć bezpieczeństwo i zapobiec nieautoryzowanemu załączeniu bądź wyłączeniu, wyłączniki posiadają możliwość blokady przycisków ON/OFF. Ta funkcjonalność jest szczególnie istotna w środowiskach przemysłowych, gdzie dostęp do urządzeń musi być kontrolowany;

» **Korba do wysuwania wersji wysuwnej** – wersje wysuwne wyłączników są wyposażone w korbę umożliwiającą ręczne wysunięcie bądź wsunięcie jednostki głównej wyłącznika do kasety wysuwnej. Korba jest solidna, ergonomiczna i zapewnia pełną kontrolę nad płynnym ruchem wyłącznika, co jest kluczowe dla bezpieczeństwa podczas konserwacji i obsługi.

» **Licznik cykli operacji łączeniowych** – w celu monitorowania stanu technicznego wyłącznika, urządzenie wyposażone jest w licznik cykli operacji łączeniowych. Licznik ten rejestruje liczbę cykli ON/OFF, co pozwala na ocenę stopnia zużycia wyłącznika i zaplanowanie serwisu i konserwacji urządzenia;

» **Przycisk resetowania OCR** – wyłączniki posiadają przycisk umożliwiający resetowanie przekaźnika OCR. Funkcja ta jest istotna po zadziałaniu zabezpieczeń – pozwala na szybkie przywrócenie urządzenia do pracy po usunięciu przyczyny wyzwolenia.

Wyłączniki powietrzne serii EPL i EPH produkcji ETI Polam to zaawansowane urządzenia elektroenergetyczne, które łączą nowoczesną konstrukcję z wysoką funkcjonalnością. Dzięki szczegółowo zaprojektowanej konstrukcji oraz szerokiemu wachlarzowi akcesoriów, wyłączniki te zapewniają niezawodność, bezpieczeństwo i efektywność pracy w różnych aplikacjach elektroenergetycznych.

Akcesoria do wyłączników powietrznych

Wyłączniki powietrzne ETI Polam mogą być wyposażone w różnorodne akcesoria, które rozszerzają ich funkcjonalność i zwiększają wygodę użytkowania. Akcesoriami tymi są:

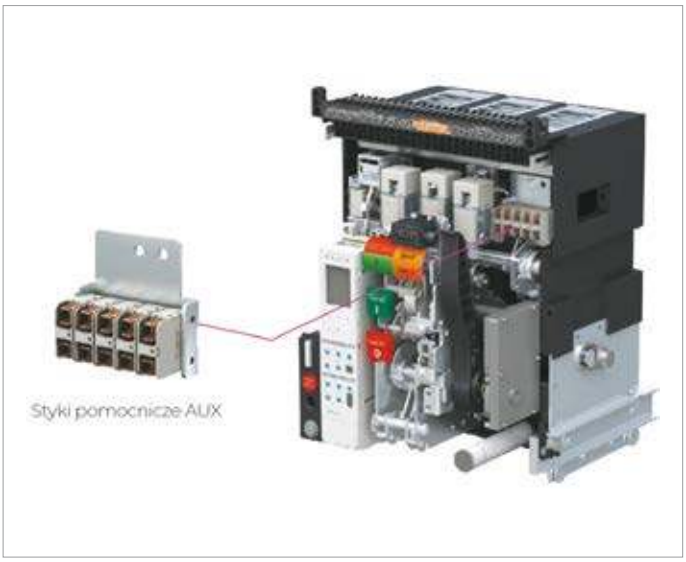
» **Wyzwalacze wzrostowe (SHT**), które służą do zdalnego wyłączania wyłącznika w momencie wykrycia stanu awaryjnego, zapewniając szybką reakcję i ochronę systemu elektroenergetycznego,

» **Cewka zamykająca (CC)** – umożliwia zdalne załączanie wyłącznika, co jest szczególnie przydatne w dużych instalacjach przemysłowych i w systemach o wysokiej automatyzacji,

» **Napęd silnikowy (MO)** – pozwala na automatyczne zazbrojenie sprężyny mechanizmu do załączenia wyłącznika za pomocą sygnałów sterujących, co umożliwia integrację z systemami zdalnego sterowania wyłącznikiem,

» **Styki pomocnicze AUX (5x NO i NC)** – w wyłącznikach powietrznych ETI Polam są przeznaczone do przekazywania sygnałów o stanie wyłącznika (załączony/wyłączony) oraz do realizacji innych funkcji sterujących, takich jak sygnalizacja awarii lub zadziałania zabezpieczeń. Zasadniczo wyróżnia się dwa rodzaje styków pomocniczych:
- styki normalnie otwarte (NO) – styki w stanie normalnym są otwarte, po załączeniu wyłącznika zamykają się; używane do sygnalizacji załączenia wyłącznika lub przekazywania informacji o stanie urządzenia w systemach monitoringu,
- styki normalnie zamknięte (NC) – styki w stanie normalnym są zamknięte, po załączeniu wyłącznika otwierają się; stosowane do sygnalizacji wyłączenia wyłącznika lub do ochrony przed zadziałaniem awaryjnych funkcji.

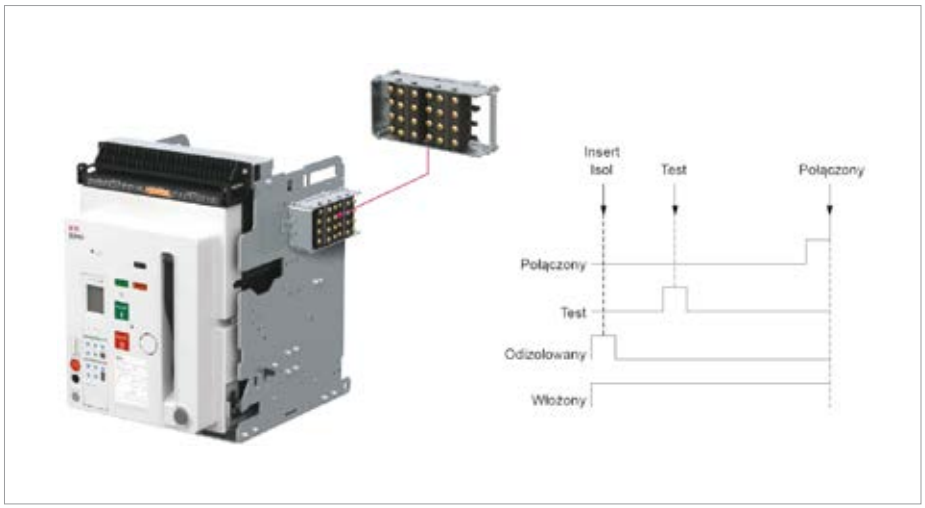
» **Linkowe blokady mechaniczne** – działają na zasadzie fizycznej blokady mechanizmów wyłączników. Główne funkcje blokad linkowych to:
- zabezpieczenie przed jednoczesnym załączeniem – blokady mechaniczne uniemożliwiają jednoczesne załączenie dwóch lub więcej wyłączników, które w układzie SZR muszą pracować w odpowiednich sekwencjach. Zapewnia to, że np. wyłącznik główny i rezerwowy nie zostaną załączone w tym samym czasie, co mogłoby prowadzić do zwarcia lub innych niepożądanych skutków,
- wymuszenie odpowiedniej sekwencji załączania – linkowe blokady mogą być zaprojektowane tak, aby wymuszały kolej-



Rys. 5. Styki pomocnicze do wyłączników powietrznych serii EPL/EPH produkcji ETI Polam

Rys. 6. System linkowych blokad mechanicznych wyłączników powietrznych serii EPL/EPH produkcji ETI Polam

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 7. Styki pomocnicze dla wersji wysuwnych wyłączników powietrznych serii EPL/EPH produkcji ETI Polam

ność działania wyłączników w układzie SZR, na przykład w przypadku awarii głównego źródła zasilania blokada umożliwi załączenie wyłącznika rezerwowego dopiero po wyłączeniu wyłącznika głównego,

– zabezpieczenie przed przypadkowym załączeniem – w układach SZR, gdzie załączanie rezerwy odbywa się automatycznie lub półautomatycznie, linkowe blokady mechaniczne mogą również pełnić funkcję ochrony przed nieautoryzowanym lub przypadkowym włączeniem wyłączników. Takie blokady są szczególnie ważne w obiektach przemysłowych lub energetycznych, gdzie nieprawidłowe załączenie wyłączników może prowadzić do awarii systemu zasilania.

W systemach SZR linkowe blokady mechaniczne między wyłącznikami zapewniają, że proces przełączania między źródłami zasilania odbywa się w sposób bezpieczny, zgodny z wymaganiami oraz bez ryzyka uszkodzenia instalacji. Często stosuje się je w połączeniu z automatyką, która wykrywa awarię głównego źródła zasilania i automatycznie przełącza na źródło rezerwowe.

Korzyści z zastosowania linkowych blokad mechanicznych:

– bezpieczeństwo – blokady mechaniczne zapewniają bezpieczne przełączanie między źródłami zasilania w układzie SZR, eliminując ryzyko jednoczesnego załączenia kilku wyłączników,
– niezawodność – zwiększają niezawodność pracy wyłączników, uniemożliwiając ich jednoczesne załączenie w sytuacjach awaryjnych, co mogłoby prowadzić do poważnych uszkodzeń instalacji,
– kontrola sekwencji pracy – umożliwiają wymuszenie określonej kolejności załączania i wyłączania wyłączników w układach SZR, co zapewnia prawidłowe działanie systemów elektroenergetycznych,
– ochrona przed błędami ludzkimi – blokady mechaniczne chronią przed błędami operatorów, zapobiegając przypadkowemu załączeniu wyłączników w nieodpowiednich momentach.

» **Styki pozycyjne** – w wersjach wysuwnych wyłączników powietrznych są niezbędnym elementem zapewniającym bezpieczeństwo oraz kontrolę nad pozycją wyłącznika w wersji wysuwnej. W połączeniu z odpowiednimi mechanizmami ochronnymi i systemami automatyki, umożliwiają one precyzyjne i bezpieczne zarządzanie wyłącznikami w różnych aplikacjach elektroenergetycznych.

Kluczowe położenia w wersjach wysuwnych wyłączników powietrznych:

» Wyłącznik **połączony** (*Operational/Working Position*) – w tym położeniu wyłącznik jest w pełni wsunięty w kasetę wysuwną, co oznacza, że jest gotowy do pracy. Styki pozycyjne informują systemy sterowania, że jednostka główna wyłącznika jest poprawnie wsunięta do kasety wysuwnej i może pełnić swoje funkcje ochronne (np. przerywanie obwodu w przypadku zwarcia). Jest to podstawowa pozycja, w której wyłącznik może pełnić swoje zadanie w systemie elektroenergetycznym;

» **TEST** (*Testing/Maintenance Position*) – pozycja TEST jest wykorzystywana, gdy wyłącznik jest wysunięty na tyle z kasety wysuwnej (odłączony od jej zacisków przyłączeniowych wewnątrz), że umożliwia to przeprowadzenie testów diagnostycznych. W tym przypadku wyłącznik znajduje się w stanie odizolowanym od obwodu, ale nadal jest fizycznie umiesz-

REKLAMA

elektro info

POBIERZ
BEZPŁATNE
PORADNIKI

KABLE I PRZEWODY

OCHRONA ODGROMOWA
I PRZECIWPRZEPIĘCIOWA

OCHRONA
PRZECIWPOŻAROWA

Pobierz:
WWW.ELEKTRO.INFO.PL

eprasa.pl f4ba149e99

czony w kasecie wysuwnej. Styki pozycyjne sygnalizują, że wyłącznik znajduje się w trybie testowym, co uniemożliwia jego niezamierzone włączenie do pracy (nie jest możliwe wciśnięcie przycisku „ON"). Dzięki tej funkcji operatorzy mają pewność, że urządzenie nie może zostać przypadkowo załączone podczas prac serwisowych;

- **Odizolowany** (*Disconnection/Isolation Position*) – w tej pozycji wyłącznik jest całkowicie odłączony od obwodu elektrycznego. Jest to stan, w którym wyłącznik jest fizycznie odsunięty od torów przewodzących prąd, co zapewnia pełną izolację od reszty instalacji. Zazwyczaj jest to pozycja stosowana podczas procedur konserwacyjnych lub naprawczych. Styki pozycyjne informują system, że wyłącznik znajduje się w stanie całkowitej izolacji, co zapobiega przypadkowemu włączeniu wyłącznika w trakcie serwisowania;
- **Włożony do kasety wysuwnej** (*Inserted into Drawout Cassette*) – pozycja ta wskazuje, że wyłącznik jest w pełni wsunięty do kasety wysuwnej, gotowy do pracy lub konserwacji. Styki pozycyjne w tej pozycji informują system o tym, że wyłącznik znajduje się w odpowiedniej pozycji roboczej, co zapewnia bezpieczne użytkowanie. Jest to kluczowa funkcjonalność, ponieważ w wielu systemach z wyłącznikami wysuwnymi załączenie obwodu jest możliwe tylko wtedy, gdy urządzenie jest poprawnie włożone do kasety wysuwnej.

W wersjach wysuwnych wyłączników powietrznych, takich jak te produkowane przez ETI Polam, styki pozycyjne pełnią bardzo istotną rolę w monitorowaniu i zapewnianiu bezpieczeństwa podczas pracy urządzenia, konserwacji oraz testowania. Dzięki systemowi styków pozycyjnych możliwe jest dokładne określenie stanu wyłącznika.

- **Moduły komunikacyjne** – umożliwiają monitorowanie parametrów pracy wyłącznika oraz integrację z systemami zarządzania energią w inteligentnych sieciach elektroenergetycznych.
- **Wskaźniki stanu położenia styków** – pozwalają na szybkie i czytelne określenie, czy wyłącznik znajduje się w stanie załączonym, czy wyłączonym.

Parametry techniczne

Wyłączniki powietrzne ETI Polam dostępne są w różnych konfiguracjach, dostosowanych do potrzeb użytkowników. Kluczowe parametry techniczne obejmują:

- napięcie znamionowe: wyłączniki posiadają zakres napięć do 1150 V AC oraz do 1500 V DC, co czyni je odpowiednimi dla różnorodnych aplikacji,
- prąd znamionowy: dostępne modele obsługują prądy od 630 A do 6300 A, zapewniając ochronę zarówno dla małych instalacji, jak i dużych obiektów przemysłowych,
- zdolność wyłączania zwarć: urządzenia charakteryzują się wysoką zdolnością wyłączania prądów zwarciowych, sięgającą nawet 150 kA,
- trwałość mechaniczną i elektryczną: produkty ETI Polam są zaprojektowane na dziesiątki tysięcy cykli, co gwarantuje ich długą żywotność.

Zalety wyłączników powietrznych ETI Polam

Wyłączniki powietrzne produkcji ETI Polam, dzięki swojej zaawansowanej konstrukcji i innowacyjnym rozwiązaniom, oferują szereg korzyści, które czynią je idealnym wyborem w różnorodnych aplikacjach elektroenergetycznych. Dzięki połączeniu wysokiej jakości materiałów, precyzyjnych mechanizmów oraz zaawansowanych funkcji, urządzenia te charakteryzują się wysoką niezawodnością. Poniżej przedstawiono najważniejsze zalety, które wyróżniają wyłączniki powietrzne ETI Polam na tle innych dostępnych na rynku rozwiązań:

- **Bezpieczeństwo:** wyłączniki ETI Polam cechują się zaawansowanymi systemami ochrony, takimi jak skuteczne gaszenie łuku oraz precyzyjnie dobrana charakterystyka wyzwalania, które zapewniają najbardziej optymalny czas zadziałania wyłącznika w czasie stanu awaryjnego.
- **Trwałość i wysoka jakość:** dzięki zastosowaniu materiałów odpornych na wysokie temperatury i uszkodzenia mechaniczne, wyłączniki powietrzne ETI Polam są zaprojektowane na setki tysięcy cykli operacyjnych, co zapewnia ich długowieczność i niezawodność.
- **Elastyczność i zgodność z normami:** wyłączniki te są dostępne w różnych konfiguracjach napięciowych i prądowych, co sprawia, że można je zastosować w szerokim zakresie aplikacji – od instalacji przemysłowych po instalacje w budynkach mieszkalnych i komercyjnych.
- **Inteligentna integracja i monitorowanie:** moduły komunikacyjne i systemy monitorujące pozwalają na pełną integrację wyłączników w ramach nowoczesnych, zautomatyzowanych sieci elektroenergetycznych, co umożliwia zdalne zarządzanie energią oraz optymalizację pracy systemów.

Zastosowanie

Wyłączniki powietrzne ETI Polam znajdują zastosowanie w wielu sektorach i obiektach, takich jak:

- przemysł ciężki i energetyka,
- budynki użyteczności publicznej,
- instalacje komercyjne i mieszkalne o dużym zapotrzebowaniu na energię elektryczną,
- infrastruktura transportowa i centra danych.

Podsumowanie

Wyłączniki powietrzne produkcji ETI Polam to zaawansowane urządzenia elektroenergetyczne, które łączą wysoką jakość wykonania, niezawodność oraz wszechstronność zastosowań. Dzięki nowoczesnym rozwiązaniom konstrukcyjnym i szerokiej gamie dostępnych akcesoriów, urządzenia te są w stanie sprostać wymaganiom zarówno małych instalacji, jak i dużych systemów przemysłowych.

Zastosowanie wyłączników ETI Polam przyczynia się do zwiększenia bezpieczeństwa, optymalizacji pracy systemów elektroenergetycznych oraz minimalizacji ryzyka awarii. Ich zdolność do integracji z nowoczesnymi systemami zarządzania energią oraz wysoka trwałość mechaniczna sprawiają, że są one inwestycją, która przynosi korzyści na długie lata.

Dzięki temu, że firma ETI Polam stale rozwija swoje technologie i dostosowuje swoje produkty do dynamicznie zmieniających się potrzeb rynku, wyłączniki powietrzne tej marki pozostają jednym z najlepszych wyborów w dziedzinie ochrony i zarządzania energią elektryczną. Wybór tych urządzeń to gwarancja bezpieczeństwa, efektywności oraz nowoczesności, które są nieodzowne w dzisiejszych wymagających warunkach technologicznych.

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

eprasa.pl f4ba149e99

Targi Kielce
exhibition & congress centre

enex

Nowa energia dla Twojego biznesu.

Największe Targi OZE w Polsce

4-5.03.2026

Targi Kielce

Odbierz darmowy bilet na targi

Wyłączny Partner Targów Enex

HUAWEI

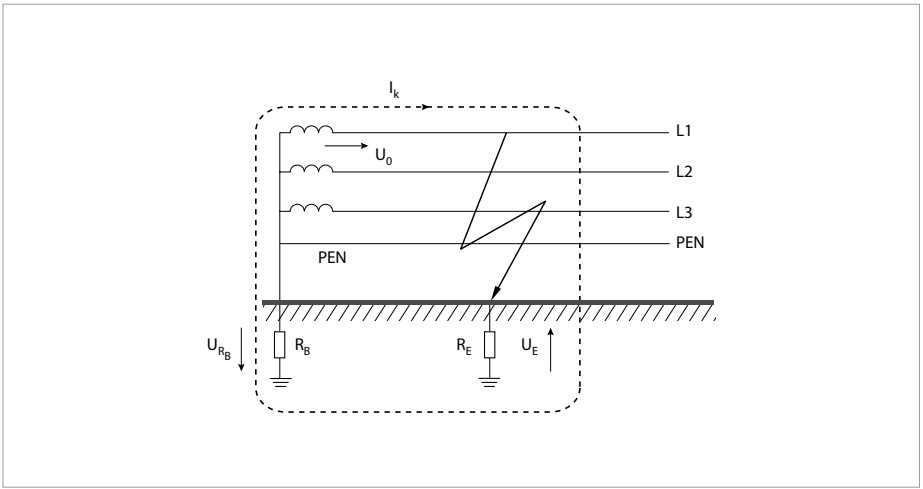
eprasa.pl f4ba149e99

dr inż. Edward Siwy – IPC Sp. z o.o.

Wymagania dla rezystancji wypadkowej R_B w sieci nn w układzie TN

Zagrożenie związane ze zwarciem przewodu fazowego bezpośrednio z ziemią, bez udziału przewodu PEN

W sieci nn w układzie TN może wystąpić zjawisko zwarcia przewodu fazowego bezpośrednio z ziemią, bez udziału przewodu ochronnego PE (dla układu TN-C) lub ochronno-neutralnego PEN (dla układu TN-S). W przypadku takiego zwarcia nastąpi przepływ prądu zwarciowego w obwodzie, który przedstawia **rysunek 1.** Wartość tego prądu będzie zależna od rezystancji wypadkowej R_B, uziemienia punktu neutralnego dolnego uzwojenia transformatora oraz rezystancji R_E powstającej w miejscu styku przewodu fazowego z ziemią, z pominięciem przewodu ochronnego PE lub ochronno-neutralnego PEN.



Rys. 1. Zjawisko zwarcia przewodu fazowego bezpośrednio z ziemią, bez udziału przewodu ochronnego w sieci TN-C rys. E. Siwy

Na **rysunku 2.** przedstawiono schemat zastępczy obwodu zwarciowego z **rysunku 1.** oraz wzajemne relacje pomiędzy napięciami, przy przyjęciu dopuszczalnego spadku napięcia na rezystancji R_B o wartości 50 V. Pozwala to na nieprzekraczanie dopuszczalnego napięcia na fazach nieuszkodzonych, zgodnych z normą PN-EN 50160 *Parametry jakościowe napięcia w publicznych sieciach elektroenergetycznych*.

Istotny z punktu widzenia zagrożenia porażeniowego jest rozkład napięcia, jaki powstanie w obwodzie w przypadku takiego uszkodzenia. W wyniku przepływającego prądu zwarciowego na rezystancji wypadkowej R_B wystąpi spadek napięcia U_{RB}. Tym samym pojawi się napięcie punktu neutralnego transformatora oraz na przewodach PEN w stosunku do ziemi o wartości U_{RB}. Wartość tego napięcia jest zależna od relacji pomiędzy rezystancją w miejscu uszkodzenia R_E i rezystancją wypadkową sieci R_B (przy pominięciu impedancji przewodów):

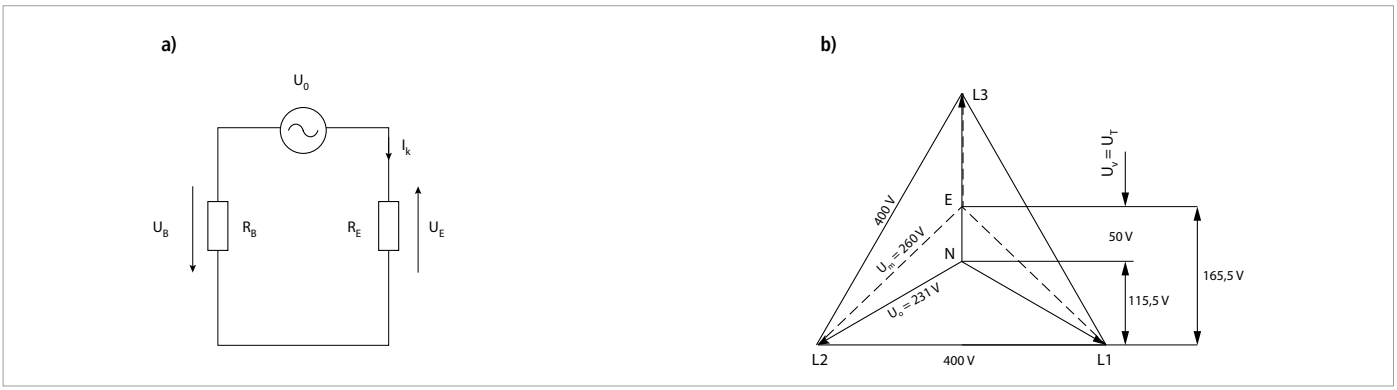
$$U_{RB} = U_f \frac{R_B}{R_B + R_E}$$

gdzie:

R_B – wypadkowa rezystancja wszystkich połączonych uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) linii tworzących sieć elektroenergetyczną,

R_E – rezystancja pomiędzy przewodem liniowym (fazowym) i ziemią odniesienia w miejscu zwarcia (rezystancja przejścia na drodze: uszkodzony przewód liniowy – ziemia odniesienia),

U_f – napięcie fazowe – w przepisach przyjmuje się, że jest to napięcie znamionowe przewodu skrajnego sieci względem ziemi U_0 (w typowych



Rys. 2. Schemat zastępczy obwodu zwarcia **(a)**, przedstawionego na **rysunku 1.**, oraz relacje pomiędzy poszczególnymi napięciami przy zwarciu doziemnym przewodu fazowego rys. E. Siwy

eprasa.pl f4ba149e99

sieciach nn w warunkach polskich wynoszące 230 V).

Napięcie w stosunku do ziemi odniesienia, pojawiające się na przewodach PEN, pojawi się również na wszystkich częściach przewodzących dostępnych urządzeń chronionych poprzez połączenie z tym przewodem, zarówno w sieci, jak i w instalacjach wewnętrznych. Zagrożenie dotyczyć będzie wszystkich urządzeń w obszarze sieciowym, w którym wystąpiło uszkodzenie, zasilanym z danej stacji transformatorowej SN/nn.

Należy zwrócić uwagę, że wyłącznik przeciwporażeniowy różnicowoprądowy w instalacji nie ma warunków do zadziałania – prąd rażeniowy płynie poza wyłącznikiem, nie zostanie więc wymuszony żaden prąd różnicowy.

Należy również podkreślić, że **zagrożenie jest całkowicie eliminowane, jeżeli w instalacji występują połączenia wyrównawcze** – części przewodzące dostępne i części przewodzące obce są ekwipotencjalizowane, a prąd rażeniowy jest praktycznie całkowicie bocznikowany przez istniejące połączenie wyrównawcze.

Aktualne wymagania normatywne

Aktualnie obowiązujące w kraju wymagania w stosunku do rezystancji wypadkowej R_B sieci niskiego napięcia, pracującej w układzie TN, są oparte przede wszystkim na zapisach krajowej normy N SEP-E-001: 2013 [1] oraz europejskiej normy PN-HD 60364-4-41:2017 [3].

Zgodnie z zapisami normy [1] wypadkowa rezystancja R_B wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PE (PEN) linii napowietrznych i innych linii tworzących sieć elektroenergetyczną, w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodów PEN (PE), musi spełniać warunek:

$$R_B \le R_E \frac{50}{U_0 - 50}$$

w którym:

- 50 – najwyższe dopuszczalne długotrwałe napięcie dotykowe spodziewane,
- R_E – minimalna rezystancja między przewodem liniowym (fazowym) i ziemią odniesienia w miejscu zwarcia w Ω; jeżeli ustalenie wartości jest trudne, można przyjmować R_E jako równe 10 Ω,
- U_0 – wartość skuteczna napięcia nominalnego linii względem ziemi w V.

Norma [3] pomimo tego, że dotyczy przede wszystkim instalacji odbiorczych, formułuje ogólne wymaganie dotyczące odbiorczych układów sieci TN następująco:

„W układach TN integralność uziemienia instalacji zależy od niezawodnych i skutecznych połączeń przewodów PEN lub PE z ziemią. Tam, gdzie uziemienie jest zapewnione z sieci publicznej lub z innego systemu zasilania, spełnienie koniecznych warunków na zewnątrz instalacji jest obowiązkiem operatora sieci zasilającej.

Przykładami warunków są:

- przewód PEN jest połączony z ziemią w wielu miejscach i jest instalowany w taki sposób, aby zminimalizować ryzyko powstania przerwy w przewodzie PEN,
- $\frac{R_B}{R_E} \le \frac{50V}{U_0 - 50V}$

gdzie:

R_B – rezystancja uziemienia w Ω wszystkich uziomów połączonych równolegle,

R_E – minimalna rezystancja uziemienia styku z ziemią w Ω części przewodzących obcych niepołączonych z przewodem ochronnym, przez które może nastąpić zwarcie między przewodem liniowym a ziemią,

U_0 – nominalne napięciem a.c.r.m.s względem ziemi w V".

(tłumaczenie tekstu wg polskiej wersji językowej normy z 2017 roku)

W obydwu dokumentach przyjęto wartość dopuszczalnego długotrwale napięcia dotykowego $U_L = 50$ V. W normie [1] podano również sugerowaną wartość minimalnej rezystancji przejścia $R_E = 10\,\Omega$, co prowadzi do wymagania $R_B \le 2{,}78\,\Omega$.

Komentarz do aktualnych wymagań

Podejście do ochrony, zaproponowane w normach [1] i [3], budzi aktualnie szereg wątpliwości. Dotyczą one zarówno wymaganej wartości dopuszczalnego napięcia dotykowego, jak i przede wszystkim sugerowanej w normie [1] wartości rezystancji przejścia między przewodem liniowym a ziemią.

W przypadku rezystancji przejścia podkreśla się fakt, że tak niska wartość jest w praktycznych przypadkach osiągana jedynie w ekstremalnych warunkach, których prawdopodobieństwo (ryzyko) wystąpienia jest znikomo małe. Takie stanowisko prezentowane jest między innymi przez E. Musiała [14, 15, 12, 13].

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy, prezentowanym m.in. w najnowszych wydaniach dokumentu IEC/TS 60479-1, wymaganie obniżenia potencjału na przewodach PEN w przypadku doziemienia przewodu fazowego bez udziału przewodu PEN (stan zakłóceniowy) do poziomu 50 V jest restrykcyjne. Zapewnia ono duży margines bezpieczeństwa. Przykładowo, po badaniach przeprowadzonych przez prof. Biegelmeiera [12] w Austrii jako wartość dopuszczalną dla analizowanego zagrożenia przyjęto $U_L = 65$ V. W kraju m.in. dr Musiał [10, 11] przedstawia takie podejście jako właściwe.

Nadmiernie restrykcyjne wymagania mogą mieć istotne konsekwencje związane z koniecznością rozbudowy instalacji uziemiających. Rezystancja wypadkowa R_B jest zależna od całego systemu uziemień w sieci nn. Konieczność nawet stosunkowo niewielkiego obniżenia jej wartości pociąga za sobą często znaczne nakłady inwestycyjne na rozbudowę systemu uziemień. Często też jest trudna w realizacji, ze względu na uwarunkowania techniczne i terenowe. **W tym przypadku efektywność poniesionych znacznych nakładów byłaby niewielka**. Znacznie większy uzysk dla podniesienia ogólnego poziomu bezpieczeństwa sieci dałoby wykorzystanie tych środków np. na modernizację sieci i poprawę ochrony podstawowej.

W większości typowych przypadków spełnienie wymagań wynikających z norm [1, 3] nie nastręcza trudności. Jeżeli stacja SN/nn oraz sieć nn są zlokalizowane na terenie o typowych wartościach rezystywności gruntu (poniżej 200 Ω), ze stacji wychodzi kilka obwodów nn, dla których zgodnie z normą [1] wymagane są dodatkowe uziemienia, m.in. wymagane uziemienia wypadkowe R_{Bk}, to praktycznie osiągane wartości dla R_B są w granicach 1–2 Ω. Potwierdzają to systematycznie prowadzone przez OSD obowiązkowe badania tej rezystancji. Wartości większe (powyżej wartości wymaganej przez normę [1]) świadczyłyby o dezintegracji połączonego systemu uziemień, związanej np. z brakiem ciągłości przewodów PEN. Restrykcyjne wymagania określone przez aktualną normę [1] wprowadzają trudności w realizacji systemu uziemień przede wszystkim w przypadkach nietypowych – na terenach o dużej rezystywności gruntu (tereny górskie), w przypadkach zasilania ze stacji pojedynczych, krótkich obwodów. Są to jednocześnie przypadki, gdzie ryzyko związane z pojawieniem się napięcia w punkcie neutralnym i na przewodach PEN jest znacznie ograniczone. W terenie o dużej rezystywności gruntu spodziewane wartości rezystancji przejścia w miejscu zwarcia są znacznie wyższe w stosunku do wartości przeciętnych. Przy niewielkiej rozległości sieci ryzyko samego uszkodzenia jest znacz-

eprasa.pl f4ba149e99

Generacja norm	Zdarzenie losowe (uszkodzenie)		
	Zwarcie doziemne w linii, w stacji lub w urządzeniu o napięciu wyższym od 1 kV	Wynoszenie do sieci nn TN napięcia przy doziemieniu w urządzeniach SN stacji zasilającej	Zwarcie przewodu skrajnego (fazowego) z ziemią L-E z pominięciem przewodu ochronnego
	1	2	3
IEC 479-1:1994 PN-EN 61140:2005 PN-E-05115:2002 PN-EN 50341-1:2005 PN-IEC 60364-4-442:1999 N SEP-E-001:2002	$U_{STp} = 130$ V, $U_{Tp} = 80$ V, $I_{Bp} = 50$ mA, (krzywa c_2), Imp. $Z_{T50\%}$, Droga: „lewa ręka – obie stopy – obuwie”	$U_F = U_{STp} = 67$ V, $I_{Bp} = 36…37$ mA, (krzywa c_1), Imp. $Z_{T5\%}$, Domyślnie droga: „obie ręce – obie stopy – obuwie”	$U_L = U_{STp} = 50$ V, $I_{Bp} = 26…27$ mA, (dawna krzywa L prądów niefibrylacyjnych), Domyślnie imp. $Z_{T5\%}$, Domyślnie droga: „obie ręce – obie stopy – obuwie”
IEC/TS 60479-1:2005 IEC 60479-1: 2016 IEC 60479-1: 2018 PN-EN 61936-1:2011 PN-EN 50522:2011 PN-EN 50341-1:2013 PN-HD 60364-4-442:2012 N SEP-E-001:2013	$U_{STp} = 135$ V, $U_{Tp} = 85$ V, $I_{Bp} = 50$ mA, (krzywa c_2), Imp. $Z_{T50\%}$, 4 możliwe drogi przepływu prądu rażeniowego	$U_F = U_{STp} = 80$ V, $I_{Bp} \geq 36…37$ mA, (pasmo między c_1 i c_2), Domyślnie imp. $Z_{T5\%}$, Domyślnie 4 możliwe drogi przepływu prądu rażeniowego	$U_L = U_{STp} = 50$ V, $I_{Bp} = 26…27$ mA, (dawna krzywa L prądów niefibrylacyjnych), Domyślnie imp. $Z_{T5\%}$, Domyślnie droga: „obie ręce – obie stopy – obuwie”

$$U_T = I_B(t_F) \cdot \frac{1}{HF} \cdot \left[Z_T(U_T) \cdot BF\right],$$

$$U_{ST} = I_B(t_F) \cdot \frac{1}{HF} \cdot \left[Z_T(U_T) \cdot BF + R_a\right],$$ $R_a = 1000\ \Omega$ – rezystancja obuwia,

H_F – współczynnik zagrożenia fibrylacją komór serca (*heart current factor*),
B_F – współczynnik korekcyjny impedancji ciała (*body factor*).

Tab. 1. Główne elementy wymagań z zakresu ochrony przeciwporażeniowej, określone przez dwie ostatnie generacje norm, dla zwarć (uszkodzeń) o czasie rażenia $t_F \geq 10$ s

Droga prądu rażenia	HF	BF	$Z_{T5\%}$ [Ω]	I_B / HF [mA]	I_B [mA]	Prawdopodobieństwo migotania komór
Obie ręce – obie stopy – obuwie	1,0	0,5	1775	26,5	26,5	0%
Lewa ręka – obie stopy – obuwie	1,0	0,75	1700	22,0	22,0	0%
Prawa ręka – obie stopy – obuwie	0,8	0,75	1700	22,0	17,6	0%
Lewa ręka – prawa ręka	0,4	1,0	1380	36,2	14,5	0%

Tab. 2. Probabilistyczna ocena ryzyka wystąpienia migotania komór serca przy porażeniach w instalacjach elektrycznych nn w układzie TN podczas zwarcia doziemnego w sieci nn z pominięciem przewodu PEN (PE), przy napięciu na przewodzie PEN względem ziemi odniesienia U_{PEN} równym $U_L = 50$ V i czasie rażenia $t_F \geq 10$ s (założono, że $U_{ST} = U_{PEN}$)

nie ograniczone. Ograniczona jest również liczba instalacji odbiorczych dotkniętych zagrożeniem.

Ocena ryzyka porażeniem prądem elektrycznym w wybranych sytuacjach

Możliwość porażenia człowieka prądem elektrycznym występuje, jeśli **jednocześnie wystąpią trzy niezależne zdarzenia losowe**:

A) Wystąpi uszkodzenie (naruszenie) izolacji podstawowej w określonym czasie – prawdopodobieństwo P_A.

B) Wystąpi możliwość powstania obwodu rażeniowego, do którego będzie włączony człowiek – prawdopodobieństwo P_B.

C) Przez ciało człowieka przepłynie w określonym czasie t_F prąd rażeniowy niebezpieczny – prawdopodobieństwo P_C.

Prawdopodobieństwo (ryzyko) porażenia R można zapisać jako iloczyn tych trzech prawdopodobieństw cząstkowych.

Wymaga się oczywiście, aby to ryzyko w każdym zdarzeniu sieciowym zostało sprowadzone praktycznie do zera ($R \approx 0$). Jest to możliwe także dzięki **odpowiedniemu sformułowaniu wymagań przepisów o ochronie przeciwporażeniowej, które wpływają na niską wartość prawdopodobieństwa P_C,** sprowadzając w efekcie ryzyko niebezpiecznego porażenia człowieka R praktycznie do zera. Poniżej przedstawiono analizę tego prawdopodobieństwa w oparciu o dwie ostatnie generacje norm dotyczących ochrony przed porażeniem.

W celu obiektywnej oceny porównawczej obecnych wymagań przepisów (norm) wybrano 3 charakterystyczne przypadki uszkodzeń (zwarć), przy założeniu jednakowego czasu rażenia $t_F \geq 10$ s (**tab. 1.**). Obowiązujące dla nich graniczne wartości napięcia dotykowego spodziewanego U_{STp} wynoszą obecnie odpowiednio 135 V, 80 V i 50 V dla przypadków (1), (2) i (3). Napięcie to jest najważniejsze przy ocenie prawdopodobieństwa (ryzyka) P_C, po powstaniu obwodu rażeniowego, do którego włączony jest człowiek o impedancji Z_B (kwantyl 5- lub 50-procentowy) wraz z rezystancjami dodatkowymi (np. obuwia, przejścia między stopami i ziemią lub podłogą itd.). Wartość przepływającego prądu rażeniowego I_B określa, w świetle dokumentu IEC/TS 60479-1:2005, oraz jego nowszych wersji, tj. IEC 60479-1: 2016 i IEC 60479-1: 2018, poziom ryzyka P_C.

Aktualny stan wiedzy dotyczący akceptowalnego poziomu ryzyka i związanego z nim bezpośrednio dopuszczalnego napięcia dotykowego, zawarty w dokumencie IEC/TS 60479-1: 2005, był podstawą modyfikacji wymagań i nowelizacji norm dotyczących ochrony przed porażeniem w sieciach elektroenergetycznych. Nowelizacje dokumentu IEC/TS 60479-1 w 2016 i 2018 utrzymały ten stan wiedzy w tym zakresie.

Skutki przepływu prądu rażeniowego zależą od drogi jego przepływu. Największe zagrożenie dla pracy serca występuje przy drodze przepływu: lewa ręka – stopy, poprzez serce. Dla innych dróg przepływu uwzględnia się współczynnik korekcyjny HF, pozwalający obliczyć prąd równoważny na drodze: lewa ręka – stopy.

W aktualnej generacji norm główne wprowadzone zmiany polegają na korekcie całkowitej impedancji człowieka (na drodze ręka – ręka przy suchej skórze), zarówno $Z_{T50\%}$ jak i $Z_{T5\%}$. Ta druga impedancja jest generalnie mniejsza 1,4…1,8 razy od pierwszej impedancji. W dokumencie IEC/TS 60479-1:2005 wartości obu impedancji zmniejszono w niewielkim stopniu, co skutkuje tylko nieco większym prądem rażeniowym. Ważniejszą zmianą jest uwzględnienie różnych możliwych dróg przepływu prądu

eprasa.pl f4ba149e99

rażeniowego, o różnych impedancjach całkowitych i różnej podatności na wystąpienie migotania komór sercowych. **W dalszym jednak ciągu jako podstawową traktuje się drogę: lewa ręka – obie stopy.**

W analizowanym przypadku zwarcia przewodu skrajnego (fazowego) z ziemią z pominięciem przewodu ochronnego wartość napięcia mogącego się pojawić na przewodzie PEN (PE) jest limitowana najwyższym dopuszczalnym długotrwale napięciem dotykowym spodziewanym (w warunkach normalnego zagrożenia porażeniowego $U_L = 50\,V$).

Napięcie dopuszczalne U_L jest utrzymywane w niezmienionej niskiej wartości 50 V od wielu dziesięcioleci w przepisach o ochronie przeciwporażeniowej, pomimo wielokrotnych zmian wielu innych wymagań przepisów (np. ostatniego podwyższenia napięcia dopuszczalnego U_F z 67 V do 80 V). Postarano się sprawdzić, jak istotną rezerwę bezpieczeństwa stwarza niskie napięcie dopuszczalne w odniesieniu do ryzyka wystąpienia migotania komór serca **(tab. 2.)**.

Przykładowo dla **ekstremalnej drogi: obie ręce – obie stopy** w ostatniej iteracji obliczeń otrzymuje się prąd graniczny (**tab. 2.–5.**):

$$I_B(t_F \geq 10\,s) = \frac{U_L \cdot HF}{Z_{T5\%} \cdot BF + R_a} = \frac{50 \cdot 1{,}0 \cdot 10^3}{1775 \cdot 0{,}5 + 1000} = 26{,}5\,mA$$

Wartość ta jest mniejsza od wartości prądu, przy której może powstać fibrylacja komór sercowych, przyjmowana w teorii i technice ochrony przeciwporażeniowej jako 30 mA. Jeszcze korzystniejsza sytuacja występuje przy pozostałych możliwych drogach przepływu.

Urealnienie wymagań poprzez podwyższenie napięcia dopuszczalnego jest bardzo trudne do przeprowadzenia z uwagi na wieloletnią tradycję i aktualne zapisy norm. Równoważny sposób może polegać na urealnieniu i zastosowaniu w praktyce zweryfikowanych pomiarowo wartości rezystancji R_E, przy nadaniu tej wielkości charakteru statystyczno-probabilistycznego, podobnie jak to jest w przypadku dwóch innych ważnych wielkości, którymi są kwantyle niebezpiecznego prądu rażenia I_B oraz impedancja ciała człowieka Z_B. **W przypadku rezystancji przejścia do ziemi uzasadnione wydaje się przyjęcie kwantyla $R_{E1...5\%}$ (jako możliwą, lecz rzadko występującą wartość – z prawdopodobieństwem rzędu 1 do 5%), czyli na podobnym poziomie jak w przypadku I_B oraz Z_B.**

Szczegółowy opis badań terenowych tej rezystancji przedstawiono w [14].

Wymagania wynikające z doziemień w sieci nn na tle wymagań w przypadku doziemień w sieci SN

W przypadku zwarcia doziemnego na terenie lub w pobliżu stacji SN/nn przepływający prąd uziomowy, płynący do ziemi przez wspólne uziemienie funkcjonalno-ochronne stacji SN/nn, wywołuje dokładnie takie samo – co do istoty – zagrożenie, jak zagrożenie związane ze zwarciem przewodu fazowego do ziemi poza przewodem PEN.

W przypadku doziemienia w sieci SN przyjmuje się, że ryzyko związane z zagrożeniem jest ograniczone do akceptowalnego poziomu, jeżeli rezystancja wypadkowa R_B spełnia zależność:

$$R_B \leq \frac{U_F}{rI''_{k1}} = \frac{U_F}{I_E}$$

gdzie:

U_F – dopuszczalne napięcie zakłóceniowe (uszkodzeniowe),

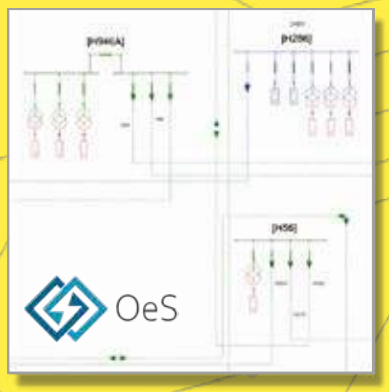
REKLAMA

ANALIZY SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH

Wykonujemy analizy sieci elektroenergetycznych w tym wyznaczanie obszaru Zespolonej Instalacji Uziemiającej (ZIU)

Efekty analizy ZIU

- lista urządzeń zakwalifikowanych do ZIU
- mapa obszarów należących do ZIU
- parametry statystyczne ZIU
- zasady i rodzaje pomiarów ochrony przeciwporażeniowej na terenie ZIU



Analizy wykonujemy w autorskim programie OeS Obliczenia Sieciowe

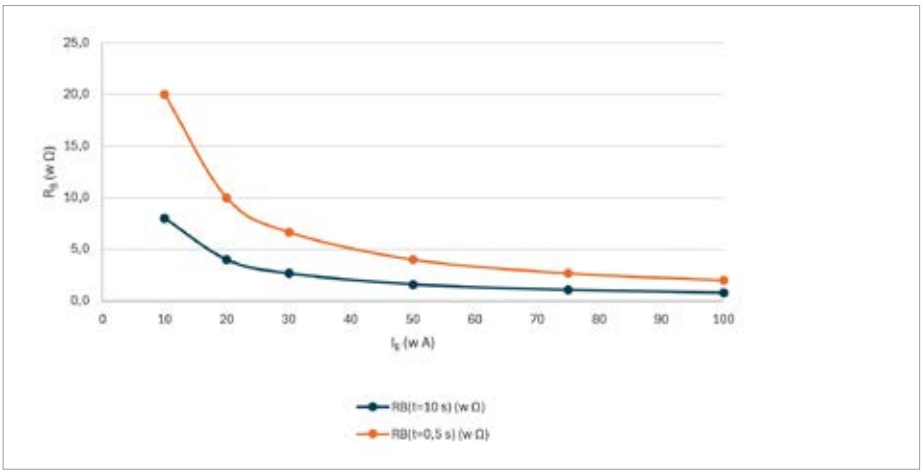
ipc

IPC Sp. z o.o.
ul. Młyńska 4 bud. B
44-100 Gliwice

- oprogramowanie OeS Obliczenia Sieciowe
- oprogramowanie ZikOS Linie Napowietrzne
- analizy zagrożenia porażeniem łukiem elektrycznym
- analizy i ekspertyzy sieciowe
- projektowanie i produkcja elektroniki
- dedykowane oprogramowanie wg specyfikacji kilenta
- szkolenia standardowe i dedykowane

ipc.biz.pl

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 3. Zależność wymaganej rezystancji wypadkowej R_B od poziomu prądu uziomowego rys. E. Siwy

I_E – prąd uziomowy (prąd zwarcia doziemnego I_{k1}'' pomniejszony o ewentualne redukcyjne działania żył powrotnych kabli SN).

W przykładowej analizie przyjęto, że zwarcie doziemne w sieci SN jest wyłączane w pierwszym przypadku z długim czasem 5–10 s (uwzględnia się m.in. działanie automatyki SPZ) lub w drugim przypadku – z niewielką zwłoką czasową 0,5 s. Dla długich czasów wymagane jest obniżenie wartości napięcia zakłóceniowego do wartości $U_F = 80$ V, natomiast dla zwłoki 0,5 s odpowiednia wartość to $U_F = 200$ V. **Rysunek 3.** przedstawia zależność wymaganej rezystancji wypadkowej R_B od poziomu prądu uziomowego.

Wymagana wartość rezystancji wypadkowej $R_B = 2{,}78\,\Omega$ jest osiągana dla prądu uziomowego $I_E = 28{,}8$ A przy długich czasach doziemienia i $I_E = 71{,}9$ A – przy wyłączeniu w czasie 0,5 s.

Większa część krajowych sieci SN, których dotyczy problem wynoszenia potencjału (problem nie dotyczy obszarów objętych Zespoloną Instalacją Uziemiającą), pracuje jako sieci kompensowane. Prądy zwarcia doziemnego osiągają wtedy niewielkie wartości.

Przy koordynacji wymagań dla R_B istotnym odniesieniem powinny być wymagania związane ze zwarciami w sieciach SN, stanowiące znacznie poważniejsze potencjalne zagrożenie. Pojawiające się napięcie w punkcie neutralnym sieci oraz na przewodach PEN może osiągać wartość rzędu kilowoltów, np. w przypadkach podwójnych doziemień. **Są to oczywiście rzadkie przypadki i normalizacja nie wymaga ich uwzględniania w zakresie bezpośrednich wymagań dotyczących ochrony przed porażeniem.** Tym niemniej występują (są m.in. wymagane jako kryterium doboru przekrojów przewodów uziemiających) i należy ten fakt mieć na uwadze w kontekście koordynacji i złagodzenia wymagań dotyczących rezystancji R_B.

Podsumowanie

Wydaje się zasadne utrzymanie ogólnej dotychczasowej postaci, podanej w normach [1] i [3], wymagania związanego z zakłóceniami w sieci nn, a w szczególności zwarciem przewodu fazowego z ziemią bez udziału przewodu PEN (PE), przy czym zwiększeniu powinna ulec zalecana do obliczeń w normie [1] wartość minimalnej rezystancji między przewodem liniowym (fazowym) a ziemią odniesienia R_E w miejscu zwarcia.

Przy formułowaniu wymagań należy przyjmować wartość napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale $U_L = 50$ V. Należy jednak podkreślić, że zgodnie z obecnym stanem wiedzy, potwierdzonym zapisami wielu dokumentów normatywnych, wymaganie obniżenia potencjału na przewodach PEN w przypadku doziemienia przewodu fazowego bez udziału przewodu PEN (stan zakłóceniowy) do poziomu 50 V jest stosunkowo restrykcyjne. Utrzymanie napięcia dopuszczalnego długotrwale na poziomie $U_L = 50$ V daje znaczną rezerwę bezpieczeństwa przy formułowaniu wymagań związanych z zagrożeniem zwarcia z ziemią przewodu fazowego bez udziału przewodu PEN.

M.in. w związku z powyższym za wartość bezpieczną, przy w pełni akceptowalnym bardzo niskim poziomie ryzyka, można przyjąć wartość minimalnej rezystancji między przewodem liniowym (fazowym) a ziemią odniesienia $R_E = 15\,\Omega$ w typowych warunkach terenowych. Potwierdzają to również badania terenowe i analiza publikacji krajowych i zagranicznych [14]. W terenie o znacznie podwyższonej rezystywności gruntu (grunty o rezystywności $\rho > 500\,\Omega$m) można zwiększyć przyjmowaną wartość R_E zgodnie z zależnością:

$$R_E = 15 \cdot \frac{\rho}{500}$$

Należy zrezygnować ze stawiania dodatkowych wymagań dotyczących rezystancji wypadkowej R_B, wynikających z zagrożenia podwyższenia się poziomu napięcia w stosunku do ziemi odniesienia punktu neutralnego sieci i przewodów PEN, w przypadku doziemienia przewodu fazowego bez udziału przewodu PEN w sieciach czysto kablowych oraz w sieciach napowietrznych wykonanych wyłącznie przewodami izolowanymi – jeżeli w sieci zasilanej z danej stacji SN/nn nie występują obwody napowietrzne z przewodami gołymi. Zagrożenie jest w tych przypadkach pomijalnie małe.

Wymagania dla rezystancji wypadkowej R_B nie dotyczą obszarów objętych Zespoloną Instalacją Uziemiającą (ZIU). Wszystkie zagrożenia związane z pojawieniem się potencjału w punkcie neutralnym transformatora SN/nn, a tym samym na przewodach PEN (PE), są eliminowane na obszarach objętych ZIU dzięki własnościom tych obszarów, w szczególności stwierdzeniem wynikającym bezpośrednio z definicji tych obszarów, że mamy tam do czynienia z praktycznie ekwipotencjalną powierzchnią wewnątrz obszaru ZIU. Dotyczy to zagrożeń związanych z zakłóceniami zarówno po stronie sieci SN, jak i sieci nn.

Należy podkreślić, że proponowane złagodzenie wymagań praktycznie nie wpłynie na ogólny poziom bezpieczeństwa w sieci nn. Jest oczywiste, że wymagania dotyczące rezystancji uziemienia stacji, rezystancji uziemień przewodu PEN wzdłuż obwodu oraz rezystancji uziemień na końcu obwodu i odgałęzień o długości ponad 200 m, określone w normie [1], będą skutkować faktem, że w typowych warunkach terenowych (rezystywność gruntu $\rho \leq 500\,\Omega$m) rezystancja wypadkowa R_B sieci ma wartość znacznie niższą od wymaganej. W praktyce są to wartości w granicach $R_B = 1$–$2\,\Omega$, potwierdzone bardzo dużą liczbą protokołów pomiarowych. Złagodzenie wymagań realizowane w praktyce będzie dotyczyło relatywnie niewielkiej liczby stacji SN/nn i sieci nn zlokalizowanych na terenach o znacznie podwyższonej rezystywności gruntu lub sieci nn o znacznie ograniczonym zasięgu, np. pojedynczy krótki obwód nn wychodzący ze stacji, dla których nie są wymagane uziemienia przewodu PEN w głębi sieci.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

eprasa.pl f4ba149e99

Zapraszamy na targi:

Energetab, Bielsko-Biała
09 2026

InoTrans, Berlin
09 2026

TransExpo, Kielce
10 2026

Transformacja energetyczna z przetwornicami MEDCOM

OSZCZĘDZAJ ENERGIĘ, ZARZĄDZAJ MOCĄ

Dwukierunkowe, modułowe przetwornice serii ESI produkcji Medcom — to nowoczesne rozwiązania do systemów magazynowania energii, dostępne w trzech wariantach zasilania: 3 × 400 VAC, 3 × 690 VAC lub 3 × 800 VAC. Przetwornice mają napięcie wyjściowe do 1500 VDC i są w pełni skalowalne — dzięki łączeniu modułów o mocy 210 kW można osiągnąć wymaganą moc całkowitą. Każde urządzenie projektowane jest pod konkretne potrzeby klienta. Te rozwiązania wspierają transformację energetyczną, umożliwiając efektywne i elastyczne zarządzanie energią w nowoczesnych systemach zasilania.

PROJEKTOWANIE • PRODUKCJA • REALIZACJA

MEDCOM

eprasa.pl f4ba149e99

dr inż. Aleksandra Schött-Szymczak – Politechnika Poznańska

Analiza zjawisk przepięciowych w liniach kablowych SN ze szczególnym uwzględnieniem sposobu uziemienia ich żył powrotnych

Zagadnienia związane z wykorzystaniem i eksploatacją linii kablowych średniego napięcia (SN) dotyczą przede wszystkim kabli elektroenergetycznych o izolacji z polietylenu usieciowanego, wykonanych jako kable jednożyłowe z żyłą powrotną zapewniającą skuteczne odprowadzenie prądu zwarciowego i współpracę z urządzeniami automatyki zabezpieczeniowej w celu szybkiego wyłączenia zagrażających izolacji kabla prądów zwarciowych [10, 11]. W związku z tym łącza kablowe w sieciach średnich napięć, wykonywane przez polskie spółki dystrybucyjne, są najczęściej zbudowane z trzech jednożyłowych kabli posiadających żyły powrotne uziemione dwustronnie.

W takim układzie zapewnione zostaje odprowadzenie prądu zwarciowego oraz bezpieczeństwo porażeniowe i przeciwprzepięciowe. Wykorzystując taką konfigurację, napięcie na żyle powrotnej jest pomijalnie niskie, co skutkuje możliwością spełnienia warunków ochrony przepięciowej bez konieczności stosowania dodatkowych środków ochrony. Istotną wadą takiego rozwiązania jest pojawienie się w trakcie normalnej pracy znacznych strat energii elektrycznej wynikających z przepływu prądów powłokowych.

Straty energii w kablach elektroenergetycznych stanowią istotny koszt dla operatorów sieci przesyłowych i dystrybucyjnych. Straty te są przedmiotem wielu prac badawczych, które mają na celu opracowanie zmian konfiguracji i sposobu pracy linii kablowej. Ich źródłem w liniach kablowych są żyły robocze, izolacje oraz powłoki przewodzące kabla, takie jak: żyła powrotna, pancerze czy warstwa półprzewodząca. Redukcja strat w kablowych sieciach SN jest możliwa poprzez wykorzystanie metod stosowanych w liniach kablowych WN i NN, a mianowicie zastosowanie alternatywnych sposobów połączeń i uziemienia żył powrotnych, takich jak: uziemienie jednostronne z ogranicznikami przepięć, przeplecenie żył powrotnych bez lub z transpozycją lub dodawanie rezystancji lub reaktancji w miejscu uziemienia [3, 7, 12].

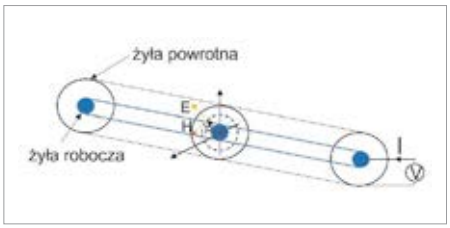
STRESZCZENIE

Zmiana sposobu uziemienia żył powrotnych kabla średniego napięcia (SN), z najpowszechniej stosowanego układu z żyłą powrotną obustronnie uziemioną na rozwiązania alternatywne wiąże się ze zminimalizowaniem strat przesyłowych. Negatywnym skutkiem takiej zmiany może być generowanie się przepięć w przypadku ich nieuziemienia. W artykule przedstawiono wyniki badań terenowych oraz symulacyjnych, pokazujące zakres napięć występujących w żyłach powrotnych kabla podczas jednofazowego zwarcia doziemnego. Rozważone zostaną trzy alternatywne sposoby uziemienia żył powrotnych kabli SN.

Słowa kluczowe: kable średniego napięcia, uziemienie żył powrotnych, przepięcia ziemnozwarciowe, symulacje komputerowe.

Konfiguracja uziemienia żył powrotnych kabli elektroenergetycznych, w których żyły powrotne uziemione są dwustronnie, w wariantach jednostronnego nieuziemienia jednej lub dwóch faz żyły powrotnej to propozycja układu, który może stanowić rozwiązanie problemu, jakim są straty przesyłowe wynikające z indukowania się prądów powłokowych w żyle powrotnej, przy jednoczesnym zapewnieniu spełnienia wymagań stawianych żyłom powrotnym oraz optymalnych kosztach wprowadzenia takiego rozwiązania [1].

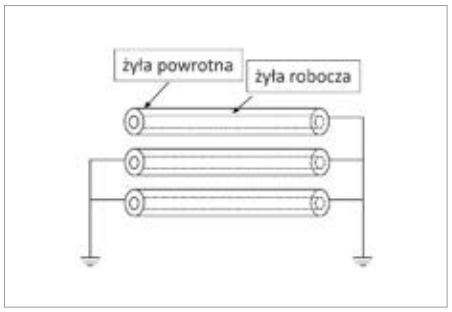
Analiza źródeł literaturowych dotyczących tego zagadnienia pozwala na wnioskowanie, że możliwe technicznie i opłacalne ekonomicznie jest wykonanie uziemienia żył powrotnych kabli elektroenergetycznych SN z nieuziemioną jedną bądź dwiema fazami żyły powrotnej. Podstawowym zastrzeżeniem jest jednak indukujące się w nieuziemionych żyłach napięcie, mogące stanowić zasadnicze niebezpieczeństwo przepięciowe dla powłok zewnętrznych kabli.



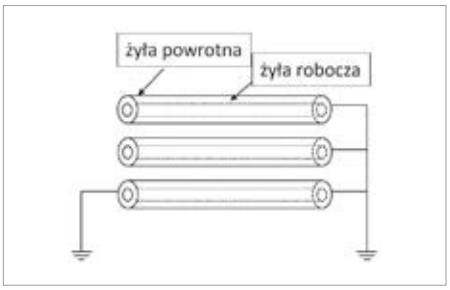
Rys. 1. Schemat poglądowy indukowania prądów powłokowych w liniach kablowych
rys. A. Schött-Szymczak

Wzrost wartości płynącego w żyle roboczej kabla elektroenergetycznego prądu przemiennego będzie skutkował proporcjonalnym dla tego układu wzrostem poziomu napięć wyindukowanych w żyle powrotnej [5]. Takie zjawisko będzie miało miejsce w przypadku wystąpienia warunków zakłóceniowych, podczas których prąd przepływający przez żyłę roboczą będzie krotnością prądu roboczego, co następuje między innymi w trakcie trwania zwarć międzyfazowych oraz doziemnych. W sieciach SN, będących w większości sieciami o charakterze mieszanym kablowo-napowietrznym, bardzo prawdopodobnymi zdarzeniami są zwarcia doziemne, a szczególnie zwarcia doziemne jednofazowe. Zdarzenia tego typu stanowią źródło ziemnozwarciowych przepięć dorywczych, które mogą stwarzać zagrożenie dla izolacji urządzeń elektroenergetycznych. Poziom przepięć dorywczych będzie wynikał zarówno z war-

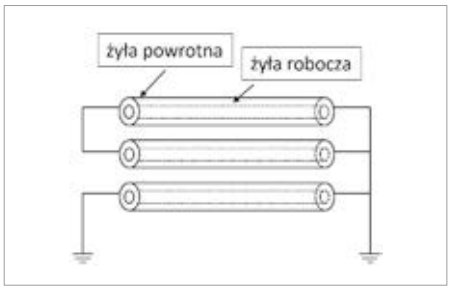
eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 2. Schemat wariantu uziemienia obustronnego z nieuziemioną jednostronnie jedną fazą żyły powrotnej – wariant a rys. A. Schött-Szymczak



Rys. 3. Schemat wariantu uziemienia obustronnego z nieuziemionymi jednostronnie dwiema fazami żył powrotnych – wariant b rys. A. Schött-Szymczak



Rys. 4. Schemat wariantu uziemienia obustronnego z nieuziemionymi i zwartymi jednostronnie dwiema fazami żył powrotnych – wariant c rys. A. Schött-Szymczak

tości prądu zakłóceniowego powstałego w wyniku zwarcia doziemnego, jak i z długości kabla oraz z indukcyjności wzajemnej żyły roboczej i powłok kabla zależnej od wymiarów geometrycznych układu i przenikalności magnetycznej środowiska. Wszystkie te składowe będą znaczące również z punktu widzenia zmiany sposobu uziemienia żył powrotnych.

Celem zaprezentowanych w artykule badań jest ocena wpływu parametrów sieci elektroenergetycznych na poziom napięć ziemnozwarciowych w sytuacji wykorzystania w sieci kablowej zaproponowanych konfiguracji uziemienia ich żył powrotnych.

Kable elektroenergetyczne średniego napięcia

Prądy powłokowe w żyłach powrotnych

Zastosowanie w systemie elektroenergetycznym linii kablowej wymaga uwzględnienia zjawisk fizycznych, jakie zachodzą między powłokami kabla. Zarówno w przypadku przepływu przez żyłę roboczą prądów roboczych, jak i prądów zakłóceniowych, dochodzi do wyindukowania się siły elektromotorycznej w żyle powrotnej. Zjawisko to nazywane jest rozwojem prądów powłokowych w liniach kablowych [4, 8, 9].

Na **rysunku 1.** przedstawione zostało zjawisko rozwoju prądów powłokowych, wynikające ze sprzężenia magnetycznego istniejącego pomiędzy żyłą roboczą a ekranem metalicznym. Przepływ prądu przez przewodnik, wynikający z różnicy potencjałów na niego oddziałujących, można opisać, korzystając z równań Maxwella.

W wyniku pojawiania się sił oddziałujących na powłoki kabli elektroenergetycznych, w żyłach powrotnych dochodzi do przepływu indukowanego prądu elektrycznego, którego konsekwencją jest powstawanie strat energii elektrycznej. Jest to jeden z czynników, których występowanie powoduje wzmożone zainteresowanie sposobami uziemienia żył powrotnych linii kablowych na poziomie napięć średnich.

Propozycja konfiguracji uziemienia

W literaturze można spotkać wiele rozwiązań, które pozwalają na ograniczenie niebezpiecznych poziomów napięć pojawiających się na ekranach metalicznych w różnych warunkach pracy linii kablowej oraz zminimalizowanie przepływu prądu powłokowego. Najczęściej stosowane metody uziemienia żył powrotnych omówione są w normach oraz standardach [2, 6]. Bez względu na sposób, w jaki są wykonane, uziemienia ekranów metalicznych muszą spełniać następujące warunki:

- zapewniać uziemienie kabla elektroenergetycznego,
- zagwarantować drogę przepływu dla prądu zakłóceniowego przez żyłę powrotną,
- ograniczyć napięcie indukowane na żyle powrotnej do akceptowalnego i minimalnego poziomu,
- znacznie zmniejszyć lub wyeliminować straty energii elektrycznej,
- ograniczyć przepięcia w stanach przejściowych do poziomu akceptowalnego, z uwzględnieniem połączeń z ogranicznikami przepięć.

Możliwość spełnienia wszystkich tych warunków jest ważnym zagadnieniem, które rozpatruje się dla linii kablowych na wszystkich poziomach napięć. Najczęściej wykorzystywane sposoby łączenia żyły powrotnej z ziemią są w stanie zapewnić całkowite spełnienie części z tych wymagań. W związku z zastrzeżeniami dotyczącymi aktualnie stosowanych metod uziemienia żył powrotnych kabli SN, zostały zaproponowane zmiany w podejściu do konfiguracji obustronnego ich uziemienia. Ograniczenie strat energii elektrycznej w kablach, przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony przeciwporażeniowej i zminimalizowaniu zagrożenia przepięciowego, jest możliwe poprzez zaproponowanie alternatywnego układu połączeń żyły powrotnej, przedstawionego na **rysunkach 2.**, **3.** oraz **4**. Na potrzeby badań konfiguracje otrzymały oznaczenia: wariant a, wariant b oraz wariant c.

Istotnym aspektem koniecznym do oceny sposobu pracy żył powrotnych jest możliwość występowania przepięć zagrażających powłoce zewnętrznej linii kablowej. W przypadku pracy normalnej nie występuje zagrożenie przepięciowe w liniach z jednostronnie nieuziemionymi, całkowicie lub częściowo, żyłami powrotnymi. Znaczące zagrożenie pojawia się natomiast w momencie występowania zwarć doziemnych oraz międzyfazowych w kablach SN. Szczególnie narażone na zjawiska przepięciowe będą kable współpracujące w układzie z linią napowietrzną, gdzie zwarcia zdarzają się dużo częściej [13, 14].

Badania symulacyjne

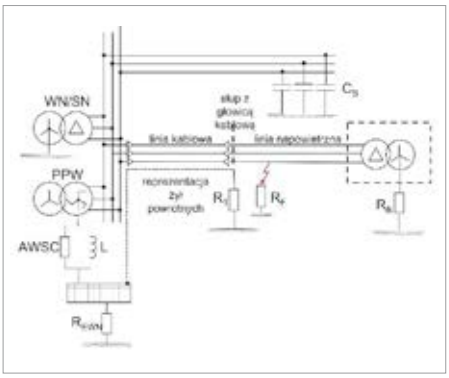
Założenia ogólne

Ocena wpływu zmian parametrów sieci na powstanie przepięć ziemnozwarciowych w żyłach powrotnych kabla, przy zastosowaniu proponowanych wariantów konfiguracji ich pracy, opierać się będzie na badaniach symulacyjnych przeprowadzonych z wykorzystaniem narzędzia DIgSILENT Power Factory w wersji programu z roku 2022.

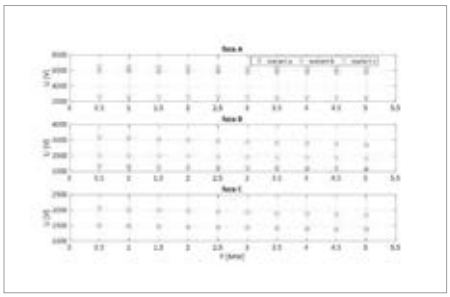
Na **rysunku 5.** przedstawiony został schemat poglądowy fragmentu sieci elektroenergetycznej, który posłużył jako punkt wyjścia do stworzenia modelu symulacyjnego. Sieć, przyjęta jako podstawowa konfiguracja układu, składa się z części zasilającej układ w stacji WN/SN. W trakcie symulacji komputerowych sieć uziemiona jest przez dławik gaszący.

Ponadto stacja wyposażona jest w dwa pola liniowe, spośród których pole kablowo-napowietrzne będzie stanowiło miejsce wykonywa-

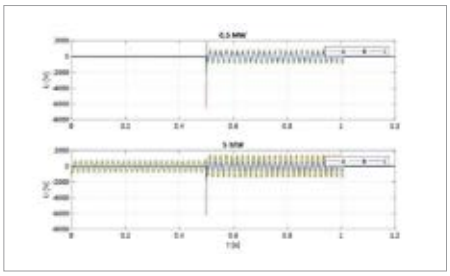
eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 5. Schemat poglądowy fragmentu sieci do badań przepięć ziemnozwarciowych w żyłach powrotnych trójfazowej linii kablowej SN
rys. A. Schött-Szymczak



Rys. 6. Wpływ zmiany prądu roboczego linii kablowej na przepięcia ziemnozwarciowe indukowane w żyłach powrotnych trójfazowej linii kablowej
rys. A. Schött-Szymczak



Rys. 7. Przykładowe przebiegi napięć indukowanych w żyłach powrotnych trójfazowej linii kablowej przy mocy odbioru: a. $P_{Odb1} = 0{,}5$ MW oraz b. $P_{Odb1} = 5$ MW dla wariantu b
rys. A. Schött-Szymczak

nia modyfikacji. Zakres badań będzie obejmował badanie maksymalnego poziomu przepięć ziemnozwarciowych powstających w żyłach powrotnych kabla elektroenergetycznego na skutek występowania zwarcia doziemnego w pobliżu kabla.

Kroki symulacji komputerowej zostały dobrane w sposób pozwalający zarejestrować napięcia indukowane w żyłach powrotnych w stanie pracy normalnej oraz podczas zmiany stanu na zakłóceniowy, wynikający ze zwarcia doziemnego. Power Factory pozwala na stworzenie zdarzeń symulacyjnych o określonych właściwościach, w trakcie których obliczane są wielkości charakterystyczne dla wszystkich elementów zawartych w zamodelowanej sieci elektroenergetycznej. W przypadku analizy przepięć ziemnozwarciowych zasymulowane jest zwarcie doziemne, którego prąd wpłynie na indukowane w żyłach powrotnych kabla napięcia, przy jednoczesnym przepływie prądu przez żyły robocze kabla elektroenergetycznego. Opis zdarzenia symulacyjnego zamieszczono w **tabeli 1.**

Ocena wpływu parametrów na poziom przepięć ziemnozwarciowych

Symulacje komputerowe zostały przeprowadzone dla trzech wariantów pracy żył powrotnych ciągu kablowego, a ocenie podlegały bezwzględne, maksymalne wartości napięcia indukowanego w żyłach powrotnych, przy zmianie wybranych parametrów. Zmianie będą podlegać takie parametry, jak: obciążenie kabla prądem roboczym, sposób ułożenia trójfazowej linii kablowej, pole przekroju poprzecznego żył roboczych i powrotnych, długość linii kablowej oraz rezystancja przejścia w miejscu zwarcia. Najważniejsze rezultaty dla poszczególnych zakresów zmiennych przedstawione zostały w postaci przykładowych wykresów wartości maksymalnych uzyskanych dla fazy i przebiegów oraz tabel z wynikami maksymalnych przepięć ziemnozwarciowych. Dla wariantów a, b oraz c przeprowadzono symulacje komputerowe uwzględniające wszystkie podane powyżej zmienne.

Charakterystyka symulacji	
Czas trwania symulacji	1,2 s
Czas wystąpienia zdarzenia zakłóceniowego	Po 0,5 s od rozpoczęcia symulacji
Rodzaj zdarzenia zakłóceniowego	Zwarcie doziemne jednofazowe
Miejsce zdarzenia zakłóceniowego	Linia napowietrzna, faza A
Odległość miejsca zdarzenia od obiektu badanego	10 m od słupa z głowicą kablową
Czas wyłączenia zdarzenia zakłóceniowego	Po 1 s od rozpoczęcia symulacji
Miejsce badania napięć indukowanych	Miejsce reprezentujące słup z głowicą kablową, do którego dołączona jest badana trójfazowa linia kablowa

Tab. 1. Właściwości zdarzeń symulacyjnych w programie Power Factory

Układ kabli	Wariant	U_f, w [V]		
		A	B	C
trójkąt	a	5857	1268	1468
	b	6417	3019	1977
	c	2621		1976
płaski 70 mm	a	5861	1254	1473
	b	6418	3007	1975
	c	2622		1975

Tab. 2. Właściwości zdarzeń symulacyjnych w programie Power Factory

Obciążenie kabla prądem roboczym

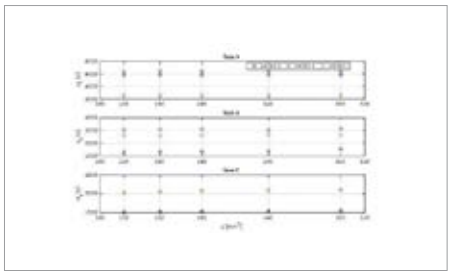
Graficzna prezentacja wyników na **rysunku 6.** wskazuje na znaczącą relację między prądami obciążenia w żyłach roboczych linii kablowej a przepięciami indukowanymi w żyłach powrotnych w trakcie powstawania zwarcia. Można zauważyć, że dla niższych wartości prądów obciążenia linii wartości napięć maksymalnych są największe i przyjmują dla faz jednostronnie nieuziemionych wartości nawet powyżej 4 kV.

Zgodnie z wykresem zmian, można zauważyć, że wraz ze wzrostem obciążenia napięcia są tłumione i przy bardzo dużych obciążeniach linii kablowej przepięcia są mniejsze niż przy małych obciążeniach, chociaż zgodnie z przebiegami napięć w czasie, napięcia indukowane w żyłach powrotnych w stanie zwarcia wzrastają wraz z mocą odbioru. W celu zobrazowania tego zjawiska przedstawiono przykładowe porównanie przebiegów napięć indukowanych w żyłach powrotnych wszystkich faz linii kablowej, które zamieszczono na **rysunku 7.** Dla wariantu b i obciążenia 0,5 MW oraz 5 MW przedstawiono zmienność napięcia w czasie w miejscu przyłączenia linii kablowej do słupa linii napowietrznej.

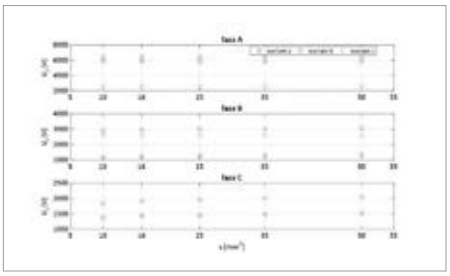
Sposób ułożenia trójfazowej linii kablowej

Do układania w ziemi trójfazowych linii kablowych wykorzystuje się głównie dwie meto-

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 8. Wpływ zmiany pola przekroju żyły roboczej linii kablowej, przy stałym polu przekroju żyły powrotnej równym 50 mm², na przepięcia ziemnozwarciowe indukowane w żyłach powrotnych trójfazowej linii kablowej rys. A. Schött-Szymczak



Rys. 9. Wpływ zmiany pola przekroju żyły powrotnej linii kablowej, przy stałym polu przekroju żyły roboczej równym 150 mm², na przepięcia ziemnozwarciowe indukowane w żyłach powrotnych trójfazowej linii kablowej rys. A. Schött-Szymczak

dy rozmieszczania kabli jednożyłowych – układ trójkąta i układ płaski. W układzie trójkąta odległości między osiami poszczególnych kabli są takie same we wszystkich punktach ciągu kablowego i równe średnicy zewnętrznej tych kabli. W przypadku układu płaskiego odległości między środkami kabli są różne i zależne od standardu, w którym została ułożona linia kablowa.

Metody ułożenia i odległości między jednożyłowymi kablami dobrane zostały na podstawie danych literaturowych oraz standardów i norm krajowych. Założono, że przewody zostały ułożone w rowach, na głębokości 0,8 m. W ramach badań symulacyjnych przeprowadzone zostały analizy zdarzeń zwarciowych, zgodne z założeniami poczynionymi na wstępie.

Pole przekroju poprzecznego żyły roboczej

Rezystancja żył roboczych zmniejsza się odwrotnie proporcjonalnie do ich pola przekroju poprzecznego, a zatem: im większe pole przekroju poprzecznego kabla, tym mniejszych strat można się spodziewać. W celu przeprowadzenia symulacji przy zmiennym polu przekroju żyły roboczej zdecydowano się na pogrupowanie ich ze względu na pole przekroju żył powrotnych.

Pole przekrojów poprzecznych powłok metalowych i pozostałe parametry kabli wybrane do badań zostały zaczerpnięte z kart katalogowych kabli średniego napięcia o izolacji polietylenowej.

Jako reprezentację zależności na **rysunku 8.** przedstawiono wykres wpływu pola przekroju poprzecznego żyły roboczej na przepięcia ziemnozwarciowe dla przykładowego układu z kablem elektroenergetycznym o stałym polu przekroju poprzecznego żyły powrotnej równym 50 mm².

Pole przekroju poprzecznego żyły powrotnej

Zmiany prądów i napięć indukowanych w żyłach powrotnych kabla elektroenergetycznego zależeć będą również od ich pola przekroju poprzecznego. Zgodnie z wartościami katalogowymi, rezystancja żył powrotnych o większych polach przekroju będzie mniejsza w porównaniu do żył o mniejszych polach przekroju. Na **rysunku 9.** zaprezentowano graficzne ujęcie wartości przepięć w układzie z kablami o polu przekroju poprzecznego żyły roboczej równym 150 mm². Uzyskane wyniki wskazują na nieznaczny spadek wartości maksymalnego prze-

REKLAMA

Najbardziej wytrzymałe
TRANSFORMATORY
na rynku*

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

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

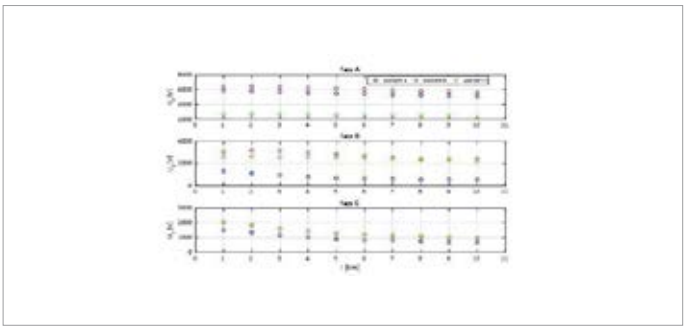
Dowiedz się więcej i projektuj z nami transformatory suche:
www.sgb-smit.pl

* Współczynniki awaryjności naszych produktów mierzone są w ułamkach procenta.

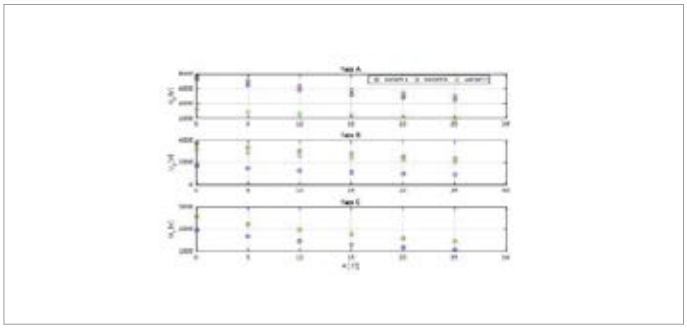
SGB-SMIT Transformatory Polska

SGB-SMIT Transformers Polska – Trafotech
ul. Sterlinga 27/29, 90-212 Łódź
tel: 605 38 71 72
email: wojciech.wallis@sgb-smit.group

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 10. Wpływ zmiany długości linii kablowej na przepięcia ziemnozwarciowe indukowane w żyłach powrotnych dla kabla NA2XS(F)2Y o przekroju 150/50 rys. A. Schött-Szymczak



Rys. 11. Wpływ zmiany wartości rezystancji przejścia w miejscu zwarcia na przepięcia ziemnozwarciowe indukowane w żyłach powrotnych trójfazowej linii kablowej rys. A. Schött-Szymczak

pięcia ziemnozwarciowego w żyle powrotnej fazy A oraz wzrost w przypadku pozostałych faz, bez względu na sposób uziemienia żył powrotnych linii kablowych.

Długość linii kablowej

Długość linii dystrybucyjnej jest ważną wielkością z punktu widzenia parametrów ich schematów zastępczych, a zatem wielkości charakterystycznych, takich jak: prądy i napięcia w fazach. Zakres wybranych długości kabla od 1 km do 10 km jest zakresem skrajnym i zakładającym, że kabel stworzony jest z jednego, spójnego odcinka. Graficzna prezentacja wyników dla przekroju poprzecznego kabla 150/50 zamieszczona została na **rysunku 10.** Otrzymane wyniki wskazują na zachowanie pewnej powtarzalności względem wpływu długości kabla na napięcie indukowane w żyłach powrotnych, która związana jest z tłumieniem rezystancyjnym przepięcia we wszystkich trzech fazach, dla wariantów a oraz c, oraz tłumieniem przepięcia w żyłach powrotnych faz A i C. Dla wariantu b żyła powrotna pozostaje jednostronnie połączona z uziemieniem, a zatem w fazie B zmienia się rozpływ prądów wpływający na indukowanie się napięcia w obwodzie powrotnym tej fazy.

Rezystancja przejścia w miejscu zwarcia

Ostatnią kategorią prowadzonych badań jest ocena wpływu wielkości rezystancji przejścia w miejscu zwarcia doziemnego na poziom przepięć ziemnozwarciowych w żyłach powrotnych. Zgodnie z literaturą, rezystancja przejścia jest parametrem wykorzystywanym do obliczenia poziomu parametrów ziemnozwarciowych i wzrost jej wartości będzie miał wpływ na zmniejszenie się prądów zwarciowych. Zakres tej części badań obejmował zmianę rezystancji przejścia w zakresie od 0 Ω do 25 Ω, czyli przedział zwarć niskooporowych. Wyniki przedstawiono na **rysunku 11.** w postaci wykresu zmienności napięć indukowanych w żyłach powrotnych trzech faz linii kablowej w zależności od rezystancji przejścia.

Wnioski i podsumowanie

Podstawą podjęcia tematu była próba odpowiedzi na wyzwania zminimalizowania strat dystrybucji energii elektrycznej w kablach elektroenergetycznych średniego napięcia, związanych z indukowaniem się prądów przepływu w żyłach powrotnych tych kabli. Jednym z rozwiązań tego problemu są zaproponowane we wstępie do pracy warianty z różnymi konfiguracjami uziemienia żył powrotnych trójfazowych linii kablowych. Zaletami rozwiązań łączących dwustronne i jednostronne uziemienie żył powrotnych – poza zmniejszeniem strat energii – są również niewielkie nakłady związane z wprowadzeniem tych koncepcji do istniejących już sieci elektroenergetycznych. W podstawowej wersji zaproponowane warianty nie wymagają zmian w układach funkcjonalnych – poza odziemieniem jednej lub dwóch żył powrotnych istniejącej trójfazowej linii kablowej – i mogą być zastosowane w dowolnym istniejącym układzie, bez konieczności zmiany elementów systemu. Najważniejszym wyznacznikiem takiego postępowania było określenie, czy przepięcia mogące pojawić się na nieuziemionych żyłach powrotnych nie będą stanowiły zagrożenia przepięciowego dla izolacji zewnętrznej kabla.

Zgodnie z zaleceniami normatywnymi, powłoki zewnętrzne kabli elektroenergetycznych średniego napięcia muszą przejść test szczelności, który polega na przyłożeniu do nich napięcia o wartości 5 kV przez 1 min. Warunkiem oceny przepięć uzyskanych w wyniku badań było zatem nieprzekroczenie wartości 5 kV [11]. Zgodnie z przedstawionymi wynikami wartości przepięć ziemnozwarciowych, istnieją takie warunki pracy sieci, przy których wartość ta zostaje przekroczona. Oznacza to, że dla określonych parametrów sieci należy przeprowadzić analizę przypadku i w sytuacji, gdy w sieci zostanie zaimplementowany sposób uziemienia żyły powrotnej mogący wpłynąć na zagrożenie przepięciowe, należy zastosować ograniczniki przepięć SVL.

Głównym osiągnięciem przeprowadzonych badań symulacyjnych było określenie poziomów przepięć, na jakie narażona będzie powłoka zewnętrzna kabla elektroenergetycznego w następstwie zmiany sposobu uziemienia żyły powrotnej. Otrzymane na ich podstawie wartości maksymalne przepięć ziemnozwarciowych, indukowanych w żyłach powrotnych jako efekt pojawienia się zwarcia w ciągu kablowo-napowietrznym, wskazują na konfiguracje pracy sieci, w których wykorzystanie zaproponowanych wariantów będzie możliwe, przy zapewnieniu izolacji zewnętrznej kabla bezpiecznych warunków pracy, przy jednoczesnym nieingerowaniu w układ sieci, a także niedołączaniu dodatkowych urządzeń.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

ABSTRACT

Analysis of overvoltage phenomena in MV cable lines with particular emphasis on the method of grounding their return conductors

Changing the grounding method for medium voltage (MV) cable screens from the most commonly used system with a double-grounded screen to alternative solutions minimizes transmission losses. A negative consequence of this change can be the generation of overvoltages if they are not grounded. This article presents the results of field tests and simulations demonstrating the range of voltages occurring in cable screens during a single-phase ground fault. Three alternative grounding methods for MV cable screens will be considered.

Keywords: medium voltage cables, screen grounding, ground fault overvoltages, computer simulations.

eprasa.pl f4ba149e99

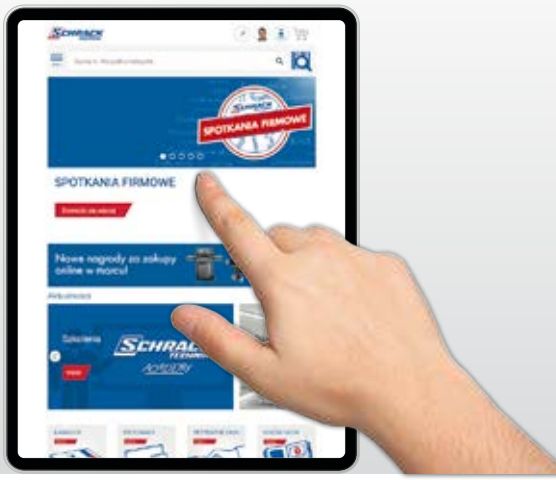
Sklep internetowy

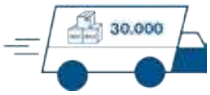
SCHRACK TECHNIK

www.schrack.pl

ROZDZIAŁ ENERGII | SIECI TELEINFORMATYCZNE | OSPRZĘT ELEKTROINSTALACYJNY | ZASILANIE AWARYJNE | OŚWIETLENIE

WYGODNE I SZYBKIE ZAKUPY ONLINE





Dostarczamy nawet w 24h

Atrakcyjne ceny i indywidualna opieka

Szybkie i wygodne zamawianie online

Łatwy kontakt z dedykowanym opiekunem

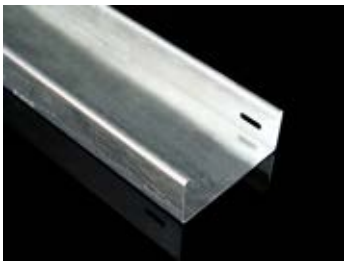
www.schrack.pl

Get Ready. ***Get Schrack.***

eprasa.pl f4ba149e99

KORYTA, POMOSTY I DRABINKI KABLOWE

NIXKZN



Producent: KOPOS KOLIN a.s.

Typ: koryto kablowe ze stali nierdzewnej

Maksymalna odległość między podporami, w [m]: 2

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×dł.), w [mm]:
od 20×40×2000 do 100×500×2000

Masa mb, w [kg]: od 0,4 do 5,72

Uwagi techniczne:
Wyroby ze stali nierdzewnej wykonywane są z austenitycznej stali chromowo-niklowej, zgodnie z odpowiednimi normami ČSN 17 240, AISI 304, DIN X5CRnI18-10, W .-nR. 1. 4301. Na zamówienie istnieje możliwość wykonania koryt ze stali w normie AISI 316. Połączenie korytek wykonuje się za pomocą złączek NIXS 50/NIXS 100 oraz śrub NIXSMP 5×10. Połączenie korytka z osprzętem jest bezpośrednie (bez zastosowania złączek – korytko wsuwane jest do akcesoriów). Górna część koryta jest wyprofilowana tak, aby zapobiec uszkodzeniu kabla podczas montażu. Nasze produkty objęte są 24-miesięczną gwarancją.

Dystrybutor:

KOPOS ELEKTRO PL Sp. z o.o.
52-438 Wrocław, ul. Giełdowa 12p
tel. 71 333 66 53
kopos@kopos.pl
www.kopos.pl

KL 60X200_ZM

Producent: Kopos Kolin a.s.

Typ: koryto kablowe ze stali nierdzewnej

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×dł.), w [mm]:
60×200×3000

Masa mb, w [kg]: 2,3700 kg/m

Uwagi techniczne:
Pomosty są łączone za pomocą złączek S 60X200 oraz 4 szt. śrub NSM 6X10. Dziurkowane ściany boczne tworzą kształtownik L z wygiętym obrzeżem. Dziurkowane poprzeczki kształtownika C przymocowane są do bocznych ścian przetłoczeniem w odległości 300 mm otwartą stroną kształtownika w górę. W przypadku systemu z zachowaniem funkcjonalności w warunkach pożaru pomosty są łączone za pomocą złączek S 60×200 oraz 16 szt. śrub NSM 6×10. Produkty wykonane są z blachy pokrytej warstwą ochronną złożoną z cynku, magnezu i aluminium o nazwie Magnelis®. Warstwa ochronna nanoszona jest na blachę walcowaną na zimno w procesie ciągłego cynkowania ogniowego. W porównaniu do zwykłego cynkowania, kąpiel stopionego cynku wzbogacona jest magnezem i aluminium.

Dystrybutor:

KOPOS ELEKTRO PL Sp. z o.o.
52-438 Wrocław, ul. Giełdowa 12p
tel. 71 333 66 53
kopos@kopos.pl
www.kopos.pl

REKLAMA

ksiegarniatechniczna.com.pl

Książki z dziedziny:

- budownictwa
- chłodnictwa
- ciepłownictwa i ogrzewnictwa
- gazownictwa
- instalacji sanitarnych
- ochrony środowiska
- wentylacji i klimatyzacji
- instalacji elektrycznych
- informatyki
- zarządzania i obsługi nieruchomości
- oraz programy, słowniki, poradniki

.e .i .b

elektrotechnika
instalacje
budownictwo

Księgarnia Techniczna
Grupa MEDIUM

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel.: 22 512 60 60, faks 22 810 27 42
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl

www.ksiegarniatechniczna.com.pl

eprasa.pl f4ba149e99

KORYTA, POMOSTY I DRABINKI KABLOWE

MTC

Producent: Niedax

Typ: siatkowe koryta kablowe

Maksymalna odległość między podporami, w [m]: 2,5

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×dł.), w [mm]:
35/54/105×50...600×3000

Masa mb, w [kg]: –

Uwagi techniczne:
Koryto szybkiego montażu z połączeniem bezśrubowym NX-CITO wykonane z blachy stalowej ocynkowanej galwanicznie, ogniowo-zanurzeniowo, ze stali nierdzewnej 1.4301 lub stali kwasoodpornej AISI 316L. Typoszereg koryt o wysokości boku 30 mm obejmuje koryta o szerokości od 50 do 300 mm, o wysokości boku 54 mm od 50 do 600 mm, a o wysokości boku 105 mm szerokości od 100 do 600 mm. Grubość drutu uzależniona od szerokości koryta wynosi 3,9 mm lub 4,82 mm.

Dystrybutor:

Niedax Kleinhuis Polska Sp. z o.o.
42-680 Tarnowskie Góry
ul. Zagórska 133
tel. 32 381 98 10
info@niedax.pl
www.niedax.pl

RLVC, RL, RLC, RS, RSV

Producent: Niedax

Typ: koryta kablowe

Maksymalna odległość między podporami, w [m]: 5

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×dł.), w [mm]:
35/50/60/85/115×50...600×3000

Masa mb, w [kg]: od 0,85 do 8,37

Uwagi techniczne:
Koryta kablowe wykonane z blachy stalowej ocynkowanej metodą Sendzimira, ogniowo-zanurzeniowo, ze stali nierdzewnej 1.4301 oraz 1.4571 lub stali kwasoodpornej AISI 316L. Typoszereg koryt o wysokości boku 35 mm obejmuje koryta o szerokości od 50 do 400 mm, o wysokości boku 50 mm od 50 do 75 mm, o wysokości boku 60, 85 i 110 mm szerokości od 100 do 600 mm. Grubość materiału uzależniona od szerokości koryta wynosi od 0,75 do 1,5 mm. Mają certyfikat E30/E90.

Dystrybutor:

Niedax Kleinhuis Polska Sp. z o.o.
42-680 Tarnowskie Góry
ul. Zagórska 133
tel. 32 381 98 10
info@niedax.pl
www.niedax.pl

KKL/KPL/UL

Producent: EBO Systems

Typ: korytka/drabinki kablowe

Maksymalna odległość między podporami, w [m]: 1,5

Wymiary zewnętrzne (wys.×szer.×dł.), w [mm]:
20/50/80/110×50...900×3000

Masa mb, w [kg]: d 0,47 do 8,5

Uwagi techniczne:
Rozszerzeniem asortymentu Niedax Group są produkty firmy EBO Systems. Produkowane systemy z poliestru wzmacnianego włóknem szklanym wykazują się ekstremalną odpornością na warunki atmosferyczne, takie jak upał, nasłonecznienie, zimno lub agresywne chemikalia, zachowując przy tym swoje właściwości mechaniczne.

Na systemy z poliestru składają się:
- korytka kablowe,
- drabinki kablowe,
- kanały kablowe,
- korytka napodłogowe,
- systemy do zastosowań przemysłowych,
- systemy stosowane w kolejnictwie.

Dystrybutor:

Niedax Kleinhuis Polska Sp. z o.o.
42-680 Tarnowskie Góry
ul. Zagórska 133
tel. 32 381 98 10
info@niedax.pl
www.niedax.pl

eprasa.pl f4ba149e99

SNAP IN - najszybsza technologia łączeniowa

Złączki szeregowe, złącza PCB, HDC i Push Pull Power

- **PROSTO** - podłączanie nawet elastycznych przewodów, bez użycia narzędzi i końcówek tulejkowych
- **SZYBKO** - dzięki zaciskom ze wstępnie naprężonymi sprężynami stykowymi
- **BEZPIECZNIE** - prawidłowe połączenia sygnalizowane akustycznie i optycznie
- **READY-TO-ROBOT** - produkty gotowe do procesów oprzewodowania z użyciem robotów

Więcej informacji na naszej stronie:
www.weidmuller.pl/snapin

Weidmüller

eprasa.pl f4ba149e99

Justyna Talmot

Sposoby łączenia kabli i przewodów w instalacjach rozdzielczych

Niewymagające użycia drogich narzędzi specjalistycznych

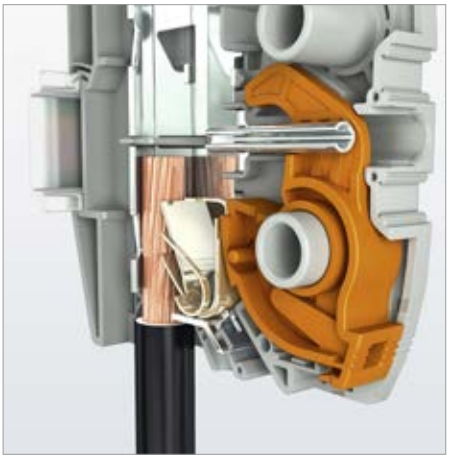
Każde połączenie dwóch przewodników charakteryzuje się rezystancją zestykową. Rezystancja zestykowa nie ma stałej wartości w czasie ze względu na utlenianie się powierzchni styków, a przyrost jej jest tym większy, im wyższa jest temperatura pracy zestyków. Wraz ze wzrostem temperatury zestyku i grubości warstwy nalotowej wzrasta natężenie pola elektrycznego w warstwie nalotowej, co prowadzi do jej przebicia. Przy dostatecznie dużej grubości warstwy nalotowej przebicie może nie nastąpić i temperatura zestyku może wzrosnąć i przekroczyć dopuszczalne granice, powodując upalenie się połączenia.

Fot. 1. Przykład złączki zaciskowej w rozdzielnicy nn oraz elementu sprężynowego mocującego przewód [4]

Zestyki

Każdy aparat pracujący w rozdzielnicach i układach zasilających urządzenia elektryczne ma tor prądowy oraz układ zestykowy. Przepływ prądu ciągłego powoduje nagrzewanie się toru prądowego i zestyków do temperatury, która nie powinna przekraczać wartości dopuszczalnej. W warunkach zwarciowych tory prądowe oraz układy zestykowe podlegają dodatkowemu nagrzewaniu oraz narażeniom elektrodynamicznym wywołanym prądami zwarciowymi [1, 2].

Jednym z najważniejszych parametrów charakteryzujących zestyki jest struktura powierzchni styczności. Ze względu na kształt powierzchni stykowych zestyki można podzielić na punktowe, liniowe i powierzchniowe. Jednak ze względu na rzeczywisty profil powierzchni styczność dwu ciał nigdy nie następuje w jednym punkcie, wzdłuż linii lub jednolitej powierzchni geometrycznej. Dlatego też o zestyku punktowym mówimy, gdy styczność elektryczna odbywa się na powierzchni o bardzo małym promieniu. Zestyk liniowy jest to zestyk, w którym styczność rzeczywista odbywa się na kilku małych powierzchniach ułożonych w przybliżeniu wzdłuż pewnej linii prostej. Natomiast zestyk powierzchniowy jest to zestyk, w którym styczność pozorna następuje na powierzchni wynikającej z geometrycznych wymiarów styków, a styczność rzeczywista – na wielu małych powierzchniach dowolnie usytuowanych w obrębie pozornej powierzchni styczności (profilu powierzchni) [1].



Fot. 2. Przykład złączki listwowej z trzema sprężynami dociskającymi przewód [5]

Rezystancja zestykowa jest zmienna w czasie ze względu na utlenianie się powierzchni styków oraz towarzyszący temu zjawisku wzrost temperatury. Rzeczywista powierzchnia styczności jest sumą powierzchni zestyków punktowych. Wielkość rzeczywistej powierzchni styczności zależy od twardości materiału, rodzaju i dokładności obróbki powierzchni oraz wpływu na profil falistości i chropowatości tych powierzchni [1].

Zależnie od wartości siły docisku zestyków, mikropowierzchnie ulegają odkształceniom sprężystym lub plastycznym. W zestykach na prądy znamionowe powyżej kilkuset amperów, z uwagi na wymaganie małej rezystancji, na ogół stosowane są znaczne siły docisku, powodujące odkształcenia plastyczne mikropowierzchni [2]. Rezystancja zestykowa jest podstawowym parametrem charakteryzującym zestyk oraz decyduje o jego obciążalności prądowej ciągłej i zwarciowej dla całego toru prądowego.

Złączki listwowe

Często zachodzi potrzeba podłączenia dużej liczby przewodów w mocno ograniczonej przestrzeni rozdzielnicy nn. Wykonywanie prac montażowych w takich warunkach jest bardzo trudne i może szybko doprowadzić do nieprawidłowego okablowania, co z kolei przekłada się na znaczny wzrost kosztów w przypadku awarii.

Zadaniem złączek listwowych jest łatwe połączenie urządzeń elektrycznych z aparaturą w rozdzielnicy. Dzięki nim wszystkie przewody są łatwo identyfikowalne, a eksploatacja urządzeń elektrycznych staje się dużo wygodniejsza, głównie ze względu na pomiary i eksploatację.

W urządzeniach elektrycznych i rozdzielnicach możemy spotkać różne technologie złączek – od połączeń śrubowych po połączenia samozaciskowe i technologie hybrydowe. W ostatnich latach coraz większą popularność zdobywają różnego typu połączenia ze sprężyną dociskową, które eliminują możliwość niedokręcenia przewodu i praktycznie nie wymagają narzędzi przy montażu [3].

eprasa.pl f4ba149e99

Połączenia śrubowe

W systemie połączeń śrubowych stosowanych w złączkach można spotkać zacisk stalowy lub ze stopu miedzi, z wykorzystaniem toru prądowego ze stopu miedzi. Oba elementy pokryte są powłokami galwanicznymi, zwiększającymi ich odporność na starzenie. Stal daje tu dobre właściwości pod względem mechanicznym. Jej sprężystość, dodatkowo ulepszana obróbką cieplną, pozwala trwale zamocować przewód w zacisku. Siła w postaci dokręcenia śruby dociskowej zostaje przeniesiona na stal, która nie ulega trwałej deformacji, tylko przekazuje ją – dzięki czemu połączenie ma charakter trwały [3, 4].

Połączenia samozaciskowe

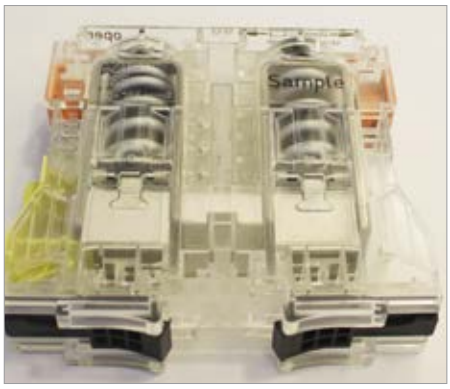
Złączki szynowe samozaciskowe należą do najnowocześniejszych mocowań przewodów drutowych i linkowych, mających częste zastosowanie w elektrotechnice. Specjalny samozaciskowy system stosowany w tych złączkach umożliwia łatwy montaż, często bez użycia narzędzi, oraz gwarantuje wysoką jakość połączeń przewodów. Złączki pozwalają na łączenie przewodów o szerokim zakresie przekrojów – najczęściej od 0,8 do 35 mm^2, a czasem nawet 95 mm^2. Można łączyć przewody wykonane z miedzi: jednodrutowe, wielodrutowe oraz linkowe – ze spojoną końcówką, końcówką kołkową lub zaciśniętą tulejką. Przewód jest dociskany do szyny prądowej za pomocą sprężyny, którą odgina się przy przyłączaniu lub odłączaniu za pomocą wkrętaka, wsuwanego do wykonanego w tym celu otworu w złączce. Występują również rozwiązania typu „push in", w których nie jest wymagane żadne narzędzie przy montażu, a odizolowany przewód wystarczy włożyć i wcisnąć palcami w złączkę dobraną do jego przekroju. Natomiast w celu demontażu wystarczy nacisnąć przycisk, który zwolni sprężynę dociskającą.

Siła docisku sprężyny jest stała i niezależna od montera, co jest istotną zaletą w porównaniu do zacisków śrubowych, gdzie moment obrotowy dokręcenia w dużym stopniu zależy od wyczucia i wprawy montera oraz zastosowanych narzędzi [3, 5]. Część przewodząca może mieć różną budowę, w zależności od typu, rozmiaru i charakterystyki zacisku oraz funkcji, jaką ma do spełnienia, a także użytego typu połączenia. Materiałem przewodzącym jest najczęściej wysokiej jakości stal sprężynowa chromowo-niklowa. Ma ona dobre właściwości mechaniczne i jest odporna na rozciąganie, zginanie i korozję. Stal może być pokryta elastyczną i miękką warstwą ołowiowo-cynową, dzięki czemu zwiększa się powierzchnia styku przy ściśnięciu podłączanego przewodu. Warstwa ta posiada dobre właściwości elektryczne, pozwalające na uzyskanie minimalnej rezystancji przejścia.

W przypadku dużych przekrojów podłączanych przewodów (35 – 185 mm^2) stosuje się specjalne rozwiązania, które ściskają sprężynę dociskową, ułatwiając montaż kabli i przewodów. Jedna z metod łączenia polega na przekręceniu dźwigni, o pewien kąt, do oporu, za pomocą śrubokręta, co spowoduje zwolnienie nawet trzech sprężyn dociskających przewód **(fot. 2.)** [5]. Druga metoda **(fot. 3.)** polega na tym, że za pomocą klucza imbusowego lub śrubokręta napina się sprężynę poprzez obrót w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara aż do oporu, a następnie wciska przycisk z funkcją blokady – zacisk pozostaje w pozycji otwartej. Odizolowany przewód umieszcza się w złączce, a następnie lekkim obrotem w lewo zwalania się blokadę, powodując rozprężenie się sprężyny i zakleszczenie się przewodu. Takie rozwiązanie nie wymaga stosowania końcówek [3]. Dodatkową zaletą jest możliwość użytkowania tego zacisku w warunkach, gdzie występują drgania. Sprężyna zmniejsza bowiem niebezpieczeństwo obluzowania się przewodu w tych warunkach dzięki swojej stałej sile docisku [3, 5].

Złączki listwowe dźwigniowe

Przewody w rozdzielnicach mogą być podłączane, a następnie demontowane ręcznie, bez konieczności stosowania żadnych przyrządów montażowych. Dzięki zastosowaniu dźwigni ryzyko ominięcia zacisku w trakcie podłączania przewodów lub błędnego ich podłączenia jest praktycznie wyeliminowane. Dodatkowym atutem jest także możliwość korzystania z obu rąk przy pracy. Zacisk pozostaje otworzony bez konieczności stosowania narzędzi montażowych. Ułatwia to przede wszystkim



Fot. 3. Przykład złączki listwowej silnoprądowej przeznaczonej do instalacji w rozdzielnicy nn

podłączanie przewodów sztywnych o dużych przekrojach [3, 4].

Złączki listwowe z dźwignią są przeznaczone do wszystkich rodzajów przewodów: zarówno jedno-, wielodrutowych, jak i linkowych. Umożliwia to bezpośrednie podłączanie nie tylko przewodów sztywnych, lecz także przewodów linkowych o przekroju od 0,75 mm^2 zakończonych tulejkami. Dzięki możliwości montażu przewodu z boku, złączki listwowe z dźwignią umożliwiają również łatwe podłączanie przewodów sztywnych o dużych przekrojach. Najczęściej można spotkać złączki listwowe z dźwignią o przekroju nominalnym 2,5 mm^2, 6 mm^2 oraz 16 mm^2 i są one dostępne w wykonaniach 2- oraz 3-przewodowych. Strona obiektowa złączki jest wyposażona w dźwignię, natomiast dla wykonania oprzewodowania wewnętrznego przewidziano do wyboru przycisk w technologii zacisku „push in" [3].

Literatura

1. B. Lejdy, A. Sajczyk, Laboratorium urządzeń elektroenergetycznych, DWiP PB, Białystok 1999.
2. S. Kulas, Tory prądowe i układy zestykowe, OWPW, Warszawa 2008.
3. K. Kuczyński, Wybrane rozwiązania stosowane w złączkach szynowych do łączenia przewodów w rozdzielnicach nn, „elektro.info" 6/2018.
4. Materiały firmy Wago.
5. Materiały firmy Phoenix Contact.
6. Materiały firmy Weidmüller.

JAK UNIKNĄĆ BŁĘDÓW PRZY MONTAŻU I EKSPLOATACJI ZŁĄCZEK LISTWOWYCH?

Doświadczenie pokazuje, że awarie i problemy eksploatacyjne związane ze złączkami listwowymi w większości wypadków wynikają z ich niewłaściwej obsługi. Zdarza się, że błędy montażowe są trudne do wyeliminowania na etapie wzrokowej kontroli jakości lub uruchomienia, a ich konsekwencje pojawiają się dopiero po wystąpieniu szczególnych warunków eksploatacyjnych, np. przy długotrwałym obciążeniu prądem zbliżonym do znamionowego.

Niewłaściwa długość odizolowania przewodu

Zbyt duża długość odizolowania przewodu – niezaizolowany fragment przewodu znajduje się poza obudową złączki, powodując ryzyko poraże-

eprasa.pl f4ba149e99

nia, zwarcia lub przenoszenia się łuku elektrycznego. Zbyt mała długość odizolowania przewodu – w takim wypadku, szczególnie przy przewodach o przekrojach zbliżonych do dolnej granicy zakresu w danej złączce, występuje ryzyko nieprawidłowego montażu w zacisku, np. do toru prądowego zamiast przewodnika dociskana jest izolacja, sprężyna dociska przewód w niewłaściwym miejscu, co skutkuje możliwością jego wysunięcia się z zacisku pod wpływem drgań lub zmian temperatury. W konsekwencji urządzenie nie działa, jest podatne na awarię. Występuje niebezpieczeństwo iskrzenia lub przegrzewania się przewodów.

Stosowanie niewłaściwych narzędzi do zwalniania sprężyn w zaciskach

Powszechnym błędem jest używanie wkrętaków płaskich do otwierania zacisków. Kształt klingi wkrętaków nie jest dostosowany do otworu w złączce i może powodować uszkodzenie jej obudowy. Ponadto materiał, z którego produkowane są wkrętaki, przystosowano do przenoszenia sił działających przy odkręcaniu lub przykręcaniu śrub, nie jest natomiast zazwyczaj odporny na ścieranie. Dlatego do otwierania zacisków sprężynowych w złączkach listwowych najlepiej używać przystosowanych specjalnie do tego przyrządów montażowych.

Pomijanie niezbędnych akcesoriów

Prawidłowa konfiguracja listwy zaciskowej wymaga uwzględnienia szeregu niezbędnych akcesoriów. Do najważniejszych należą ścianki końcowe, które stanowią niezbędny element odpowiedzialny za bezpieczeństwo. Stanowią one odpowiednio dobraną warstwę izolacji, zapewniającą ochronę podstawową przed porażeniem prądem elektrycznym.

Niestety, szczególnie w Polsce, z niewiadomych przyczyn, instalatorzy podłączają w jednym zacisku wiele żył, według zasady „tyle żył, ile się fizycznie zmieści". Takie postępowanie skutkuje brakiem właściwego docisku pomiędzy przewodem a torem prądowym, co w konsekwencji ma wpływ na parametry techniczne (m.in. obciążalność prądową) zacisku. Może się zdarzyć, że jeden lub więcej przewodów w ogóle nie ma gazoszczelnego styku z torem prądowym. Ponadto może dojść do wysunięcia się żył z zacisku. Podłączanie wielu żył do jednego zacisku może również doprowadzić do przegrzewania, zwarcia lub awarii. Prawidłowo należy dołożyć kolejne złączki listwowe i mostkować je ze sobą, dzięki czemu w bezpieczny i jednocześnie przejrzysty (a zarazem łatwy w opisie) sposób powielamy potencjały. W wyjątkowych sytuacjach (np. na szynie montażowej nie ma już miejsca, a trzeba podłączyć kolejny przewód) można wspomóc się szybkozłączką instalacyjną lub skorzystać ze złączki piętrowej – z większą liczbą zacisków. Wówczas będziemy mieli gwarancję pewnego i bezpiecznego styku.

Tulejkowanie

Oczywistością jest, że końcówka tulejkowa musi być zaciśnięta za pomocą praski. Niestety w praktyce często decyzja o zakupie praski podyktowana jest ceną, a większość osób nie przykłada większej wagi do tulejkowania i wpływu, jaki sposób zaprasowania ma na połączenie. W zaciskach śrubowych, gdzie siła docisku zależy bezpośrednio od montera, ma to rzeczywiście nieco mniejsze znaczenie, jednak w wypadku zacisków sprężynowych, jeśli stosujemy tulejki, muszą one być zaprasowane gazoszczelnie. Do zacisków sprężynowych należy zaciskać przewody wyłącznie za pomocą prasek o profilu współosiowym (kwadrat, sześciokąt, ośmiokąt). Dlaczego to takie ważne? Tulejka na przewodzie powinna być zaciśnięta gazoszczelnie. Zacisk sprężynowy w miejscu połączenia sprężyny z tulejką wykonuje połączenie gazoszczelne. Dzięki temu ani pomiędzy sprężyną a tulejką, ani pomiędzy tulejką a żyłą przewodu nie zachodzi proces utleniania się miedzi, który w konsekwencji doprowadza do wzrostu rezystancji, nagrzewania się styku i doprowadzić może do pożaru.

Brak weryfikacji poprawności połączeń przed uruchomieniem rozdzielnicy

Przed podaniem napięcia zawsze należy sprawdzić (nawet omomierzem), czy na etapie montażu rozdzielnicy przypadkowo nie powstało zwarcie. Może się to zdarzyć choćby przez pomyłkę przy mostkowaniu złączek listwowych. Wielu instalatorów zapomina o tej czynności lub ją pomija, np. ze względu na presję czasu lub złe warunki na budowie. Tu ujawnia się kolejna zaleta złączek listwowych. Przygotowaną na ich bazie rozdzielnicę prefabrykujemy w warsztacie, dzięki czemu możemy bezpiecznie i wygodnie sprawdzić wszystkie połączenia wewnętrzne jeszcze przed zainstalowaniem na budowie! Dodatkowo złączki listwowe ułatwiają pomiary instalacji na obiekcie.

Przeciążenia mostków

Przy mostkowaniu złączek w rozdzielnicy warto zasilanie podawać na środek mostka. Dzięki temu (zgodnie z prawem Kirchoffa) prądy korzystniej rozpływają się po mostku. W prawidłowo zaprojektowanej instalacji w domach mieszkalnych przeciążyć mostki byłoby trudno, ponieważ obwody najczęściej mają zabezpieczenia nadprądowe 10, 16 lub 20 A, natomiast mostki do standardowych złączek IEK przenoszą do 24 A.

Umieszczając przewody w zacisku, należy zadbać, aby żyły były czyste (bez śniedzi). Zaśniedziałą końcówkę przewodu najlepiej odciąć i odizolować „świeży" fragment żyły, a jeżeli nie ma takiej możliwości – starannie oczyścić. Dzięki temu zyskujemy pewność, że po podłączeniu przewodu w złączce powstanie połączenie gazoszczelne, styk będzie pewny bez utlenionego materiału negatywnie wpływającego na rezystancję przejścia. Poza tym drut lub poszczególne żyły przewodu linkowego muszą być proste i nieuszkodzone – niedopuszczalne jest podłączanie żył uszkodzonych wcześniej w zacisku śrubowym, bądź linki ze „szczotką" pogiętych w różne strony żył wielokrotnie montowanego i demontowanego przewodu.

Mostki omijające nie ominą zasad

Może trudno w to uwierzyć, lecz często instalatorzy próbują włożyć dwa piny, z dwóch mostków, w jedno gniazdo. Zdarza się to szczególnie przy mostkach omijających. Montując je, należy pamiętać, że w jeden otwór pod mostek możemy wprowadzić tylko jeden pin stykowy. Ideą stosowania mostków omijających jest powielanie dwóch różnych potencjałów w kolejnych – sąsiadujących ze sobą złączkach, np. +/–, jednak przy wykorzystaniu tylko jednego toru pod mostki. Dzięki temu zyskuje się wolne miejsce w drugim torze; można je wykorzystać np. do wprowadzania adapterów pomiarowych.

Źle dobrane parametry szyny montażowej

Omawiany błąd rzadko dotyczy rozdzielnic w domkach jednorodzinnych, lecz ze względu na jego wpływ na bezpieczeństwo warto o nim pamiętać, szczególnie przy projektowaniu i montażu większych rozdzielnic. Szyny montażowe mogą mieć różne wykonania, a co za tym idzie, różny przekrój poprzeczny i różną obciążalność.

Właściwe wymiary

Projektując listwy zaciskowe, należy uwzględnić wymiary złączek w taki sposób, by wszystko zmieściło się w rozdzielnicy lub – patrząc na problem z drugiej strony – dobrać wielkość rozdzielnicy do zaprojektowanej listwy. Aby uniknąć problemów ze zmieszczeniem wszystkich złączek na szynie w rozdzielnicy, należy uwzględnić kilka kwestii, w szczególności: maksymalne dostępne wymiary w rozdzielnicy, co będzie zamontowane na sąsiedniej, szynie montażowej, czy pomiędzy szynami będą korytka grzebieniowe, jak wyprowadzone są przewody urządzenia, które będzie zamontowane na sąsiedniej szynie, czy też na jakiej wysokości będzie pokrywa maskująca. Niby oczywiste, a jak często w momencie montażu okazuje się, że kilku milimetrów brakuje…

Źródło: WAGO

eprasa.pl f4ba149e99

Tak się teraz łączy

NOWA ZŁĄCZKA W RODZINIE 221

10-PRZEWODOWE ZŁĄCZKI INSTALACYJNE Z DŹWIGNIAMI Z SERII 221

NOWOŚĆ

Dzięki nowej 10-przewodowej złączce instalacyjnej z dźwigniami z serii 221 można intuicyjnie i bez użycia narzędzi połączyć ze sobą do dziesięciu przewodów na tym samym potencjale. Poza tym nowe złączki mają identyczne parametry techniczne i spełniają wymogi tych samych norm, co standardowe 2-, 3- i 5-przewodowe złączki tej serii.

WAGO

Więcej na www.wago.pl

eprasa.pl f4ba149e99

WAGO ELWAG

Złączki instalacyjne firmy WAGO – niezawodne i najlepsze

W puszce rozdzielczej czy w rozgałęźniku – złączki instalacyjne WAGO to optymalny produkt do każdego zadania instalacyjnego. Montaż wtykowy przewodów jednodrutowych bez użycia narzędzi w złączkach do puszek instalacyjnych pozwala zaoszczędzić czas i pieniądze.

Stosowanie **złączek instalacyjnych WAGO** daje wiele korzyści:

- łatwa i szybka obsługa,
- oszczędność miejsca przy dużej gęstości upakowania,
- przejrzyste oprzewodowanie – zarówno w rozdzielnicy, jak i w puszce instalacyjnej,
- instalacja niewymagająca serwisowania,
- trwale bezpieczne połączenie.

Odpowiednia złączka do każdego zastosowania

Seria 221 WAGO – bezpieczna praca i elastyczność zastosowań

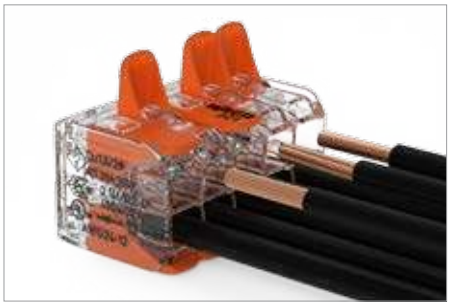
Dźwignia w górę, wsunąć przewód, dźwignia w dół – i gotowe! Złączki instalacyjne z serii 221 umożliwiają montaż przewodów jednodrutowych, wielodrutowych oraz linkowych w bezpieczny, prosty i szybki sposób. Występują w różnych wersjach i wariantach.

Niepodważalne zalety serii 221

Dwie wielkości do wszystkich rodzajów przewodów. Dzięki 2-, 3- oraz 5-przewodowym złączkom łatwo i szybko połączysz wszystkie rodzaje przewodów o różnych przekrojach. Przekrój podłączanych przewodów wynosi od 0,14 do 4 mm² dla przewodów linkowych oraz od 0,2 do 4 mm² dla przewodów jedno- i wielodrutowych. Wersja 6 mm² pozwala podłączyć wszystkie rodzaje przewodów – o przekroju od 0,5 do 6 mm².

Niezwykle prosta obsługa: otwieranie i zamykanie zacisku w złączkach instalacyjnych jest szybkie i bardzo proste. Obsługa dźwigni złączek z serii 221 nie wymaga użycia dużej siły. Dzięki temu możliwy jest szybki montaż przewodów bez pomocy narzędzi. Wgłębienia na bokach złączki zapewniają pewny chwyt w trakcie podłączania przewodów.

Dwa otwory pomiarowe. Złączki z serii 221 umożliwiają dokonanie pomiaru napięcia z obu stron – nawet przy podłączonych przewodach. Złączki WAGO są wyposażone w dwa otwory pomiarowe: jeden od strony podłączania przewodów oraz drugi po przeciwległej stronie. Pozwalają one na wykonanie pomiaru również przy podłączonych przewodach w różnych warunkach zabudowy. Ponadto dla wszystkich wariantów złączek możliwe jest wykonanie pomiaru za pomocą wszystkich dostępnych na rynku końcówek pomiarowych.



Seria 221 w skrzynkach rozdzielczych – adaptery montażowe są dostępne dla wszystkich złączek z serii 221 (2-, 3-, 5- i 10-przewodowych). Można je montować zarówno w położeniu pionowym, jak i poziomym. Bardzo łatwo zamocować taki adapter zatrzaskowo na szynie lub przykręcić śrubą do płyty montażowej. Dzięki elastycznym zaczepom w prosty sposób zamontujesz lub zdemontujesz złączkę. Przewody można podłączać i odpinać zarówno przed, jak i po zamontowaniu adaptera. Otwór pomiarowy jest łatwo dostępny, zgodnie z wymogami DIN VDE.

Przelotowa złączka instalacyjna 221 Inline – wąska obudowa i beznarzędziowy montaż przewodów.

Przelotowe łączenie wszystkich rodzajów przewodów o przekrojach od 0,2 do 4 mm² – łatwo, szybko i bezpiecznie – jest możliwe dzięki przelotowej złączce instalacyjnej z dźwigniami. Łączy ona w wąskiej obudowie wszystkie zalety złączek z serii 221: uniwersalne beznarzędziowe podłączanie przewodów poprzez otwieranie zacisków za pomocą dźwigni oraz bezpieczeńswo połączenia kontrolowane poprzez przezroczystą obudowę. Tam, gdzie ważna jest wielobiegunowość połączenia, opcjonalne adaptery (od 1- do 5-torowych) umożliwiają tworzenie układów wielotorowych – z możliwością wyboru sposobu

eprasa.pl f4ba149e99

mocowania: na szynie montażowej, za pomocą stopek zatrzaskowych, śrubowo, poprzez klejenie, wiązanie lub wieszanie – z odciążeniem przewodów lub bez. Korzyści:

- przelotowe podłączanie przewodów jedno-, wielodrutowych oraz linkowych o przekrojach od 0,2 do 4 mm^2,
- oszczędność miejsca dzięki kompaktowej obudowie, złączka idealna do zastosowań w niewielkich przestrzeniach,
- beznarzędziowy montaż i demontaż przewodów dzięki dźwigniom do otwierania zacisków,
- możliwość tworzenia układów wielotorowych oraz mocowania połączenia dzięki zastosowaniu adaptera.

Złączka instalacyjna z dźwigniami z serii 221 w wersji 10-przewodowej

Rodzina złączek instalacyjnych WAGO powiększyła się niedawno o nową, dwurzędową złączkę z dźwigniami z serii 221, dzięki której można intuicyjnie i bez użycia narzędzi połączyć ze sobą do 10 przewodów na tym samym potencjale. A co więcej, nie są już do tego wymagane żadne mostki – w rezultacie nie tracimy zacisków na mostkowanie. Ponadto dzięki kompaktowej, dwurzędowej konstrukcji, złączka nie zajmuje dużo miejsca.

Wraz z nową złączką dostępna jest również szeroka oferta akcesoriów montażowych. Należą do nich adaptery do montażu na płycie za pomocą wkrętów lub stopek zatrzaskowych oraz na szynach TS 35 lub TS 15 za pomocą stopek montażowych. Adaptery są idealnie wyprofilowane pod kształt złączki, przez co gwarantują stabilne mocowanie. Dzięki nim oprze wodowanie złączek staje się bardziej komfortowe. Adaptery są dostępne w kolorach: jasnoszarym, niebieskim i ciemnoszaro-żółtym.

Warto podkreślić, że do złączek z serii 221 dostępne jest bogate portfolio akcesoriów, które pozwalają na wykorzystanie tych złączek w wielu różnych zastosowaniach, takich jak:

- **instalacje budynkowe:** od instalacji nagłaśniającej do kuchenki elektrycznej: kompaktowa złączka z serii 221 połączy bezpiecznie i szybko różne rodzaje przewodów.
- **obszary zagrożone wybuchem:** złączka instalacyjna do wszystkich rodzajów przewodów z serii 221 do zastosowań Ex otwiera zupełnie nowe możliwości konstrukcyjne dla producentów puszek elektroinstalacyjnych, skrzynek rozdzielczych, opraw oświetleniowych lub urządzeń elektronicznych.
- **produkcja urządzeń:** złączka instalacyjna do wszystkich rodzajów przewodów z serii 221 cieszy się uznaniem producentów urządzeń. Jest nieoceniona przy wykonywaniu oprzewodowania wewnętrznego lub do przyłączania urządzeń do instalacji zewnętrznej. Dzięki niej producenci urządzeń elektrycznych mogą być pewni, że ich produkty będą na całym świecie doceniane przez użytkowników.
- **podłączanie słupków oświetleniowych** – szybko, łatwo i wygodnie; współpraca WAGO z producentem opraw oświetleniowych BEGA zaowocowała opracowaniem nowej skrzynki przyłączeniowej, dzięki której podłączenie oprawy oświetleniowej jest realizowane znacznie szybciej, łatwiej i bezpieczniej.
- **urządzenia chłodnicze:** złączka WAGO z serii 221 jest stosowana na całym świecie w urządzeniach chłodniczych – jej prosta, ergonomiczna obsługa oraz atesty i certyfikaty przekonały amerykańskiego producenta sprzętu techniki chłodniczej, firmę True Manufacturing, aby zastosować ją w swoich urządzeniach.

Złączki 243 do niskich napięć

To idealne rozwiązanie do instalacji niskoprądowych w budynkach. Niezależnie od tego, czy okablowujesz dzwonki do drzwi, czy systemy domofonowe – złączki 243 imponują kompaktową i oszczędzającą miejsce konstrukcją. Dzięki bardzo małym wymiarom – tylko 10×7×10 mm – złączki te sprawdzą się tam, gdzie przestrzeń jest ograniczona i liczy się każdy milimetr. Jednocześnie 6 wariantów kolorystycznych pozwala łatwo oznaczyć i odróżnić obwody lub urządzenia, co znacznie przyspiesza identyfikację instalacji. Sprawdzona technologia PUSH WIRE® oferuje najszybszą i bezpieczną metodę zaciskania przewodów. Złączki te przeznaczone są do przewodów drutowych o średnicach od 0,5 do 1 mm. Dodatkowo wybrane produkty posiadają wtykowy blok zaciskowy do płytek drukowanych.

Złączki do puszek instalacyjnych

Złączki MICRO do puszek instalacyjnych z serii 243 są idealnym rozwiązaniem do małych przekrojów (np. do obwodów niskonapięciowych). Seria 2273 łączy przewody jednodrutowe do maks. 2,5 mm^2; seria 773 natomiast do 4 mm^2/6 mm^2. Za pomocą złączek z serii 2773 można w prosty sposób naprawiać lub przedłużać przewody o przekroju do 4 mm^2.

Złączki oświetleniowe

Złączki oświetleniowe to doskonały sposób na połączenie przewodów jednodrutowych i linkowych. Dzięki aprobatom udzielonym zgodnie z normą EN 60998, złączki oświetleniowe WAGO, jako izolowane złączki do instalacji elektrycznej, mogą być stosowane do łączenia przewodów jednodrutowych i linkowych w budynkach.

Instalacyjne złączki listwowe

Instalacyjne złączki listwowe TOPJOB® S z bezpiecznym zaciskiem Push-in CAGE CLAMP®, dzięki szerokiemu zakresowi przekrojów podłączanych przewodów, są idealnym rozwiązaniem do wszystkich rodzajów zastosowań w budynku. Z TOPJOB® S stworzysz przyszłościową instalację w budynku, spełniającą rosnące i wciąż zmieniające się wymagania.

Zalety złączek TOPJOB® S:

- Push-in CAGE CLAMP®: montaż wtykowy przewodów jednodrutowych, wielodrutowych i linkowych z tulejką, bez użycia narzędzi,
- bogaty system mostkowania (mostki omijające, do mostkowania ciągłego, redukcyjne itp.),
- przejrzystość połączeń zapewnia 3-wierszowy opis na paskach oznacznikowych, także przy podłączonych przewodach,
- optymalny poziom bezpieczeństwa elektrycznego dzięki maksymalnej obciążalności prądowej,
- zgodny z normami pomiar rezystancji izolacji (np. eCheck),
- czas pomiaru skrócony do 50% oraz ochrona urządzeń dzięki zastosowaniu adaptera pomiarowego dla przeprowadzenia szybkiego i bezpiecznego pomiaru rezystancji izolacji,
- prosta i zindywidualizowana rozbudowa i modernizacja szaf rozdzielczych.

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

eprasa.pl f4ba149e99

mgr inż. Zbigniew Kończak

Rzeczywistość organizacyjna i prawna usuwania awarii napowietrznych linii elektroenergetycznych WN i NN

Jedną z najczęstszych przyczyn awarii napowietrznych linii elektroenergetycznych (NLE) WN (110 kV)[1] jest przewracanie się drzew porastających w pobliżu. Masa opadającego drzewa, rozpędzona oddziaływaniem wiatru i przyspieszeniem ziemskim, napiera dynamicznie na przewody. Takie dodatkowe obciążenie prowadzi do przekroczenia nośności konstrukcji podtrzymujących przewody.

Najczęstszym skutkiem jest ugięcie ramion słupów i skręcenie w kierunku opadającego drzewa. Gdy jednocześnie kilka drzew opada na przewody tego samego przęsła, to w podobny sposób ugina się lub łamie również trzon słupa. Gdy łamią się ramiona słupów lub słupy – w całości bądź w części – to powodują podobne uszkodzenia sąsiednich słupów, a zerwane przy tym przewody poszerzają zakres awarii, dlatego że poprzez zerwanie uwolniona zostaje w obie strony siła naprężająca je w trakcie montażu. Przewody pod wpływem tej siły też uszkadzają kolejne słupy przelotowe. To swoisty efekt domina. Skutki zawsze są poważne, a odbudowy wymaga kilka części linii: zawsze przewody, często izolatory długopniowe i ramiona, dość często całe słupy.

„Operator zgłosił się do nas z zapytaniem, czy jesteśmy w stanie w możliwie krótkim czasie usunąć awarię powstałą w wyniku złych warunków atmosferycznych w okolicy słupa nr … linii napowietrznej 110 kV (…). Po przeprowadzeniu wizji lokalnej przez pracowników terenowych, klient został poinformowany o zakresie prac, jaki należy wykonać w celu natychmiastowego przywrócenia zasilania oraz o czasie usunięcia awarii (maksymalnie 48 godzin). Dla klienta bardzo ważną rolę odgrywał **czas ponownego załączenia linii pod napięcie** oraz **precyzyjne określenie wymaganego zakresu prac (…)**". „Załoga, pomimo trudnych warunków terenowych (bagienne tereny leśne) oraz niekorzystnych warunków atmosferycznych wykonała (…) zadanie w rekordowym czasie 36 godzin"; „W tym czasie udało nam się zmobilizować sprzęt, brygady, niezbędne materiały oraz usunąć powstałe szkody"; „Podczas awaryjnej naprawy linii napowietrznej:

- usunięto powalone drzewa z przewodów roboczych i odgromowych,
- przystąpiono do zabezpieczenia przewodów roboczych na czas wymiany stanowiska słupowego,
- wykonano demontaż uszkodzonego stanowiska słupowego,
- wykonano montaż nowego słupa (…) wraz z dostosowaniem rozstawu fundamentu do nowego słupa".

„Powalone drzewa uszkodziły również przewody robocze i przewód OPGW[3]. Przewody robocze zostały naprawione poprzez zastosowanie wstawki z dedykowanymi złączami zaprasowywanymi oraz oplotów naprawczych. Przewód OPGW został wymieniony w całej sekcji o długości 3000 m. Ostatni etap prac zawierał wymianę istniejących elementów konstrukcji słupa nr[4] … linii 110 kV … , które również zostały uszkodzone przez powalone drzewa"; „… [wykonawca – dop. autora] wykonał przywrócenie zasilania … (niespełna dwa dni od otrzymania zlecenia)". „Elektromonterzy i pracownicy budowlani pracowali (…) do późnych godzin nocnych".

Należy zwrócić uwagę na informację wykonawcy, że przedmiotowa awaria miała miejsce w „bagiennym terenie leśnym". Załączone w internecie fotografie pokazują, że linia na tym odcinku faktycznie biegnie po terenie płaskim, a koleiny są znaczne. NLE często przecinają podmokłe tereny porośnięte lasem lub pojedynczymi drzewami pozostającymi w zbliżeniu. Tam, częściej niż gdzie indziej, drzewa – szczególnie te o płaskim systemie korzeniowym – pod presją wiatru nie ulegają złamaniu, lecz w całości przewracają się na przewody, nierzadko dociskając je do samej ziemi.

Ustawa Prawo energetyczne[5] w art. 4 ust. 1 pośrednio odnosi się do awarii NLE, stanowiąc, że: „przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się przesyłaniem (...) energii **jest obowiązane utrzymywać zdolność (...) sieci do realizacji zaopatrzenia w (...) tę energię (...) <u>w sposób ciągły i niezawodny</u>**", co ma odzwierciedlenie w umowach o dostarczanie energii. Czyli według tej ustawy do usuwania awarii NLE należy przystąpić niezwłocznie! Lecz NLE podlegają jednocześnie jeszcze wielu innym przepisom prawa. Wśród nich na pierwszym miejscu jest ustawa Prawo budowlane, która „normuje działalność obejmującą sprawy (...) utrzymania (...) obiektów budowlanych" oraz katastrof mających na nich miejsce[6]. Dokładniej: ilekroć w ustawie jest

STRESZCZENIE

Na przykładzie informacji internetowej[2] opisującej usuwanie awarii elektroenergetycznej napowietrznej jednotorowej linii 110 kV, przedstawiono wybrane niespójności ustawowej procedury likwidacji awarii napowietrznych linii elektroenergetycznych [NLE] oraz niektóre problemy organizacyjne i techniczne, proponując działania naprawcze.
Cytaty merytorycznych fragmentów ww. informacji internetowej poprzedza niezbędny opis techniczny; razem są wprowadzeniem do omawianych zagadnień.

Słowa kluczowe: linie elektroenergetyczne, awarie, usuwanie awarii, prawo budowlane.

[1] Dla linii 220 kV i 400 kV ma zastosowanie wycinka poszerzona, tzw. „na padające drzewa", stąd takie awarie też mają na nich miejsce, ale istotnie rzadziej.
[2] https://alterga.com/realizacje/case-study/2022/awaryjne-naprawy-napowietrznych-linii-energetycznych/ [dostęp: 21.09.2025].
[3] Skrót „OPGW" oznacza przewód odgromowy skojarzony z włóknami światłowodowymi.
[4] W tym miejscu wskazano trzy numery słupów.
[5] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne Dz. U. z 2024 r. poz. 266 z p. zm. ; wyróżnienia autora.
[6] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz. U. z 2025 r. poz. 418, 1080, odpowiednio: art. 1. i Rozdział 7.

eprasa.pl f4ba149e99

ALTERGA

Siła w każdym połączeniu

Alterga jest wiodącym dostawcą usług projektowania, budowy i utrzymania sieci energetycznych i komunikacyjnych w Polsce i za granicą. W sektorze energetycznym działamy od ponad 60 lat.

OFERTA

#AltergaTeam **wykonuje projekty elektroenergetyczne** oraz **buduje stacje i linie elektroenergetyczne** wszystkich napięć. Przeprowadzamy również **prace modernizacyjne** istniejących obiektów w zakresie linii napowietrznych, kablowych czy stacji elektroenergetycznych z zachowaniem najwyższych norm jakości i zasad bezpieczeństwa pracy.

Dostarczamy **kompleksowe usługi** związane z budową infrastruktury elektroenergetycznej, tj. planowanie, projektowanie, obsługę formalnoprawną, wykonanie, instalację i zabezpieczenie, konserwację i modernizację sieci energetycznych i komunikacyjnych.

Realizujemy również **niezbędne, wyodrębnione prace** projektowe, przyłączeniowe, modernizacyjne czy eksploatacyjne (w tym pełne przeglądy, pomiary, rozruchy, remonty).

Pełna oferta naszych prac: **www.alterga.com/oferta**

NASI KLIENCI

Pracujemy dla największych operatorów sieci elektroenergetycznych oraz krajowych operatorów systemów przesyłowych (PSE) i dystrybucyjnych (ENERGA, ENEA, TAURON, PGE, STOEN). Do naszych kluczowych klientów należą firmy przemysłowe, elektrownie i elektrociepłownie oraz inwestorzy w branży energetyki odnawialnej OZE, którzy potrzebują profesjonalnego partnera do instalacji i utrzymania systemów zasilania elektroenergetycznego.

Kontakt

Gutkowo 81D, 11-041 Olsztyn
+48 609 144 031
kontakt@alterga.com
www.alterga.com

eprasa.pl f4ba149e99

mowa o „obiekcie liniowym" – należy przez to rozumieć obiekt budowlany, którego charakterystycznym parametrem jest długość, w szczególności (...) linia i trakcja elektroenergetyczna"[7]. Czyli opisywana powyżej NLE **jest „obiektem budowlanym"** i w całości podlega przepisom tej ustawy. Referat[8] formułuje taki sam wniosek, uzupełniony ponadto stwierdzeniem, że usuwanie awarii NLE powinno się odbywać według art. 73–79. Dopowiedzieć należy, że innego trybu postępowania w przypadku awarii NLE nie znajdziemy ani w tej ustawie, ani w innych. Art. 73 ust. 1 stanowi, że: „Katastrofą budowlaną jest niezamierzone, gwałtowne zniszczenie obiektu budowlanego lub jego części". We wprowadzeniu przeczytaliśmy, że na przedmiotowej NLE gwałtownemu uszkodzeniu uległy jej części: cały słup, elementy słupów, odcinki przewodów. Stąd literalnie wynika, że zgodnie z ust. 1 mamy do czynienia z katastrofą budowlaną. Ale czytając dalej art. 73, dochodzimy do ust. 2, który w punkcie 2. stanowi, że: [nie jest katastrofą budowlaną] „uszkodzenie elementu wbudowanego w obiekt budowlany, nadającego się do naprawy lub wymiany". Zobaczmy: słup faktycznie jest elementem wbudowanym w „obiekt liniowy", uszkodzone fragmenty słupa tym bardziej, przewody też. I wszystkie nadają się do „naprawy lub wymiany". Więc według ust. 2 zdarzenie, które wystąpiło na opisywanej NLE, nie jest katastrofą budowlaną. Tutaj trafiamy na pierwszy dylemat: **według art. 73 ust. 1 mamy do czynienia z katastrofą budowlaną, ale według ust. 2 – nie**.

Prześledźmy zatem postępowania według obu wariantów. Jeśli ma to być katastrofa, procedura musi przebiegać zgodnie z art. 74–79 i być prowadzona „przez właściwy organ nadzoru budowlanego"[9], a dopiero po zakończeniu postępowania będzie wolno przystąpić do usuwania skutków awarii. Tak kończy się wariant pierwszy. Ale wykonawca nic o udziale nadzoru budowlanego nie napisał. Zatem przyjrzyjmy się drugiemu wariantowi, tj. że nie ma to być katastrofa. Już na początku pojawia się kolejny problem: od czego się zaczyna drugi wariant, czyli w jakiej definicji Prawa budowlanego zawiera się poawaryjna „naprawa lub wymiana" uszkodzonych części NLE? Na marginesie zauważmy: według cytowanego opisu wykonawca poszedł jakąś „trzecią drogą", na skróty; po prostu NLE naprawił…

Wrócimy do omówienia tego rozwiązania, ale teraz kontynuujmy rozstrzyganie drugiego dylematu, które musi wynikać z analizy zapisów ustawy. Prawo budowlane w art. 3. definiuje tylko: budowę, roboty budowlane, przebudowę, remont; zatem wszelkie inne działalności na „obiekcie budowlanym", również „naprawa lub wymiana" uszkodzonych elementów wbudowanych w obiekt budowlany, muszą się zawierać w tych czterech definicjach. Analizujmy art. 3: [Ilekroć w ustawie jest mowa o]: pkt. 6 „budowie – należy przez to rozumieć wykonywanie obiektu budowlanego (…), a także odbudowę, rozbudowę, nadbudowę obiektu budowlanego"; pkt. 7 „robotach budowlanych – należy przez to rozumieć budowę, a także prace polegające na przebudowie, montażu, remoncie lub rozbiórce obiektu budowlanego"; pkt. 7a „przebudowie – należy przez to rozumieć wykonywanie robót budowlanych, w wyniku których następuje zmiana parametrów użytkowych lub technicznych istniejącego obiektu budowlanego, z wyjątkiem charakterystycznych parametrów, jak: kubatura, powierzchnia zabudowy, wysokość, długość, szerokość bądź liczba kondygnacji; w przypadku dróg są dopuszczalne zmiany charakterystycznych parametrów w zakresie niewymagającym zmiany granic pasa drogowego"; pkt. 8 „remoncie – należy przez to rozumieć wykonywanie w istniejącym obiekcie budowlanym robót budowlanych polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, a niestanowiących bieżącej konserwacji, przy czym dopuszcza się stosowanie wyrobów budowlanych innych niż użyto w stanie pierwotnym". Wiedząc już to wszystko, rozważmy kolejno. Nie jest to remont, dlatego że „naprawiając lub wymieniając" uszkodzone elementy wbudowane w przedmiotową NLE, nie odtworzono stanu pierwotnego, bo zabudowano inny słup, który – co tu istotne – wymagał innego rozstawu fundamentów. Nie jest to przebudowa, też z dwóch powodów: po pierwsze „dostosowano rozstaw fundamentu do nowego słupa" czyli zmieniono powierzchnię zabudowy, po drugie parametry użytkowe i techniczne istniejącego obiektu nie uległy zmianie, bo nadal jest to jednotorowa NLE o tym samym napięciu znamionowym. W definicji „robót budowlanych" jest mowa o montażu „obiektu budowlanego" jako całości; o „naprawie lub wymianie" uszkodzonych elementów wbudowanych w „obiekt budowlany" nie ma tam mowy. W definicji „budowy" też. Czyli użytego w art. 73 ust. 2 pkt 2 pojęcia „naprawa lub wymiana" nie odnajdujemy w żadnej definicji. Spróbujmy więc inaczej. Zauważmy, że nasza „naprawa lub wymiana" tak naprawdę jest poawaryjną **odbudową** zniszczonego odcinka „obiektu liniowego". Ale definicji «poawaryjnej odbudowy części „obiektu liniowego"» w art. 3 też nie ma. Zatem pozostaje przyjąć, że mamy do czynienia z budową (ad. pkt 6), skoro tylko jej definicja obejmuje pojęcie „odbudowy" ogólnie pojętego „obiektu budowlanego"; ale pewności nie ma.

„Rozstrzygnięcie" drugiego problemu obnaża problem trzeci. „Budowa" zasadniczo jest realizowana na podstawie pozwolenia, ale Prawo budowlane dopuszcza realizację niektórych „budów" na zgłoszenie; rozstrzyga art. 29. Wczytajmy się zatem w kolejne przepisy. Ust. 1 pkt 2 ppkt a) stanowi o sieciach elektroenergetycznych obejmujących napięcie znamionowe nie wyższe niż 15 kV, więc przedmiotowej NLE nie obejmuje. Ust. 2 pkt. 17a wymienia sieci elektroenergetyczne obejmujące napięcie znamionowe nie wyższe niż 1 kV, lecz tylko te na istniejącej podbudowie słupowej, więc przedmiotowej NLE też nie obejmuje. Ust. 3 i 4 stanowią o przebudowach i remontach, ale już wiemy, że prace do wykonania na przedmiotowej NLE nie zawierają się w definicjach przebudowy i remontu. Z tej analizy wynika, że – jak by nie szukać po przepisach – to według Prawa budowlanego w jego obecnym brzmieniu poawaryjna odbudowa części przedmiotowej NLE wymaga uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę. W ten sposób można rozstrzygnąć trzeci problem, ale takie postępowanie odsuwa odbudowę NLE w daleką przyszłość. Poszukajmy zatem jakiejś „trzeciej drogi" – może w końcu odnajdziemy tą, którą zrealizował wykonawca.

Na początku trzeba zauważyć, że art. 29 w ust. 6 stanowi, iż „Decyzji o pozwoleniu na budowę wymagają przedsięwzięcia, które wymagają przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko (…) zgodnie z art. 59 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko " (Dz.U. 2024 poz. 1112). Zatem może naszą „budowę" uda się wykonać na zgłoszenie? Trzeba rozpatrzyć czwarty dylemat, najtrudniejszy w rozczytaniu.

Rozpocząć musimy od ww. art. 59, który w ust. 1 stanowi, że „przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko wymaga realizacja następujących planowanych przedsięwzięć mogących znacząco[10] oddzia-

[7] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz. U. z 2025 r. poz. 418, 1080, art. 3 pkt 3a.
[8] https://awarie.zut.edu.pl/files/ab2009/referaty/00_referaty_problemowe/10_Paczkowska_T_i_inni_Aspekty_budowlane_katastrofy_energetycznej_w_Rejonie_Szczecinskim.pdf rozdział 9, s. 173 i nast.
[9] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz. U. z 2025 r. poz. 418, 1080, art. 74.

[10] Zawsze albo potencjalnie.

eprasa.pl f4ba149e99

ływać na środowisko: … pkt 2) planowanego przedsięwzięcia mogącego potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko, jeżeli obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko został stwierdzony na podstawie art. 63 ust. 1". Przy czym, **uwaga:** słowo „planowanych" może czytelnika istotnie zmylić, o czym będzie poniżej. Art. 63 ust. 1 stanowi, że: „Obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko dla planowanego przedsięwzięcia mogącego potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko stwierdza, w drodze postanowienia, organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach", na co według art. 65 ust. 1 ma co najmniej 30 dni od dnia wszczęcia postępowania. Jeśli taki obowiązek zostanie stwierdzony, to zgodnie z art. 63 ust. 4 „organ określa jednocześnie zakres raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko". Ale czy prace do wykonania na przedmiotowej NLE mogą potencjalnie oddziaływać na środowisko? Na to pytanie odpowiada wydane na podstawie art. 60 ww. ustawy Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko[11], rozstrzygając, które przedsięwzięcia mogą znacząco oddziaływać na środowisko. Tutaj znajdujemy zaskakującą niespodziankę. Otóż par. 3 ust. 2 pkt 2 stanowi, że: „do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się również przedsięwzięcia polegające na rozbudowie, przebudowie lub **montażu** realizowanego lub **zrealizowanego przedsięwzięcia**[12] wymienionego w ust. 1[13]". Zauważmy koniecznie: użyte tu określenie **„zrealizowanego przedsięwzięcia"** w żaden sposób nie przystaje do stosowanego w ustawie pojęcia **„planowanego przedsięwzięcia"**. Ale to kryterium właśnie takie jest! Widzimy, że z treści par. 3 ust. 2 pkt 2 wynika wprost, iż przedsięwzięcie będące jakimkolwiek montażem odbywającym się na zrealizowanej (czyli istniejącej) NLE o napięciu znamionowym wynoszącym nie mniej niż 110kV[13] jest przedsięwzięciem mogącym znacząco oddziaływać na środowisko. Skoro „potencjalnie", to jako takie wymaga przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko, ale tylko wtedy, jeśli tak postanowi organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, który to organ przed postanowieniem musi się zapoznać z kartą informacyjną przedsięwzięcia, opracowaną i dostarczoną przez zainteresowanego zgodnie z art. 62a ww. ustawy. W szczególności za montaż oddziałujący na środowisko mogą być uznane prace będące poawaryjną odbudową NLE o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 110kV, tj. takie prace jak w cytowanym przypadku. Czyli, w świetle powyższego, ww. prace dosłownie **mogą wymagać** decyzji o pozwoleniu na budowę. Jednak w chwili stwierdzenia awarii nie wiadomo jeszcze, że/czy jej usuwanie nie będzie wymagało pozwolenia na budowę. To rozstrzygnie dopiero ww. organ w postępowaniu administracyjnym, co próbowano tu przedstawić.

Zauważmy, że wykonawca nic o postępowaniu „środowiskowym" nie napisał. Przeciwnie, szczycił się szybkością usunięcia awarii. Stąd wniosek, że żadnego postępowania administracyjnego nie przeprowadzono. Zatem z cytowanych czynności wykonawcy wynika, że najprawdopodobniej w swoim działaniu kierował się tylko postanowieniami Prawa energetycznego, czyli NLE odbudował najszybciej jak się dało, nie oglądając się na pozostałe przepisy.

Podsumujmy wątek: analizując postanowienia Prawa budowlanego i ustawy „środowiskowej", tylko te odnoszące się do przykładowego przypadku, natrafiono na cztery sytuacje wymagające dociekania, z czym tak naprawdę mamy do czynienia.

Dobrnięto do niejednoznacznych, uznaniowych rozstrzygnięć, sprzecznych z postanowieniami ustawy Prawo energetyczne. Bo według obu omawianych ustaw nie można przystąpić do odbudowy awaryjnie uszkodzonej NLE przed zakończeniem długotrwałego, obowiązkowego, administracyjnego:

- postępowania, o którym mowa w rozdziale 7 art. 74–79 – jeśli uznamy, że **mamy** do czynienia z katastrofą budowlaną;

albo – jeśli uznamy, że **nie mamy** do czynienia z katastrofą budowlaną:

- uzyskiwania decyzji o pozwoleniu na budowę (polegającej na odbudowie uszkodzonej części NLE);
- rozstrzygania, czy przeprowadzenie oceny oddziaływania na środowisko nie będzie w tym przypadku wymagane; przy czym nigdy nie można wykluczyć, że organ postanowi o konieczności przeprowadzenia tej oceny. Wówczas również trzeba wystąpić o wydanie decyzji o pozwoleniu na budowę.

Wobec takich wniosków, mając na względzie art. 4 ust 1 ustawy Prawo energetyczne, musimy zapytać: po pierwsze – dlaczego właśnie tak sformułowano omawiane ustawy, szczególnie Prawo budowlane?; po drugie – czy w tym artykule opisano wszystkie wątpliwe zapisy?; po trzecie – jak przedstawione przepisy (i te nieopisane) doprowadzić do jednoznaczności i wzajemnej zgodności?

Najłatwiej odpowiedzieć na pytanie drugie. Nie. Tutaj opisano tylko przepisy wiążące się z cytowanym przykładem, tj. z odbudową awaryjnie uszkodzonej NLE. O kolejnych jest artykuł[14], lecz to wszystko nie wyczerpuje tematu. Odpowiedź na pytanie pierwsze właściwie wynika już z tego, co dotąd powiedziano, i jest krótka: **ustawę Prawo budowlane pisano, mając na uwadze tylko obiekty kubaturowe, a uzupełniono o obiekty liniowe byle jak albo wcale.** Takie stwierdzenie wymaga jednak szerszego uzasadnienia, jak poniżej oraz w artykule[14]. Dopiero wszystkie te informacje pełniej umotywują odpowiedź na pytanie pierwsze i przygotują do odpowiedzi na pytanie trzecie.

Zobaczyliśmy już, że stosowanie ustawy Prawo budowlane do budownictwa liniowego prowadzi do wielu paradoksów. Również takich jak zrównanie zmiany powierzchni zabudowy polegającej na „dostosowaniu rozstawu fundamentów" dla potrzeb innego słupa kratowego, ze zmianą powierzchni zabudowy obiektem kubaturowym; są objęte tą samą definicją i skutki prawne pozostają jednakowe. Odnośnie ww. paradoksu: jest całkowicie oczywiste, że zmiana obiektu kubaturowego skutkująca zmianą powierzchni zabudowy wymaga gruntownej zmiany projektu tego obiektu. W takim przypadku wymóg uzyskania ponownej decyzji o pozwoleniu na budowę wydaje się w pełni uzasadniony. A dlaczego przedmiotowa adaptacja rozstawu fundamentów nie wymaga zmiany projektu NLE, choć zmieniła się powierzchnia zabudowy, prześledźmy na przykładzie. Jednotorowe linie napowietrzne 110 kV budowano w latach 70. ubiegłego wieku na słupach serii S24[15], a w latach 80. i w pierwszej połowie lat 90. – na słupach serii B2[16]. Najpowszechniej stosowany słup serii S24, P+2,5 (masa: 1560 kg), miał punkt zawieszenia izolacji najniższego przewodu na wysokości h = 18,3 m, a wymiary podstawy 3,46x2,47 m (powierzchnia zabudowy to 8,55 m^2). Zamienny (przykładowo) słup z serii B2 to P+5 (masa: 1670 kg), gdzie h = 19 m, a wymiary podstawy:

[11] Dz.U. 2019 poz. 1839 z późn. zm.
[12] Podkreślenia i pogrubienia autora
[13] Temat artykułu dotyczy pkt 7) z ust. 1: „napowietrzne linie elektroenergetyczne o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 110 kV, inne niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt 6", a ten pkt 6 ma brzmienie: „napowietrzne linie elektroenergetyczne o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 220 kV i długości nie mniejszej niż 15 km".

[14] „Projekt budowlany formalizmem czy projektem?" „elektro-info" nr 1-2/2022, s. 15–17.
[15] Katalog Rozwiązań Typowych nr 35 z lipca 1969 r. (KRT-035).
[16] Katalog Rozwiązań Typowych nr 75 z lipca 1977 r. (KRT-075, wydanie II po badaniach wytrzymałościowych).

eprasa.pl f4ba149e99

3,45x2,37 m (powierzchnia zabudowy to 8,18 m^2). Do przykładu przyjęto słup B2P+5, bo wymiar „h" nie może być mniejszy niż 18,3 m, lecz najlepiej nieco większy – z uwagi na postępującą w czasie reologię (pełzanie) przewodów istniejących. Tutaj powierzchnia zabudowy zmalała o 0,37 m^2. Podobną tendencję byłoby widać w przypadku zastosowania słupa EB24Ps2+2,5, zaprojektowanego w roku 2011 (h = 19,5 m, wymiary podstawy 3,29x2,37 m), gdzie powierzchnia zabudowy to 7,80 m^2, czyli byłaby mniejsza o 0,75 m^2. Choć często się zdarza, że zmieniona powierzchnia zabudowy bywa większa, szczególnie wtedy, gdy z różnych względów w miejsce słupa przelotowego trzeba wstawić słup odporowy. Ale dlaczego nie potrzeba zmieniać projektu NLE? Rozstrzygają: ustawowy „charakterystyczny parametr" liniowy, jakim według Prawa budowlanego jest długość[17], który nie uległ zmianie, zasady projektowania NLE oraz kolejne fakty. Rozwiązania technicznego nie zmieniono, nadal to stalowa konstrukcja wsporcza, ustawiona na istniejących fundamentach prefabrykowanych, w tym samym miejscu NLE. Tutaj zmiana powierzchni zabudowy, w odróżnieniu od obiektu kubaturowego, nie powoduje konsekwencji formalno-technicznych[18]. Jedynym formalizmem może tu być zgłoszenie służbom geodezyjnym, że obrys słupa uległ zmniejszeniu/zwiększeniu. Toteż dla cytowanego przypadku ustawowy wynikowy wymóg uzyskania ponownego pozwolenia na budowę wydaje się całkowicie błędny. Natomiast wyprzedzająco należy stwierdzić, że **w pełni zasadne będzie wprowadzenie wymogu czynnego udziału projektanta w całości prac składających się na doprowadzenie NLE do sprawności, oraz <u>prowadzenie</u> przez niego oraz przez kierownika budowy „<u>dziennika odbudowy poawaryjnej</u>", dostarczonego przez właściciela NLE**. Zauważmy jeszcze: wyodrębnienie pojęcia odbudowy do osobnej definicji, z dopuszczeniem zmiany powierzchni zabudowanej słupami NLE, być może mogło w opisywanej sytuacji pomóc, gdyby nie to, że problemy ze zmianą powierzchni zabudowy przenoszą nas do kolejnych ustaw, co będzie przedstawione w dalszej części artykułu.

Przykładem kolejnych niekonsekwencji jest sposób dopisania punktu 3a[17] do art. 3 oraz wprowadzenia art. 31a ust. 1 do ustawy Prawo budowlane. Zostały one wprowadzone Ustawą z dnia 10 grudnia 2020 r. o zmianie niektórych ustaw wspierających rozwój mieszkalnictwa (Dz.U. 2021 poz. 11 art. 6 pkt 1 i 7), lecz ustawodawcy zabrakło determinacji w korelowaniu z nimi pozostałych zapisów ustawy Prawo budowlane. Odnośnie do pkt 3a, nie dokonano tego w kolejnym punkcie, tj. w 7a, gdzie nadal czytamy o przebudowie, że „należy przez to rozumieć wykonywanie robót budowlanych, w wyniku których następuje zmiana parametrów użytkowych lub technicznych istniejącego obiektu budowlanego, z wyjątkiem charakterystycznych parametrów, jak: kubatura, powierzchnia zabudowy, wysokość, długość, szerokość bądź liczba kondygnacji; w przypadku dróg są dopuszczalne zmiany charakterystycznych parametrów w zakresie niewymagającym zmiany granic pasa drogowego". Z analizy punktu 7a pod kątem treści punktu 3a[17] wynika: wyjątek uczyniony dla dróg oznacza, że pozostałych obiektów liniowych, w tym NLE, postanowienia punktu 7a dotyczą w całości. Między innymi dlatego omawiane prace, obejmujące zmianę powierzchni zabudowy, nie są przebudową. A patrząc szerzej, np. przebudowa jednotorowej NLE na dwutorową dlatego nie może być „przebudową", choć takie działanie spełnia warunek zmiany parametru użytkowego – wzrasta przesył energii; bo słupy będą miały inny rozstaw, więc zmieni się powierzchnia zabudowy. Dla NLE widać potrzebę wprowadzenia kolejnego wyjątku do punktu 7a.

Spójrzmy jeszcze na rażącą sprzeczność ww. art. 31a ust. 1 z art. 75 ust. 1 pkt 2. Art. 31a ust. 1 stanowi, że: „Roboty zabezpieczające i rozbiórkowe można rozpocząć przed uzyskaniem decyzji (…), jeśli mają one na celu usunięcie bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa ludzi lub mienia". Odnosząc ten zapis do NLE, należy zauważyć, że opadłe przewody mogą spoczywać na krzyżowanych obiektach takich jak drogi, inne NLE, trakcja kolejowa itp., lub niebezpiecznie nisko zwisać, stwarzając ww. zagrożenie, więc należy je z tych miejsc niezwłocznie usunąć, zabezpieczając jednocześnie miejsce awarii przed jej rozszerzeniem, tj. uszkodzeniem kolejnych słupów. Art. 75 ust. 1 pkt 2 stanowi, że [właściciel jest zobowiązany] „zabezpieczyć miejsce katastrofy przed zmianami uniemożliwiającymi prowadzenie postępowania, o którym mowa w art. 74[19]". Choć art. 31a. dotyczy przede wszystkim rozbiórek, to z braku innych postanowień dotyczących robót zabezpieczających oraz braku zdefiniowania tych robót w art. 3, powinien mieć tu zastosowanie, a oba powyższe przepisy sobie zaprzeczają. Bowiem usuwając wyżej opisane zagrożenie i zabezpieczając miejsce awarii przed jej rozszerzeniem, w przypadku NLE wprowadzamy zmiany, które mogą być zinterpretowane jako ograniczające bądź uniemożliwiające przeprowadzenie ww. postępowania.

Nawiązując do sygnalizowanej migracji problemu zmiany powierzchni zabudowy do innych ustaw, w pierwszej kolejności zauważmy, że NLE, poza nielicznymi odcinkami, **są sytuowane na gruntach niebędących własnością inwestora**. Jest to kluczowa różnica w odniesieniu do obiektów kubaturowych, które są w zasadzie zawsze wznoszone na gruncie będącym własnością inwestora. Prawo do dysponowania terenem na cele budowlane[20], tutaj zajmowanym przez konstrukcje wsporcze linii, jest pozyskiwane przez inwestora zgodnie z ustawą o gospodarce nieruchomościami[21], <u>ale grunt pozostaje własnością dotychczasowego posiadacza</u>. I jeśli do usunięcia awarii potrzebne jest „dostosowanie rozstawu fundamentu do nowego słupa", to pojawiają się problemy: formalno-prawny i czasowy. Mianowicie posiadacz gruntu pod słup może nie wyrazić zgody na powiększenie zajętego obszaru, ponadto ten właściciel lub posiadacze innych gruntów mogą się nie zgadzać na dojazd do miejsca awarii. Wtedy niezbędne staje się przeprowadzenie postępowania w trybie art. 124b tej ustawy, zakończone wydaniem decyzji zobowiązującej do udostępnienia. Chociaż tej decyzji nadaje się rygor natychmiastowej wykonalności, to czas uzyskania tego prawa również nie przystaje do ww. obowiązków wynikających z ustawy Prawo energetyczne. Z powyższym ściśle się wiąże kwestia trwałego wyłączenia z produkcji gruntów rolnych i leśnych zajętych pod słupy NLE[22], ujęta w ustawie z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. 2024 poz. 82). Stosowna decyzja administracyjna w tej sprawie jest wydawana **przed** uzyskaniem pozwolenia na budowę[23] i wiąże się z wniesieniem opłaty określonej w tej decyzji przed podjęciem jakichkolwiek czynności. Zmiana powierzchni zabudowy wynikająca z „dostosowania rozstawu fundamentu do nowego słupa" wymaga więc poprzedzającego uzyskania decyzji zezwalającej na takie prace. Wymaga również czasu na dopełnienie związanych z tą

[17] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz.U. z 2025 r. poz. 418, 1080, art. 3 pkt 3a: [ilekroć w ustawie jest mowa o] „obiekcie liniowym – należy przez to rozumieć obiekt budowlany, którego charakterystycznym parametrem jest długość, w szczególności (…) linia i trakcja elektroenergetyczna".

[18] przyjmując pozytywny wynik sprawdzenia przez projektanta nośności istniejących fundamentów prefabrykowanych przy nowym rozstawie i nowych siłach działających na fundament, przenoszonych przez zamienny słup i pochodzących od tego słupa.

[19] Art. 74. Postępowanie wyjaśniające prowadzi właściwy organ nadzoru budowlanego.

[20] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz.U. z 2025 r. poz. 418, 1080, art. 32 ust. 4 pkt 2.

[21] Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami (Dz.U. 1997 nr 115 poz. 741 z późn. zm.).

[22] Zawsze dotyczy to linii o napięciu od 110 kV wzwyż

[23] Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. 2024 poz. 82, art. 11 ust. 1 i 4).

eprasa.pl f4ba149e99

decyzją procedur administracyjnych i dokonania opłat. A cytowany przypadek powrotu gruntów do produkcji wcale nie jest w tej ustawie opisany.

Przedstawione uzasadnianie miało być przygotowaniem do odpowiedzi na pytanie trzecie: jak poprawić opisywane przepisy. Ale przed udzieleniem odpowiedzi należy jeszcze zdać sobie sprawę z tego, że **odpowiedzialny inżynier budownictwa, a kierownik budowy usuwający awarię infrastruktury krytycznej powinien taki być, musi mieć możliwość natychmiastowego działania, zgodnego z jasnymi, precyzyjnie wyrażonymi przepisami, niepozostawiającymi cienia wątpliwości interpretacyjnych, pozbawionymi niedomówień czy domysłów. Chodzi przecież o bezpośredni interes gospodarczy i społeczny.** Dlatego właśnie nie można akceptować istniejącego stanu przepisów prawa, bo – jak widzimy – to istna stajnia Augiasza.

Zatem jak poprawić omawiane ustawy? W pierwszym odruchu zwykle myślimy, by istniejące przepisy przeredagować, a sprzeczności pousuwać. Lecz po bezustannych poprawkach Prawa budowlanego i pozostałych ustaw widać, że nie tędy droga. Jedyny – radykalny, lecz skuteczny – sposób to wyodrębnienie z ustaw i rozporządzeń wszystkiego, co dotyczy **obiektów liniowych przesyłających energię** i zebranie w jednym akcie prawa. Wyodrębnianie powinno obejmować ich budowę, rozbudowę, przebudowę, **odbudowę**, również poawaryjną, remont, rozbiórkę oraz eksploatację, koniecznie obejmującą adekwatne przeglądy okresowe! Przy czym postępowanie przy usuwaniu awarii musi być skorelowane z wymogami Prawa energetycznego. A przy redagowaniu prawnicy powinni wyłącznie wspierać inżynierów, szczególnie werbalnie, również w wyrażaniu zasad wypracowanych w praktyce poszczególnych branż budownictwa. **Inaczej wyjdzie jak zawsze**.

Przykładem wspomnianych zasad jest np. to, że wszystkie izolatory biorące bezpośredni udział[24] w awarii NLE należy bezwzględnie wymieniać na nowe, nawet jeśli nie zostały w sposób widoczny uszkodzone. **W przepisach prawa, szczególnie jeśli dotyczą obiektów infrastruktury krytycznej, porządek musi być inżynierski**. Bo jak wygląda porządek prawniczy – widzimy.

Na początku drugiej części artykułu, omawiającej niektóre aspekty organizacyjne oraz techniczne usuwania cytowanej awarii, należy pogratulować wykonawcy sprawności w działaniu. Szczególnie operatywności organizacyjnej, na którą złożyło się: dowiezienie potrzebnych materiałów, przerzucenie na nowe miejsce pracy pojazdów, sprzętu budowlanego i niezbędnych urządzeń oraz brygad montujących: fundamenty, słupy, przewody, uziemienia oraz spawających i mierzących tłumienności włókien światłowodowych; wszystkie wymienione tu zespoły wraz z narzędziami i wyposażeniem.

Wracając do organizacji i techniki usuwania awarii oraz nawiązując do felietonu[25], należy na wstępie przypomnieć cel niniejszej wypowiedzi.

Wcześniej skupiono się na niedoskonałościach przepisów prawa normujących poawaryjną odbudowę obiektu infrastruktury krytycznej, jaką jest NLE, proponując sposób ich zreformowania.

W tej części artykułu analiza procesu usuwania awarii ma pokazać mankamenty postępowania właściciela NLE oraz wykonawcy i wskazać przyczyny stanu istniejącego.

Z cytatu dowiadujemy się przede wszystkim, że właściciel linii nie był przygotowany na okoliczność awarii. Poszukiwanie potencjalnego wykonawcy rozpoczął dopiero po jej zaistnieniu. Znalazł firmę, lecz tylko dlatego chętną do usunięcia awarii, że przypadkiem dysponowała potrzebnymi materiałami, mogła sobie pozwolić na przerwę w realizacji bieżących zadań umownych, a ponadto działała w niewielkiej odległości od miejsca zdarzenia, czyli mogła szybko dojechać. Należy zadać retoryczne pytanie: a gdyby takiej firmy nie znalazł?

Cytowana relacja potwierdza tezę z felietonu[25], że operatorzy NLE na poziomie napięć 110 kV faktycznie nie dysponują własnymi służbami naprawczymi i nie posiadają odpowiedniej rezerwy materiałowej[26]. Trzeba przy tym zauważyć: gdyby awaria była typowa dla linii, tj. rozległa, czyli obejmująca większą liczbę połamanych słupów, to czas niezbędny na jej usunięcie byłby wielokrotnie dłuższy, a w przypadku występowania fundamentów innych niż prefabrykowane, jeszcze bardziej. Czy przy awariach rozległych, zaistniałych na kilku liniach jednocześnie, mogłoby się okazać, że „potencjalnie dyspozycyjne" grono firm wykonawczych jest niewystarczające lub nie mogą one odstąpić od realizacji bieżących umów, a potrzebne ilości materiałów są nieosiągalne „na cito"? Tak, to niestety bardzo prawdopodobne. Lecz tak jest od lat i „jakoś" się udaje, choć zazwyczaj bywa, że do czasu. A co, jeśli ten czas właśnie nastaje?

Wnioski z tego wątku są takie, że operatorzy NLE na poziomie napięć 110 kV faktycznie na potrzeby awarii takiej jak opisana nie dysponują własnymi służbami naprawczymi i nie posiadają odpowiedniej rezerwy materiałowej. Ponadto, skoro to oferent/wykonawca został zapytany o zakres robót niezbędnych do przywrócenia linii do pracy, to znaczy, że właściciel nie miał w tej kwestii rozeznania. I nic w tym dziwnego: skoro samodzielnie nie prowadzi takich robót, to nie dysponuje pracownikami technicznymi potrafiącymi ocenić niezbędny zakres odbudowy. Ani go zweryfikować.

Wydaje się, że zwrócenie uwagi na opisane sytuacje powinno zainicjować zmianę podejścia właścicieli NLE do zagadnienia usuwania awarii linii WN i NN.

Kontynuując analizę zacytowanego opisu, spójrzmy teraz na postępowanie wykonawcy. Reakcją na zapytanie był rekonesans w terenie i – co należy przypuszczać – rozpoznanie, czy jest w posiadaniu materiałów potrzebnych do naprawy oraz czy w pobliżu dysponuje wystarczającą liczbą niezbędnych brygad, ilością sprzętu i transportu. Wyszło na to, że dysponował potrzebnymi siłami i środkami oraz mógł przerwać bieżące roboty, zatem skalkulował koszty i ofertę złożył. Nie należy się łudzić: w innym przypadku nie podjąłby się tego zadania. Bo, co tu jest kluczowe, nie miał takiego obowiązku.

W tym miejscu należy przypomnieć, że dawniej państwowe zakłady wykonawcze były **zobowiązane** do usuwania awarii NLE, przy czym tym obowiązkiem były objęte wszystkie, bez wyjątku, bo wtedy stanowiły jedno przedsiębiorstwo, wielozakładowe. I **musiały** współdziałać w razie potrzeby, choćby dostarczając materiały, najczęściej słupy, niezbędne do usunięcia awarii.

Następnie wykonawca informuje, że usunął awarię w 36 godzin. Trzeba jednak uwzględnić, że przygotowania w różnej formie rozpoczęły się już w trakcie wizji lokalnej i niewątpliwie trwały do chwili uzyskania zlecenia. Brygady zapewne też nie miały daleko, a ponadto oczekując na zlecenie, przygotowywały się do przejazdu na miejsce awarii. Należy przyjąć, że 36 godzin to czas pomiędzy odebraniem placu budowy a chwilą przekazania linii pod załączenie.

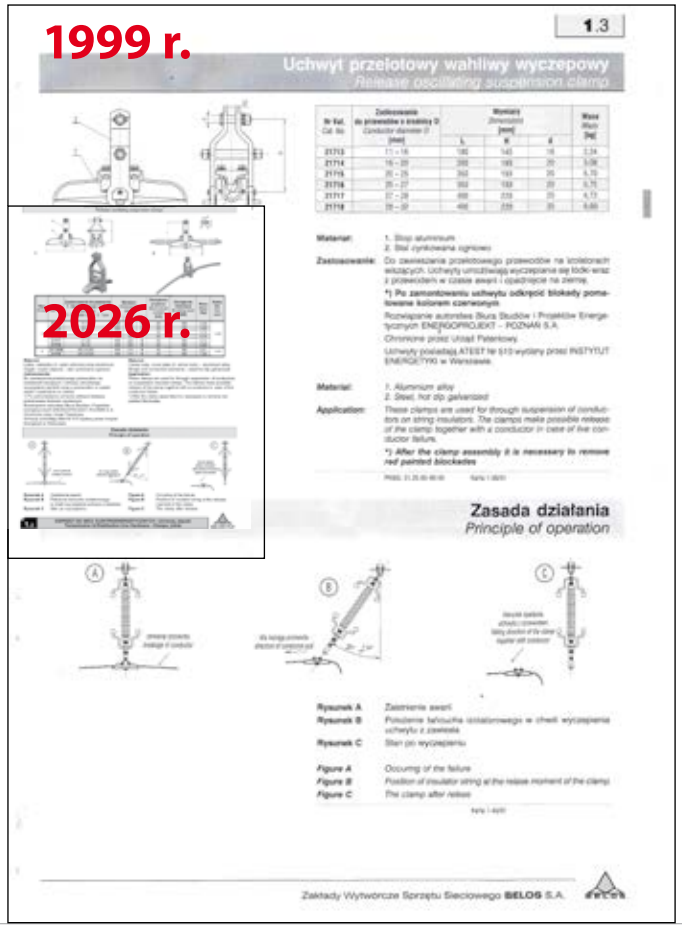
Na marginesie warto wspomnieć, że dawniej na NLE przepisy BHP zabraniały pracy po zmroku; ta zasada obowiązywała również przy usuwaniu awarii. Można przypuszczać, że zapewne postęp techniki świetlnej to zmienił. Chyba.

[24] Tj. pracujące w obszarze objętym awarią.

[25] „O usuwaniu awarii elektroenergetycznych napowietrznych linii 110 kV (WN), 220 kV i 400 kV (NN)", „elektro.info" nr 6/2024, str. 68–72.

[26] Patrz: praca zbiorowa pt. „Napowietrzne linie elektroenergetyczne wysokiego napięcia", WNT, Warszawa 1973, rozdział 12.3 „Usuwanie uszkodzeń" str. 704: „słupy zastępcze powinny znajdować się na składzie (…), należy rozwijać typizację elementów linii i ograniczać liczbę typów słupów, budując je w dużych seriach".

eprasa.pl f4ba149e99



Fot. 1. Karta katalogowa uchwytu przelotowego wahliwego wg Katalogu ZWSS Belos S.A.

Analizując dalsze zapisy wykonawcy, zwróćmy uwagę na bardzo istotną informację, mianowicie, że „dostosowano rozstaw fundamentów do nowego słupa". Z tego m.in. wynika, że ani właściciel[26] ani wykonawca nie dysponowali słupami zastosowanymi na przedmiotowej linii, zapewne nie były one również dostępne na rynku. Stąd akceptacja zabudowania konstrukcji z innej serii słupów – takiej, jaką aktualnie dysponował ten przypadkowy wykonawca. W konsekwencji rozkopano stanowisko fundamentowe, dostosowując rozstaw istniejących prefabrykatów betonowych do układu kotew nowego słupa. Tajemnicą poliszynela pozostaje, czy przy kierowniku budowy działał projektant weryfikujący wprowadzoną zmianę; korekta rozstawu wymaga bowiem uprzedniego sprawdzenia, jak zmienione obciążenia są przenoszone na grunt poprzez fundamenty prefabrykowane[18], przy uwzględnieniu miejscowych warunków geologicznych. Czyli potrzebne były badania, tj. odwiert i analiza geologiczna. Tak powinno być, bo w „bagiennym terenie leśnym" zmiana rozstawu najczęściej wymaga uzupełnienia wymiany gruntu, na którym w wykopie spoczywały – i mają spocząć – przesunięte, istniejące prefabrykowane stopy fundamentowe. Zatem pozostaje przyjąć, że zmiana rozstawu była nikła oraz że nie zaistniała potrzeba zmiany gabarytów fundamentów prefabrykowanych, w szczególności nie zaistniała potrzeba korekty powierzchni podstawy stopy fundamentowej.

Z relacji wykonawcy, szczególnie dotyczącej „dostosowania rozstawu fundamentów do nowego słupa", wynika wspomniany już wcześniej, kluczowy wniosek: porządkując przepisy kodyfikujące usuwanie awarii NLE **w pełni zasadne będzie wprowadzenie wymogu czynnego udziału projektanta w całości prac składających się na doprowadzenie NLE do sprawności, oraz prowadzenia przez niego oraz przez kierownika budowy „dziennika odbudowy poawaryjnej", dostarczonego przez właściciela NLE**.

Pozostałe wnioski umieszczono pod koniec artykułu, bo jeszcze jedno zwraca uwagę. Jak już wspomniano, wykonawca podkreślał, że przedmiotowa awaria, wywołana drzewami przewracającymi się na przewody NLE, miała miejsce w „bagiennym terenie leśnym".

Powtarzające się awarie, takie jak opisana, spowodowały, że jeden z zakładów energetycznych zwrócił się 19 grudnia 1997 r. m.in. do „Energoprojektu Poznań" z sugestią, by zaradzić tej sytuacji. Rozwiązanie, które wówczas zaproponowano, zostało przebadane w Instytucie Energetyki w Morach, a następnie wdrożone do stosowania. Tym rozwiązaniem jest „uchwyt przelotowy wahliwy **wyczepowy**", statycznie podtrzymujący przewód fazowy pod izolatorem zawieszonym na ramieniu słupa. Nadal figuruje w katalogu osprzętu sieciowego firmy PLP Poland (Belos) S.A. (patrz **rysunek 1.**).

Zastosowanie tego uchwytu sprawia, że obciążone drzewem lub zerwane z innych przyczyn przewody wspólnie z uchwytami wyczepiają się spod izolatorów wiszących i opadają na ziemię, chroniąc w ten sposób ramiona i słupy przed połamaniem. Gdyby uchwyty wyczepowe zastosowano na przedmiotowej linii, odpowiednio w tym celu zaprojektowanej, to usuwanie awarii ograniczyłoby się do naprawy przewodów i ponownego ich podwieszenia.

Uchwyty wyczepowe zastosowano wówczas m.in. na istniejącej już wtedy NLE 110 kV relacji Borki – Pokój – Namysłów, na jej odcinku przebiegającym przez zalesione tereny podmokłe, gdzie bardzo często padające drzewa powodowały liczne awarie. Po zamontowaniu, do czasu przebudowy tej linii, uchwyty wyczepowe każdorazowo skutecznie chroniły ramiona i słupy przed połamaniem.

Nasuwa się pytanie: dlaczego nie skorzystano z tego rozwiązania, budując przedmiotową linię? Uchwyty przelotowe wahliwe wyczepowe są dostępne na rynku od roku 1999. Faktem jest, że nie mogą być stosowane bezkrytycznie – wymagają analizy projektowej polegającej na sprawdzeniu możliwości ich zastosowania na każdym poszczególnym słupie. Tym niemniej na terenach względnie płaskich, a obszary podmokłe takie są, przy słupach równomiernie rozstawionych, wyrównanych wysokościowo (chodzi o poziom punktów zawieszenia przewodów) i przy braku skrzyżowań, można je stosować. Z cytatu i fotografii nie wynika, by na odcinku objętym awarią występowały jakiekolwiek skrzyżowania. Zatem interesująca byłaby również odpowiedź na kolejne pytanie: czy obecnie, usuwając awarię, uchwyty wyczepowe zastosowano?

Sprawa uchwytu przelotowego wahliwego wyczepowego wiąże się ściśle z tematyką artykułów[27] i prowadzi czytelnika do poruszonej

[27] „Monitorowanie linii wysokiego napięcia", „elektro.info" nr 9/2021 str. 62–66, „Raz jeszcze o liniach WN w obliczu nowych zagrożeń", „elektro.info" nr 6/2023 str. 50-54.

eprasa.pl f4ba149e99

w tych artykułach kwestii przeobrażeń zarządzania liniami oraz do skutków tego procesu, szczególnie w obszarze projektowania linii WN i NN. Wskutek tych zmian przestały istnieć Biura Studiów i Projektów Energetycznych „Energoprojekt-Kraków"[28] oraz „Energoprojekt-Poznań", pełniące przez ponad 60 lat wiodącą rolę w branży elektroenergetycznej. Ich miejsce, lecz tylko w zakresie projektowania, zajęło chyba już kilkanaście biur, najczęściej związanych z firmami wykonawczymi. Natomiast **nikt** nie przejął wszystkich pozostałych obszarów działalności obu tych biur, realizowanych w skali ogólnokrajowej. **Mowa tu o opracowywaniu, gromadzeniu, przechowywaniu i udostępnianiu zasobu wiedzy technicznej dotyczącej infrastruktury krytycznej, obejmującym również informacje o przyczynach awarii i działaniach projektowych podejmowanych w celu zapobieżenia im w przyszłości, o zapewnianiu ogólnopolskiej płaszczyzny wymiany informacji poprzez publikacje i konferencje branżowe, również szkoleniowe, opracowywaniu rozwiązań typizacyjnych[26] – tak ważnych właśnie w przypadkach awarii, wykonywania prac rozwojowych i studialnych**. Obecne biura projektowe pracują tylko na rzecz firm, w ramach których istnieją, a jeśli realizują niektóre z ww. obszarów działania, to tylko na własną rzecz – nie w skali ogólnokrajowej. Zapewne stąd wynika brak wiedzy lub umiejętności bądź obawa stosowania niestandardowych rozwiązań, takich jak przykładowy uchwyt wyczepowy.

Dopowiedzieć należy, że mecenasem pozaprojektowych działań „Energoprojektów", czyli rozwojowych, szkoleniowych, typizacyjnych, studialnych, oraz prowadzenia zasobu wiedzy technicznej, było właściwe ministerstwo, a właśnie przerwanie finansowania tych działań doprowadziło w końcu do upadku obu biur.

Uwypuklono temat uchwytu przelotowego wahliwego wyczepowego tylko po to, by na jego przykładzie pokazać konsekwencje braku jednostki profesjonalnie kontynuującej działania wymienionych „Energoprojektów" na wskazanych powyżej obszarach.

Konsekwencją w cytowanym przypadku jest to, że zapewne przez brak takiej jednostki projektant linii – tak samo jak kierownik budowy usuwający awarię – nie mieli pojęcia o tym rozwiązaniu, i prawdopodobnie o wielu innych rozwiązaniach i technologiach.

A pozostałe konsekwencje? Niepoliczalne. Wymienić należy choć kilka: odkrywanie na nowo rozwiązań opracowanych już przed laty, poszukiwanie technologii stosowanych już przez poprzednie pokolenia inżynierów, ponowne doświadczanie popełnianych już błędów projektowych czy wykonawczych, tych ostatnich szczególnie. I każde zasługują na odrębny artykuł…

Nieskromnym celem tej wypowiedzi jest zwrócenie uwagi na oba poruszone tematy, by skłonić gremia odpowiedzialne za opisany stan rzeczy do podjęcia odpowiednich działań.

ABSTRACT

Organizational and legal reality of repairing faults in HV and LV overhead power lines

Using online information describing the removal of a power outage on a single-circuit 110 kV overhead power line, selected inconsistencies in the statutory procedure for the removal of power line outages [NLE] and some organizational and technical issues are presented, suggesting corrective actions.

Quotes from substantive excerpts from the aforementioned online information are preceded by the necessary technical description; together, they serve as an introduction to the issues discussed.

Keywords: power lines, outages, outage removal, construction law.

REKLAMA

Nexans
ELECTRIFY THE FUTURE

Specjaliści od technologii
do połączeń elektrycznych SN

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

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

Nexans Power Accessories Poland
Wiejska 18, 47-400 Racibórz

www.nexans.pl/poweraccessories

eprasa.pl f4ba149e99

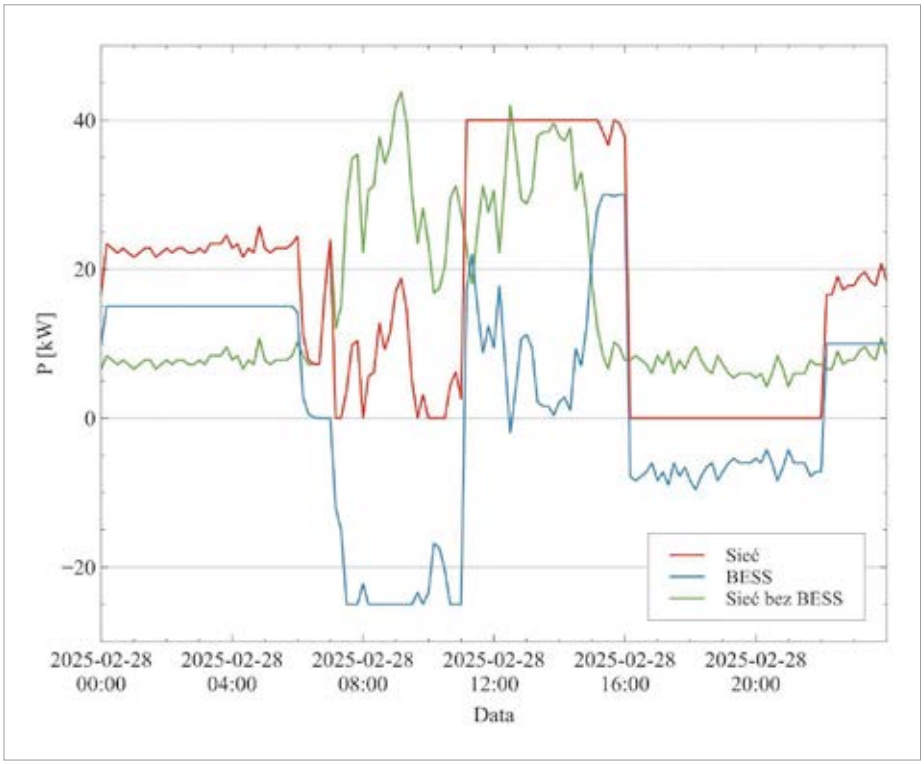
dr inż. Andrzej Książkiewicz – Astat Sp. z o.o.

Redukcja przekroczeń mocy z wykorzystaniem bateryjnego magazynu energii

Bateryjne magazyny energii (BESS) coraz częściej stają się niezbędnym elementem układu elektroenergetycznego w obiektach przemysłowych i biurowych. Jak każdy element takiego układu, ich stosowanie podporządkowane jest uzyskaniu określonych efektów technicznych i ekonomicznych. Jednym z możliwych do uzyskania efektów użytkowania BESS jest ograniczenie zapotrzebowania na moc szczytową, co może wiązać się z redukcją kosztów z tytułu opłat za przekroczenie mocy zamówionej u operatora systemu elektroenergetycznego.

Dobór i eksploatacja BESS w obiekcie odbiorczym wymagają zdefiniowania warunków brzegowych po stronie sieci oraz odbioru. W pierwszej kolejności należy określić moc umowną, sposób naliczania opłat za przekroczenia oraz rozdzielczość czasową danych pomiarowych (np. 15-minutowe okna rozliczeniowe). Równolegle należy zidentyfikować profil obciążenia (moc czynna, współczynnik mocy, zmienność dobową i tygodniową) oraz występowanie obciążeń nieliniowych, które mogą wpływać na jakość napięcia i prądów w punkcie przyłączenia. Z punktu widzenia sterowania BESS kluczowe jest ustalenie priorytetów pracy (peak shaving, autokonsumpcja PV, arbitraż taryfowy) oraz ograniczeń wynikających z infrastruktury: dopuszczalnych prądów, zabezpieczeń, parametrów transformatora, a także możliwości komunikacji z licznikami i systemem BMS/EMS. Dopiero po zdefiniowaniu tych parametrów możliwe jest wiarygodne określenie wymaganej mocy falownika oraz pojemności energetycznej zasobnika dla zakładanego efektu redukcji mocy pobieranej z sieci. Magazyny energii pozwalają również na zwiększenie autokonsumpcji energii elektrycznej z instalacji OZE oraz umożliwiają arbitraż energetyczny w systemach wielotaryfowych i przy cenach dynamicznych. Działania te mogą ograniczać koszty zakupu energii elektrycznej i są uwzględniane w analizie opłacalności inwestycji w BESS.

Jednym z efektów pracy BESS jest ograniczenie mocy szczytowej pobieranej z sieci, co może ograniczać koszty wynikające z opłat za przekroczenia mocy umownej (zamówionej).

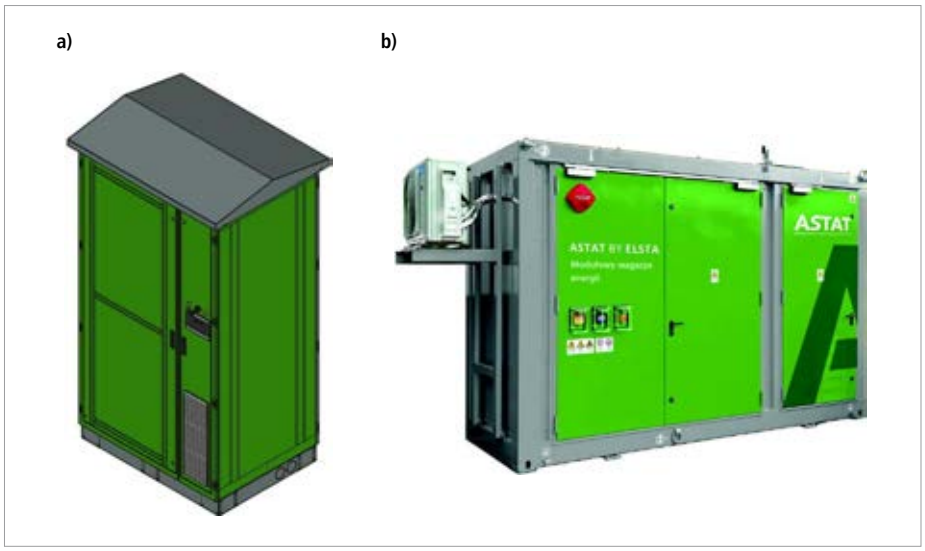


Rys. 1. Wykres poboru i generacji mocy dla wybranego dnia roku: Sieć – moc pobierana z sieci przy pracy z BESS, BESS – moc wymieniana przez magazyn energii, Sieć bez BESS – moc, która byłaby pobrana z sieci, gdyby nie pracował magazyn energii

Opłatę za przekroczenie mocy umownej oblicza się jako iloczyn stawki oraz sumy przekroczeń wyznaczonych w wybranych przedziałach pomiarowych. Przekroczenia wyznacza się w 15-minutowych przedziałach pomiarowych. Do obliczeń przyjmuje się maksymalnie 10 przedziałów, dla których wartości przekroczeń są największe.

Wpływ pracy BESS na redukcję mocy szczytowej pobieranej z sieci przedstawiono na **rysunku 1**. Przedstawiono na nim też dobowy przebieg mocy czynnej dla obiektu wyposażonego w bateryjny magazyn energii. Profil obejmuje trzy przebiegi: moc pobierana z sieci przy pracy BESS („Sieć"), moc hipotetyczna bez pracy BESS („Sieć bez BESS") oraz moc wymieniana przez BESS. Magazyn energii wykazywał większą aktywność w ciągu dnia, realizując proces ładowania w godzinach porannych oraz intensywne rozładowanie w godzinach popołudniowych.

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 2. Przykładowy wygląd magazynów energii do stosowania w obiektach przemysłowych i nieprzemysłowych: **a)** przykład jednostki 50 kW/100 kWh; **b)** przykład jednostki ≥ 1 MW

Analizowany przebieg wskazuje, że system BESS reagował na zmiany zapotrzebowania, skutecznie ograniczając krótkotrwałe wzrosty mocy pobieranej z sieci. Maksymalna moc pobierana z sieci zmniejszyła się z 43,8 kW do 40,0 kW, co oznacza redukcję zapotrzebowania szczytowego o 8,7%. Około godziny 12:00 BESS rozpoczął rozładowanie w celu utrzymania zadanej wartości mocy pobieranej z sieci. Nastąpiło to mimo priorytetu ładowania wynikającego z pracy instalacji PV.

W praktyce stosuje się m.in. dwa typy wykonania BESS, zależnie od przeznaczenia oraz wymaganej mocy i energii. Wykonanie zewnętrzne, kompaktowe **(rys. 2a)** przeznaczone jest dla mniejszych magazynów energii o mocach rzędu 50–500 kW oraz energiach rzędu 100–1000 kWh dla największych tego typu jednostek. Mogą one znaleźć zastosowanie w obiektach przemysłowych, zakładach produkcyjnych oraz innych obiektach o mocy szczytowej (lub mocy umownej) rzędu do 500 kW.

Konstrukcje kontenerowe **(rys. 2b)** przeznaczone są dla większych odbiorców, zakładów energetycznych oraz inwestorów planujących świadczenie usług na rzecz operatora systemu dystrybucyjnego (OSD). Rozwiązania te charakteryzują się mocą rzędu 1 MW oraz energią rzędu 2 MWh. Zwiększenie mocy realizuje się przez zastosowanie kontenerów o większej kubaturze lub przez pracę równoległą wielu kontenerów w ramach jednego systemu.

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

REKLAMA

Akredytowane **Laboratorium**
Badawczo-Wzorcujące

Wzorcuj w Sonelu
Zobacz, jakie to proste

Wzorcowanie przyrządów **wszystkich** producentów
Czas realizacji do **5** dni roboczych
Darmowy odbiór kurierem
Prosty formularz zlecenia i wygodny panel zarządzania zleceniem
Akredytacja Polskiego Centrum Akredytacji
Program Regularnych Wzorcowań - przedłużenie gwarancji do 5 lat i inne benefity
Usługi dodatkowe i regularne akcje **promocyjne**

+48 74 884 10 53 bok@sonel.pl www.sonel.pl

Sonel®

Mierzymy globalnie

eprasa.pl f4ba149e99

Elektrometal Energetyka SA

Rodzina sterowników polowych e²TANGO się rozwija!

Przechodzimy na nowszy model zabezpieczeń nN i SN – e²TANGO-250 i e²TANGO-450

Otwierając się na potrzeby naszych klientów, wprowadziliśmy nową generację zabezpieczeń e²TANGO, która daje jeszcze więcej możliwości oraz zapewnia jeszcze wyższy poziom bezpieczeństwa.

Jeśli szukasz niezawodnej ochrony dla pól rozdzielczych średnich napięć, postaw na sprawdzone rozwiązania firmy Elektrometal Energetyka SA – wybierz nowoczesne sterowniki zabezpieczeniowe e²TANGO, które łączą funkcje zabezpieczeniowe, pomiarowe, sterownicze i rejestracyjne w jednym kompleksowym urządzeniu.

Od lat wspieramy inwestorów, instalatorów i projektantów w skutecznej ochronie infrastruktury elektroenergetycznej. Wsłuchując się w potrzeby rynku, rozbudowaliśmy i unowocześniliśmy nasze bestsellery – e²TANGO-200 i e²TANGO-400. Efektem tego są ich nowe wersje: e²TANGO-250 i e²TANGO-450 – jeszcze lepiej dopasowane do wyzwań nowoczesnej energetyki.

Dlaczego warto postawić na e²TANGO-250 i e²TANGO-450?

1. Nowe możliwości pomiarowe – większa precyzja, szersze zastosowanie

W urządzeniach **e²TANGO-250 i e²TANGO-450** zastosowaliśmy nowoczesne układy pomiarowe kompatybilne z cewkami Rogowskiego – dostępne aż w trzech wariantach:

- **TRC1**: 3 ÷ 3000 mV,
- **TRC2**: 9 ÷ 9000 mV,
- **TRC3**: 30 ÷ 30000 mV.

To elastyczność, która jest ważna przy współpracy z przekładnikami prądowymi o małej mocy (LPIT). W przypadku e²TANGO-450 idziemy o krok dalej – urządzenie obsługuje również pomiary z sensorów napięciowych w dwóch wariantach:

- TZ1: 200 kΩ, 300 pF,
- TZ2: 2 MΩ, 50 pF.

Takie rozwiązania sprawiają, że nowe e²TANGO bez problemu odnajdują się w środowisku z przekładnikami napięciowymi LPVT.

2. Wirtualne przekładnie – dzięki nim jest prościej, szybciej, bardziej intuicyjne

Konfiguracja zabezpieczeń jeszcze nigdy nie była tak prosta. Nowy interfejs pozwala na ustawienie **wirtualnych przekładni** prądowych i napięciowych, co oznacza:

- wygodne i szybkie wprowadzanie nastaw zabezpieczeń ziemnozwarciowych,
- jednolity sposób przesyłania pomiarów w protokołach typu **IEC 103**,
- ułatwione wprowadzanie wartości do komparatorów analogowych.

To ogromne ułatwienie dla projektantów, eksploatatorów i integratorów systemów.

3. Komfort instalacji i użytkowania – zaprojektowane dla wygody

- Nowe e²TANGO to nie tylko inteligencja, ale też praktyczne podejście do montażu i eksploatacji:
- karty wejść/wyjść umieszczone z tyłu – łatwiejszy montaż i dostęp,

eprasa.pl f4ba149e99

- brak złącz bocznych – pełna wygoda przy montażu tablicowym,
- uniwersalne zastosowanie – sprawdzą się zarówno w rozdzielnicach SN, jak i nn,
- poprawiona dokładność pomiarowa,
- jedno przełączalne wejście pomiarowe I_0 (1,25 A/10 A) – w miejsce dwóch osobnych w poprzednich modelach.

4. Modułowa budowa – swoboda rozbudowy

Wprowadziliśmy możliwość rozwijania systemu dzięki modułowej konstrukcji, która pozwala na:

- samodzielną wymianę i modernizację modułów,
- łatwe dokładanie kolejnych funkcji bez ingerencji w istniejącą instalację.

5. Inteligentne zarządzanie energią – funkcja „strażnika mocy" w e²TANGO-450

Model e²TANGO-450 wyposażony został w zaawansowaną funkcję zarządzania mocą, która:

- wspiera monitoring poboru energii,
- pozwala na realne oszczędności,
- pomaga utrzymać instalację w zgodzie z wymaganiami energetycznymi.

6. Rozszerzona funkcjonalność SPZW w e²TANGO-450

W wersji e²TANGO-450 funkcjonalność SPZW została rozszerzona o możliwość aktywacji blokady działania na podstawie zadanej liczby cykli rozruchowych lub po upływie określonego czasu. Dodatkowo zaimplementowano opcję konfiguracji współpracy z alternatywnym wyłącznikiem, którego sygnał sterujący jest uwzględniany przez układy automatyki.

7. Krótszy czas realizacji

Czas realizacji zamówień na e²TANGO-250 i e²TANGO-450 został **zoptymalizowany**, aby efekt wdrożenia urządzenia do instalacji był jak najkrótszy.

Rys. 1. Rozszerzona funkcjonalność SPZW w e²TANGO-450

Rys. 2. Definiowanie alternatywnego wyłącznika do współpracy z SPZW

8. Wsparcie dla modeli wycofywanych

Choć zakończyliśmy rozwój nowych funkcji dla modeli e²TANGO-200 i e²TANGO-400, zapewniamy pełne zaplecze serwisowe, programistyczne i konstruktorskie, dzięki czemu zakupione urządzenia nadal będą działać niezawodnie.

Sterowniki e²TANGO-250 i e²TANGO-450 to odpowiedź na potrzeby współczesnych instalacji – bardziej zaawansowane, bardziej intuicyjne, gotowe na wyzwania dzisiejszej energetyki.

Z możliwościami e²TANGO-250 i e²TANGO-450 można zapoznać się m.in. w kartach katalogowych na naszej stronie www: elektrometal-energetyka.pl

Zapraszamy do kontaktu z nami – jesteśmy do Państwa dyspozycji. Doradzimy, jak najlepiej wykorzystać nowe funkcjonalności w kolejnych projektach!

Elektrometal Energetyka SA
Pomysły z energią

ELEKTROMETAL ENERGETYKA SA
02-234 Warszawa
ul. Działkowa 67
tel. 22 350 75 50
faks 22 350 75 51
www.elektrometal-energetyka.pl

eprasa.pl f4ba149e99

GEWISS

ReStart – ciągłość zasilania i bezpieczeństwo na pierwszym miejscu

GEWISS prezentuje urządzenia z rodziny ReStart, które zapewniają bezpieczeństwo oraz nieprzerwaną efektywność pracy instalacji w zastosowaniach przemysłowych, komercyjnych i mieszkaniowych.

Z myślą o zapewnieniu ciągłości zasilania oraz maksymalnego poziomu bezpieczeństwa powstała rodzina **ReStart GEWISS** – gama zaawansowanych urządzeń do automatycznego zdalnego załączenia wyłącznika różnicowoprądowego, odpowiednich do każdego typu instalacji: komercyjnych, mieszkaniowych, a przede wszystkim przemysłowych.

W przemyśle procesy produkcyjne są bowiem często w wysokim stopniu zautomatyzowane i zależne od ciągłości zasilania. Przerwy w dostawie energii – nawet krótkie, wynikające z ręcznego testowania wyłącznika różnicowoprądowego za pomocą przycisku testowego – mogą powodować straty produkcyjne i kosztowne przestoje.

W takich środowiskach urządzenia ReStart z funkcją automatycznego zdalnego załączenia stanowią gwarancję zwiększonego bezpieczeństwa, ponieważ zapobiegają niebezpiecznym sytuacjom, szybko identyfikując uszkodzenia w instalacji elektrycznej i przywracając zasilanie wyłącznie w warunkach pełnego bezpieczeństwa, w przypadku zadziałania przypadkowego.

Urządzenia te pozwalają również na obniżenie kosztów utrzymania, ponieważ automatyczne usuwanie przypadkowych przerw w zasilaniu oraz automatyczna weryfikacja wyłącznika znacznie ograniczają potrzebę ręcznych interwencji technicznych.

Fot. 1. ReStart Autotest Pro 2P

Rozwiązanie dla każdego obszaru zastosowań

Dzięki urządzeniom ReStart koncepcja efektywności i bezpieczeństwa opracowana przez GEWISS przybiera potrójną formę: dla instalacji przemysłowych i komercyjnych rodzina obejmuje rozwiązania ReStart Autotest PRO – zapewniające system zawsze sprawny i bezpieczny, bez konieczności interwencji technicznej – oraz ReStart PRO, oferujący ciągłe monitorowanie instalacji i szybkie przywracanie zasilania w przypadku przerwy przypadkowej, niespowodowanej uszkodzeniem w obwodzie odbiorczym.

W zastosowaniach mieszkaniowych urządzenia ReStart gwarantują szybkie przywrócenie zasilania po wcześniejszym sprawdzeniu, czy w instalacji nie występują usterki. Niezawodność i ciągłość działania są zapewnione także w instalacjach zlokalizowanych w miejscach oddalonych, bez konieczności kosztownych interwencji technicznych – w przypadku fałszywych alarmów lub chwilowych zaników napięcia.

Fot. 2. ReStart Autotest Pro 4P

Unikalne korzyści ze stosowania ReStart Autotest PRO

ReStart Autotest PRO to jedyne urządzenie dostępne na rynku, które umożliwia okresowe testowanie wyłącznika różnicowoprądowego bez odłączania zasilania instalacji. Funkcja ta

eprasa.pl f4ba149e99

Fot. 3. ReStart

jest możliwa dzięki specjalnym stykom obejściowym opatentowanym przez GEWISS.

Co 28 dni ReStart Autotest PRO wykonuje automatyczny test różnicowoprądowy, zapewniając maksymalne bezpieczeństwo użytkownikom oraz pełną sprawność urządzenia zabezpieczającego.

Dla zapewnienia najwyższego poziomu bezpieczeństwa w każdej aplikacji, ReStart Autotest PRO jest dostępny w wersjach 2P i 4P dla systemów jednofazowych i trójfazowych, z różnymi czułościami na prądy uszkodzeniowe – od najczęściej stosowanych (typ A) po najbardziej zaawansowane (typ B).

Wyjątkowe zalety ReStart PRO

Dzięki wydłużonemu monitorowaniu stanu instalacji ReStart PRO automatycznie ponownie załącza wyłącznik, nawet po dłuższym czasie, zapewniając maksymalne bezpieczeństwo i ciągłość zasilania.

Wersja do instalacji jednofazowych zajmuje tylko jeden moduł DIN, co umożliwia szerokie możliwości montażowe – także w istniejących rozdzielnicach – przy minimalnym wpływie na ich konfigurację.

Dla maksymalnej wszechstronności zastosowań ReStart PRO jest dostępny zarówno dla systemów jednofazowych, jak i trójfazowych oraz do współpracy z wyłącznikami różnicowoprądowymi lub różnicowonadprądowymi o różnych typach czułości na prądy różnicowe (AC, A, F i B).

Kluczowe zalety ReStart

ReStart zapewnia bezpieczeństwo i ciągłość zasilania w przypadku nieoczekiwanego zadziałania wyłącznika, ponieważ przed ponownym załączeniem sprawdza, czy w instalacji nie występują uszkodzenia.

W domowej rozdzielnicy ReStart zajmuje tylko o jeden moduł DIN więcej niż standardowy wyłącznik różnicowoprądowy bez funkcji automatycznego załączenia, co minimalizuje wpływ na instalację – szczególnie w już istniejących systemach.

ReStart działa także wyjątkowo szybko: wszystkie wersje zapewniają kontrolę instalacji i ponowne załączenie wyłącznika w zaledwie dziesięć sekund.

Teraz firma GEWISS oferuje **5-letnią gwarancję na aparaturę modułową w projektach!***

*Skontaktuj się z dystrybutorem lub opiekunem handlowym, aby poznać szczegóły warunków gwarancji.

GEWISS

GEWISS Polska Sp. z o.o.
00-867 Warszawa, ul. Chłodna 51
tel. 22 299 44 42
gewiss-pl@gewiss.com
www.gewiss.com

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

DWULETNIA
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 425,00 zł

Prenumerata PDF

ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 225,00 zł

DWULETNIA
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 382,00 zł

Prenumerata papierowa + PDF

ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 362,00 zł

DWULETNIA
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 616,00 zł

FORMULARZ ZAMÓWIENIA

Zamawiam:

- **Prenumeratę papierową:**
  - ☐ **edukacyjną** – 145 zł ☐ **półroczną** – 145 zł
  - ☐ **roczną** – 250 zł ☐ **dwuletnią** – 425 zł od numeru ☐
- **Prenumeratę PDF:**
  - ☐ **roczną** – 225 zł ☐ **dwuletnią** – 382 zł od numeru ☐
- **Prenumeratę papierową + PDF:**
  - ☐ **roczną** – 362 zł ☐ **dwuletnią** – 616 zł od numeru ☐

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy Miejscowość

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP Telefon kontaktowy

e-mail:

Wysyłka będzie realizowana po dokonaniu wpłaty na konto:
Volkswagen 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. Karczewska 18, tel. +48 22 810-21-24, wydawca elektro.info.
Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupa 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: .....

eprasa.pl f4ba149e99

Agnieszka Roszkowska

Obowiązują nowe przepisy Prawa budowlanego dotyczące magazynów energii

Od 7 stycznia 2026 roku w Polsce obowiązują nowe przepisy Prawa budowlanego, które po raz pierwszy wprost regulują zasady realizacji inwestycji w magazyny energii elektrycznej. Zmiany wynikają z nowelizacji ustawy i mają na celu uporządkowanie procedur administracyjnych związanych z tego typu instalacjami.

W dniu 18 grudnia 2025 roku Prezydent RP Karol Nawrocki podpisał nowelizację Prawa budowlanego, która zmienia również reguły dotyczące inwestycji w odnawialne źródła energii. Choć celem ustawy jest deregulacja i uproszczenie procedur, w przypadku magazynów energii nowe przepisy rodzą wiele wątpliwości co do przyszłości tego rynku. Podpisana przez prezydenta Ustawa z dnia 4 grudnia 2025 roku o zmianie ustawy Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw rozszerza katalog robót budowlanych niewymagających pozwolenia na budowę ani zgłoszenia. Do tej pory obejmował on m.in. instalacje fotowoltaiczne, pompy ciepła czy wolnostojące kolektory słoneczne. Po nowelizacji do katalogu tego włączono również magazyny energii elektrycznej, które po raz pierwszy otrzymały definicję w Prawie budowlanym.

Co się zmieniło dla magazynów energii?

Nowelizacja wprowadza prawną definicję magazynu energii. Nowa definicja porządkuje dotychczasowe wątpliwości interpretacyjne, z którymi mierzyli się inwestorzy, projektanci oraz organy administracji.

Jednocześnie ustawodawca wprowadził **progi pojemnościowe**, różnicując wymagania formalne w zależności od wielkości instalacji i miejsca jej montażu. Poniżej opisujemy te wymagania.

Magazyny energii w budynkach i instalacjach technicznych:

- do 30 kWh – brak obowiązku zgłoszenia i pozwolenia na budowę,
- 30–300 kWh – wymagane zgłoszenie budowy, dokumentacja techniczna, uzgodnienia przeciwpożarowe oraz projekt wykonany przez osobę z uprawnieniami,
- powyżej 300 kWh – konieczność uzyskania pozwolenia na budowę.

Magazyny energii wolnostojące (poza budynkami):

- do 30 kWh – brak obowiązków formalnych,
- 30–300 kWh – zgłoszenie budowy, projekt zagospodarowania terenu oraz uzgodnienia przeciwpożarowe,
- 300–2000 kWh – dodatkowo obowiązek zawiadomienia Państwowej Straży Pożarnej o zakończeniu budowy, wraz z planem magazynu,
- powyżej 2000 kWh – wymagane pozwolenie na budowę.

To zróżnicowanie obowiązków formalnych w zależności od wielkości instalacji i miejsca jej montażu stało się najbardziej kontrowersyjnym elementem nowelizacji – bo czy magazyn o pojemności 30 kWh to rzeczywiście duży magazyn energii? Dla wielu właścicieli domów jednorodzinnych 30 kWh w zupełności wystarczy, obecnie w instalacjach przydomowych zazwyczaj montowane są magazyny o pojemności 10–20 kWh. Ale jeszcze kilka lat temu za duży uznawano magazyn 10 kWh. Problem w tym, że rynek magazynów energii dynamicznie się zmienia: ceny magazynów energii spadają, a wraz z tym zwiększa się liczba inwestorów, którzy rozważają magazyn o pojemności powyżej 30 kWh – dotyczy to nie tylko gospodarstw domowych, ale przede wszystkim małych firm, gdzie już teraz instalacje powyżej 30 kWh są powszechną praktyką. Krytycy nowych przepisów obawiają się, że wprowadzenie dodatkowych wymagań formalnych wobec magazynów o niewiele większej pojemności może skutkować dwoma zjawiskami: rezygnacją z inwestycji albo – co gorsza – przechodzeniem do szarej strefy i deklarowaniem magazynów „do 30 kWh", bo różnicę trudno będzie realnie zweryfikować. Chodzi więc o to, że prawo niby nadąża za rynkiem, ale zbyt wolno: zapisy, które dziś są wystarczające, jutro mogą okazać się barierą w rozwoju energetyki odnawialnej.

Magazyn energii przy domu jednorodzinnym fot. Proton

W tej sprawie wypowiedziało się m.in. Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii (PSME), które aktywnie uczestniczyło w pracach nad nowelizacją na każdym etapie procesu legislacyjnego. PSME pozytywnie ocenia fakt uregulowania magazynów energii w Prawie budowlanym i traktuje podpisanie ustawy jako ważny sukces branży. Jednocześnie podkreśla, że prawo musi nadążać za rynkiem, który rozwija się szybciej niż proces legislacyjny. PSME będzie więc monitorować praktyczne skutki nowych regulacji i pozostaje gotowe do dalszego dialogu z administracją w celu wypracowania rozwiązań, które realnie wesprą rozwój magazynowania energii w Polsce – jako jednego z kluczowych filarów bezpieczeństwa energetycznego i transformacji systemu elektroenergetycznego.

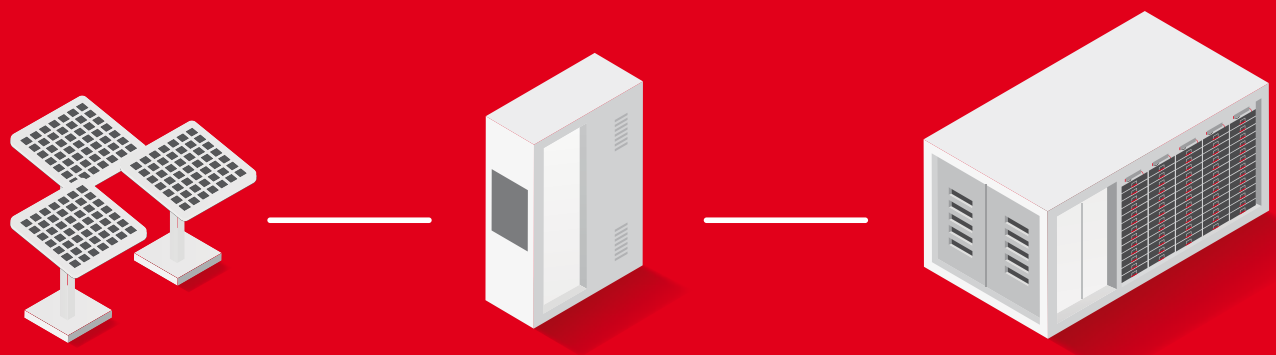
eprasa.pl f4ba149e99

SIBA

FUSE TECHNOLOGY

CURRENTLY THE STRONGEST.

NEW SIBA ULTRA rapid® 260 kA fuse for highest DC network performance (PV, EES, battery systems)



Solar panels — Battery Inverter — Energy Storage

SIBA Polska Sp. z o.o. | ul. Warszawska 300 D, 05-082 Stare Babice
tel. 22 832 14 77 | e-mail: siba@siba-bezpieczniki.pl | www.siba-bezpieczniki.pl

eprasa.pl f4ba149e99

Jakub Respondek – ASPP

Nanotechnologie stosowane do wczesnej ochrony przeciwpożarowej w budynkach i instalacjach elektrycznych

Współczesne budynki, instalacje elektryczne oraz instalowana nowoczesna infrastruktura jak np. fotowoltaika, inteligentne domy, monitoring itd. stają się coraz bardziej złożonymi systemami generującymi oraz przesyłającymi energię i informację. Wzrost mocy, gęstości instalacji oraz nasycenia obiektów urządzeniami elektronicznymi niesie ze sobą rosnące ryzyko pożaru – szczególnie na poziomie połączeń, złączek, zasilaczy, rozdzielni i przestrzeni niskonapięciowych, gdzie lokalne przegrzanie lub nawet łuk elektryczny może doprowadzić do szybkiej eskalacji zagrożenia.

Tradycyjne systemy zabezpieczeń, takie jak czujniki dymu, czujniki temperatury, systemy tryskaczowe czy gaśnicze instalacje gazowe, reagują dopiero po rozwinięciu ognia i wymagają zasilania, detekcji, sterowania oraz odpowiedniej infrastruktury. Tymczasem nowoczesne wymagania rynku i polityka bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej wskazują na potrzebę technologii, które będą:

- autonomiczne,
- działające w miejscu powstania pożaru,
- natychmiastowe,
- niezależne od energii,
- bezobsługowe,
- kompatybilne z urządzeniami i instalacjami elektrycznymi.

Odpowiedzią na tę potrzebę są nowoczesne kompozyty nanotechnologiczne zawarte w systemach ASPP (Autonomiczny System Prewencji Pożarowej), których działanie oparte jest na mikrokapsułkach wypełnionych środkiem gaśniczym FK-5-1-12, aktywowanych termicznie.

Według materiałów technicznych, mikrostruktury te reagują przy temperaturze ≥ 120°C, uwalniając gaz gaśniczy, który w ułamku sekundy neutralizuje ognisko zapłonu u źródła (np. przegrzane złącza, przeciążone gniazdo, zwarcie w rozdzielni).

Technologia mikrokapsułek – fundament prewencji pożarowej ASPP

Nanokompozyt z mikrokapsułkami FK-5-1-12

Wszystkie produkty ASPP – Sticker, Rope, MC4 Connector Box – wykorzystują identyczną zasadę działania:

1. w kompozycie znajdują się mikrokapsułki z polimerowym płaszczem,
2. kapsułki zawierają środek gaśniczy FK-5-1-12, znany z systemów gazowych,
3. po przekroczeniu progu aktywacji 120°C płaszcze kapsułek pękają,
4. środek gaśniczy uwalnia się bezciśnieniowo, w 100% lokalnie,
5. gaz natychmiast przerywa reakcję spalania i chłodzi punkt termiczny.

Jak podają dokumenty techniczne, środek FK-5-1-12 jest zgodny z PN-EN 15004-2:2020, posiada atesty UL i jest bezpieczny dla urządzeń elektrycznych, środowiska oraz ludzi. Produkty posiadają niezbędne deklaracje zgodności.

Kluczowa przewaga nanotechnologii ASPP polega na tym, że system jest całkowicie autonomiczny, pasywny, niewymagający detekcji, okablowania, zasilania ani serwisowania. Dzięki temu działa nawet tam, gdzie nie jest możliwe zastosowanie tradycyjnych instalacji przeciwpożarowych.

System	Moment działania	Wymaga zasilania?	Reaguje u źródła?	Przeznaczenie
Czujniki dymu	po wykryciu dymu	tak	nie	całe pomieszczenia
Gaśnice/tryskacze	po rozwoju ognia	nie	po eskalacji	pomieszczenia
Systemy gazowe (np. FK-5-1-12)	po detekcji systemowej	tak	częściowo	serwerownie, obiekty krytyczne
ASPP	natychmiast, lokalnie (≥ 120°C)	nie	tak – w miejscu powstania pożaru	instalacje elektryczne, PV, urządzenia

Tab. 1. Porównanie ASPP z tradycyjnymi systemami przeciwpożarowymi

Zagrożenia w instalacjach elektrycznych i PV – dlaczego ochrona u źródła jest kluczowa?

Zgodnie z materiałami technicznymi ASPP, największe ryzyko pożarowe w instalacjach elektrycznych wynika z:

- zwiększonej rezystancji styku,
- mikrołuków i łuków elektrycznych,
- przeciążeń prądowych,
- niewłaściwego montażu,
- utleniania powierzchni przewodzących,
- zanieczyszczeń i wilgoci,
- gwałtownych zmian temperatury zewnętrznej,
- uszkodzeń mechanicznych.

Dotyczy to szczególnie wszelkich rodzajów połączeń oraz urządzeń i zasilaczy.

W tradycyjnych rozwiązaniach system reaguje dopiero wtedy, gdy dym dotrze do czujnika lub ogień rozwinie się w przestrzeni. ASPP przeciwdziała temu, aktywując się dokładnie tam, gdzie powstaje problem – w obudowie złączki, w rozdzielni, gnieździe czy kanale kablowym.

eprasa.pl f4ba149e99

www.aspp-tech.eu

ASPP®

KAŻDA INSTALACJA ELEKTRYCZNA ZASŁUGUJE NA OCHRONĘ.

Autonomiczny System Prewencji Pożarowej to rodzina produktów tworzących zabezpieczenia fotowoltaiki. ASPP wykorzystuje obudowy, sznury i naklejki z mikrokapsułkami czynnika gaśniczego, które aktywują się przy wysokiej temperaturze i tłumią źródło zapłonu.

JAK TO DZIAŁA?

- ✓ W momencie wzrostu temperatury aktywowane są mikrokapsułki z certyfikowanym czynnikiem gaśniczym co powoduje autonomiczne tłumienie źródła ognia.
- ✓ Zwiększa to bezpieczeństwo instalacji PV bez ingerencji w jej główne komponenty.
- ✓ Możliwość montażu na nowych i istniejących obiektach.
- ✓ **PRODUKT POLSKI.**

CO OFERUJEMY?

ASPP® STICKER

ASPP STICKER to elastyczna, polimerowa struktra kompozytowa zawierająca kapsułki ze środkiem gaśniczym, na samoprzylepnym nośniku.

ASPP STICKER chroni małe urządzenia elektryczne o kubaturze netto od 0,2 do 65 l. Instalacja polega na wklejeniu produktu poziomo, w górnej części obiektu chronionego. Po osiągnięciu temperatury aktywacji, produkt uwalnia środek gaśniczy, likwidując ognisko pożaru.

Zastosowanie

- Instalacje elektryczne w budynkach i budowlach
- Urządzenia elektryczne i sprzęt gospodarstwa domowego
- Przemysłowe urządzenia elektryczne

Maksymalna stosowana objętość	Gniazdko el.	7L	20L	30L	50L	65L	80L	100L	200L	300L	500L	750L	1000L	2000L
13x25 mm	■													
100 x 25 mm	■	■												
100x40 mm	■	■	■											
100x100mm	■	■	■	■										
150x100mm	■	■	■	■	■									
200x100	■	■	■	■	■	■								

Produkt posiada rekomendację Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa

+48 664 672 292
ul. Żwirki i Wigury 15
38-400 Krosno
biuro@aspp-tech.eu

Rodzaje urządzeń ASPP i ich zastosowanie

» ASPP Sticker – ochrona małych przestrzeni (0,2–65 litrów)
» ASPP Sticker to cienka, elastyczna płytka kompozytowa z mikrokapsułkami FK-5-1-12.

Zastosowanie:
» rozdzielnice niskiego napięcia,
» skrzynki sterownicze,
» gniazda elektryczne,
» urządzenia RTV/AGD,
» zasilacze, ładowarki, UPS,
» kanały kablowe,
» szafy teleinformatyczne.

Sticker chroni objętości od 0,2 l do 65 l, co potwierdza wykres zastosowań z katalogu ASPP.

» ASPP Rope – ochrona średnich i dużych przestrzeni (65–2000 litrów)
» ASPP Rope to elastyczna lina kompozytowa, również zawierająca mikrokapsułki oraz utleniacz inicjujący.

Zastosowanie:
» szafy elektryczne, rozdzielnie, serwerownie,
» kanały kablowe,
» zamknięte komory silnikowe, akumulatorowe,
» urządzenia dystrybucyjne,
» automatyka przemysłowa i kolejowa.

W zależności od długości (2,3–18,1 m), Rope chroni przestrzeń od 65 do 2000 dm^3.

ASPP MC4 Connector Box – ochrona połączeń fotowoltaicznych

Connector Box to obudowa przeznaczona dla złączek MC4 (seria B i C), zawierająca warstwę kompozytu aktywnego oraz osłonę termiczną.

Właściwości:
» aktywacja: ≥ 120°C,
» 5 lat aktywnej ochrony,
» 20 lat pasywnej ochrony termicznej,
» odporność na promieniowanie UV,
» materiał zgodny z UL 94 V-0,
» zgodność z PN-EN 60529:2003 i PN-EN 15004-2:2020.

Dodatkową funkcją obudowy jest ochrona przed:
» śniegiem, lodem,
» wodą i wilgocią,
» promieniowaniem UV,
» uszkodzeniami mechanicznymi,
» dotykiem użytkownika.

Kluczowe przewagi ASPP:
» brak przewodów, detektorów, dysz, zbiorników, sterowników,
» brak ciśnienia i ryzyka wycieku,
» odporność na wilgoć i temperatury od –40 do 65°C,
» natychmiastowa reakcja w punkcie inicjacji,
» szeroka kompatybilność z urządzeniami elektrycznymi.

Nanotechnologia w praktyce – dlaczego mikrokapsułki są tak skuteczne?

1. Precyzja zadziałania

Mikrokapsułki pękają dokładnie tam, gdzie temperatura przekroczy 120°C. W przeciwieństwie do systemów punktowych, kapsułki są rozmieszczone równomiernie w obudowie lub taśmie – gwarantując reakcję bez „martwych stref".

2. Bezpieczeństwo urządzeń elektrycznych

Środek FK-5-1-12:
» nie przewodzi prądu,
» nie pozostawia osadów,
» nie uszkadza elektroniki,
» ma zerowy potencjał niszczenia warstwy ozonowej.

Dlatego ASPP może być stosowany nawet w delikatnej elektronice przemysłowej.

3. Ekologiczność i długowieczność

Zgodnie z dokumentacją:
» aktywna ochrona: 5 lat,
» pasywna ochrona (obudowy): 20 lat,
» przechowywanie: od –40°C do 85°C – nawet przy dużej wilgotności.

Znaczenie ASPP w przyszłościowej infrastrukturze energetycznej

Dlaczego takie rozwiązanie jest coraz bardziej potrzebne w nowoczesnych budynkach?

» Rosnąca liczba instalacji: prąd, PV, elektronika, IoT

Dzisiejsze budynki – zarówno mieszkalne, jak i komercyjne/przemysłowe – często zawierają wiele niezależnych instalacji, jak np.: elektryczne, fotowoltaiczne, automatyki domowej lub budynkowej, systemy monitoringu, urządzenia typu IoT, serwerownie, urządzenia zasilane elektrycznie itp.

W takich „zagęszczonych" środowiskach elektroniczno-elektrycznych znacznie wzrasta ryzyko zwarć, przegrzewania się przewodów, niepoprawnych połączeń, przeciążeń – czyli potencjalnych źródeł zapłonu. Tradycyjne systemy wykrywania pożaru (np. czujki dymu) mogą reagować z opóźnieniem, bo do zapalenia może dojść np. w rozdzielnicy czy przy przewodach ukrytych w ścianach.

Dlatego właśnie takie rozwiązania jak ASPP, które są montowane bezpośrednio w newralgicznych punktach (np. obudowy przewodów, skrzynki rozdzielcze, panele PV), są coraz bardziej zasadne.

» Trend – integracja systemów ochrony z automatyką budynkową/IoT

ASPP – choć sama niekoniecznie musi być „smart-systemem IoT" – może znakomicie współgrać z tą filozofią ochrony, bo zabezpiecza punkty krytyczne tam, gdzie czujniki czy automatyka mogą nie wystarczyć.

ASPP to przyszłościowe podejście do ochrony – nie tylko gaszenie, ale prewencja

Tradycyjne systemy przeciwpożarowe (czujki, tryskacze, gaśnice) to często reaktywne metody – reagują, kiedy ogień już się rozwinął. ASPP działa o krok wcześniej – jest systemem prewencyjnym i lokalnym: mikrokapsułki reagują w punkcie zapłonu (np. rozdzielnica, panel PV) i gaszą ogień, zanim się rozprzestrzeni. Dzięki temu możliwe jest zmniejszenie ryzyka, że awaria instalacji (przepięcie, zwarcie, przegrzanie) przerodzi się w większy pożar – co ma ogromne znaczenie w budynkach nowoczesnych, z wieloma urządzeniami, kablami, panelami PV, automatyką, IoT.

W sytuacji, gdy budynek ma wiele krytycznych instalacji (fotowoltaika, serwerownie, automatyka, rozbudowana elektryka), zabezpieczenie punktów newralgicznych może dać realną przewagę – w postaci szybszej reakcji, mniejszych strat, ochrony mienia i zmniejszenia ryzyka dla ludzi.

Wiele rozwiązań ASPP można montować nawet do istniejących instalacji, bez konieczności gruntownych przeróbek. To ważne w budynkach modernizowanych – tam, gdzie standardowe systemy ppoż. (tryskacze, instalacje wodne, oddzielne korytarze przeciwpożarowe) nie zawsze są stosowne lub łatwe do wdrożenia. Dzięki temu ASPP może być elementem systemu „hybrydowego": łączyć tradycyjne zabezpieczenia (detektory, tryskacze, ewakuacja) z nowoczesną prewencją punktową.

W kontekście przyszłości oznacza to rosnącą rolę automatyki i IoT i większe zapotrzebowanie na złożone systemy. Według aktualnych trendów, przyszłe systemy ochrony przeciwpożarowej to nie tylko alarmy i tryskacze – to złożone sieci: czujniki, automatyka, inteligentne systemy budynkowe, integracja z za-

eprasa.pl f4ba149e99

rządzaniem budynkiem itd. W takich realiach rozwiązania typu ASPP – które zabezpieczają newralgiczne połączenia elektryczne, skrzynki rozdzielcze, instalacje PV czy rozbudowaną elektronikę – stają się nie tylko dodatkiem, ale elementem koniecznym. Dodatkowo: im bardziej skomplikowana i technologicznie zaawansowana infrastruktura – tym większe znaczenie prewencji punktowej i autonomicznej ochrony.

W jakich obiektach i sytuacjach ASPP ma największy sens? ASPP wydaje się szczególnie wartościowy tam, gdzie:

- jest dużo instalacji elektrycznych/elektronicznych/automatyki/IoT – to np. biurowce, serwerownie, centra danych, budynki smart, domy z automatyką;
- są instalacje fotowoltaiczne albo złożone instalacje elektryczne (rozdzielnice, skrzynki, panele, przewody);
- budynek jest modernizowany, adaptowany, a tradycyjny system ppoż. (tryskacze, kanały wodne) jest trudny do zastosowania;
- chcemy mieć warstwę ochrony „na zapas", która działa autonomicznie – niezależnie od czujek dymu, konserwacji, systemów alarmowych;
- zależy nam na ochronie mienia, minimalizacji ryzyka oraz ograniczeniu potencjalnych strat i ochronie życia ludzkiego.

Ponadto ASPP wpisuje się w najnowsze regulacje rynku:

- zgodność z dyrektywą 2001/95/WE,
- zgodność z PN-EN 15004-2:2020,
- zgodność z PN-EN 60529:2003,
- nie wymaga certyfikacji jako system gaśniczy
- posiada rekomendację Izby Rzeczoznawców Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa (SITP).

Podsumowanie

Nanotechnologia mikrokapsułek FK-5-1-12, zastosowana w systemach ASPP, stanowi przełom w dziedzinie ochrony przeciwpożarowej instalacji elektrycznych i fotowoltaicznych. Dzięki swojej autonomiczności, precyzyjności działania i pełnej integracji z instalacjami, stanowi rozwiązanie uzupełniające, a w wielu przypadkach – przewyższające tradycyjne systemy zabezpieczeń. ASPP:

- wykrywa i gasi pożar natychmiast,
- działa dokładnie u źródła,
- nie wymaga energii ani serwisu,
- chroni urządzenia elektryczne,
- jest zgodny z rygorystycznymi normami,
- umożliwia długoterminową prewencję,
- nie ingeruje w ochraniane urządzenia,
- nie powoduje interakcji chemicznej, korozji.

W dobie rosnących mocy instalacji PV, zwiększonego nasycenia urządzeń elektronicznych oraz decentralizacji źródeł energii, właśnie takie rozwiązania będą stanowiły podstawę nowoczesnej, inteligentnej prewencji pożarowej.

ASPP®

ASPP PSA
38-400 Krosno
ul. Franciszka Żwirki i Stanisława Wigury 15
tel. 664 672 292
biuro@aspp-tech.eu
www.aspp-tech.eu

REKLAMA

ASPP® ROPE

ASPP ROPE to elastycznna, kompozytowa struktura polimerowa zawierająca mikrokapsułki ze środkiem gaśniczym oraz utleniacz inicjujący. Odpowiedni do objętości netto chronionego obiektu, odcinek produktu, zostaje zainstalowany w miejscach ryzyka zapłonu, zapalenia i samozapłonu.

ASPP ROPE reaguje na wysoką temperaturę/ogień oddziałujące na dowolny odcinek produktu. Aktywowany termicznie utleniacz zawarty w produkcie, powoduje gwałtowne uwolnienie gazowego środka gaśniczego, na całej długości ASPP ROPE, likwidując ognisko pożaru w chwili zapłonu, zapalenia i samozapłonu.

Instalacje elektryczne w budynkach i budowlach
Urządzenia elektryczne i sprzęt zasilany prądem elektrycznym
Przemysłowe urządzenia elektryczne

Maksymalna stosowana objętość	30L	50L	65L	70L	80L	100L	200L	300L	500L	750L	1000L	1500L	2000L
2,3 mb			■	■	■	■							
3,3 mb						■	■						
4,5 mb							■	■					
6,3 mb								■	■				
8,4 mb									■	■			
10,5 mb										■	■		
14,2 mb											■	■	
18,1 mb												■	■

ASPP® MC4 CONNECTOR BOX

OBUDOWA ZŁĄCZY I ZŁĄCZEK ELEKTRYCZNYCH

MC4 Connector Box to obudowa do złączy elektrycznych z systemem prewencji pożarowej ASPP. Dostępna jest w dwóch wersjach: Basic – z materiału ognioodpornego i samogasnącego oraz rozszerzonej, oferującej dodatkowo aktywną i pasywną ochronę przeciwpożarową. Chroni instalacje elektryczne, w szczególności systemy fotowoltaiczne, przed skutkami przepięć, przeciążeń oraz czynników zewnętrznych, takich jak warunki atmosferyczne, UV czy uszkodzenia mechaniczne. Zapewnia również ochronę przed bezpośrednim kontaktem z otoczeniem i umożliwia wielokrotną rewizję bez użycia specjalnych narzędzi.

CONNECTOR BOX BASIC

Obudowa złączy i złączek elektrycznych wykonana z materiału o cechach ognioodpornych i samogasnących.
Ochrona pasywna: 20 lat
ASPP MC4 CONNECTOR BOX posiada deklarację zgodności z normą PN-EN 60529:2003 oraz CE

CONNECTOR BOX

Obudowa złączy i złączek elektrycznych z autonomicznym systemem prewencji pożarowej wykonana z materiału o ognioodpornych oraz cechach samogasnących.
Ochrona aktywna: 5 lat
Ochrona pasywna: 20 lat
ASPP MC4 CONNECTOR BOX posiada deklarację zgodności z normą PN-EN 60529:2003, PN-EN 15004-2:2020 oraz CE

CE

+48 664 672 292
ul. Żwirki i Wigury 15
38-400 Krosno
biuro@aspp-tech.eu

Agnieszka Roszkowska

Oprawy oświetlenia awaryjnego

Rodzaje, wymagania i zastosowanie w instalacjach elektrycznych

Oświetlenie awaryjne to nie tylko wymóg formalny, ale jeden z kluczowych elementów zapewniających bezpieczeństwo w budynkach. Gdy zawiedzie podstawowe zasilanie, to właśnie oprawy awaryjne umożliwiają bezpieczną ewakuację, kontynuację pracy urządzeń lub minimalizację chaosu. W artykule omawiamy, czym jest oświetlenie awaryjne, jakie są jego rodzaje, jakie normy regulują jego stosowanie i w jakich obiektach jest wymagane. Podpowiadamy również, jakich błędów unikać przy projektowaniu i montażu opraw awaryjnych.

Oświetlenie awaryjne odgrywa kluczową rolę w systemach bezpieczeństwa w budynkach – umożliwia ewakuację, wskazuje drogi wyjścia i zapewnia minimalny poziom światła w sytuacji przerwy w zasilaniu. W praktyce jego skuteczność zależy nie tylko od poprawnej instalacji, lecz także od zastosowania właściwych opraw awaryjnych. W poniższym tekście przyjrzymy się: czym jest oświetlenie awaryjne i kiedy jest wymagane, jakie są jego główne typy, jakie normy je regulują, gdzie się stosuje oraz jakie są najczęstsze błędy montażowe.

Czym jest oświetlenie awaryjne i kiedy jest wymagane?

Oświetlenie awaryjne (lub ewakuacyjne) to system oświetlenia działający niezależnie od głównego zasilania, który ma zapewnić odpowiedni poziom iluminacji w przypadku braku prądu. Jego zadania obejmują:

- **oświetlenie ewakuacyjne** – zapewnienie wystarczającej widoczności dróg ewakuacyjnych, aby ludzie mogli bezpiecznie opuścić budynek;
- **oświetlenie zapasowe** – utrzymanie funkcjonalności kluczowych stref (np. korytarzy, klatek schodowych, pomieszczeń technicznych) przez określony czas w przypadku przerwy w zasilaniu;
- **oświetlenie bezpieczeństwa** – często stosowane w miejscach wymagających ciągłej pracy urządzeń bezpieczeństwa (np. w obiektach użyteczności publicznej, szpitalach).

Prawo budowlane, przepisy przeciwpożarowe oraz normy z zakresu oświetlenia (np. PN-EN 50172:2005 *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego* oraz PN-EN 1838:2013 *Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne*) określają, że oświetlenie awaryjne jest wymagane w: budynkach użyteczności publicznej, strefach ruchu, ciągach komunikacyjnych, salach przeznaczonych dla dużej liczby osób, pomieszczeniach schronienia, pomieszczeniach technicznych (np. kotłowniach), na parkingach podziemnych i wszędzie tam, gdzie przerwa w oświetleniu mogłaby stwarzać zagrożenie. Warunkiem jest, by oprawy awaryjne działały samoczynnie w czasie zaniku napięcia i zapewniały wymagany poziom światła przez określony czas.

Rodzaje opraw oświetlenia awaryjnego stosowanych w budynkach

Oprawy oświetlenia awaryjnego można pogrupować według funkcji, konstrukcji czy sposobu działania. Poniżej omówiono najważniejsze ich typy.

Oprawy ewakuacyjne

To oprawy, które wskazują drogę ewakuacji i zazwyczaj zawierają piktogramy (strzałki, sylwetki). Muszą zapewniać odpowiednią luminancję na drodze ewakuacyjnej oraz odpowiednio dobraną wysokość montażu, by piktogram lub znak podświetlony były widoczne. W wersjach z podwójnym zasilaniem (normalne + awaryjne) przełączają się automatycznie w przypadku zaniku napięcia z podstawowego źródła zasilania. Często spotyka się oprawy z zakresem działania „60 minut" (czas podtrzymania), a także wersje z dłuższym podtrzymaniem (np. 3 godziny). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2022 r. poz. 1225 z późniejszymi zmianami), czas świecenia źródeł światła nie może być krótszy niż 60 minut.

Oprawy zapasowe i bezpieczeństwa

Oprawy zapasowe mają za zadanie utrzymać funkcjonalność pewnych obszarów budynku po zaniku napięcia. Często instalowane w korytarzach, pomieszczeniach technicznych czy magazynach. Ich zadaniem nie jest kierowanie ewakuacji, ale zapewnienie minimalnej widoczności.

Oprawy bezpieczeństwa muszą działać w sposób ciągły w trudnych warunkach i często wraz z systemem nadzoru. Wykorzystywane są głównie w obiektach medycznych, laboratoriach, centrach danych.

Oprawy te mogą być wyposażone w akumulatory wewnętrzne lub centralne zasilanie awaryjne (centrala baterii). W wersji centralnej jedna stacja awaryjna zasila wiele opraw – co bywa bardziej ekonomiczne w dużych obiektach.

Wymagania prawne i normy dotyczące oświetlenia awaryjnego

Oświetlenie awaryjne to obszar objęty wieloma przepisami i normami. W Polsce kluczowe są:

- **Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane** (Dz.U. z 2025 r., poz. 418 z późn. zm.) – przedstawia podstawowe wymogi w zakresie stosowania oświetlenia awaryjnego;
- **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny od-**

eprasa.pl f4ba149e99

powiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2022 r. poz. 1225 z późniejszymi zmianami) – określa, że zanik napięcia może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, poważne zagrożenie środowiska lub znaczne straty materialne i wymaga, by takie obiekty wyposażać w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne, określa zakres stosowania oświetlenia awaryjnego i zapasowego oraz czas działania oświetlenia awaryjnego.

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2023 poz. 822 z późn. zmianami) – definiuje pojęcie urządzeń przeciwpożarowych, włączając w to oświetlenie ewakuacyjne; określa warunki ewakuacji z zagrożonych stref, a także wskazuje oświetlenie awaryjne jako jeden ze środków technicznych pomagających w ewakuacji; stanowi, że brak wymaganego oświetlenia awaryjnego jest podstawą do uznania, że budynek zagraża życiu ludzi.
- **PN-EN 1838:2013** *Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne* – określa wymagania dotyczące klas oświetlenia awaryjnego, minimalne poziomy iluminacji na drogach ewakuacyjnych i strefach zagrożenia, metody pomiaru, czasy podtrzymania;
- **PN-EN 50172:2005** *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego*
- **Norma PNEN 60598-2-22:2015-01** – dotycząca opraw oświetlenia awaryjnego i warunków ich konstrukcji (ochrona przed porażeniem, izolacja, separacja obwodów);

W praktyce projektant musi uwzględnić wymagania co do minimalnej iluminacji (zwykle 1 lx w osi drogi ewakuacyjnej, 0,5 lx dla obszarów przyległych), jednolitości natężenia światła, czasu podtrzymania (min. 1 godzina), czasu przełączania (zwykle < 0,5 s), korelacji z oznakowaniem poziomym i pionowym oraz właściwe rozmieszczenie opraw w strefach krytycznych.

Zastosowanie opraw awaryjnych w różnych typach obiektów

Każdy typ obiektu stawia nieco inne wymagania względem oświetlenia awaryjnego:

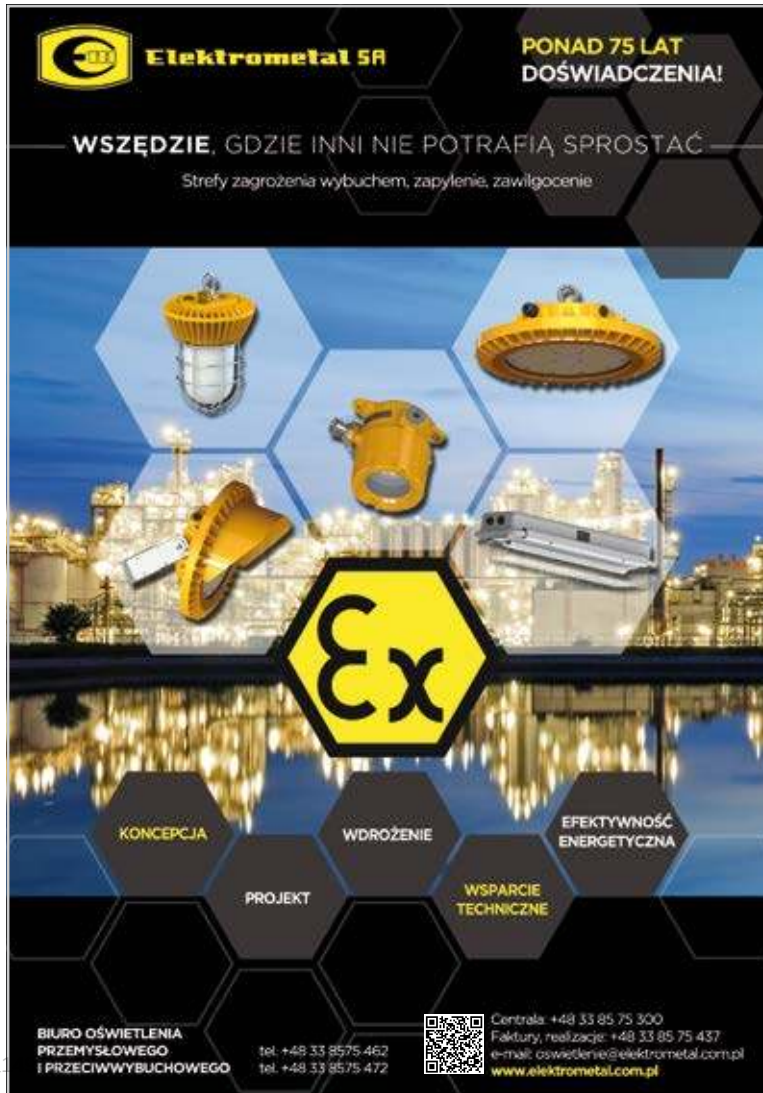
- **Budynki użyteczności publicznej (np.: szkoły, urzędy, biblioteki)** – kluczowe są oprawy ewakuacyjne nad drzwiami, w ciągach komunikacyjnych oraz nad schodami. Należy przewidzieć redundancję, by awaria jednej oprawy nie przekreśliła oświetlenia całej drogi ewakuacyjnej.
- **Hotele i budynki mieszkalne wielorodzinne** – oprawy awaryjne w korytarzach, klatkach schodowych oraz nad drzwiami wyjściowymi (w pomieszczeniach technicznych stosuje się oprawy zapasowe).
- **Obiekty przemysłowe i magazyny** – tu stawia się na oprawy zapasowe w halach produkcyjnych; strefy krytyczne (np. ciągi technologiczne) muszą mieć oświetlenie ze źródeł zapasowych zapewniające kontynuację pracy albo bezpieczne zatrzymanie procesów.
- **Szpitale i placówki medyczne** – wymagają opraw bezpieczeństwa w salach operacyjnych, pokojach intensywnej terapii, korytarzach i systemach podtrzymania życia. Często stosuje się zasilanie centralne oraz redundantne obwody.
- **Wieżowce, centra handlowe, biurowce** – rozbudowane systemy oświetlenia awaryjnego z centralnymi bateriami, monitorowaniem stanu opraw, podziałem na strefy i diagnostyką czujników.

Jakie błędy najczęściej popełniają instalatorzy przy montażu opraw awaryjnych?

Niektóre uchybienia pojawiają się stosunkowo często, nawet u doświadczonych ekip. Do najczęstszych błędów występujących przy montażu opraw awaryjnych należą:

- **nieprawidłowe rozmieszczenie opraw** – zbyt duże odległości pomiędzy nimi, pominięcie punktów przy schodach czy dłuższych korytarzach skutkuje niedostatecznym światłem w pewnych miejscach;
- **złe ustawienie piktogramu lub kierunków strzałek wskazujących kierunek ewakuacji** – oprawy ewakuacyjne muszą jednoznacznie wskazywać kierunek wyjścia; montaż w złej orientacji zaburza czytelność;
- **zbyt krótki czas podtrzymania,** np. użycie opraw działających 30 minut w obiekcie, w którym wymagane jest 90 minut;
- **brak testów i konserwacji** – oprawy awaryjne wymagają regularnych testów (np. miesięcznych i rocznych), by sprawdzić stan baterii i sprawność przełączania;
- **nieodpowiednie zabezpieczenie akumulatorów** – brak wentylacji przy zasilaniu z centralnej baterii, niewłaściwa temperatura eksploatacji, brak łatwego dostępu do wymiany baterii;
- **błędy okablowania** – łączenie awaryjnego obwodu z normalnym, niewłaściwy dobór przewodów oraz ich zabezpieczeń;
- **brak dokumentacji i oznakowania** – po montażu oświetlenia awaryjnego powinien powstać plan rozmieszczenia opraw z oznaczeniem klas i terminarz zaplanowanych przeglądów; brak takiej dokumentacji utrudnia właściwe utrzymanie i konserwację.

REKLAMA



eprasa.pl f4ba

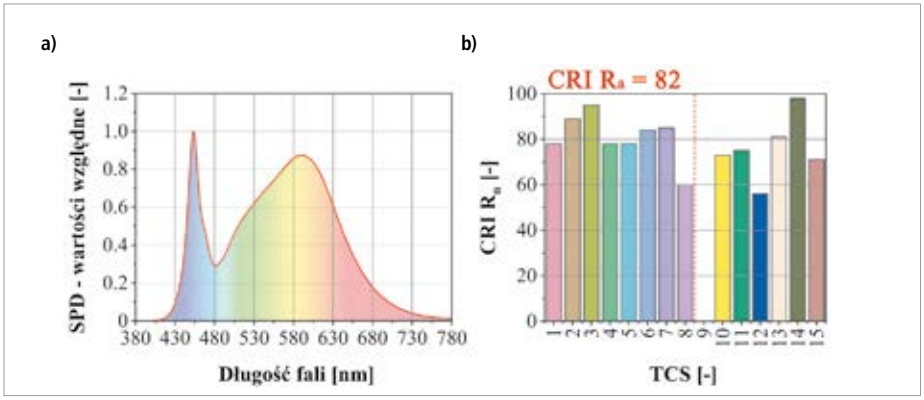
dr inż. Robert Supronowicz, mgr inż. Maciej Listowski, inż. Sebastian Szyjka,
Błażej Gajewski, Piotr Bałdyga, dr hab. inż. Irena Fryc, prof. PB – Politechnika Białostocka

Dobór LED-ów do oświetlenia wnętrz – dlaczego wskaźnik oddawania barw CRI i temperatura barwowa najbliższa to za mało?

Na opakowaniu LED-a znajdują się informacje, takie jak: moc, strumień świetlny, temperatura barwowa najbliższa i wskaźnik oddawania barw CRI. Producenci zapewniają, że CRI powyżej 80 gwarantuje „dobrą jakość światła". Jednakże coraz więcej badań i standardów pokazuje, że wartości tych parametrów nie wystarczają do wskazania, czy użytkownicy faktycznie będą zadowoleni z oświetlenia.

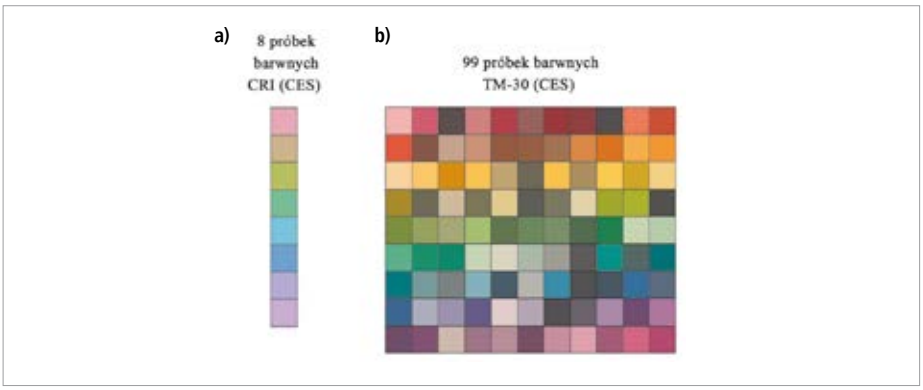
Istnieje zestaw parametrów, o którym wciąż wie niewielu projektantów i instalatorów, a który coraz częściej trafia do oficjalnych wytycznych: to wskaźniki R_f, R_g, $R_{cs,h1}$ – opisane w dokumencie TM-30-20 [1, 2] – i wynikające z nich klasy P1, P2, P3 jakości barwowej oświetlenia ogólnego. W dobrych praktykach projektowych wskazuje się również na konieczność uwzględniania parametrów (tj. m-DER, m-EDI, EML [3], CS [4]) związanych z oddziaływaniem światła na rytm okołodobowy ludzi, opisujących wpływ światła na rytm dobowy człowieka.

Od września 2023 roku świetlówki ogólnego przeznaczenia praktycznie zniknęły z europejskiego rynku [5]. Dyrektywa RoHS zakazała wprowadzania do obrotu wielu typów lamp fluorescencyjnych zawierających rtęć [6]. Miliony instalacji oświetleniowych wymagają modernizacji, a jedyną legalną i powszechnie dostępną alternatywą są źródła LED.



Rys. 1. Rozkład widmowy źródła LED (nominalne CCT 4000 K), którego CRI ≥ 80 (wysokie wartości dla próbek pastelowych (R_1–R_8)) i wartość R_9 = v1 bardzo niska (intensywna czerwień) rys. R. Supronowicz, M. Listowski, S. Szyjka, B. Gajewski, P. Bałdyga, I. Fryc

Na pierwszy rzut oka wymiana wydaje się prosta: sprawdzamy temperaturę barwową najbliższą CCT i wskaźnik oddawania barw CRI oraz strumień świetlny starej świetlówki, kupujemy LED o podobnych parametrach – i gotowe. Tymczasem badania prowadzone w różnych krajach wskazują, że przejście ze świetlówek na LED-y, nawet przy zachowaniu porównywalnych parametrów fotometrycznych (CCT, CRI, strumień), nie zawsze spotyka się z pozytywną oceną użytkowników. Użytkownicy skarżą się na nienaturalne kolory, „płaskie" wnętrza, zmęczenie wzroku, a nawet bóle głowy. Skoro nowa lampa ma „tę samą wartość parametrów klasycznie stosowanych", skąd więc takie różnice w odbiorze przez użytkowników?



Rys. 2. Wizualizacja próbek barwnych (*Color Evaluation Samples* – CES): **a)** stosowanych w metodzie CRI – 8 sztuk oraz **b)** 99 próbek barwnych metody TM-30 rys. R. Supronowicz, M. Listowski, S. Szyjka, B. Gajewski, P. Bałdyga, I. Fryc

Odpowiedź tkwi w ograniczeniach wskaźnika CRI, który powstał w latach 60. XX wieku z myślą o żarówkach i świetlówkach. Opiera się na zaledwie ośmiu pastelowych próbkach barwnych (R_1–R_8), mało reprezentatywnych dla współczesnych zastosowań – nasyconych kolorów brandingu, poligrafii, tekstyliów czy żywności. LED-y, z ich zupełnie innym rozkładem

eprasa.pl f4ba149e99

widmowym, potrafią uzyskać wysoki CRI, a jednocześnie bardzo słabo odwzorowywać kolory nasycone, zwłaszcza czerwienie (R9) (**rys. 1.**) i zielenie. A to właśnie one w największym stopniu decydują o subiektywnym wrażeniu „ładnego" światła.

Świadomość ograniczeń CRI doprowadziła środowisko oświetleniowe do opracowania nowych metod oceny jakości barwnej. Przełomem stała się metodologia wprowadzona przez Amerykański Związek Inżynierów Oświetleniowych: ANSI/IES TM-30-20 [2]. Metodologia TM-30 nie próbuje zastąpić CRI w regulacjach prawnych. W praktyce coraz częściej występuje obok CRI – jako dodatkowy, bardziej szczegółowy opis jakości barwnej.

Zamiast 8 próbek, TM-30 wykorzystuje zbiór 99 barw testowych (CES – *Color Evaluation Samples*) (**rys. 2.**): od stonowanych pasteli po głęboko nasycone kolory, od barw naturalnych (skóra, liście, drewno) po typowo sztuczne (tkaniny, farby, tworzywa). Na tej podstawie definiowane są trzy wskaźniki:

- R_f (*Fidelity Index*) – odpowiednik CRI, ale liczony dla wszystkich 99 próbek. Ocenia, jak wiernie źródło światła odwzorowuje kolory w porównaniu do źródła światła przyjętego jako wzorcowe odniesienia.
- R_g (*Gamut Index*) – opisuje ogólny poziom nasycenia barw. Wartość $R_g \approx 100$ oznacza nasycenie zbliżone do źródła odniesienia, $R_g > 100$ wskazuje na barwy „podbite", natomiast $R_g < 100$ – na kolory „wypłowiałe".
- $R_{cs,h1}$ – parametr opisujący przesunięcie nasycenia w zakresie czerwieni (h1 – segment barw czerwonych). To niezwykle ważny indeks z punktu widzenia wyglądu np. mięsa.

Wizualizację odwzorowania barw dla LED-a o nominalnej CCT 4000 K (SPD z **rys. 1a**) przedstawiono na **rysunkach 3b-3d**. Dla porównania, rozkład widmowy światła wzorcowego dla tego rozpatrywanego LED-a znajduje się na **rysunku 3a** (linia czarna).

Na podstawie tych parametrów wprowadzono system klas preferencji barwowych (CPC – *Color Preference Classes*). Dla zastosowań ogólnych wyróżnia się trzy klasy preferencji:

- P1 – najwyższy poziom,
- P2 – średni poziom,
- P3 – akceptowalny poziom.

Źródła, które nie spełniają minimalnych wymagań, pozostają poza klasyfikacją.

W artykule *„Selecting energy-efficient LED retrofits with optimal color qualities for new and refurbished buildings"* [7] przeanalizowano ponad tysiąc źródeł LED o CRI co najmniej 80 (do zastosowań w oświetleniu wnętrz [8]) i różnych nominalnych temperaturach barwowych najbliższych CCT: 3000 K (światło o ciepłobiałej barwie), 4000 K (światło o neutralnej barwie) i 6500 K (światło o zimnobiałej barwie). Ich rozkłady widmowe przedstawiono na **rysunku 4.**

Dla badanych LED-ów wyznaczono:

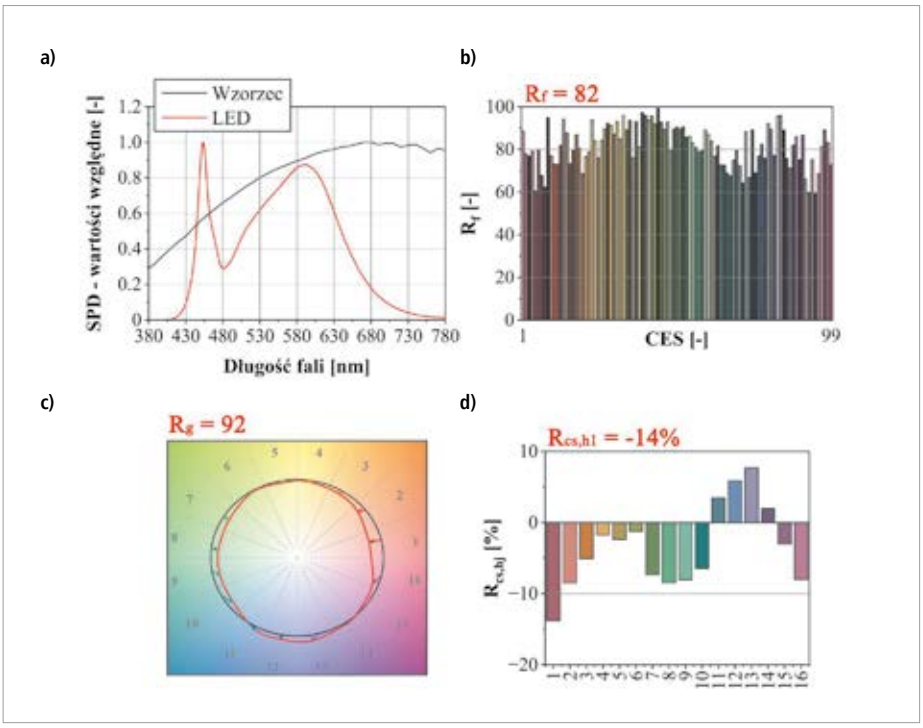
- wskaźniki TM-30 (R_f, R_g, $R_{cs,h1}$),
- klasy CPC (P1, P2, P3),
- skuteczność świetlną promieniowania LER (*Luminous Efficacy of Radiation*),
- melanopowy współczynnik światła dziennego m-DER (*melanopic Daylight Efficacy Ratio*).

Wyniki okazały się zaskakujące, ale bardzo pouczające z punktu widzenia praktyki projektowej. Paradoksalnie, źródła LED sklasyfikowane jako P1 charakteryzują się najlepszą barwą, gorszą energooszczędnością oraz większym melanopowym współczynnikiem światła dziennego m-DER (miara potencjału oddziaływania światła na rytmy okołodobowe).

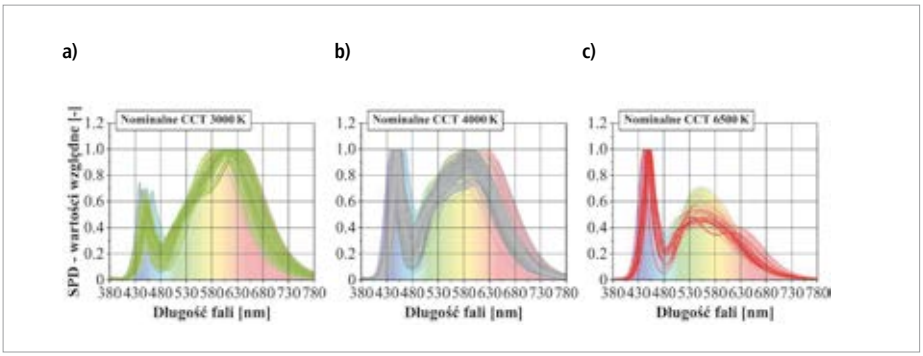
Wyraźnie widać (**rys. 5.**), że LED-y spełniające wymagania najwyższej klasy P1 (najlepsze preferencje barwne) były jednocześnie najmniej energooszczędne. Średnia wartość LER malała wraz ze wzrostem klasy CPC: im lepsze

REKLAMA

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 3. Charakteryzacja źródła światła LED o nominalnym CCT 4000 K: **a)** rozkład widmowy ewaluowanego LED-a (linia czerwona) i rozkład widmowy źródła wzorcowego dla rozpatrywanego LED-a (linia czarna), **b)** wartości R_f dla poszczególnych próbek barwnych, **c)** wizualizacja gamutu barw metodą TM-30 – pokazuje różnice w nasyceniu i przesunięciach barw względem światła odniesienia, **d)** wartości $R_{cs,hj}$ dla poszczególnych próbek barwnych rys. R. Supronowicz, M. Listowski, S. Szyjka, B. Gajewski, P. Bałdyga, I. Fryc



Rys. 4. Rozkłady widmowe źródeł LED o CRI ≥ 80 oraz nominalnym CCT: **a)** 3000 K, **b)** 4000 K oraz **c)** 6500 K rys. R. Supronowicz, M. Listowski, S. Szyjka, B. Gajewski, P. Bałdyga, I. Fryc

preferencje barwne (P1), tym niższa liczba lumenów z jednostki promieniowania (np. z 1 W mocy promienistej). Innymi słowy – jeśli chcemy mieć „najładniejsze" kolory, musimy pogodzić się z wyższym zużyciem energii na ten sam poziom strumienia świetlnego.

Zaobserwowano również (**rys. 6.**) wzrost m-DER wraz z przechodzeniem od klas niższych do P1. LED-y klasy P1 – najbardziej przyjemne wizualnie – mają również największy potencjał wpływu na rytmy okołodobowe, a więc mogą silniej wspierać regulację rytmu dobowego niż źródła o gorszych parametrach barwnych. To oznacza, że najwyższa jakość barwna może wspierać cel „biologiczny" oświetlenia, np. w biurach czy szkołach, gdzie zależy nam na pobudzeniu i czuwaniu.

Co za tym idzie, projektant musi świadomie balansować między efektywnością energetyczną, komfortem wizualnym i oddziaływaniem na rytm dobowy – nie da się maksymalizować wszystkiego naraz.

Metodologia TM-30-20 zdobywa coraz większą popularność na świecie, ale jej status formalny jest zróżnicowany. Warto rozróżnić przepisy obligatoryjne (wymagania prawne) oraz dobrowolne standardy branżowe i certyfikacje. Jak podkreśla amerykański Departament Energii (DoE), zarówno ANSI/IES TM-30 [1], jak i CRI (CIE 13.3:1995 [9]) są publikowane przez różne organizacje, dlatego żadna z metod nie zastępuje formalnie drugiej.

W praktyce oznacza to, że klasy CPC (P1/P2/P3) nie są obecnie nigdzie na świecie wymagane prawem powszechnym. Ale nie znaczy to jednak, iż TM-30 pozostaje tylko ciekawostką naukową.

Dobrym przykładem przepisów opartych wyłącznie na CRI jest California Title 24/JA8 – kodeks energetyczny dotyczący budynków. Dla oświetlenia wnętrz wymaga on m.in.:

- CRI ≥ 90,
- CCT ≤ 4000 K,
- R9 ≥ 50 [10].

W najnowszej edycji standardu PBS P100: *Facilities Standards for the Public Buildings Service* (2024) [11], stosowanego przez General Services Administration (GSA) w USA, rozdział 6 pt. *Electrical Engineering* zawiera szczegółowe wymagania dla oświetlenia w budynkach federalnych [12].

Dla jakości oświetlenia wnętrz (*Lighting Quality – Interior*) P100 definiuje równocześnie m.in. poniższe parametry:

- temperatura barwowa najbliższa (CCT) – poziom bazowy: CCT < 4100 K, poziomy wyższe (Tier 1–3): oprawy *tunable white* o zakresie 3000–6000 K – możliwość dynamicznej zmiany barwy w ciągu dnia,
- CRI dla Tier 1: CRI ≥ 80, a dla Tier 2 i Tier 3: CRI ≥ 90,
- dla poziomów Tier 1–3 wymagany jest $R_f \geq 85$,
- dla poziomów Tier 1–3 wymagany jest $R_g \geq 110$ (wyraźnie podbite nasycenie barw względem źródła odniesienia).

Drugim istotnym filarem P100 jest odniesienie się do wymagań pozawzrokowych dotyczących oświetlenia (*Human-Centric Lighting*). Dokument wymaga, aby w godzinach porannych zapewnić na płaszczyźnie pionowej na poziomie oczu *Circadian Stimulus* CS = 0,3 lub równoważnie EML = 240 lx (*Equivalent Melanopic Lux*), lub ok. 400 lx pionowego natężenia oświetlenia.

W praktyce wymusza to nie tylko wysoką jakość barwną (R_f, R_g), ale również odpowiedni poziom oddziaływania pozawzrokowego.

Zwraca się też uwagę na preferencje użytkowników dla zakresu CCT w biurach i przemyśle oraz wskazuje na znaczenie opraw oświetleniowych typu *tunable white* (ok. 3000–6200 K) w lepszym dopasowaniu światła do rytmu okołodobowego.

Podsumowując, P100 jest modelowym przykładem dokumentu, w którym:

- CRI nadal się liczy,
- TM-30 (R_f, R_g) staje się twardym wymaganiem projektowym,
- parametry okołodobowe (CS, EML) są wpisane wprost w specyfikację.

eprasa.pl f4ba149e99

Polski producent inteligentnych
opraw oświetleniowych LED

LEDOLUX POLAND

MADE IN EUROPE · best of POLAND European quality · firma przyjazna naturze · 100% Polski Kapitał

OPRAWY DROGOWE I ULICZNE

7 LAT GWARANCJI

Patent RP 248247

LUXA DOB

5 LAT GWARANCJI

LUXA DOS

5 LAT GWARANCJI

GALA DOS WS

OPRAWY PARKOWE

5 LAT GWARANCJI

PARK DROP DOS

5 LAT GWARANCJI

PARK RETRO DOS

5 LAT GWARANCJI

GALA DOS

OPRAWY PRZEMYSŁOWE

5 LAT GWARANCJI

ORBIT

OPRAWY DO HAL I MAGAZYNÓW

5 LAT GWARANCJI

HERMES LOG N+

OPRAWY ARCHITEKTONICZNE

7 LAT GWARANCJI

Patent RP 248247

FLOOD DOB 2

OPRAWY MORSKIE I EX

5 LAT GWARANCJI

GRAVIS

OPRAWY PRZEMYSŁOWE WYSOKOTEMPERATUROWE

7 LAT GWARANCJI

Patent RP 248247

TANK DOB 2

OPRAWY SPORTOWE

5 LAT GWARANCJI

ARENA LED

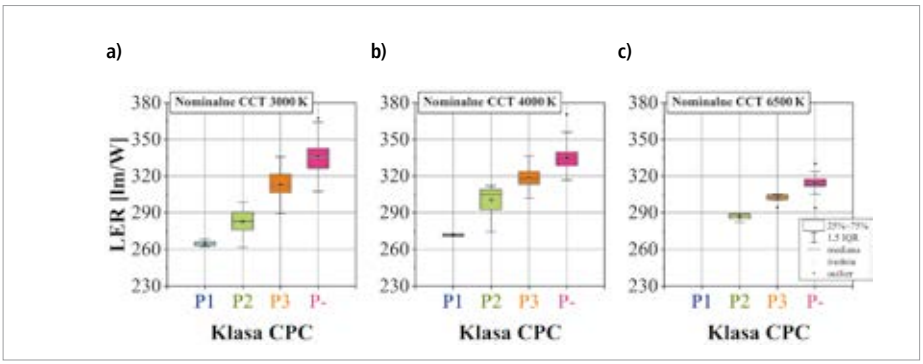
Ledolux Poland Sp. z o.o.
ul. Biznesowa 2
35-213 Rzeszów, POLSKA

+48 696 966 622
info@ledolux.pl

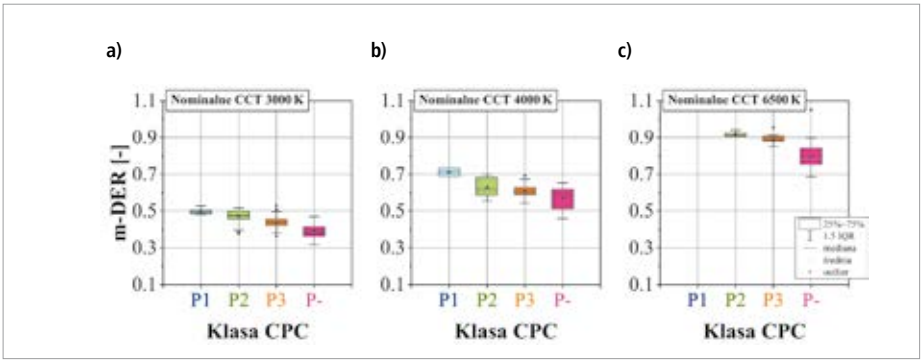
www.ledolux.pl

ZESKANUJ
i pobierz pełny katalog

eprasa.pl f4ba149e99



Rys. 5. Zależność skuteczności świetlnej promieniowania LER od klasy preferencji barwowych CPC – wraz ze spadkiem wymagań dotyczących jakości barw (P1→P3→P–) wzrasta skuteczność świetlna promieniowania
rys. R. Supronowicz, M. Listowski, S. Szyjka, B. Gajewski, P. Bałdyga, I. Fryc



Rys. 6. Zależność melanopowego współczynnika światła dziennego m-DER od klasy CPC – źródła o najwyższej klasie preferencji barw (P1) mogą mieć wyższy potencjał stymulacji okołodobowej niż źródła klas niższych
rys. R. Supronowicz, M. Listowski, S. Szyjka, B. Gajewski, P. Bałdyga, I. Fryc

Inne standardy dobrowolne korzystające z TM-30:

- WELL Building Standard v2 [12] – międzynarodowa certyfikacja budynków zorientowana na zdrowie i komfort użytkowników; w ramach cechy L07 (*Electric Light Quality*) dopuszcza spełnienie wymagań przez:
  - CRI ≥ 90
  - lub CRI ≥ 80 z R_9 ≥ 50
  - lub R_f ≥ 78, R_g ≥ 100, $R_{cs,h1}$ od –1% do +15% [13].
- DesignLights Consortium (DLC) – program kwalifikacji produktów oświetleniowych LED, których umieszczenie na liście QPL (*Qualified Products List*) uprawnia do uzyskania rabatów od przedsiębiorstw energetycznych (na terenie Ameryki Północnej); dopuszcza TM-30 jako alternatywę dla CRI; w wersjach V5.1/V6.0 produkty mogą spełniać: R_f ≥ 70, R_g ≥ 89, $R_{cs,h1}$ od –18% do +23%, albo tradycyjnie CRI ≥ 70 [13].
- Raporty LM-79 – od 2022 r. TM-30 (R_f, R_g, wykres wektorowy barw) jest obligatoryjną częścią raportów LM-79 dla opraw LED, choć nie określa się progów minimalnych, a jedynie obowiązek raportowania.

W styczniu 2025 r. Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa (CIE) opublikowała zaktualizowaną deklarację stanowiska (CIE PS 002:2025) [14], w której stwierdza wprost, że jednoliczbowe wskaźniki, takie jak tradycyjny CRI, nie są już wystarczające do opisu jakości barwnej w nowoczesnym oświetleniu. CIE wskazuje, że metody pokroju TM-30 – bazujące na dwóch lub więcej wskaźnikach – dają znacznie pełniejszy obraz oddawania barw i powinny być preferowane w zastosowaniach profesjonalnych. Można więc oczekiwać, że w kolejnych latach metoda TM-30 – lub jej następne wersje – będą coraz szerzej włączane do norm, wytycznych projektowych i specyfikacji przetargowych, obok wymagań dotyczących parametrów melanopowych (EML, m-DER, CS).

Jak świadomie wybierać LED-y?

Skoro na opakowaniu wciąż widzimy tylko: „W, lm, K, CRI" – jak w praktyce podejmować lepsze decyzje?

Krok 1: określ priorytety

W pierwszej kolejności trzeba odpowiedzieć sobie na pytanie: co jest najważniejsze w danej instalacji?

- Minimalizacja zużycia energii,
- Najwyższa jakość oddawania barw,
- Wsparcie rytmu dobowego i komfortu użytkowników,
- czy kompromis między tymi celami?

Krok 2: sięgaj głębiej niż informacje „W, lm, K, CRI", ponieważ producenci oświetlenia profesjonalnego coraz częściej udostępniają:

- rozkład widmowy mocy promienistej SPD,
- raporty LM-79 zawierające R_f, R_g i wykresy wektorowe TM-30,
- informacje o m-DER.

Na tej podstawie można:

- obliczyć lub odczytać R_f, R_g, $R_{cs,h1}$,
- przypisać źródło do klasy CPC (P1/P2/P3),
- oszacować wpływ na oddziaływanie pozawzrokowe (m-EDI, EML, CS).

Warto pytać dostawców o te parametry i wpisywać je w specyfikacje przetargowe. Rosnąca presja rynkowa sprawi, że dane TM-30 i melanopowe zaczną pojawiać się równie często jak strumień świetlny, CCT i CRI.

Badania [7] pokazują jasno: przyszłość oświetlenia to sztuka kompromisu między efektywnością energetyczną, jakością barwną i oddziaływaniem biologicznym. Nie istnieje jedno idealne źródło LED. Kluczem jest wyjście poza schemat „CRI + CCT + lumeny". Wskaźniki R_f, R_g, $R_{cs,h1}$, klasy CPC oraz metryki okołodobowe (m-DER) dają dużo pełniejszy opis właściwości źródła światła oraz jakości oświetlenia (m-EDI, EML, CS). Choć nie są jeszcze obowiązkowe w przepisach, to są już:

- stosowane w prestiżowych standardach (WELL, DLC),
- wpisane jako rekomendowane (PBS P100) dla budynków federalnych w USA,
- rekomendowane przez wiodące organizacje (IES, CIE).

Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa w najnowszym stanowisku (CIE PS 001:2024) [15] wyznacza konkretny cel: m-EDI ≥ 250 lx w ciągu dnia. I deklaruje dążenie do włączenia tego wymogu do przyszłych norm oświetleniowych – wartość ta staje się nowym punktem odniesienia dla projektowania oświetlenia z uwzględnieniem oddziaływania pozawzrokowego.

Dla projektantów oznacza to tyle, że epoka „CRI ≥ 80 i po sprawie" dobiega końca. CRI nie zniknie, ale będzie musiał dzielić scenę z TM-30 i metrykami biologicznymi. Ci, którzy nauczą się tym świadomie posługiwać, będą w stanie projektować oświetlenie lepiej dopasowane do realnych potrzeb użytkowników – i o to w tym wszystkim chodzi.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

eprasa.pl f4ba149e99

PROF. DR INŻ. KAZIMIERZ IDASZEWSKI

(1878–1965)

Urodził się 16 stycznia 1878 r. w Nochowie (powiat Śrem, woj. wielkopolskie). Jego ojciec był nauczycielem w szkole powszechnej. Kazimierz ukończył gimnazjum klasyczne w Śremie, a w 1898 r. zdał maturę i zapisał się na Wydział Mechaniczno-Elektrotechniczny Politechniki w Brunszwiku (Technische Hochschule Braunschweig). Po 5 latach studiów zdał egzamin dyplomowy z wyróżnieniem i otrzymał dyplom inżyniera elektryka. Zaraz po otrzymaniu dyplomu zabrał się do pracy doktorskiej w dziedzinie elektrochemii pod kierunkiem prof. Guido Bodländera. W ciągu kilku miesięcy uporał się z częścią laboratoryjną tej pracy i już w październiku 1903 r. objął posadę asystenta w Szkole Politechnicznej we Lwowie, przy katedrze prof. Romana Dzieślewskiego. Uruchomił laboratorium maszyn elektrycznych i napisał pracę doktorską pt. „Versuche über das elektrolytische Verhalten von Schwefelkupfer" (Eksperymenty nad zachowaniem elektrolitycznym siarczku miedzi), którą obronił w 1904 r. na Politechnice w Brunszwiku i jako pierwszy Polak elektryk uzyskał tytuł doktora inżyniera za granicą.

We wrześniu 1904 r. przeniósł się do Berlina, gdzie otrzymał posadę inżyniera w fabryce maszyn elektrycznych firmy Siemens-Schuckert Werke (SSW). Pracował tam w latach 1904–19, najpierw jako inżynier na stacji prób, a następnie w biurze konstrukcyjnym maszyn elektrycznych prądu stałego i trójfazowego.

Dnia 1 stycznia 1920 r. Kazimierz Idaszewski został mianowany profesorem nadzwyczajnym miernictwa elektrycznego na Politechnice Lwowskiej. Nominację na profesora zwyczajnego otrzymał w roku 1924. Kierował Katedrą Pomiarów Elektrycznych. W roku akademickim 1921/22 zlecono mu wykłady z maszyn elektrycznych, które prowadził aż do czasu utworzenia Katedry Maszyn Elektrycznych (1929). W roku 1930 ustąpił ze stanowiska kierownika Katedry Pomiarów Elektrycznych, aby mógł je objąć dr inż. Włodzimierz Krukowski. Sam prof. Idaszewski objął wtedy kierownictwo Katedry Maszyn Elektrycznych. Pod koniec lat 30. prowadził wykłady „Zarys maszyn elektrycznych i transformatorów" dla teletechników oraz „Zarys elektrotechniki" dla studentów Wydziału Maszynowego.

15 listopada 1945 r. prof. Kazimierz Idaszewski wygłosił w kampusie Politechniki Wrocławskiej pierwszy oficjalny wykład naukowy w powojennym Wrocławiu. Co roku tego dnia Politechnika Wrocławska obchodzi swoje święto Fot. Politechnika Wrocławska

We Lwowie został członkiem SEP i aktywnie pracował w komisji normalizacyjnej SEP. Był też rzeczoznawcą ds. maszyn elektrycznych oraz napędów pomp do wydobywania nafty, a także członkiem komisji legalizowania liczników energii elektrycznej przy Głównym Urzędzie Miar.

Od 1939 r., w czasie okupacji sowieckiej Lwowa, nadal pracował na miejscowej Politechnice, którą przemianowano wtedy na Lwowski Instytut Politechniczny. W okresie okupacji niemieckiej natomiast Politechnika Lwowska została zamknięta, dlatego Idaszewski nauczał w rzemieślniczej szkole zawodowej, a następnie na Państwowych Technicznych Kursach Fachowych (Staatliche Technische Fachkurse), uruchomionych w zastępstwie politechniki. W 1944 r., kiedy wojska sowieckie zbliżały się do Lwowa, wyjechał do Krakowa, a później do Wielkopolski.

W maju 1945 r. został powołany na stanowisko dziekana i organizatora Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej z tymczasową siedzibą w Krakowie, ponieważ w Krakowie były laboratoria elektryczne Akademii Górniczej, potrzebne do kształcenia elektryków, a w Gliwicach ich jeszcze nie było.

We wrześniu 1945 r. prof. Idaszewski został dziekanem Wydziału Mechaniczno-Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej oraz kierownikiem Katedry Pomiarów Elektrycznych i Katedry Maszyn Elektrycznych. Przy uruchamianiu Katedry pomagał mu tylko Zbigniew Orzeszkowski, były student Politechniki Gdańskiej. Po wytężonej pracy od rana do wieczora, udało się uruchomić laboratorium pomiarów i maszyn elektrycznych oraz wykłady. Pierwszy wykład, inaugurujący rok akademicki 1945/46, odbył się 15 listopada 1945 r. Na Wydział Mechaniczno-Elektryczny przyjęto 262 studentów. Dotkliwy był brak pracowników – wykładowców i personelu pomocniczego. Zdarzało się, że profesor musiał wykładać przez wiele godzin dziennie, a miał już 68 lat. W kwietniu 1946 r. Kazimierz Idaszewski ustąpił ze stanowiska dziekana, ze względu na przemęczenie.

W latach 1947–1951 prof. Idaszewski aktywnie pracował na rzecz rozwoju przemysłu: wykonywał – wraz z zespołem – liczne odbiory, ekspertyzy, uruchomienia, przebudowy i naprawy przyrządów, aparatów i urządzeń pomiarowych. Współpracował m.in. z takimi zakładami jak: Gazownia Miejska, Huta Bolesławiec, Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego (WSK), Wrocławska Fabryka Maszyn (WFM), Fabryka Armatur, Zakłady Wytwórcze Aparatury Precyzyjnej w Świdnicy, Zakłady Wytwórcze Wielkich Maszyn Elektrycznych (DOLMEL) we Wrocławiu.

Prof. dr inż. Kazimierz Idaszewski był też autorem artykułów i prac naukowych. Oprócz wspomnianej już pracy doktorskiej, drukiem wydano m.in. „Kilka uwag o licznikach jednofazowych na małą moc" („Przegląd Elektrotechniczny" 1927 i 1928); „Maszyny prądu stałego" (PWN 1954), „Pomiary elektryczne" (PWN 1955). Był członkiem i pierwszym prezesem Oddziału Wrocławskiego SEP. Brał czynny udział w pracach podkomisji ds. miernictwa elektrycznego, a także w opracowywaniu „Polskiego słownika elektrycznego".

W roku 1959 prof. Kazimierz Idaszewski odszedł na emeryturę. Za swoją pracę został odznaczony Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski, Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski oraz Złotą Odznaką Honorową SEP. Zmarł we Wrocławiu 14 stycznia 1965 r. i został pochowany na cmentarzu św. Wawrzyńca przy ul. Bujwida.

Źródła

1. „Profesor Kazimierz Idaszewski – Mały Wielki Człowiek (wspomnienie prof. Andrzeja Wiszniewskiego), https://weny.pwr.edu.pl.
2. https://pl.wikipedia.org/wiki/Kazimierz_Idaszewski.

eprasa.pl f4ba149e99

KOMPENDIUM ELEKTRYKA 2026

Redakcja „elektro.info" wydała książkowy kalendarz na rok 2026. Jest to wydanie bogato ilustrowane, zawierające wiele przydatnych informacji, np. dane kontaktowe wybranych instytucji oraz informacje o wybranych produktach branżowych. Uzupełnienie kalendarza stanowi podręczny notatnik zamieszczony na końcu. Pomiędzy kartkami kalendarza zostały zamieszczone informacje techniczne przydatne w codziennej praktyce każdego elektryka. I tak w styczniu użytkownik znajdzie: informacje o systemach oceny zgodności kabli i przewodów elektrycznych w zakresie reakcji na ogień; dopuszczalne spadki napięcia w instalacjach elektrycznych, zdefiniowane w załączniku „G" normy PN-HD 60364-5-52:2011; wyjaśnienie przemiany energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną w układach PV; tabelkę porównującą ocenę wartości prądu wyłączającego dla czasu t = 0,4 s, przy różnych zabezpieczeniach obwodów odbiorczych oraz elementy teorii pożarów i wymagania w zakresie odporności zwarciowej, jakie musi spełnić PWP dopuszczany do eksploatacji. W lutym zamieściliśmy informacje o budowie systemów fotowoltaicznych; zdefiniowaliśmy kable i przewody elektryczne pod względem palności i rozprzestrzeniania ognia; określiliśmy wymagania dotyczące usytuowania budynków względem sąsiedniej działki oraz przedstawiliśmy schemat blokowy PWP, wraz z podstawą prawną jego stosowania. W marcu prezentujemy: zawartość etykiety wyrobu dla kabli i przewodów w zakresie reakcji na ogień, zgodnie z normą PN-EN 50575-2015; metodykę zasilania urządzeń przeciwpożarowych w przypadku zasilania budynku w układzie TT oraz zestawienie wymagań ochrony przeciwporażeniowej realizowanej przez samoczynne wyłączenie zasilania. W kwietniu prezentujemy: parametry techniczne określające reakcje na ogień oraz podstawowe wymagania w zakresie odległości pomiędzy budynkami ze względu na ochronę przeciwpożarową.

Maj rozpoczynają podstawowe informacje w zakresie prądów zwarciowych oraz zagrożeń stwarzanych przez halogenki w czasie pożaru. W czerwcu prezentujemy zmienność rezystancji przewodów elektrycznych w funkcji temperatury oraz jej wpływ na parametry jakościowe dostarczanej energii w odniesieniu do pracy zasilanych urządzeń oraz wymagań ochrony przeciwporażeniowej realizowanej przez samoczynne wyłączenie. W lipcu zamieściliśmy informacje dotyczące wymagań w zakresie ochrony przeciwporażeniowej, realizowanej przez samoczynne wyłączenie, oraz schematy układów zasilania sieci elektroenergetycznych i instalacji elektrycznych nn, uzupełnione wymaganiami w zakresie oceny samoczynnego wyłączenia w układzie zasilania TN. W sierpniu prezentujemy: hierarchię ważności aktów prawnych; nieprzydatność wyłącznika różnicowoprądowego w obwodach zasilania urządzeń przeciwpożarowych oraz zasady oceny samoczynnego wyłączenia w układach zasilania TT. Wrzesień rozpoczyna informacja o stosowaniu przewodów i kabli elektrycznych o określonej klasie reakcji na ogień, w zależności od warunków środowiskowych drogi ewakuacyjnej, zgodnie z normą PN-HD 60364-442/2022/A1. Następnie prezentujemy: podstawowe klasy reakcji na ogień; metodykę doboru aparatów elektrycznych do spodziewanych prądów zwarciowych; wymagania stawiane lokalizacji rozdzielnicy głównej budynku oraz nieprzydatność układu zasilania TT do zasilania urządzeń przeciwpożarowych. W październiku prezentujemy podstawowe wymagania eksploatacyjne dla akumulatorów klasycznych, wraz z opisem zagrożeń wybuchowych stwarzanych przez wydobywający się z nich wodór, a także podstawowe błędy w oprzewodowaniu szaf rozdzielczych oraz wymagania w zakresie odległości pomiędzy kablami układanymi w ziemi, zgodnie z wymaganiami normy N SEP-E 004.

W listopadzie przedstawiliśmy: zasady określania prądu zwarciowego krótkotrwałego wytrzymywanego przez aparaty elektryczne oraz wpływ silników i źródeł prądów zwarciowych na dobór łączników w obwodach elektrycznych. Określiliśmy zasady sprawdzania natężenia oświetlenia elektrycznego oraz przedstawiliśmy klasyfikację materiałów pod względem palności. W grudniu określiliśmy ogólne wymagania prawne w zakresie ochrony przeciwpożarowej oraz zasady określania prądów zwarciowych dowolnego obwodu z wykorzystaniem twierdzenia Thevenina.

W końcowej części kalendarza zamieściliśmy zestawienia wybranych jednostek układu SI oraz jednostek stosowanych w krajach anglosaskich. Przydatnym elementem jest też oświadczenie o zdarzeniu drogowym, które w przypadku kolizji drogowej wystarczy wypełnić. Prezentowany kalendarz, uzupełniony o wymienione informacje, oprócz swojej zasadniczej funkcji staje się przydatnym miniporadnikiem, który powinien znaleźć się w codziennym użytkowaniu każdego elektryka.

Tekst mgr inż. Julian Wiatr

ZAMÓWIENIA
eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl
tel. 22 512 60 60, -61, -62, -68
faks 22 468 84 76

eprasa.pl f4ba149e99

SZKOLENIA ZAWODOWE – niezbędny element rozwoju

Transformacja energetyczna całej gospodarki i związane z nią wyzwania wymagają nawet od doświadczonych i dobrze wykwalifikowanych specjalistów stałego poszerzania swojej wiedzy – jest to niezbędne, aby nadążyć za ciągłymi zmianami i nowościami.

Nowe kompetencje są niezwykle cenne zarówno dla samego uczestnika szkolenia – otwierają mu bowiem możliwości awansu – jak i dla zatrudniającej go firmy. Ale nie są to jedyne profity, jakie dają szkolenia podnoszące kwalifikacje zawodowe, zwłaszcza gdy to firma proponuje je pracownikom i partnerom.

Szkolenia podnoszące kwalifikacje pracowników wzbogacają też w oczywisty sposób przedsiębiorstwo, bo osoby przeszkolone, bardziej kompetentne, mogą się podejmować coraz bardziej złożonych zadań. Wiedza i umiejętności, które zdobywają pracownicy podczas szkoleń, przekładają się również na korzyści finansowe dla przedsiębiorstwa, takie jak zwiększona sprzedaż, nowi klienci, mniejsza liczba błędów i wpadek podczas wykonywania powierzonych obowiązków. Dodatkowo szkolenia budują pozytywny wizerunek nowoczesnej firmy, dbającej o swój zespół. Ważnym powodem, dla którego warto uczestniczyć w specjalistycznych szkoleniach, jest zdobywanie wiedzy, której często nie znajdzie się nigdzie indziej. Poza tym uczestnicy szkoleń otwartych – które odbywają się poza macierzystą firmą i obejmują także osoby z innych firm – mają okazję do wymiany doświadczeń z pracownikami tych samych lub podobnych branż. Pozytywnych skutków szkoleń i kursów zawodowych jest więc – jak widać – bardzo wiele. Zachęcamy, by sprawdzać ofertę w tym zakresie i zapisywać się na wartościowe merytoryczne szkolenia dla profesjonalistów.

Na koniec trzeba przypomnieć rzecz oczywistą: szkolenie szkoleniu nierówne. Dlatego gdy już się na nie decydujemy, powinniśmy starannie wybrać podmiot, który je przeprowadza. Poza sprawdzeniem opinii o organizatorze należy dokładnie zapoznać się z konkretną ofertą szkolenia, które nas interesuje: jakie treści będą przekazywane podczas zajęć, w jakim zakresie i w jaki sposób, a przede wszystkim: kto będzie prowadził szkolenie. Ważne, aby była to osoba lub osoby, które są wysokiej klasy profesjonalistami z doświadczeniem. Na naszych łamach przedstawiamy ofertę wartościowych szkoleń dla profesjonalistów związanych z branżą elektrotechniczną i elektroenergetyczną. Zachęcamy do sprawdzenia oferty i inwestycji w siebie i swoje umiejętności.

REKLAMA

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 zwarciowe 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

REKLAMA

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 kadrą 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 gospodarki energetyczne 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

REKLAMA

eprasa.pl f4ba149e99

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.

REKLAMA

ANMARO Sp. z o.o.
35-321 Rzeszów
ul. Na Skały 1B
tel. 22 378 17 49, faks 22 378 17 50
anmaro@anmaro.pl
www.anmaro.com.pl

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 bateryjnych 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

REKLAMA

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

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.

REKLAMA

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**

eprasa.pl f4ba149e99

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, biurowcach, magazynach czy placówkach handlowych. To przemyślana inwestycja, która zapewni lepsze zagospodarowanie przestrzeni, a także oszczędność w eksploatacji energii i korzyści finansowe.

Elektrobud P.S.A.

67-400 Wschowa, ul. Nowopolna 10
tel. +48 65 547 66 00
wschowa@elektrobud.pl
www.elektrobud.pl
www.stacjetransformatorowe.pl

REKLAMA

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 najwyższym 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

REKLAMA

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 producencki, doradztwo techniczne oraz wysoka specjalizacja czynią EVER renomowanym dostawcą na polskim rynku rozwiązań gwarantujących ciągłość zasilania.

Nasze produkty
- Zasilacze UPS
- Agregaty prądotwórcze
- 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 prądotwórczego
- 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 prądotwórczych
- 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

REKLAMA

eprasa.pl f4ba149e99

rehlko

PROFESJONALIZM, INNOWACYJNOŚCI, NIEUSTANNE DĄŻENIE DO DOSKONAŁOŚCI

Firma GEN-SYS to polski lider w dziedzinie zasilania gwarantowanego, specjalizujący się w dystrybucji i serwisie agregatów prądotwórczych. Jesteśmy dumni z naszej długotrwałej współpracy z REHLKO, francuskim producentem agregatów prądotwórczych, 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 prądotwórcze 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

REKLAMA

gorlan polska
ul. Żeromskiego 18, 56-420 Bierutów
tel. +48 56 623 14 65
www.gorlan.com.pl

REKLAMA

REPOS TECHNIK

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 przeciwpiorunowa 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) przekaźnikami kontroli stanu izolacji

OCHRONA DYSTRYBUCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ
- ograniczniki niskiego i średniego napięcia w energetyce i górnictwie

OCHRONA TRAKCJI I POJAZDÓW
- ograniczniki przepięć dla sieci trakcyjnych
- ochrona tramwajów, trolejbusów, lokomotyw, ochrona osób

URZĄDZENIA DO WYRÓWNYWANIA POTENCJAŁÓW
- iskierniki separacyjne, strefy ExK

Zapewniamy profesjonalne usługi i doradztwo

REPOS TECHNIK Sp. z o.o.
ul. Martinovská 3168/48, 723 00 Ostrava, Republika Czeska
tel. kom. +420724321079
repostechnik@repostechnik.pl
www.repostechnik.pl

REKLAMA

eprasa.pl f4ba149e99

SGB-SMIT Transformatory Polska

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 znajdziecie 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 dokształcanie swoich pracowników. Jesteśmy na 4 kontynentach w 9 krajach. Zakłady SGB-SMIT znajdują się w Niemczech, Holandii, Francji, USA, Rumunii, Czechach, Malezji, 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

REKLAMA

SIBA FUSE TECHNOLOGY

Od niemal 80 lat SIBA specjalizuje się w produkcji i sprzedaży bezpieczników topikowych oraz wszelkiego rodzaju akcesoriów w postaci podstaw, opraw bezpiecznikowych i mikrołączników. Nasz asortyment obejmuje kilka tysięcy bezpieczników od wkładek wysokonapięciowych i niskonapięciowych stosowanych w energetyce, po wkładki superszybkie do ochrony półprzewodników, czy zabezpieczenia systemów fotowoltaicznych i akumulatorowych magazynów energii, kończąc na rozwiązaniach miniaturowych stosowanych w elektronice. Oferujemy także konstrukcje specjalne, jak bezpieczniki dla transportu morskiego i kolejowego, czy wkładki dla przemysłu górniczego.

SIBA Polska sp. z o.o.
05-082 Stare Babice, ul. Warszawska 300 D
tel. 22 832 14 77,
siba@siba-bezpieczniki.pl
www.siba-bezpieczniki.pl

REKLAMA

Weidmüller

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@weidmueller.com
www.weidmuller.pl

REKLAMA

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 inżynieryjnego, 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 rynki 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 – szczycimy się utrzymywaniem zażyłych stosunków z klientami i staramy się przewidywać ich potrzeby, zwracając baczną 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 inżynieryjne, 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

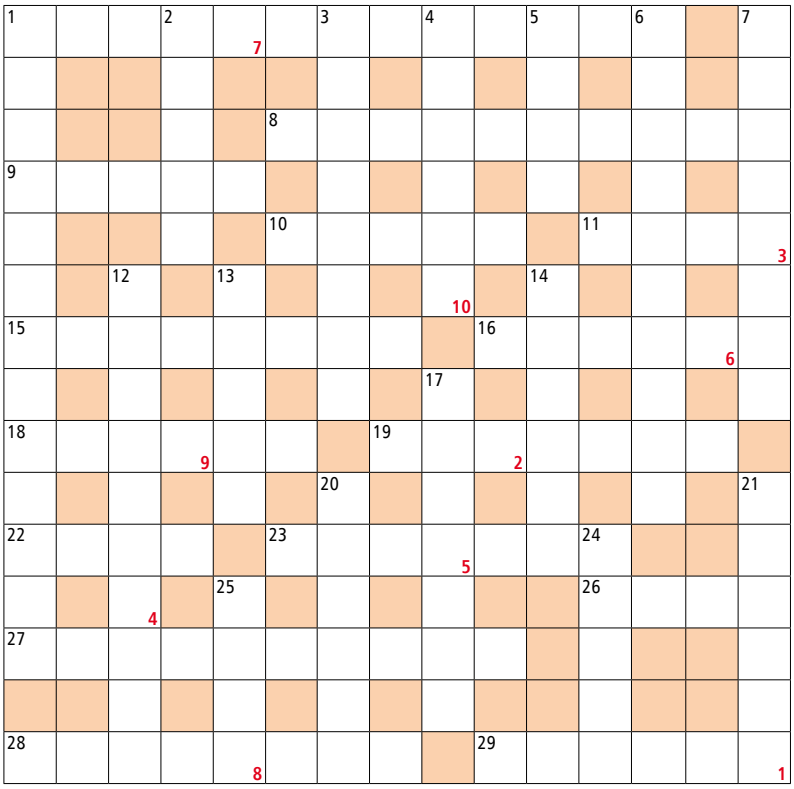
REKLAMA

eprasa.pl f4ba149e99

NAGRODĘ UFUNDOWAŁ E-SKLEP

PROFITECHNIK
Narzędzia z gwarancją

Do wygrania kątownik stolarski Profi 500 mm z regulowaną podziałką Scala



Poziomo: **1** jednostka energii stosowana w fizyce; **8** zapis drgań gruntu Ziemi; **9** elektryczny donosiciel; **10** informacja uwidaczniana na ekranie monitora komputera; **11** anglosaskie imię męskie, odpowiednik Jana; **15** mierzy opór elektryczny; **16** składnik oleju naturalnego; **18** piołunówka; **19** badanie wycinka tkanki lub narządu za pomocą mikroskopu; **22** podziemny apartament zwierzęcy; **23** potrawa z tartych ogórków; **26** bałwan akustyczny lub radiowy mający długość i amplitudę; **27** wykrywa, mierzy i rejestruje drgania skorupy ziemskiej; **28** drgająca część głośnika; **29** dziedziczony majątek.

Pionowo: **1** cewka elektryczna zachowująca się jak magnes podczas przepływu przez nią prądu; **2** skrzynia podróżna; **3** miasto w Rosji nad rzeką Ural; **4** idzie za monarchą i młodą parą; **5** amerykański torbacz, dydelf; **6** technika obserwacji i rejestracji obrazu w podczerwieni; **7** rozbiórka maszyny, konstrukcji, rusztowania; **12** spółka zawarta przez kilka przedsiębiorstw; **13** ususzona trawa dla bydła; **14** obuwie na pływalnię; **17** element wykonany z dwóch metali, służący jako czujnik temperatury; **20** geograficzny i magnetyczny; **21** cewka o dużym oporze indukcyjnym; **24** kompromitacja finansowa; **25** łagodzi tarcia w łożyskach.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Litery z pól ponumerowanych od 1 do 10 utworzą hasło. Rozwiązanie prosimy nadsyłać do 31 marca 2026 r. na adres redakcji (kupon zamieszczamy obok). Do wygrania kątownik stolarski Profi 500 mm z regulowaną podziałką Scala ufundowany przez sklep internetowy Profitechnik.

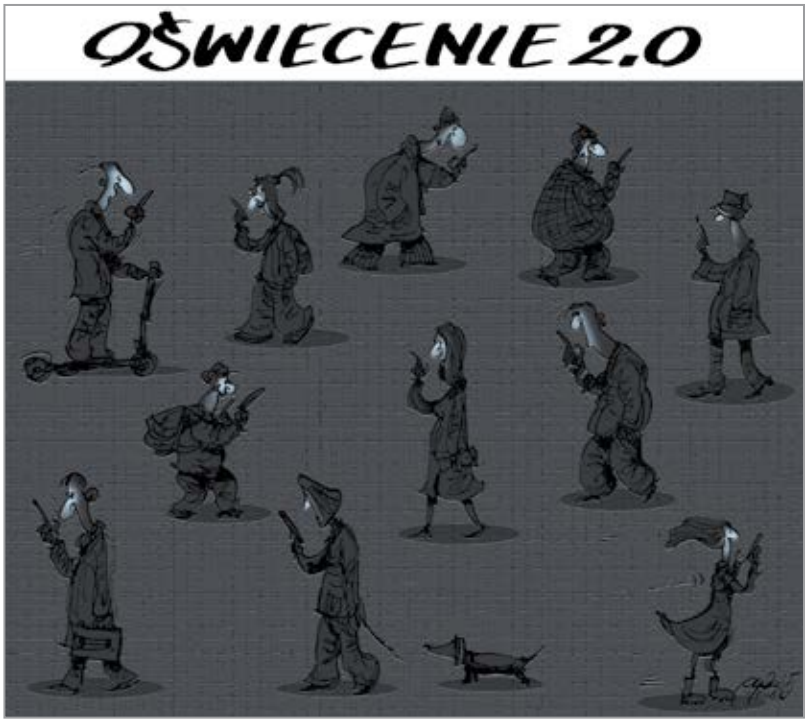
Laureatem nagrody za rozwiązanie krzyżówki z numeru 11/2025, otwieracza do butelek Halder, jest Jaromir Półtorak z Sochaczewa. Gratulujemy!

imię: ..... nazwisko: .....
zawód wykonywany .....
ulica: ..... nr ..... lok. .....
telefon ..... e-mail .....
kod ... - ... miejscowość .....
hasło krzyżówki z numeru 1–2/2026 .....

Administratorem Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K., nr KRS: 0000537655, z siedzibą w 04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18, tel. +48 22 810-21-24, wydawca elektro.info.

Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K. w celu wyboru zwycięzcy krzyżówki: zaznacz w kratce znak X ☐
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.
1. Wyrażam zgodę na otrzymywanie drogą elektroniczną na wskazany przeze mnie adres e-mail informacji o wyniku rozwiązania krzyżówki w rozumieniu ustawy z dnia 18 lipca 2002 roku o świadczeniu usług drogą elektroniczną: zaznacz w kratce znak X ☐
2. Wyrażam zgodę na otrzymywanie drogą elektroniczną na wskazany przeze mnie nr telefonu informacji o wyniku rozwiązania krzyżówki w rozumieniu ustawy z dnia 18 lipca 2002 roku o świadczeniu usług drogą elektroniczną: zaznacz w kratce znak X ☐

Data: ..... Podpis: .....
Kupon należy nakleić na kartę pocztową i przesłać na adres: 04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18 lub przesłać faksem na numer: 22 468-84-76
Wyrażam zgodę na zapisanie mnie do newslettera „elektro.info". Podpis: .....



rys. Robert Mirowski

eprasa.pl f4ba149e99

NKT

Czy wiesz czym są deklaracje środowiskowe EPD?

EPD
Enviromental Product Declaration

Już mamy!

PRZECZYTAJ WIĘCEJ

www.nkt.com.pl

eprasa.pl f4ba149e99

ELEKTROBUD

Nieskuteczna wentylacja przegrzewa izolację w kolumnach, obniża jej właściwości dielektryczne i może doprowadzić do uszkodzenia transformatora

PRAWIDŁOWE CHŁODZENIE TRANSFORMATORA

Wymuszony nawiew pod każdą kolumnę transformatora

INNOWACYJNA PRZEMYSŁOWA OBUDOWA TRANSFORMATORA ICZ-E 2500 kVA

Produkt dostarczany według indywidualnego projektu jest wykonywany według niżej wymienionych norm oraz dokumentów normatywnych polskich i międzynarodowych:

PN-EN 62271-202 p 6.2
Próby sprawdzające poziom izolacji w obudowie prefabrykowanej, strona nn.

PN-EN 62271-202 p 6.5
Próby nagrzewania głównych komponentów umieszczonych w obudowie prefabrykowanej.

PN-EN 62271-202 p 6.6
Próby zdolności przewodzenia przez obwody główne uziemiające prądów znamionowego szczytowego i znamionowego krótkotrwałego wytrzymywanego.

PN-EN 62271-202 p 6.7
Sprawdzenie stopnia ochrony.

PN-EN 62271-202 p 6.101
Sprawdzenie wytrzymałości obudowy prefabrykowanej na narażenia mechaniczne.

PN-EN 62271-202 p 6.10
Sprawdzenie obwodów pomocniczych i sterowniczych.

Elektrobud P.S.A.
ul. Nowopolna 10
67-400 Wschowa

tel. 65 547 66 00
faks 65 547 66 09

wschowa@elektrobud.pl
www.elektrobud.pl