

PORADNIK

elektro.info.pl

Kable i przewody



Partnerzy publikacji



Redakcja



Adres redakcji

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 65 61
faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl



Reklama: Karolina Rosa, krosa@medium.media.pl

Redakcja: Anna Kuziemska, akuziemska@elektro.info.pl



Grupa MEDIUM

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K.
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 21 24, faks 22 810 27 42
ISBN 978-83-64094-10-1

Spis treści

Metody ochrony kabli przed pożarem	4
Wymagania dla kabli i przewodów wynikające z Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. (CPR).....	6
Przewody szynowe alternatywą dla kabli w budynkach	12
Ochrona przewodów od skutków zwarć w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia	14
Ochrona przeciwpożarowa kabli i przewodów – rozwiązania techniczno-budowlane	18
Badania głowic kablowych wtykowych SN.	26
Trasy kablowe w obiektach budowlanych – wymagania	30
Układanie kabli i przewodów, czyli jak prowadzić i oznaczać trasy kablowe?	34
Oznaczanie kabli i przewodów – zagadnienia wybrane	38
Instalacje PV a prowadzenie tras kablowych	40
Wybrane zagadnienia dotyczące prowadzenia tras kablowych w strefach pożarowych	44
Osprzęt kablowy – podstawowe wiadomości o mufach kablowych	46
Możliwość zastosowania złączek szynowych (listwowych) do łączenia kabli i przewodów w rozdzielnicach nn	48
Bimetaliczna końcówka miedziano-aluminiowa HMA	50
Taśmy TZe synonimem trwałości	52
Sposoby oznaczania kabli i przewodów	54
Drukarki etykiet	56
Katalog firm.	58



Power to life since 1891

Prosto i wygodnie z przewodem CENTER

**Wybierz przewód NKT instal PLUS
CENTER YDYp 3x2,5 450/750 V
do montażu w gniazdkach elek-
trycznych, idealnie dopasowany
do układu zacisków w gniazdku.**

Kolejność żył w przewodzie jest zgodna z układem zacisków w gniazdku, dzięki temu instalacja przebiega szybko i bez konieczności przeplatania żył w puszcze. Przewód NKT instal PLUS CENTER to łatwość, szybkość i wygoda dla każdego instalatora.



nkt.com.pl

NKT S.A.
ul. Gajowa 3, 43-254 Warszowice
info.pl@nkt.com, T: +48 32 757 1700

metody ochrony kabli przed pożarem

Franciszek Spyra – Energopomiar Elektryka Gliwice

Z pierwszymi większymi pożarami kabli zetknęliśmy się z chwilą wprowadzenia do produkcji kabli z tworzyw sztucznych. Przedtem kable produkowane były w izolacji papierowej i miały powłokę metalową. Duża ilość metalu w konstrukcji kabla utrudniała jego zapalenie. Pierwszy duży pożar kabli w Polsce powstał w grudniu 1970 r. w jednej z elektrowni. Wcześniej z problemem tym zetknęli się Węgrzy i w tym czasie mieli już pewne doświadczenia. Energopomiar zajął się wyjaśnieniem przyczyny powstania tego pożaru.

Kable, które uległy spaleni, miały izolację polwinitową. W owym czasie uważano, że kable o izolacji polwinitowej nie palą się. Nie było wówczas odpowiedniej normy na badanie podatności na palenie się kabli o izolacji z tworzyw sztucznych. Badania zostały wykonane według wymagań zawartych w normie przedmiotowej dla niepalnych przewodów górniczych w izolacji gumowej (OnG). Było dla nas zaskoczeniem, gdy okazało się, że kable w izolacji polwinitowej i powłoce polwinitowej zachowują się w czasie próby lepiej od przewodów niepalnych górniczych. Po odjęciu płomienia z kabli polwinitowych płomień natychmiast gasł, natomiast przewód niepalny górniczy podtrzymywał płomień przez kilkanaście sekund. Próba wykonana była na pojedynczym kablu i przewodzie. W konkretnym przypadku (we wspomnianej elektrowni) kable tego rodzaju zapaliły się i spaliły.

Spaleni uległy żyły aluminiowe, stopiły się pancerze stalowe. Postanowiliśmy zweryfikować wymagania zawarte w normie na niepalne przewody górnicze. Odtworzyliśmy rzeczywisty układ ułożenia kabli, jaki miał miejsce we wspomnianej elektrowni. Pod półką z kablami umieściliśmy wannę z ropą, którą zapaliliśmy. Gdy pierwsze kable na dolnej półce zapaliły się, usunęliśmy wannę z płonącej ropą spod kabli. Płomień na kablach nie zgasł, a od kabli z dolnej półki zapaliły się kable na pozostałych półkach. Wszystkie kable spaliły się, mimo że próba przeprowadzona była na wolnym powietrzu i było dobre odprowadzenie ciepła od palących się kabli.

Doszliśmy do wniosku, że palące się kable będą podtrzymywały płomień, jeżeli ich temperatura będzie wyższa od temperatury zapalenia się polwinitu. W przypadku pojedynczego kabla odprowadzenie ciepła jest

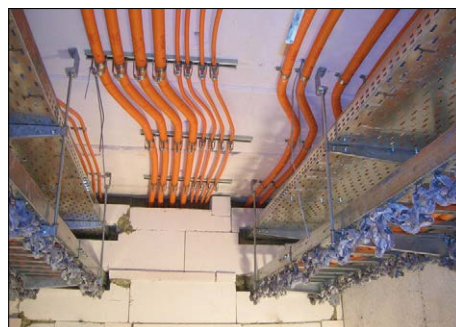
zbyt duże w stosunku do wytworzonego ciepła w procesie palenia się próbki. Ilość odprowadzonego ciepła zależy od powierzchni zewnętrznej próbki, a więc od średnicy próbki, zaś ilość ciepła wytworzonego – od masy spalanej próbki. Średnica bada-

nej próbki kabli nie różnie proporcjonalnie do masy próbki, dlatego kable w wiązce będą się paliły i podtrzymywały płomień. Na podstawie tych wyników opracowaliśmy metodę na sprawdzenie podatności kabli lub przewodów na rozprzestrzenianie się płomienia. Metoda została później wprowadzona do polskiej normy (PN).

Stwierdzona przez nas już w 1971 r. i następnie omawiana w publikacjach podatność na rozprzestrzenianie się płomienia kabli polwinitowych ułożonych w wiązce została również omówiona w 1982 r. podczas Ogólnosiwiatowej Konferencji Kablowej w Paryżu, gdzie, według wypowiedzi uczestników tej konferencji, okazała się dla wielu nowością i zaskoczeniem.

przyczyny powstawania pożaru kabli

Najczęstszą przyczyną zapalenia się kabli jest zaproszenie ognia. Najbardziej podatne na zapalenie się są kable sygnalizacyjne. Kable te mają małą masę niepalną, natomiast zawierają dużo materiału palnego. Wystarczy, że na ich powierzchni znajdzie się kłódek pakuł z wytarcia rąk

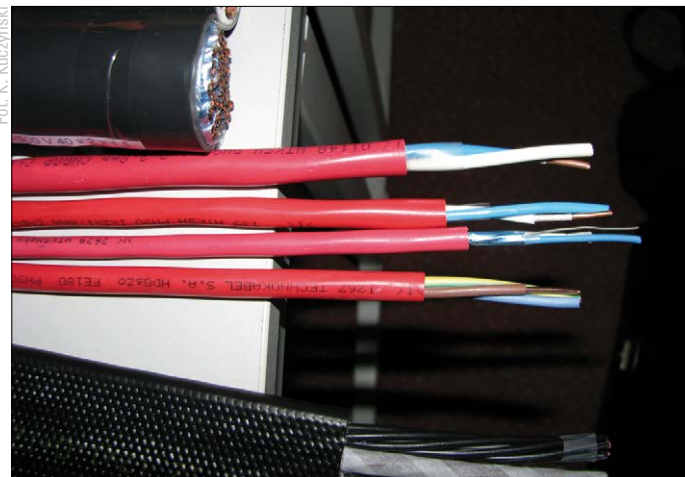


Zespół kabli ognioodpornych przygotowany do przeprowadzenia badań

montera i kawałek rozżarzonego metalu ze spawanego elementu, a powstanie źródło ognia, od którego zapala się kable (przykład wzięty z jednej z elektrowni).

Mało prawdopodobne jest, by kable o izolacji papierowej lub polwinitowej zapaliły się od przepływu prądu zwarcia wyłączzonego w krótkim czasie. Takie badania zwiarcio- we z czasem wyłączenia podstawowego i rezerwowego wykonaliśmy w latach 70. na kablach tego typu przy dopuszczalnej gęstości prądu zwarcia i przy podwójnej gęstości prądu zwarcia. W kablu o izolacji polwinitowej nie nastąpiło zapalenie się kabla, natomiast w kablu o izolacji papierowej przy podwójnej gęstości prądu i czasie wyłączenia rezerwowego przez kilkanaście sekund paliła się małym płomieniem izolacja papierowa. Problem natomiast występuje w przypadku stosowania kabli o izolacji polietylenowej. W wielu przypadkach

Fot. K. Kuczyński



Przykładowe konstrukcje ognioodpornych przewodów elektroenergetycznych

stwierdzono, że kable te uległy zapaleniu w wyniku przepływu prądu ziemnozwarciowego, w dwóch przypadkach o wartości 25 A. W obu z nich spaliło się około 130 kabli. W tym samym zakładzie przy dopalaniu kabla 20 kV prądem o wartości 0,8 A i napięciu 4 kV nastąpiło zapalenie się kabla i w efekcie spaliło się prawie 80 kabli.

Inaczej należy podejść do zagadnienia zwarć niewyłazonych. Nawet nieduży prąd płynący przez uszkodzoną izolację w instalacji niskiego napięcia może zainicjować zapalenie się kabla lub przewodu i być przyczyną pożaru. Takie przypadki miały miejsce w elektrowniach.

środki zaradcze

Po pożarze pojazdu kosmicznego na platformie startowej w USA, w którym zginęło trzech kosmonautów (lata 60.), a przyczyną którego było zapalenie się kabli, opracowano w Ameryce środek o nazwie Flam-mastik do pokrywania kabli i przewodów w celu ich ochrony przed ogniem.

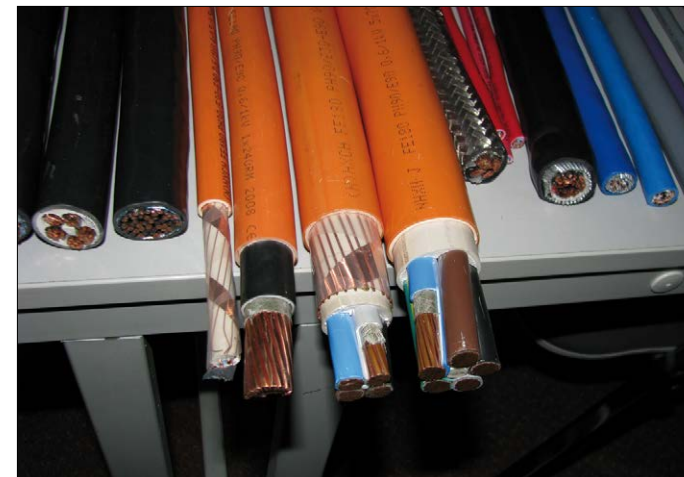
Środek ten był badany w naszym laboratorium kablowym (lata 70.), stwierdziliśmy jednak, że jest mało przydatny do ochrony kabli przed rozprzestrzenianiem się płomienia. W pojeździe kosmicznym środek ten spełniał swoje zadanie, ponieważ nałożony na przewody lub

kable chronił je od ognia zewnętrznego, utrudniając ich zapalenie. W przypadku palenia się kabli wytworzone ciepło powoduje rozkład termiczny tworzywa izolacji, powłoki i elementów wypełniających, a powstałe gazy powodują rozerwanie nałożonej warstwy ochronnej, podtrzymują ogień i powodują dalsze jego rozprzestrzenianie.

W międzyczasie powstało wiele środków ogniochronnych do powłokania kabli, z których większość badaliśmy w naszym laboratorium. Wszystkie mają podobną wadę, w czasie pożaru nałożone warstwy ulegają rozerwaniu, co umożliwia dalsze rozprzestrzenianie się płomienia.

Uzasadnione jest stosowanie tych środków do pokrywania kabli sygnalizacyjnych w miejscach, gdzie możliwe jest zaproszenie ognia. Natomiast pokrywanie kabli elektroenergetycznych ułożonych pojedynczo w pomieszczeniach kablowych lub na wolnym powietrzu jest bezcelowe, gdyż aby je zapalić, trzeba byłoby użyć palnika gazowego.

Zarówno normy krajowe, jak i norma międzynarodowa IEC różnią cztery kategorie badań: A, B, C, D, które różnią się ilością masy palnej w próbce badanych kabli. W normach tych jest to duże przeoczenie, gdyż nie uwzględniają one ilości materiałów niepalnych (metal) w badanych próbkach kabli. Inaczej będą zachowywały się



Przykłady konstrukcji ognioodpornych kabli elektromagnetycznych

kable o małych przekrojach żył roboczych, a inaczej o przekrojach bardzo dużych.

Prawie niezawodnym sposobem uniemożliwiającym rozprzestrzenianie się płomienia na kablach jest stosowanie kabli samogasnących, na których płomień nie przemieszcza się poza źródło ognia. Taki rodzaj kabla opracowaliśmy wspólnie z ERG w Krywałdzie, który przeszedł wszystkie badania z wynikiem pozytywnym.

na czym polega mechanizm samogaśnięcia?

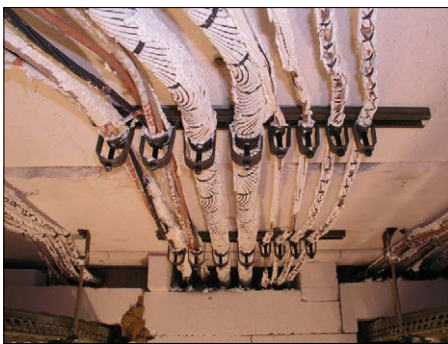
Do mieszkanki polwinitu opornego dodaliśmy pewien procent trójtlenku antymonu. W procesie palenia się kabla trójtlenek antymonu łączy się z chlorem wydzielanym z izolacji i powłoki tworząc trójtlenek antymonu. Otulina tego gazu wokół palących się kabli uniemożliwia dostęp tlenu do ognia i płomień gasnie. Szereg badań wykonanych różnymi metodami potwierdził skuteczność tego sposobu ochrony kabli przed rozprzestrzenianiem się płomienia. Nowy rodzaj kabla nie miał gorszych właściwości elektrycznych i mechanicznych od kabla, którego izolacja i powłoka wykonane są ze zwykłego polwinitu. Trójtlenek antymonu dodany był tylko do polwinitu oponowego, którego właściwości nie były gorsze od polwinitu typu SOS.

Koszty produkcji tego kabla były wyższe tylko o 5% od ceny podstawowej kabla wykonanego ze zwykłego polwinitu.

wpływ pokrycia kabli farbą ogniochronną na ich obciążalność

Pozornie wydawałoby się, że nałożenie na powłokę zewnętrzną kabli warstwy o dużej oporności cieplnej spowoduje zmniejszenie ich obciążalności. Wykonane badania na kablach typu YAKY 4x10 mm² 0,6/1 kV wykazały w badaniach porównawczych (kable pokryte środkiem ogniochronnym i kable niepokryte), że kable pokryte środkiem ogniochronnym można obciążyć kilka procent więcej od kabli niepokrytych, by uzyskać tę samą temperaturę żyły roboczej. Środki ogniochronne są koloru białego. Gdy w dalszej części próby kable pokryte posypaliśmy miałem węglowym, uzyskaliśmy jeszcze większą obciążalność. Pozorną nieprawidłowość można wytłumaczyć tym, że zewnętrzna powłoka polwinitowa kabla jest gładka, a nawet szklista, i mimo koloru czarnego odprowadza gorzej ciepło od warstwy środka ogniochronnego nałożonego na kabel. Środek ten ma powierzchnię chropowatą. Nałożenie warstwy miału węglowego potwierdziło wpływ koloru na odprowadzanie ciepła.

Fot. BAKS



Zespół kablów po badaniu odporności ogniowej

wymagania dla kabli i przewodów wynikające z Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. (CPR)

mgr inż. Julian Wiater

klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. nazywane Construction Products Regulation, w skrócie CPR, wymusza na wszystkich producentach kabli, oferujących swoje wyroby na rynku Unii Europejskiej, badanie wyrobów pod względem reakcji na ogień. Jego celem jest podniesienie bezpieczeństwa budynków przez stosowanie przebadanych i sklasyfikowanych przewodów oraz kabli elek-

trycznych stosowanych do budowy instalacji elektrycznych.

Norma PN-EN 13501-1+A1:2010 *Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień* [6], określa zasady kwalifikacji wyrobów budowlanych i elementów budynków ze względu na ich reakcję na ogień. Wprowadzenie takiego podziału umożliwia ocenę wpływu poszczególnych materiałów na szybkość rozwoju pożaru oraz szybkość i szkodliwość wydzielanych toksyn, będą-

cych produktami rozkładu termicznego spalanych materiałów.

Klasyfikację materiałów budowlanych z punktu widzenia odporności na ogień zgodnie z normą [6], przedstawia tabela 1.

charakterystyka wybranych materiałów izolacyjnych stosowanych do budowy przewodów i kabli elektrycznych

Dla potrzeb oceny przewodów i kabli elektrycznych pod względem

rozprzestrzeniania płomienia oraz emisji spalin, którą charakteryzuje przeźroczystość, toksyczność i korozyjność, prowadzi się badania i ocenia poszczególne wskaźniki. Do najważniejszych należą:

1. **palność materiału** określana za pomocą wskaźnika tlenowego LIO (ang. *Limiting Oxygen Index*). Wskaźnik ten stanowi wyrażone w procentach najmniejsze stężenie tlenu w mieszaninie z azotem wprowadzonej w temperaturze $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, do aparatu służącego wyznaczaniu LIO, przy którym palenie się materiału w określonych warunkach badania jest zaledwie podtrzymywane. W zależności od wartości wskaźnika LIO charakteryzuje się materiał izolacji jako:

- LIO < 23 – materiał łatwo zapalny, rozprzestrzeniający płomień,
- LIO 24-28 – materiał trudno zapalny w małym stopniu rozprzestrzeniający płomień,
- LIO 29-35 – materiał organicznie niezapalny, samogasnący nierozprzestrzeniający płomień,
- LIO > 36 – materiał niezapalny, co jest równoznaczne z nierozprzestrzenianiem płomienia.

Przykładowe wartości wskaźnika LIO oraz temperatury topnienia wybranych materiałów przedstawia tabela 2.

2. **dymotwórczość** – określa ilość dymów powstających przy spalaniu przewodów lub kabli. Dym jest to rozproszony aerozol unoszący się w powietrzu składającym się z fazy rozpraszającej (ośrodek gazowy) oraz fazy

Materiał	Wskaźnik tlenowy LIO, w [%]	Temperatura topnienia, w $^\circ\text{C}$
Polietylen (PE)	18	105–130
Polietylen usieciowany (XLPE)	19	–
Guma etylenowo-poliprenowa (EPR)	≤ 22	210
Polwinil (zmiękczony polichlorek winylu)	24–35	> 140
Guma silikonowa	25–35	–

Tab. 2. Wskaźnik LIO oraz temperatura topnienia wybranych materiałów stosowanych do budowy kabli i przewodów

rozproszonej zawierającej drobiny w stanie ciekłym oraz drobiny w stanie stałym, które mogą być oblepione substancją smolistą. Skład chemiczny dymu zależy od spalanego materiału. Ogólnie można powiedzieć, że dym stanowi niespalone cząstki materiału, które przy silnym napływie powietrza do objętego pożarem pomieszczenia mogą ulegać detonacyjnemu spalaniu zwanemu rozgorzeniem. Określa się całkowitą ilość wydzielanego dymu z próbki objętej badaniem oraz intensywność jego wydzielania w czasie 1 minuty.

3. **gęstość optyczna dymu** – parametr badany w celu oceny możliwości orientowania się ludzi podczas ewakuacji w płonącym budynku. Wyznacza się go zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 61034 *Pomiar wielkości dymów wydzielanych przez palące się przewody lub kable w określonych warunkach* [6].

Badanie polega na przepuszczaniu wiązki światła o wyjściowej światłości kierunkowej I_0 przez dym znajdujący się w komorze badawczej na odcinku $d = 1250\text{ mm}$. O ekstynkcji decyduje współczynnik tłumienia α , zależny od gęstości optycznej dymu. Na bazie uzyskanych danych oblicza się wskaźnik z wykorzystaniem poniższego wzoru i porównuje z wartościami określonymi w normie:

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha \cdot d}$$

Za wynik pozytywny uznaje się:

- przy spalaniu pojedynczego przewodu: $I > 0,7 \cdot I_0$,
- przy spalaniu wiązki przewodów lub kabli: $I > 0,5 \cdot I_0$.

4. **toksyczność** – obrazuje stopień zagrożenia ludzi uwieczonych w płonącym budynku oraz ratowników. Gazy pożarowe powstające wsku-

tek termicznego rozkładu materiałów palnych zawierają szereg trujących substancji, wśród których szczególnie niebezpieczny jest tlenek węgla CO oraz dwutlenek azotu NO_2 . Płonący polichlorek wydzielają chlor Cl i chlorowodór HCl. Szczególnie niebezpieczne są poliuretany, które podczas spalania wydzielają cyjanowodór HCN, potocznie nazywany kwasem pruskim, którego śmiertelna dawka wynosi 1 mg/1 kg masy ciała człowieka. Dym może wytwarzać substancje narkotyczne oraz podrażniające. Rozgrzane cząstki dymu wdychane przez człowieka oprócz zatrucia prowadzą do poparzeń narządów wewnętrznych.

5. **korozyjność spalin** – miara zagrożenia wrażliwego wyposażenia obiektu wtórnymi następstwami pożaru. Zagrożenie korozyjne jest nieduże, jeżeli roztwór wodny, w próbie wykonanej zgodnie z wymaganiami normy IEC 60754-2:2014-11 *Badanie gazów wydzielających się podczas spalania materiałów pobranych z kabli i przewodów. Część 2: Oznaczanie kwasowości (przez podanie pH) i konduktywności* [5], ma pH większy niż 4,3 oraz konduktywność elektryczną mniejszą niż $10\text{ }\mu\text{S/mm}$.

charakterystyka wybranych materiałów izolacyjnych stosowanych do budowy przewodów i kabli elektrycznych

Polichlorek winylu bez specjalnych dodatków jest materiałem palnym, łatwo zapalnym, rozprzestrzeniającym płomień. Po wprowadzeniu zmiękczaczy w ilości (20–45)% jest stosowany jako **polwinil** na izolację powłok i przewodów. Około 60%

masy stanowi chlor, który jest gazem silnie trującym. Rozgrzany wydzielają chlor (Cl) oraz chlorowodór (HCl), który w połączeniu z wodą tworzy kwas solny. W temperaturze $(200\text{--}300)^\circ\text{C}$ zachodzi piroliza, czyli rozpad termiczny cząstek związku chemicznego o większej masie na cząstki o mniejszej masie. W czasie pożaru spalające się zmiękczacze wydzielają czarny, nieprzejrzysty dym oraz toksyczne gazy. Masa wytwarzanego kwasu solnego sięga 20% masy spalanego polwinilu. Masa spalanego 1 kg polwinilu całkowicie zadymia pomieszczenie o kubaturze 500 m^3 . W czasie pożaru chlorowodór ze związkami wapnia tworzy sole dyfundujące w głąb betonu, atakujące zbrojenie. Powstałe opary chlorowodoru powodują korozję wszystkich metalowych elementów wyposażenia budynku. W celu zmniejszenia propagacji płomienia stosuje się polwinil trudno zapalny z ograniczonym rozprzestrzenianiem płomienia (oznaczenie: **FR** – *Flame Retardant*). Ten rodzaj polwinilu zawiera dodatki zwane powszechnie uniemożliwicznymi, które w temperaturze $(200\text{--}300)^\circ\text{C}$ uwalniają parę wodną odbierającą ciepło w endotermicznej reakcji dehydratacji.

Politetrafluoroetylen (PTFE, teflon) – zawiera fluor oraz inhibitory palności na bazie bromu. Właściwości tego materiału są podobne do polichloru winylu.

Guma etylenowo-propylenowa EPR – odporna na przeginięcie i przemieszczanie. Jest przydatna w instalacjach górniczych oraz tymczasowych.

Tworzywa bezhalogenkowe – wykonywane są na bazie czystych węglowodorów. Podczas pożaru nie wydzielają halogenów oraz siarki i nie tworzą kwasów (HCl lub HBr).

Ich rozkładowi termicznemu towarzyszy wydzielanie pary wodnej oraz dwutlenku węgla. Ilość chloru wydzielanego w czasie spalania nie przekracza 0,2% a fluoru 0,1%. Wydzielanie toksycznych gazów, jak np. CO, jest minimalne (do halogenków zaliczamy grupę minerałów obejmujących chlorki, fluorki, bromki i jodki, a więc sole kwasów fluorowodorowego, chlorowodorowego (solnego), bromowodorowego i jodowodorowego).

Guma silikonowa – w temperaturze przekraczającej 600°C ulega ceramicznej, zachowując właściwości izolacyjne.

Polietylenowinyloacetat EVM – materiał niezapalny, nierozprzestrzeniający płomienia, zawiera dodatki uwodnionego tlenku glinu lub magnezu, wskaźnik tlenowy LIO = 38.

Polieteroeteroketon PEEK – materiał organicznie niezapalny, samogasnący nierozprzestrzeniający płomień. Jest to tworzywo termoplastyczne o wskaźniku tlenowym LIO = 35.

wymagania stawiane przewodom i kablom elektrycznym

Szczegóły dotyczące badań wyrobów oraz zasad klasyfikacji są określone w dwóch normach PN-EN 13501-6:2014 *Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 6: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień kabli elektrycznych* [4] oraz PN-EN 50575:2015 *Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne. Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej* [2]. Normy te odnoszą się do konkretnych metod badawczych określających reakcję na ogień wyrobów oraz przywołują zasady klasyfikacji wyrobów. Określenie klasy reakcji na ogień opiera się przede wszystkim na badaniu zgodnie z normą EN 50399 [8] oraz PN-EN 60332-1-2:2010 *Badania palności kabli i prze-*

^{*)} Klasyfikacja nie dotyczy materiałów podłogowych

^{**)} Wyroby klasy F uważa się za łatwo zapalne, intensywnie dymiące i kapiące. Jeżeli nie podano klasy wyrobu, należy przyjąć klasę F. **A1** – niepalne wyroby i elementy budynku;

s1 – mała emisja dymu; **s2** – średnia emisja dymu; **s3** – duża emisja dymu; **d0** – brak płonących kropli lub cząstek stałych; **d1** – niewiele płonących kropli lub cząstek; **d2** – wiele płonących kropli lub cząstek stałych.

Tab. 1. Klasyfikacja materiałów budowlanych z punktu widzenia odporności na ogień^{*)}



wodów elektrycznych oraz światłowodowych. Część 1-2: Sprawdzanie odporności pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla na pionowe rozprzestrzenianie się płomienia. Metoda badania płomieniem mieszkankowym 1 kW [9]. Badania pozwalają na sklasyfikowanie wyrobów w jednej z poniższych klas:

A_{ca}, B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca}, E_{ca}, F_{ca}.
Współcześnie stosowane materiały pozwalają na produkcję kabli, których reakcja na ogień mieści się w klasach od F_{ca} (najniższa) do B2_{ca} (najlepsza). Dlatego też w najbliższym czasie będą dostępne na rynku kable i przewody sklasyfikowane w jednej z poniższych klas:

B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca}, E_{ca}, F_{ca}.
Dodatkowo normy PN-EN 13501-6 i PN-EN 50575 [2] wprowadzają możliwość klasyfikacji dodatkowej pozwalającej szczegółowo opisać reakcję wyrobów na ogień. Klasyfikacja dodatkowa opisuje gęstość dymu emitowanego przez kable i przewody podczas pożaru, kwasowość produktów spalania oraz możliwość spadania gorących kropli z palącego się materiału.

Kryteria klasyfikacji oparte zostały na wynikach badań wg norm PN-EN 50399 [8], PN-EN 50754 [9] oraz PN-EN 61034 [7]:

Wydzielanie dymu według PN-EN 50399 [8]:

s1 = TSP_{1200s} < 50 m² i max SPR < 0,25m²/s
s1a = s1 i transmisji według PN-EN 61034-2 > 80%
s1b = s1 i transmisji według PN-EN 61034-2 ≥ 60% < 80%
s2 = TSP_{1200s} < 400 m² i max SPR < 0,15 m²/s
s3 = nie s1 lub s2

Kwasowość według PN-EN 60754 [5]:

a1 – konduktywność < 2,5 μS/mm i pH > 4,3
a2 – konduktywność < 10 μS/mm i pH > 4,3
a3 – nie a1 lub a2.

Płonące krople i odpady według PN-EN 50399 [8]:

d0 – brak płonących kropli i odpadów w ciągu 1200 s

d1 – brak płonących kropli i odpadów płonących dłużej niż 10 s w ciągu 1200 s,
d2 – nie d0 lub d1.

W ten sposób otrzymujemy pełną klasyfikację reakcji na ogień kabla lub przewodu, która może wyglądać przykładowo w następujący sposób:

B2_{ca}, s1a, d0, a1.
Powyższy przykład pokazuje najwyższą możliwą w tej chwili klasyfikację dla kabli i przewodów zbudowanych w oparciu o materiały izolacyjne termoplastyczne. Dodatkowo, norma PN-EN 50575-2015 *Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne. Kable*

i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej [2] opisuje szczegółowo, jakie jednostki badawcze mają brać udział w badaniach wyrobów, w jaki sposób producent klasyfikuje wyrób i jakie dokumenty potwierdzające klasyfikację mają zostać dostarczone przez producenta przy wprowadzaniu wyrobu na rynek Unii Europejskiej.

Wyroby sklasyfikowane w najwyższych klasach muszą zostać przebadane przez Jednostkę Notyfikowaną z zastosowaniem systemu oceny 1+. Wiąże się to ze stałym nadzorem produkcyjnym w zakładzie produkcyjnym. System oceny 1+ ma zastoso-

sowanie przy wyrobach sklasyfikowanych jako:

B2_{ca}, C_{ca}.
Obecnie w Polsce działają dwie Jednostki Notyfikowane mogące dokonać oceny wyrobów w systemie 1+ (Instytut Techniki Budowlanej i Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej – Państwowy Instytut Badawczy).

Wyroby o klasie reakcji na ogień **D_{ca}, E_{ca}** są klasyfikowane przez Laboratorium Notyfikowane z zastosowaniem systemu oceny 3. System 3 nie wymaga stałego nadzoru produkcyjnego przez jednostkę certyfikującą. Obecnie w Polsce działają dwa Laboratoria Notyfikowane mogące doko-

Euroklasa	Test według normy	Kryterium dodatkowe	Przykładowe wyroby
B1	EN 50399 i EN 60332-1-2	+ Kwasowość	Kable/przewody bezhalogenkowe
B2	EN 50399 i EN 60332-1-2	+ Kwasowość	Kable/przewody bezhalogenkowe
C	EN 50399 i EN 60332-1-2	+ Kwasowość	Kable/przewody bezhalogenkowe
D	EN 50399 i EN 60332-1-2	+ Kwasowość	Kable z bardzo dobrym gatunkowo PVC, kable bezhalogenowe
E	EN 60332-1-2	Bez badania kwasowości	Kable z PVC
F	–	Bez określenia wymagań	Kable polietylenowe oraz PVC ^{*)}

Objaśnienia: *) Na początku kwietnia 2016 roku weszło w życie rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2016/364 z dnia 1 lipca 2015 r. w sprawie klasyfikacji reakcji na ogień wyrobów budowlanych na podstawie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011, opublikowane w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej L68 z dnia 15 marca 2016. Niniejsze rozporządzenie ma być bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich. Zgodnie z tym dokumentem klasa **F** może być nadana tylko dla wyrobów, które nie przejdą wymagań dla klasy **E**. W związku z tym normy pozostają w sprzeczności z postanowieniami Rozporządzenia nr 2016/364, z dnia 1 lipca 2015 r. ogłoszonego 15.03.2016 r.

Tab. 3. Zestawienie wymagań dla poszczególnych klas reakcji na ogień

Euroklasa	Właściwości	Przykładowe wyroby
s1 [s1a; s1b]	Prawie bez dymu	Bezhalogenkowe
S2	Średnia emisja dymu	Bezhalogenkowe
S3	Intensywna emisja dymu	Guma, PVC

Tab. 4. Wymagania dodatkowe dla klas B1; B2; C oraz D reakcji na ogień w zakresie przejrzystości dymu PN-EN 50399 [8]

Euroklasa	Właściwości (konduktywność roztworu wodnego dymu i kwasowość)	Przykładowe wyroby
a1	< 2,5 mS/mm oraz pH > 4,3	Bezhalogenkowe
a2	> 2,5 mS/mm, ale < 10 mS/mm oraz pH > 4,3	Bezhalogenkowe
a3	Nie spełnia powyższych kryteriów	PVC

Tab. 5. Wymagania dodatkowe dla klas B1; B2; C oraz D reakcji na ogień w zakresie odczynu kwasowego według PN-EN 60754-2-214-11 [5]

Euroklasa	Właściwości dotyczące powstawania płonących cząstek	Przykładowe wyroby
d0	Brak płonących kropli i odpadów w ciągu 1200 s	Bezhalogenkowe
d1	Brak płonących kropli i odpadów płonących dłużej niż 10 s w ciągu 1200 s	Bezhalogenkowe
d2	Nie spełnia wymagań d0 lub d1	PV

Tab. 6. Wymagania dodatkowe dla klas B1; B2; C oraz D reakcji na ogień w zakresie częstotliwości powstawania płonących cząstek według PN-EN 50399 [8]

Rodzaj budynku	Klasa reakcji na ogień kabli i innych przewodów
Budynki mieszkalne jednorodzinne, zagrodowe i rekreacji indywidualnej, do trzech kondygnacji nadziemnych łącznie	E _{ca}
Budynki mieszkalne i administracyjne, w gospodarstwach leśnych do trzech kondygnacji naziemnych łącznie	E _{ca}
Budynki wolno stojące do dwóch kondygnacji naziemnych łącznie o kubaturze do 1500 m³ przeznaczone do celów turystyki i wypoczynku	E _{ca}
Budynki wolno stojące do dwóch kondygnacji naziemnych łącznie, w zabudowie jednorodzinnej i zagrodowej w gospodarstwach leśnych	E _{ca}
Budynki wolno stojące do dwóch kondygnacji naziemnych łącznie o kubaturze brutto do 1000 m³, przeznaczone do wykonywania zawodu lub działalności usługowej i handlowej, także z częścią mieszkalną	E _{ca}
Garaże wolno stojące o liczbie stanowisk postojowych większej niż 2	E _{ca}
Budynki wolno stojące o kubaturze do 1500 m³ służące hodowli inwentarza	E _{ca}
Budynki wysokościowe (WW) o wysokości ponad 55 m nad poziom terenu	D _{ca} -s2, d1, a3
Budynki wysokie (W) o wysokości ponad 25 m do wysokości 55 m nad poziom terenu lub mieszkalne o liczbie kondygnacji ponad 9 do 18 łącznie	D _{ca} -s2, d1, a3
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL I – zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku przez ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych	D _{ca} -s2, d1, a2
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL II – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się	D _{ca} -s2, d1, a2
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL III – użyteczności publicznej niezakwalifikowane do kategorii ZL I oraz ZL II	D _{ca} -s2, d1, a2
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL IV – mieszkalne	D _{ca} -s2, d1, a2
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL V – zamieszkania zbiorowego niezakwalifikowane do kategorii ZL I oraz ZL II	D _{ca} -s2, d1, a2
Budynki PM (produkcyjne lub magazynowe) IN (inwentarskie)	E _{ca}

Tab. 7. Wymagana klasa reakcji na ogień kabli i innych przewodów ogólnego przeznaczenia zainstalowanych poza obrębem dróg ewakuacyjnych w budynkach określonego rodzaju

Rodzaj budynku	Klasa reakcji na ogień kabli i innych przewodów
Budynki mieszkalne jednorodzinne, zagrodowe i rekreacji indywidualnej, do trzech kondygnacji nadziemnych łącznie	E _{ca}
Budynki mieszkalne i administracyjne, w gospodarstwach leśnych do trzech kondygnacji naziemnych łącznie	E _{ca}
Budynki wolno stojące do dwóch kondygnacji naziemnych łącznie o kubaturze do 1500 m³ przeznaczone do celów turystyki i wypoczynku	E _{ca}
Budynki wolno stojące do dwóch kondygnacji naziemnych łącznie, w zabudowie jednorodzinnej i zagrodowej w gospodarstwach leśnych	E _{ca}
Budynki wolno stojące do dwóch kondygnacji naziemnych łącznie o kubaturze brutto do 1000 m³, przeznaczone do wykonywania zawodu lub działalności usługowej i handlowej, także z częścią mieszkalną	E _{ca}
Garaże wolno stojące o liczbie stanowisk postojowych większej niż 2	E _{ca}
Budynki wolno stojące o kubaturze do 1500 m³ służące hodowli inwentarza	E _{ca}
Budynki wysokościowe (WW) o wysokości ponad 55 m nad poziom terenu	B2 _{ca} -s1b, d1, a1
Budynki wysokie (W) o wysokości ponad 25 m do wysokości 55 m nad poziom terenu lub mieszkalne o liczbie kondygnacji ponad 9 do 18 łącznie	B2 _{ca} -s1b, d1, a1
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL I – zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku przez ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych	B2 _{ca} -s1b, d1, a1
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL II – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się	B2 _{ca} -s1b, d1, a1
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL III – użyteczności publicznej niezakwalifikowane do kategorii ZL I oraz ZL II	B2 _{ca} -s1b, d1, a1
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL IV – mieszkalne	B2 _{ca} -s1b, d1, a1
Budynki o kategorii zagrożenia ludzi ZL V – zamieszkania zbiorowego niezakwalifikowane do kategorii ZL I oraz ZL II	B2 _{ca} -s1b, d1, a1
Budynki PM (produkcyjne lub magazynowe) IN (inwentarskie)	B2 _{ca} -s1b, d1, a1

Tab. 8. Wymagana klasa reakcji na ogień kabli i innych przewodów ogólnego przeznaczenia zainstalowanych w obrębie dróg ewakuacyjnych w budynkach określonego rodzaju

nywać klasyfikacji kabli z zastosowaniem systemu oceny 3. Wyroby o niższej klasie reakcji na ogień **F_{ca}** są klasyfikowane w systemie oceny 4, czyli na podstawie badań przeprowadzonych przez producenta bez udziału Jednostki Notyfikowanej lub Laboratorium Notyfikowanego.

Producent, wprowadzając kabel lub przewód elektryczny na rynek, który będzie przeznaczony do stosowania jako wyrób budowlany, oprócz obowiązków wynikających z Dyrektywy Niskonapięciowej w odniesieniu do wyrobów znakowanych znakiem CE, będzie zobowiązany do

przedstawienia Deklaracji Właściwości Użytkowych (ang. *Declaration of Performance* (DoP)), wynikających z postanowień CPR [1]. W odniesieniu do wyrobów znakowanych znakiem B dokument ten nazywa się Krajową Deklaracją Właściwości Użytkowych i jest oznacza-

ny w skrócie jako KDwu. Dokument ten opisuje klasę reakcji na ogień wyrobu oraz niezbędne informacje opisujące sposób uzyskania klasyfikacji. **Zakres informacji, które muszą zostać umieszczone w DoP**, szczegółowo opisuje norma PN-EN 50575 [2]. Każdy z wyrobów będzie musiał

być oznakowany w sposób jednoznacznie opisujący jego klasę reakcji na ogień. Wzory etykiet dla kabli i przewodów zostały przedstawione w normie PN-EN 50575 [2]. Ponadto kable i przewody muszą być odpowiednio odcenzone w zakresie deklarowanej klasy reakcji na ogień. Ostatecznym terminem wprowadzenia zmian w oznakowaniu produktów był 1 lipca 2017. Data ta wynika z wykazu norm zharmonizowanych z rozporządzeniem CPR. Po tym terminie producenci są zobowiązani do znakowania we właściwy sposób wszystkich kabli przeznaczonych do pracy w instalacjach zapewniających zasilanie i transmisję sygnału w budynkach i przedstawienia Deklaracji Własności Użytkowych na te wyroby. Brak Deklaracji Własności Użytkowych na kabel lub przewód jako wyrób budowlany po 1.07.2017 będzie skutkowało brakiem możliwości wprowadzenia na rynek Unii Europejskiej jako wyrób budowlany, a w konsekwencji brakiem możliwości zastosowania kabla/przewodu w obiekcie budowlanym. Należy jednak pamiętać, że wymóg ten dotyczy jedynie kabli do stosowania w budynkach jako element tego budynku. Nie ma obowiązku badania i klasyfikowania kabli, które nie są wyrobami budowlanymi (nie są częścią instalacji budynku) lub mają zastosowanie poza obiektami budowlanymi (np. przewody stosowane do budowy instalacji pojazdów samochodowych).

Rozporządzenie CPR pozostawia krajom członkowskim kwestię określenia wymagań dla typów/rodzajów budynków i nie narzuca żadnych wymagań w stosunku do kabli przez powiązanie ich z typami budynków. Przyjęcie określonego typu przewodu lub kabla w budynku może wynikać z analizy ryzyka prowadzonej przez projektanta lub z innych dokumentów formalnoprawnych, jak np. rozporządzenia Ministra Infrastruktury [10]. Każdy z krajów członkowskich ma wprowadzić odpowiednie wymagania dla budynków we włas-

nym zakresie. Pierwsze propozycje zostały określone przez Polską Izbę Gospodarczą Elektrotechniki (PIGE), co zaowocowało wprowadzeniem normy N SEP-E-007:2017-09 *Instalacje elektryczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień* [6], określającą wymagania minimalne klas reakcji na ogień dla kabli w różnych rodzajach budynków. Norma ta znacznie ułatwi pracę projektantów, gdyż obecnie ogólne wskazania w tym zakresie można znaleźć w § 258 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury [10], z którego wynika zakaz używania pewnej grupy kabli i przewodów z uwagi na palność, dymotwórczość i toksyczność. Ponieważ klasa reakcji na ogień kabla lub przewodu jest ściśle powiązana z materiałami niemetalicznymi użytymi do jego produkcji, należy się spodziewać, że wymagania przypisane budynkom będą określały, jakie materiały będą używane do produkcji kabli i przewodów instalacyjnych. Rodzaj materiału konstrukcyjnego ma wpływ zarówno na klasę reakcji na ogień, jak i na klasyfikację dodatkowe. Dlatego konsekwencją przyjętych w najbliższym czasie wymagań dla budynków będą wyższe ceny instalacji elektrycznych w budynkach, których koszt w dużej mierze zależy od cen stosowanych kabli i przewodów.

W tabelach 3–6 zostały przedstawione wymagania podstawowe oraz dodatkowe, jakie muszą spełnić kable i przewody zakwalifikowane do odpowiedniej klasy reakcji na ogień.

Nowe rozporządzenie CPR [1] nie dotyczy kabli i przewodów z podtrzymaniem funkcji (FE180/PH90/E90), ponieważ norma PN-EN 50575 [2], zharmonizowana z tym rozporządzeniem, wyłącza je ze swojego zakresu. Do klasyfikowania kabli bezpieczeństwa pożarowego powstanie osobna norma. Norma PN-EN 50575 [2] ze swojego zakresu wyłącza kable i przewody stosowane w instalacjach bezpieczeństwa niezależnie od tego, czy pracują w obwodach, którym stawia się wymaganie odporności ogniowej, czy też nie. Norma nie obejmuje swym zakresem kabli i przewodów stosowanych w instalacjach bezpieczeństwa niezależnie od tego, czy mają odporność ogniową, czy nie. Dopóki nie zostaną one objęte klasyfikacją, obowiązują w stosunku do nich dotychczasowe regulacje krajowe, czyli są dopuszczane do stosowania na podstawie aktualnych Aprobatach Technicznych i Świadectw Dopuszczenia wydanych przez CNBOP-PIB.

Rozporządzenie wprowadza obowiązek wystawiania od 1 lipca 2017 roku Deklaracji Własności Użytkowych przez producenta na podstawie klasyfikacji przeprowadzanej przez

Laboratorium Notyfikowane lub Notyfikowaną Jednostkę Certyfikującą. Powstają nowe etykiety produktowe. Wymagania w zakresie klas odporności pożarowej budynków zgodne z normą N SEP-E-007:2017-09 *Instalacje elektryczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień*, przedstawiają **tabela 7**, oraz **tabela 8**.

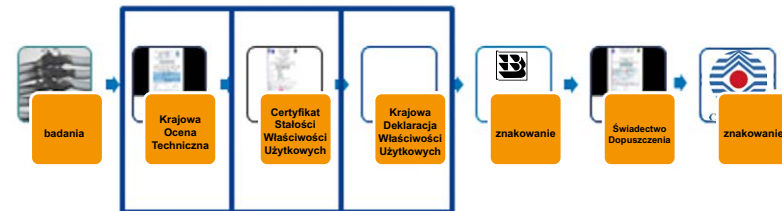
Dla kabli i przewodów o klasie reakcji na ogień A_{ca}, B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca} producent zobowiązany jest do uzyskania certyfikatu stałości właściwości użytkowych. O możliwości zastosowania kabla lub przewodu będzie decydowała data produkcji. Kable i przewody wyprodukowane po 1 lipca 2017 roku będą musiały być zgodne z normą PN-EN 50575 [2]. Warto podkreślić, że z zakresu normy są wyłączone kable i przewody stosowane w instalacjach bezpieczeństwa (niezależnie od tego, czy mają odporność ogniową, czy nie). Ponadto zgodnie z § 258 rozporządzenia [10] stosowanie wyrobów łatwo zapalnych w określonych miejscach jest zabronione. Na **rysunku 1**, została przedstawiona ścieżka oceny zgodności dla kabli i przewodów stosowanych w instalacjach bezpieczeństwa.

literatura do artykułu na
elektroinfo.pl

do 31 grudnia 2016 roku:



od 1 stycznia 2017 roku:



Rys. 1. Ścieżka oceny zgodności dla kabli i przewodów stosowanych w obwodach bezpieczeństwa

Rys. J. Wiatr



NEXANS WNOSI ENERGIĘ DO ŻYCIA

Nexans wnosi energię do życia poprzez szeroki zakres oferowanych kabli i systemów kablowych, które podnoszą jakość i wydajność klientów na całym świecie. Nexans wspiera klientów w czterech głównych obszarach biznesowych: Dystrybucja i przesył mocy w sieciach energetycznych, Wytwarzanie energii, Transport i Budownictwo.

www.nexans.pl
www.nexans-power-accessories.pl

Nexans
BRINGS ENERGY TO LIFE

przewody szynowe – alternatywą dla kabli w budynkach

Marek Jessar

Produkowane wspólnie przewody szynowe (powszechnie nazywane szynoprzewodami) charakteryzują się wysoką niezawodnością oraz wysokim stopniem ochrony realizowanej przez obudowy. W wykonaniu specjalnym mogą być wodoodporne. Główną ich zaletą jest prosty montaż oraz możliwość przesyłu dużej mocy. Są bardzo elastyczne, jeśli chodzi o konfigurację torów zasilających, co jest bardzo istotne w budownictwie przemysłowym. To wszystko powoduje, że stają się w wielu przypadkach alternatywą dla kabli.

Przewody szynowe odgrywają coraz większą rolę w budownictwie przemysłowym o dużej gęstości obciążenia powierzchniowego i zmiennym profilu produkcji. Ich niewątpliwą zaletą jest możliwość łatwej zmiany konfiguracji układu zasilanych odbiorników. Pierwotnie używano ich jako elementy wyposażenia rozdzielnic oraz stacji transformatorowych. Obecnie służą do zasilania i rozdzielania energii elektrycznej, przesyłania informacji i/lub sterowania oraz zasilania opraw oświetleniowych. W tej chwili znajdują również zastosowanie w budownictwie mieszkaniowym. Doskonale sprawdzają się w budynkach wysokich oraz wysokościowych, gdzie występuje znaczne zapotrzebowanie mocy. Dzięki możliwości pionowego prowadzenia ciągów instalacyjnych łatwo można doprowadzić energię elektryczną na najwyższe kondygnacje bez potrzeby stosowania kabli o znacznych przekrojach poprzecznych. Przewody szynowe stały się ciekawą alternatywą dla zasilania urządzeń w centrach przetwarzania informacji, gdzie występuje duże zapotrzebowanie na moc dla potrzeb zasilanych odbiorników energii elektrycznej. Wymogi, jakim muszą odpowiadać przewody szynowe, zostały zawarte w normie PN-EN 61439-6:2013-03P *Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 6: Systemy przewodów szynowych*, która zastąpiła poprzednią wersję oznaczoną jako PN-EN 60439-2:2004 *Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 2: Wymagania dotyczące przewodów szynowych*.



Skrzynki odpyływowe montowane na gniazda szynoprzewodu. Źródło: Eaton

zasilanie odbiorników

Przewody szynowe to sztywny układ przewodzący, służący do zasilania urządzeń jedno- lub trójfazowych za pomocą jednej linii. Przewody szynowe składają się z:

- toru przewodzącego,
- elementów transpozycyjnych do zmiany położenia przewodów fazowych,
- elementów kompensacyjnych, giętkich i redukujących,
- elementów do odbioru i rozdzielania mocy,
- izolacji i izolatorów przepustowych,
- obudowy.

W handlu dostępne są przewody szynowe o prądach znamionowych od 1000 do 6300 A. Do budowy torów przewodzących wykorzystuje się miedź, aluminium lub duraluminium. Powszechnie dostępne są przewody szynowe magistralne oraz rozdzielcze, których prądy znamionowe nie przekraczają 1000 A.

Skrzynki odpyływowe wyposaża się w bezpieczniki lub rozłączniki bezpiecznikowe o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 200 A lub wyłączniki nadprądowe o prądzie znamionowym nie wyższym od 400 A. W przewodach szynowych pracujących w układzie rozdzielczym stosuje się układy cztero- lub

pięcioprzewodowe. W przewodach szynowych czteroprzewodowych przewodem ochronnym PE jest stalowa obudowa, której poszczególne elementy dla lepszej przewodności łączone są płaskownikami miedzianymi. W instalacjach, gdzie występuje duża zawartość wyższych harmonicznych, przewód neutralny ma większy przekrój niż przewody fazowe. W przypadku zasilania odbiorników wrażliwych na zakłócenia wprowadzane przez pola elektromagnetyczne stosuje się izolowany od obudowy przewód ochronny PE.

Przewody szynowe ślizgowe służące do zasilania odbiorników ruchomych produkowane są na prądy znamionowe do 400 A. Do zasilania odbiorników oświetleniowych używa się przewodów szynowych oświetleniowych produkowanych na prądy znamionowe o wartości nieprzekraczającej 100 A. Ich konstrukcja oprócz dostarczania energii do zasilania odbiorników oświetleniowych umożliwia mocowanie tych odbiorników.

Przewody szynowe coraz powszechniej znajdują zastosowanie w układach dystrybucji energii elektrycznej w budynkach mieszkalnych. System przewodów szynowych mieszkaniowych przeznaczony jest głównie do zasilania odbiorów małej mocy, takich jak gniazda wtyczkowe, lub do bezpośredniego zasilania odbiorników małej mocy. Zakres prądowy tych przewodów wynosi (20–160) A.

Przewody szynowe wykonuje się jako kompaktowe o wysokim stopniu upakowania elementów wyposażenia gwarantującego pełną izolację torów przewodzących. Dzięki temu uzyskuje się mniejsze reakcje, co przekłada się na jakość dostarczanej energii elektrycznej do zasilanych odbiorników (spadek napięcia oraz warunki ochrony przeciwporażeniowej realizowanej przez samoczynne wyłączenie). Stalowa obudowa torów przewodzących minimalizuje wartość



Przewód szynowy oświetleniowy. Źródło: GTV



Układy przewodów szynowych zasilających różne odbiorniki. Źródło: BEAMA Limited

pola elektromagnetycznego w jego otoczeniu. Z tego względu przewody szynowe o dużych prądach znamionowych mogą być bezpiecznie montowane z oprowadowaniem strukturalnym i sieciowym, gdyż nie zakłócają ich pracy.

Przewody szynowe oferowane są z różnymi elementami wyposażenia, co ułatwia planowanie przebiegu ich trasy oraz sposób przyłączenia odbiorników. Są one wyposażane w niezbędny do przesyłania i dystrybucji energii elektrycznej osprzęt: łączniki kątowe pionowe i poziome, skrzynki odpyływowe z aparatami zabezpieczającymi (bezpieczniki, rozłączniki bezpiecznikowe, wyłączniki kompaktowe), izolatory sekcji oraz pełny zestaw elementów do montażu poziomego lub pionowego.

montaż

Konstrukcje przewodów szynowych są samonośne, co znacznie ułatwia ich montaż. Wszystkie elementy są testowane i certyfikowane. Projektowane są w taki sposób, aby całkowicie wyeliminować możliwość pomyłki podczas instalowania przyłączy. Połączenia elastyczne między modułami umożliwiają dowolną zmianę kierunku przebiegu ciągu przewodów. Łączenie modułów szynowych z jednostkami zasilającymi i osłonami końcowymi odbywa się bez narzędzi poprzez wtykane szybkozłącza. Łącząc moduły szynowe ze skrzynkami zasilającymi czy płytami prze-

pustowymi, zatrząskuje się urządzenie blokujące. Elementy odpływowe zbudowane z materiału izolacyjnego służą do poboru prądu z gniazd odpływowych na modułach szynowych. Można je zamontować bez odłączania napięcia.

Przewody szynowe w porównaniu z kablami elektroenergetycznymi mają wiele zalet. Izolowane tory przewodzące umieszczone wewnątrz kompaktowej obudowy zajmują znacznie mniej miejsca niż tradycyjne trasy kablów. Modułowa budowa przewodów szynowych sprawia, że można je stosować w różnych budynkach, dowolnie konfigurować, a w razie konieczności zdemontować i przenieść w inne miejsce. Są to systemy pozwalające na elastyczne konfigurowanie tras przesyłu energii. Charakteryzuje je większa wytrzymałość mechaniczna w stosunku do kabli elektroenergetycznych przy minimalnym optymalnym układzie mocowań. Zasilanie bezpośrednio ze skrzynek przyłączeniowych przewodów szynowych pozwala ograniczyć liczbę rozdzielnic oraz kanałów lub korytek przewodowych.

Niewątpliwą zaletą przewodów szynowych jest eliminacja przewodów i kabli układanych równolegle, co występuje przy przesyłach dużej mocy i wprowadza szereg ograniczeń wielokrotnie opisywanych wcześniej w „elektro.info”.

Lepsze parametry elektryczne przewodów szynowych, takie jak niższa reakcja oraz mniejsze straty mocy w stosunku do kabli elektroenergetycznych, pozwalają na ograniczenie kosztów eksploatacyjnych o względną wartość (5–10)%. Czas montażu przewodów szynowych jest średnio dwa razy krótszy od montażu tradycyjnych tras przewodowych, a ich estetyczny wygląd zachęca do stosowania tych rozwiązań.

Oprac. na podstawie materiałów firm: Eaton, ETI Polam, Schneider Electric, Siemens, ZPUE.



Przewody szynowe dużej mocy. Źródło: ZPUE

ochrona przewodów od skutków zwarć w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia

dr inż. Andrzej Książkiewicz – Politechnika Poznańska

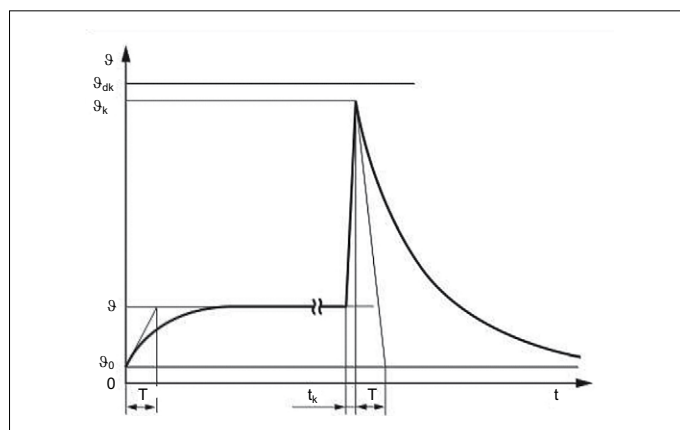
Prawidłowo zaprojektowana instalacja elektroenergetyczna powinna charakteryzować się niezawodną pracą podczas przepływu prądów roboczych oraz odpornością na skutki przepływu prądów zwarciovych. Przepływ prądu zwarciovego prowadzi do znacznego zwiększania się wydzielania ciepła na rezystancji żył przewodów i kabli oraz do pojawienia się sił elektrodynamicznych o znacznej wartości. W instalacjach elektroenergetycznych niskiego napięcia w budynkach pomija się oddziaływania elektrodynamiczne. Istotne dla funkcjonowania instalacji są natomiast skutki cieplne.

Nagrzewanie się przewodów podczas przepływu prądu zwarciovego najczęściej jest krótkotrwałe i uzależnione od czasu zadziałania aparatu zabezpieczającego. Dla obwodów odbiorczych instalacji niskiego napięcia zabezpieczonych wyłącznikami nadprądowymi czas ten jest nie dłuższy niż 100 ms, przeważnie jed-

nak zawiera się w granicach od 5 do 15 ms [1]. Przy takim czasie przepływu prądu zwarciovego przyjmuje się, że nie zachodzi oddawanie ciepła do otoczenia (nagrzewanie adiabatyczne), cała energia wydzielona na rezystancji żył prowadzi do wzrostu temperatury przewodu.

nagrzewanie przewodów podczas przepływu prądów zwarciovych

Na rysunku 1. przedstawiono przebieg nagrzewania się przewodu w czasie zwarcia. Przyjmuje się, że bezpośrednio przed wystąpieniem zwarcia przewody nagrzane są do temperatury roboczej ϑ_0 (dopuszczalnej długotrwałe). Czas trwania zwarcia t_k w instalacjach odbiorczych jest nie



Rys. 1. Krzywa nagrzewania przewodu podczas przepływu prądu zwarciovego [11]

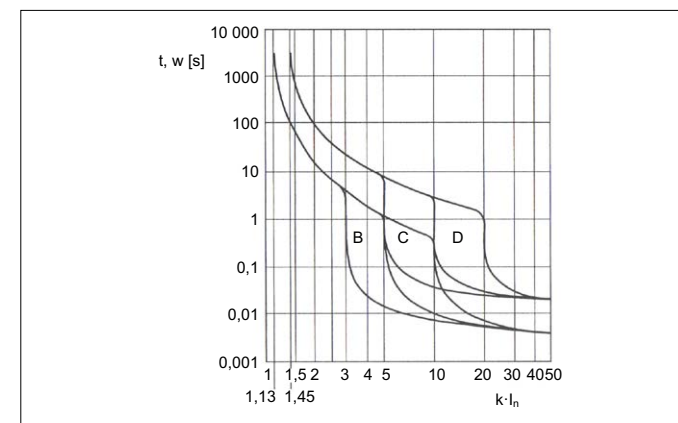
dłuższy niż kilkanaście milisekund, a w obwodach rozdzielczych rzędu dziesiątej części sekundy. Przyjmuje się, że podczas zwarcia nie następuje oddawanie ciepła do otoczenia, cała energia cieplna wytworzona w przewodzie przeznaczana jest na jego nagrzewanie. Z tego powodu następuje znaczny wzrost temperatury przewodu, aż do poziomu ϑ_k .

Następnie, po zadziałaniu aparatu zabezpieczającego, następuje studzenie przewodu, aż do temperatury otoczenia ϑ_0 . Najważniejszym kryterium dla poprawnej i długotrwałej eksploatacji instalacji elektrycznej jest, aby nigdy nie nastąpiło przekroczenie temperatury dopuszczalnej podczas zwarcia ϑ_{dk} . Przekroczenie tej temperatury może spowodować trwałe uszkodzenie izolacji przewodu, a co za tym idzie, konieczność wymiany

części instalacji. Na podstawie analizy wykresu nagrzewania można również zauważyć, że załączenie ponowne obwodu, w którym nastąpił przepływ prądu zwarciovego, tuż po tym zwarcu, może prowadzić do przekroczenia temperatury ϑ_{dk} . Wynikać to będzie z tego, że aktualna temperatura przewodu będzie wyższa niż temperatura robocza.

aparaty zabezpieczające od skutków zwarć

W instalacjach elektrycznych niskiego napięcia do zabezpieczenia od skutków zwarć i przeciążeń stosuje się wyłączniki nadmiarowo-prądowe oraz bezpieczniki topikowe. Zgodnie z wymaganiami rozporządzenia [2] w obwodach odbiorczych należy stosować wyłączniki nadprądowe. Bez-



Rys. 3. Charakterystyki pasmowe wyłączników instalacyjnych B, C i D (k – krotność prądu znamionowego) [4]

pieczniki można stosować tylko w obwodach rozdzielczych.

Główne elementy składowe nadprądowych wyłączników instalacyjnych przedstawione zostały na rysunku 2. Ze względu na ochronę od skutków zwarć należy rozpatrzyć pracę następujących elementów: wyzwalacza elektromagnetycznego, styku stałego oraz ruchomego, a także komory gaszeniowej. Kiedy wartość chwilowa prądu zwarciovego przekroczy nastawiany pułap, dla danego rodzaju zabezpieczenia, spowoduje to zadziałanie wyzwalacza elektromagnetycznego, który zadziała na zamek. Rozpocznie się otwieranie styków i zapali się łuk elektryczny między nimi. Łuk ten będzie przesuwiał się w stronę komory gaszeniowej, gdzie zostanie podzielony na łuki krótkie. Spowoduje to wzrost spadku napięcia na nim oraz wzrost odbierania energii cieplnej z kolumny łukowej.

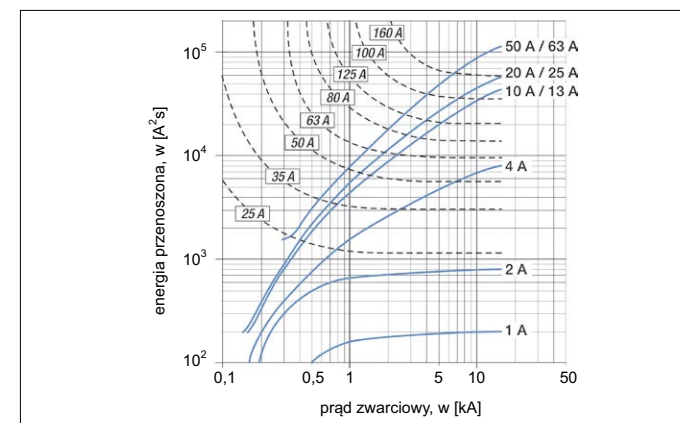
Przy naturalnym przejściu prądu przez zero nastąpi pełne wyłączenie uszkodzonego obwodu i przerwanie przepływu prądu zwarciovego. Czas wyłączenia zawiera się w granicach od 5 do 15 ms i jest uzależniony od fazy załączenia prądu zwarciovego [1]. Nie występuje różnica w czasie wyłączenia zwarcia w zależności od charakterystyki czasowo-prądowej wyłącznika nadprądowego. Zgodnie z charakterystykami wyłączników (rys. 3.), po przekroczeniu określonej wartości prądu następuje zadziałanie bezwzględnie aparatu. Całkowita Joule'a I^2t jest miarą ilości ciepła

($I^2R \cdot t$) przepływającego przez zabezpieczenie i przez wszystkie elementy zabezpieczanego obwodu w określonym czasie, np. w czasie przedłużonym (I^2t_p) i w czasie wyłączenia (I^2t_w). W odniesieniu do wyłączników instalacyjnych spotykanym określeniem jest również energia przenoszona (ang. *let-through energy*). Jej wartość jest uzależniona między innymi od prądu roboczego zabezpieczenia oraz jego charakterystyki czasowo-prądowej. Przykładowe krzywe dla wybranych wyłączników instalacyjnych przedstawiono na rysunku 4. Można zauważyć, że wraz ze wzrostem wartości spodziewanego prądu zwarciovego wartość energii przenoszonej wzrasta.

Kolejnym aparatem zabezpieczającym obwody od skutków zwarć jest bezpiecznik topikowy. Wyłączanie prądów zwarciovych przedstawia się w sposób następujący. Topik rozpada się po przepuszczeniu ściśle określonej wartości I^2t , zależnej od przekroju topika S_z w miejscach zwarciovych, tzn. w przewężeniach, tam, gdzie jest on najmniejszy:

$$\int_0^{t_z} i^2 dt = S_z^2 K \quad (1)$$

przy czym K jest stałą materiałową (stałą Meyera) przewężenia topika w przybliżeniu równą iloczynowi temperatury topnienia, ciepła właściwego (odniesionego do jednostki objętości) i konduktywności elektrycznej. Przekrój topika w miejscach przewężenia S_z jest miarą całkowitego Joule'a przedłukowej charaktery-



Rys. 4. Charakterystyki energii przenoszonej (całki Joule'a) dla wyłączników B i C, ABB [5]

zuje zdolność ograniczania prądu zwarciovego przez bezpiecznik [6].

obliczanie wartości prądów zwarciovych

Wyznaczanie wartości wielkości prądów zwarciovych może być realizowane zgodnie z normą PN-EN 60909-0 [9]. Oznacza to wykonywanie obliczeń z wykorzystaniem składowych symetrycznych. Norma ta nie narzuca jednak takiego wymogu, więc obliczenia zwarciovie mogą być wykonywane także w tzw. sposób uproszczony (bliższy sposobowi przedstawionemu w nieobowiązującej normie PN-90/E-05025). Obliczanie prądów zwarciovych dla instalacji elektroenergetycznych niskiego napięcia będzie się różniło, w pewnych aspektach, od obliczeń dla sieci rozdzielczych i dystrybucyjnych. W instalacjach niskiego napięcia najczęściej będzie występowało pojedyncze źródło zasilania w postaci systemu elektroenergetycznego. Nawet jeżeli w obiekcie zainstalowane są dodatkowe generatory przeznaczone do zasilania awaryjnego instalacji, to nie będą one uwzględniane w obliczeniach mających na celu wyznaczenie maksymalnej wartości prądu zwarciovego. Będą miały natomiast olbrzymie znaczenie przy obliczaniu minimalnego prądu zwarciovego w celu zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej. Kolejnym elementem istotnie wyróżniającym oblicze-

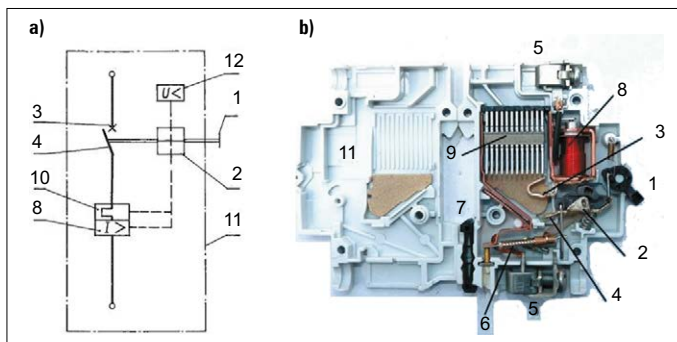
nia w instalacjach niskiego napięcia jest konieczność uwzględniania rezystancji przewodów, kabli oraz aparatów zabezpieczających. Dla obwodów odbiorczych wykonanych przewodami o małych przekrojach żył ich rezystancja jest wielokrotnie większa niż reaktancja indukcyjna. Podstawową wielkością charakteryzującą prąd zwarciovą jest jego spodziewana wartość skuteczna (wzór 2).

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k} \quad (2)$$

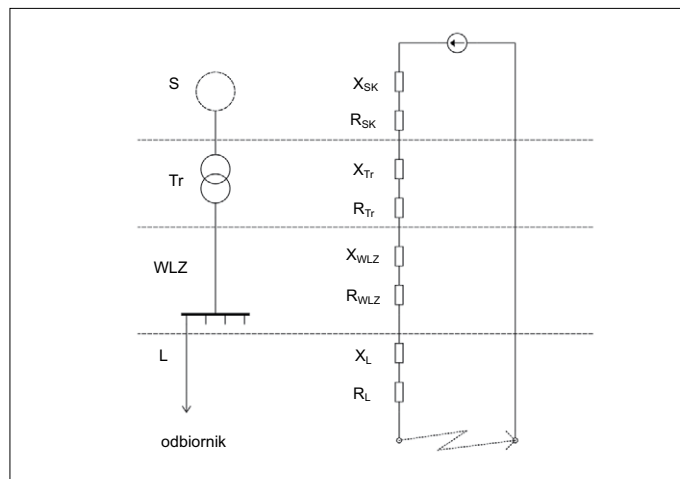
Wielkość ta charakteryzuje wartość prądu zwarciovego po zaniknięciu zjawisk przejściowych. Ze względu na znaczny udział rezystancji w wypadkowej impedancji pętli zwarcia Z_k zjawiska te najczęściej można pominąć. Z tego samego powodu przyjmuje się, że wartość prądu zwarciovego zastępczego cieplnego I_{th} jest równa wartości I_k'' . Twierdzenie to uznaje się za prawdziwe, kiedy czas trwania zwarcia T_k jest ponad dziesięciokrotnie dłuższy niż stała czasowa obwodu T (wzór 3) [10].

$$T_k > 10 \cdot T \quad (3)$$

Przykładowy schemat zastępczy możliwy do zastosowania w obliczeniach przedstawiono na rysunku 5. Układ składa się z następujących elementów: systemu elektroenergetycznego zasilającego instalację, transformatora elektroenergetycznego SN/nn, wewnętrznej linii zasilającej oraz obwodu, na którego końcu wystąpiło zwarcie.



Rys. 2. Schemat elektryczny (a) i budowa (b) wyłącznika nadprądowego firmy LE-GRAND, gdzie: 1 – dźwignia napędu, 2 – zamek, 3 – styk stały, 4 – styk ruchomy, 5 – zaciski przyłączeniowe, 6 – wyzwalacz termobimetalowy (przeciążeniowy), 7 – zatrzask umożliwiający montaż na wspornikach (szynach montażowych TH 35, 8 – wyzwalacz elektromagnetyczny (zwarciovą), 9 – komora gaszeniowa, 10 – wyzwalacz cieplny, 11 – obudowa, 12 – cewka podnapięciowa [3]



Rys. 5. Schemat zastępczy obwodu zwarciego w instalacji elektrycznej niskiego napięcia, gdzie: **S** – system elektroenergetyczny, **Tr** – transformator, **WLZ** – wewnętrzna linia zasilająca, **L** – instalacja odbiorcza, **X_{sk}** – reakcja systemu elektroenergetycznego, **R_{sk}** – rezystancja systemu elektroenergetycznego, **X_{tr}** – reakcja transformatora, **R_{tr}** – rezystancja transformatora, **X_{wLZ}** – reakcja przewodu fazowego wewnętrznej linii zasilającej, **R_{wLZ}** – rezystancja przewodu fazowego wewnętrznej linii zasilającej, **X_L** – reakcja przewodu fazowego instalacji odbiorczej, **R_L** – rezystancja przewodu fazowego instalacji odbiorczej

dobór przekroju przewodów

Wymagany przekrój przewodu uzależniony jest zarówno od materiału, z którego wykonane są jego żyły, jak i od rodzaju materiału izolacyjnego. W warunkiem nadrzędnym jest kryterium temperatury, jaką osiągnąć może izolacja przy przepływie prądu zwarciego. Temperatury graniczne dopuszczalne dla wybranych materiałów izolacyjnych przedstawiono w **tabeli 1**.

	Temperatura graniczna dopuszczalna	
	Długotrwale, w [°C]	Przy zwarcu, w [°C]
Polwinit (PVC)	70	160
Polietylen (PE)	75	150
Guma naturalna	60	200
Polwinit ciepłoodporny	90	250
Polietylen usieciowany (XLPE)	90	250
Guma silikonowa	180	350

Tab. 1. Temperatura graniczna dopuszczalna dla przewodów zależnie od materiału izolacji

Materiał izolacji		Jednosekundowa gęstość prądu k, w [A/mm²], w żyłach	
		miedzianych	alumiowych
Polwinit	s > 300 mm²	103	68
	s ≤ 300 mm²	115	76
Guma naturalna		141	93
Guma etylowo-propylenowa, polietylen usieciowany		143	94

Tab. 2. Największa dopuszczalna jednosekundowa gęstość prądu k, w [A/mm²], dla przewodów izolowanych [7]

W celu wyznaczenia minimalnego przekroju żyły należy w pierwszej kolejności poprawnie obliczyć spodziewaną wartość prądu zwarciego I_k . Na jej podstawie określa się skutek cieplny prądu zwarciego. Dla zabezpieczeń wyłączających dany prąd zwarciego w czasie krótszym niż 0,1 s należy wyznaczyć całkę Joule'a wyłączania (energię przenoszoną – dla wyłączników) i skorzystać ze wzoru 4. Dla zabezpieczeń wyłączających dany prąd zwarciego w czasie dłuższym niż 0,1 s należy obliczyć wartość prądu zwarciego zastępczego cieplnego I_{th} i skorzystać ze wzoru 5.

$$s \geq \frac{1}{k} \sqrt{\frac{I^2 t_w}{1}} \quad (4)$$

$$s \geq \frac{1}{k} \sqrt{\frac{I_{th}^2 \cdot T_k}{1}} \quad (5)$$

gdzie:

s – minimalna wartość przekroju przewodu, w [mm²],

k – dopuszczalna jednosekundowa gęstość prądu, w [A/mm²],

$I^2 t_w$ – całka Joule'a wyłączania, w [A²s],

I_{th} – prąd zwarciego zastępczy cieplny, w [A],

T_k – czas trwania zwarcia, w [s].

Wartość liczbową 1 w mianowniku wzorów 4 oraz 5 jest konieczna dla zachowania właściwego rachunku jednostek, a wyrażona jest w sekundach. Wartość dopuszczalnej jednosekundowej gęstości prądu k uzależniona jest od materiału żyły przewodu oraz rodzaju izolacji (**tab. 2**).

W obwodach odbiorczych instalacji elektrycznych zastosowane aparaty

zabezpieczające skutecznie przerywają przepływ prądu zwarciego w czasie krótszym niż 0,1 s. Z tego powodu, w celu wyznaczenia minimalnego przekroju przewodu, najczęściej posługuje się wartością całki Joule'a wyłączania. Jej wartość odczytuje się z wykresów lub tablic zawartych w katalogach producentów danych aparatów.

analiza hipotetycznego przypadku doboru przewodu

Rozważmy dwa przypadki doboru przekroju przewodu ze względu na skutki przepływu prądu zwarciego w obwodzie, w którym spodziewana wartość skuteczna prądu zwarciego wynosi 1 kA. Obwód ten zabezpieczony jest w pierwszym przypadku wyłącznikiem instalacyjnym, a w drugim bezpiecznikiem topikowym. Instalacja wykonana jest przewodami o izolacji polwinitowej z żyłami miedzianymi. Znamionowy prąd roboczy dla tych aparatów wynosi 10 A, przy czym wyłącznik nadprądowy ma charakterystykę czasowo-prądową typu B – firmy ABB [5], a wkładka bezpiecznika topikowego ma budowę cylindryczną 8x32 mm i charakterystykę gG – firmy ETI [8]. Przy tej spodziewanej wartości prądu zwarciego czas trwania zwarcia jest krótszy niż 0,1 s. Dla wybranego prądu zwarciego wartości całki Joule'a wyłączania przedstawiają się następująco: 4000 A²s dla wyłącznika, 100 A²s dla bezpiecznika topikowego. Podstawiając otrzymane wartości (dla k = 115 A/mm²) do wzoru 2 otrzymuje się minimalną wartość przekroju przewodu dla tych aparatów zabezpieczających: 0,55 mm² dla wyłącznika i 0,09 mm² dla wkładki bezpiecznika topikowego. Można zauważyć, że dla takich samych wartości obliczeniowych uzyskuje się znacznie mniejszy wymagany przekrój przewodu w obwodzie zabezpieczonym wkładką topikową.

literatura do artykułu na
elektroinfo.pl

NOWIMEX®

ZASILANIE RUCHOMYCH ODBIORNIKÓW PRĄDU

SZYNOPRZEWODY WIELOBIEGUNOWE KASETOWE

SZYNOPRZEWODY JEDNOBIEGUNOWE IZOLOWANE

SZYNOPRZEWODY JEDNOBIEGUNOWE NIEIZOLOWANE



ZASILANIE RUCHOMYCH ODBIORNIKÓW ENERGII

ZWIJAKI KABLOWE MOTOROWE

ZWIJAKI KABLOWE SPRĘŻYNOWE

WÓZKI I KABELE PODWIESZANE

SYSTEM BEZDOTYKOWY

PROWADNIKI ŁAŃCUCHOWE



Nowimex s.c.

ul. Kremowa 65a, 02-969 Warszawa

tel.: 22 816 85 79, faks: 22 816 85 34

email: info@nowimex.com.pl, www.nowimex.com.pl

ochrona przeciwpożarowa kabli i przewodów

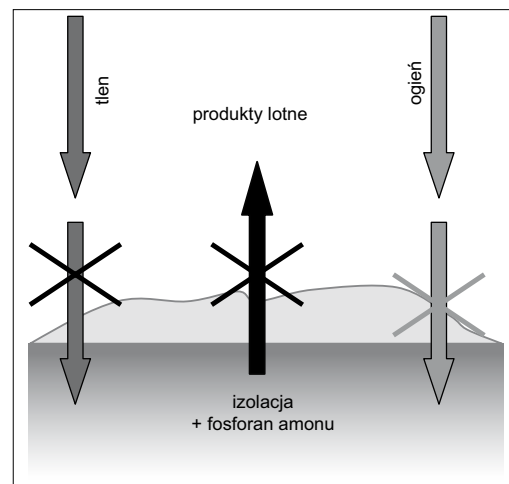
rozwiązania techniczno-budowlane

mgr inż. Julian Wiatr

W drugiej części artykułu poświęconego ochronie przeciwpożarowej kabli i przewodów szczególną uwagę zwrócono na ochronę pożarową kanałów i tuneli kablowych chroniących kable przed działaniem ognia z zewnątrz oraz ochronę otoczenia przed działaniem ognia i dymu wydzielanego przez palące się kable wewnątrz kanałów lub tuneli kablowych. Zostały również przedstawione wymagania w zakresie układania kabli w tunelach kablowych określone w normie N SEP E 004 oraz metody wykrywania zagrożeń pożarowych w tunelach kablowych z wykorzystaniem techniki światłowodowej. Wyjaśniono również zasady uszczelniania przepustów kablowych pomiędzy sąsiednimi strefami pożarowymi.

powłoki ochronne oraz typy kabli

Większość materiałów izolacyjnych stosowanych do produkcji kabli jest palna. Jednym ze sposobów ograniczenia ich palności jest zastosowanie środków ogniochronnych, których zadaniem jest m.in. ograniczenie szybkości rozprzestrzeniania się płomieni po



Rys. 1. Schemat działania fizycznego [4]

pojedynczym kablu lub wiązkach kablowych. Środki stosowane do ograniczenia skutków pożaru są dostępne na rynku w postaci lakieru i wodnych roztworów soli nieorganicznych. W wyniku działania ognia na powłocę kabla tworzy się porowata zwęglona warstwa – lakiery te nazywa się lakierami pęczniącymi. Działanie lakieru pęczniącego poddanego działaniu temperatury przedstawia rysunek 1.

Chemiczne i fizyczne oddziaływanie powłok ogniochronnych objawia się m.in. poprzez [4]:

- wytworzenie powierzchniowej warstwy izolacyjnej w czasie spa-

lania (dodatek boranów i fosforanów wapnia, glinu oraz związku chlorowców), w rezultacie czego zmniejsza się szybkość wydzielanego ciepła (rys. 1.).

- dezaktywację aktywnych atomów i rodników tworzących się w płomieniu (rys. 2.),

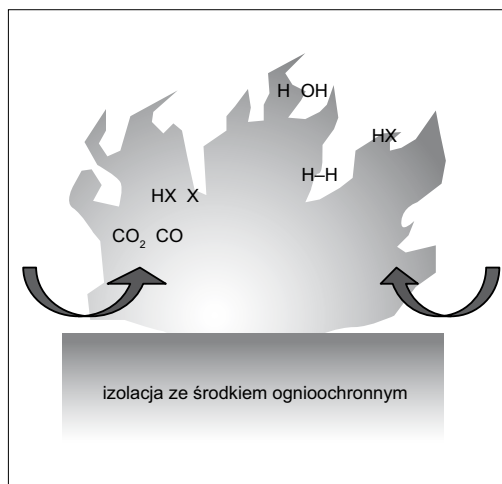
- zmniejszenie obszaru powierzchniowego rozprzestrzeniania się płomieni,

- wydzielanie niepalnych produktów rozkładu termicznego, które mieszając się z tlenem zawartym w powietrzu obniżają stężenie tle-

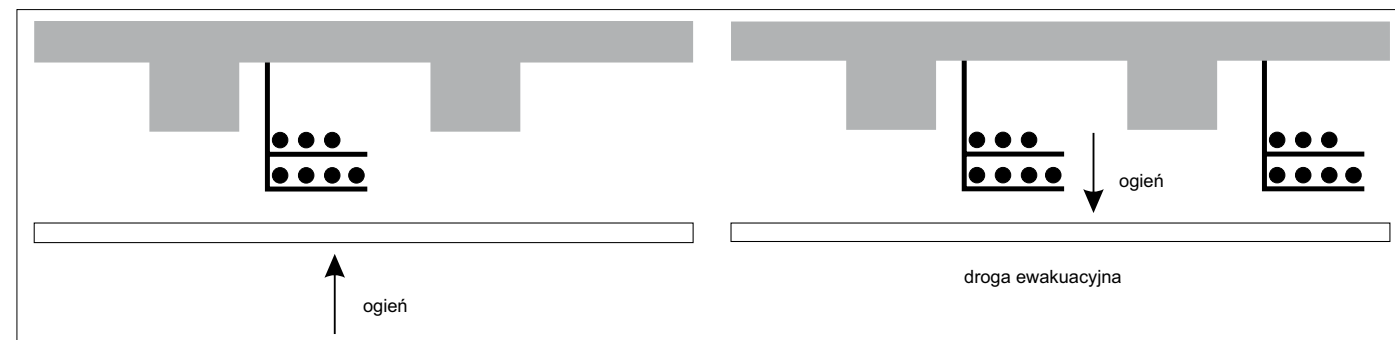
ni i tym samym spowalniają proces spalania.

Granica między efektem chemicznym i fizycznym jest często niedostrzegalna. Z reguły efekty chemiczne są charakteryzowane przez stałe szybkości reakcji i ściśle powiązane ze zjawiskami fizycznymi, decydującymi o transporcie masy i ciepła w czasie spalania. Ze względu na skład chemiczny środki ogniochronne można podzielić na [4]:

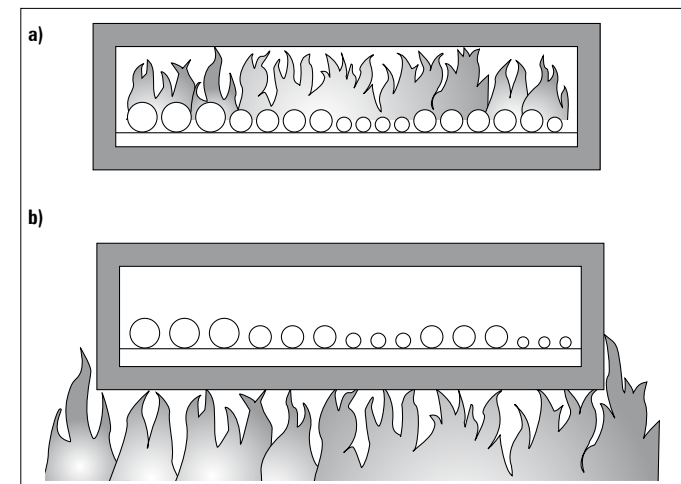
- specjalne związki nieorganiczne,
- chlorowcowe związki organiczne,
- fosforowe związki organiczne,
- chlorowcowe związki organiczne fosforu.



Rys. 2. Schemat działania chemicznego [4]



Rys. 3. Przykład wydzielenia pożarowego tras kablowych za pomocą sufitu podwieszonego [5]



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

Do najskuteczniejszych związków nieorganicznych należy Sb_2O_3 , który jest składnikiem wielu mieszanek polimerowych. Działa on synergicznie ze związkami chlorowców, w których obecności powstają tlenohalogenki antymonu, łatwo reagujące z rodnikami wytwarzanymi podczas spalania [4].

Do związków chemicznych zmniejszających palność tworzyw sztucznych można zaliczyć uwodniony trójtlenek glinu ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), którego działanie polega na odszczepianiu wody i pochłanianiu wydzielającego się ciepła. Stosuje się go jako dodatek do następujących materiałów: PS, ABS, poliolefin, PVC, żywice epoksydowe i nienasycone żywice poliestrowe [4]. W celu zwiększenia odporności na oddziaływanie cieplne stosuje się mieszaniny związków nieorganicznych z bromowymi związkami aromatycznymi. Do polietylenu PE-HD wprowadza się np. 6-10% związków bromowych i 3-6% Sb_2O_3 [4]. Działanie antypirenów fosforowych polega na wydzielaniu się pary wodnej, odwodnieniu i zwęglaniu powierzchni materiału. W efekcie powstaje warstwa zwęglona, odcinająca skutecznie dopływ tlenu do zwęglonego materiału izolacji przewodu [4].

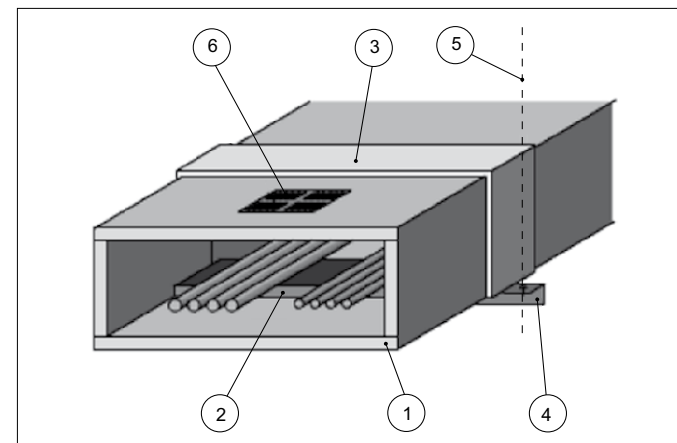
Zagrożenia stwarzane przez palące się kable i przewody wymusiły konieczność opracowania nowych izolacji o właściwościach elektrycznych nie gorszych od powszechnie stosowanych, lecz odpornych na działanie ognia oraz niewy-

dzielających toksycznych gazów podczas palenia. Uzyskane doświadczenie w produkcji kabli i przewodów bezhalogenowych, nierozprzestrzeniających ognia i odpornych na ogień, pozwoliło na ich podział na następujące grupy:

- **kable nierozprzestrzeniające ognia i trudno zapalne** – to takie, które nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, jeżeli nie są położone w środowisku palnym (np. kurz, miał węglowy), a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar jego działania i gasną po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia,

- **kable bezhalogenowe** – to takie, w których wszystkie zastosowane materiały izolacyjne, wypełniające i powłokowe, nie zawierają halogenków, tzn. chloru, bromu i fluoru, a więc produkty ich rozkładu nie są korozyjne,

- **kable i przewody bezhalogenowe, nierozprzestrzeniające płomienia** – to takie, w których wszystkie zastosowane materiały izolacyjne, wypełniające i powłokowe, nie zawierają halogenków, a więc produkty ich rozkładu nie są korozyjne; nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar działania ognia i gasną



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

po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia,

- **kable i przewody ognioodporne** – to takie, które nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar jego działania i gasną po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia,

- **kable i przewody bezhalogenowe, ognioodporne** – to takie, w których wszystkie zastosowane materiały izolacyjne, wypełniające i powłokowe, nie zawierają halogenków, a więc produkty ich rozkładu nie są korozyjne; nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia, nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar działania ognia i gasną po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia.

- **kable i przewody bezhalogenowe, nierozprzestrzeniające płomienia** – to takie, w których wszystkie zastosowane materiały izolacyjne, wypełniające i powłokowe, nie zawierają halogenków, a więc produkty ich rozkładu nie są korozyjne; nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia, nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar działania ognia i gasną po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia.

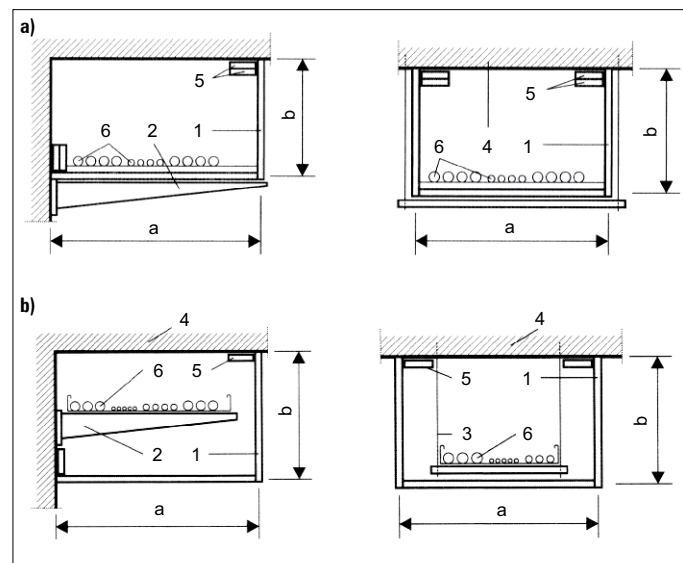
kanaty kablowe

W przypadku pożaru kabli, ewakuacja może być znacznie utrudniona przez gwałtowny rozwój dymu i stężenie toksycznych gazów pożarowych. W celu ograniczenia zagrożenia stwarzanego przez palące się kable lub przewody elektryczne, stosuje się samodzielne sufity podwieszane, dla stworzenia oddzielnej „strefy pożarowej” w przestrzeni międzysufitowej lub kana-

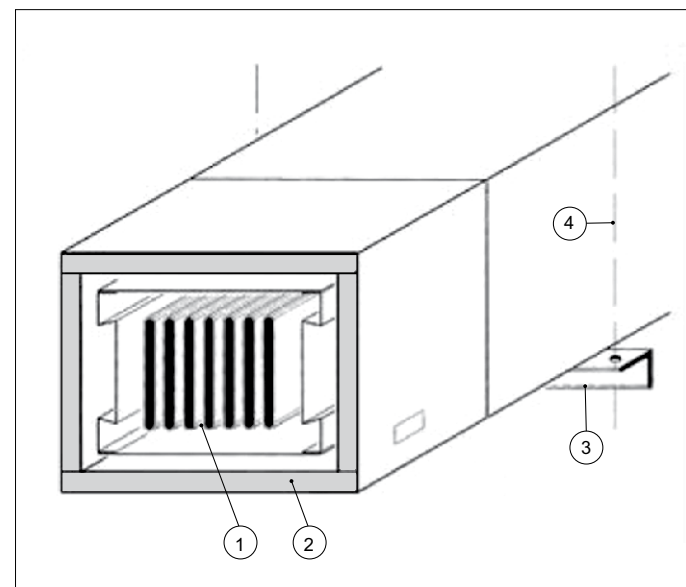
ły kablów wykonane z płyt o odpowiedniej klasie odporności ogniowej. Dzięki temu uzyskuje się osobną „strefę pożarową”, tak jak przedstawiono na rysunku 3.

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

Funkcje ogniochronne kanałów kablów przy działaniu ognia od wewnątrz oraz od zewnątrz przedstawiono na rysunku 4. Kanał kablów w takim przypadku stanowi „osobną strefę pożarową”. W związku z powstającym efektem kominowym, szybkość rozprzestrzeniania się ognia w kanale może dochodzić do 20 m/s. Wskutek tego zagrożenia stwarzanego przez palące się kable lub przewody elektryczne, stosuje się samodzielne sufity podwieszane, dla stworzenia oddzielnej „strefy pożarowej” w przestrzeni międzysufitowej lub kana-



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



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

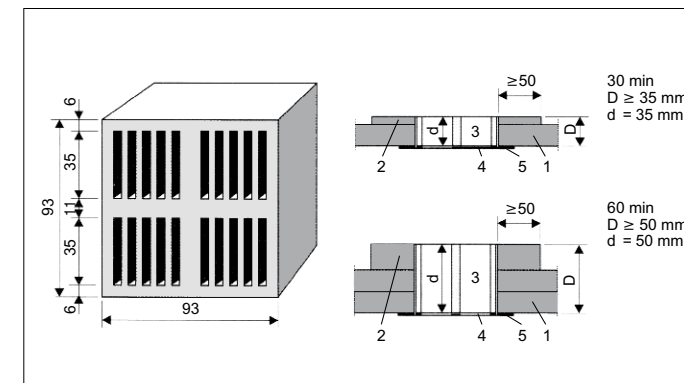
W budynkach wysokich i wysokościowych, a także w rozległych obiektach handlowych i przemysłowych, coraz powszechniej stosuje się przewody szynowe. Przewody te posiadają obudowę metalową i nie stwarzają zagrożenia powodowanego przez palącą się izolację, jednak poddane działaniu temperatury około 400°C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

podczas pożaru muszą zapewnić dostawę energii elektrycznej do urządzeń pożarowych, należy je również prowadzić w kanałach ogniochronnych. Przykład ochrony ogniowej przewodu szynowego przedstawiono na **rysunku 7**. Przykłady różnych konstrukcji kanałów kablowych oraz ich zamocowania pokazano na **rysunkach 6**.

Kanały kablowe chronią kable i przewody przed pożarem z wewnątrz, zapewniając zachowanie funkcjonalności urządzeń, których praca jest konieczna podczas pożaru. Aby uniknąć przegrzania kabli i wzrostu oporności przewodzenia podczas normalnej pracy, do wymiany powietrza w kanałach stosuje się kratki wentylacyjne lub kłapy wentylacyjną, które wbudowuje

się w ściany kanału. Przykład konstrukcji kratki wentylacyjnej przedstawiono na **rysunku 8**. Widoczna na **rysunku 5**, kratka wentylacyjna jest wykonana z materiału pęczniącego, który pod wpływem działania wysokiej temperatury ulega uszczelnieniu i zapobiega przedostawianiu się płomienia i gorących spalin do wnętrza kanału. W przypadku kanałów ogniochronnych odpornych na działanie ognia od wewnątrz, kratka po uszczelnieniu uniemożliwia wydobywanie się płomienia i gorących spalin do innych pomieszczeń. Stosowane są również kłapy wentylacyjne, które pozostają otwarte podczas normalnej eksploatacji, natomiast podczas pożaru zostają zamknięte przez automatyczne urządzenie zamykające. Przykład kłapy wentylacyjnej Promat – Ventbox, pokazano na **rysunku 9**.

Parametry przykładowych kanałów kablowych przy działaniu ognia od zewnątrz (typ E) zostały przedstawione w **tabeli 1**, natomiast parametry przykładowych kanałów kablowych typu I – w **tabeli 2**. Na **rysunku 10**, pokazano szczegóły konstrukcyjne przykładowych kanałów kablowych typu I wykonanych z płyt silikato-cementowych, a na **rysunku 11**,



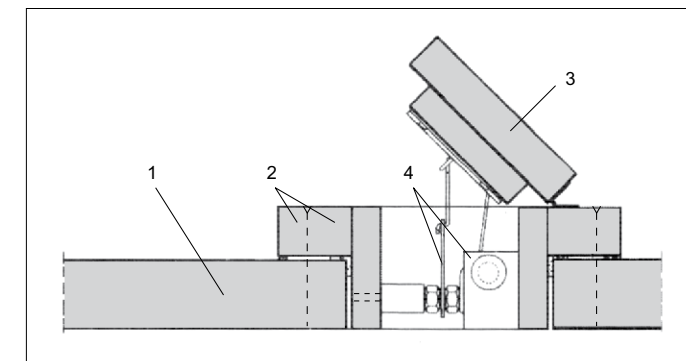
Rys. 8. Konstrukcja kratki wentylacyjnej Promasel stosowanej w kanałach kablowych [6]

– szczegóły konstrukcyjne kanałów kablowych typu E wykonanych z płyt silikato-cementowych.

tunele kablowe

Zgodnie z wymaganiami normy N SEP E 004:2003 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa [8], w kanałach i tunelach kablowych należy stosować wyłącznie kable nierozprzestrzeniające ognia lub kable ognioodporne. Kable te mogą być układane na konstrukcjach wsporczych, ścianach lub dnie tunelu. Odległość kabla od ściany powinna wynosić co najmniej 1 cm. Odległość między kablami o tym samym napięciu do 30 kV powinna być nie mniejsza niż:

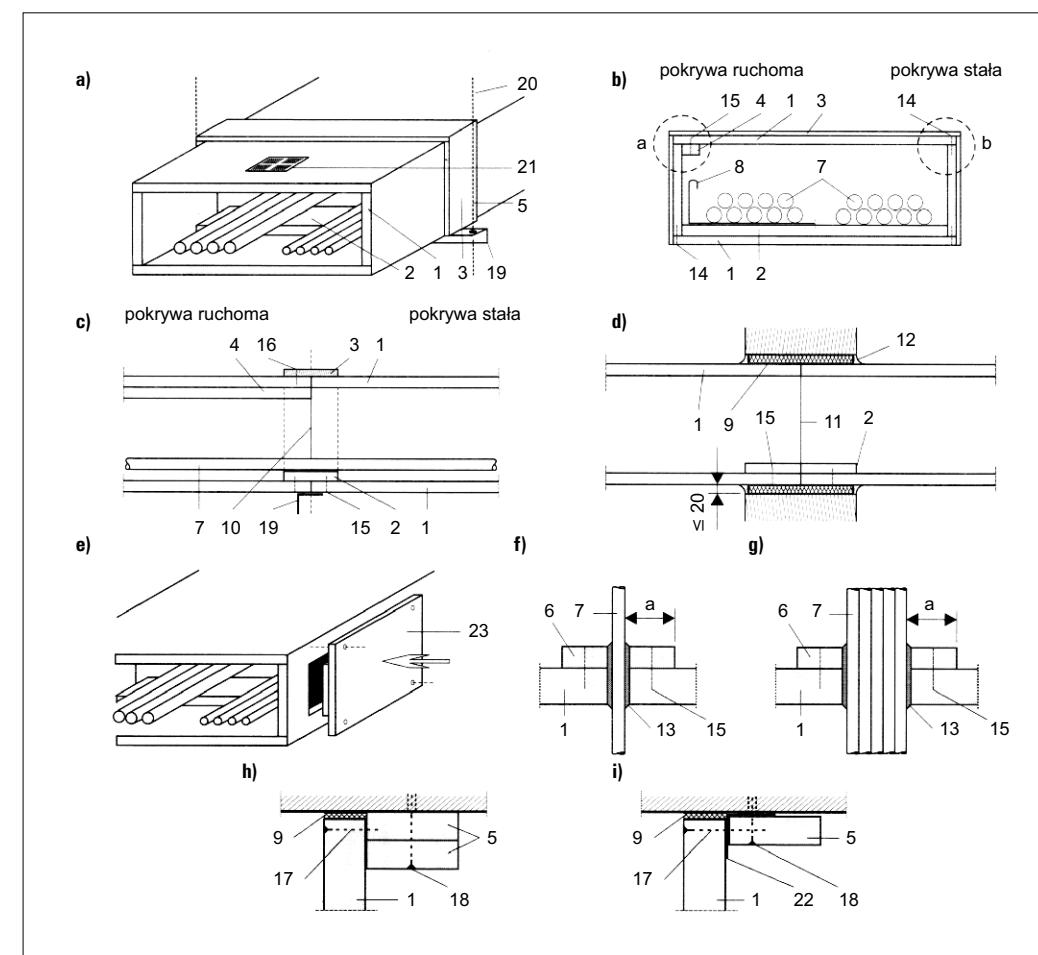
- średnica zewnętrzna ułożonego obok kabla o większej średnicy,
 - dwukrotna średnica kabla jednożyłowego ułożonego w wiązce kabli tworzących układ wielofazowy.
- Odległość pomiędzy kablami oraz warstwami kabli elektroenergetycznych oraz kabli sygnalizacyjnych nie może być mniejsza niż 15 cm. Odległości pomiędzy miejscami zamocowania lub podparcia nie mogą przekraczać:
- 80 cm – przy układaniu poziomym lub pochyłym pod kątem nie większym niż 300,
 - 20 cm – przy układaniu pionowym lub pochyłym pod kątem większym niż 300.
- Odporność ogniowa elementów mocujących nie może być niższa od odporności ogniowej zastosowanych kabli.



Rys. 9. Kłapa wentylacyjna Venbox, gdzie: **1** – ścianka kanału wentylacyjnego, **2** – rama z kołnierzem, **3** – pokrywa, **4** – urządzenie zamykające

ogniowa tych osłon nie może być niższa od odporności ogniowej zastosowanych kabli. Wejście do tunelu kablowego powinno posiadać drzwi ogniochronne o określonej odpor-

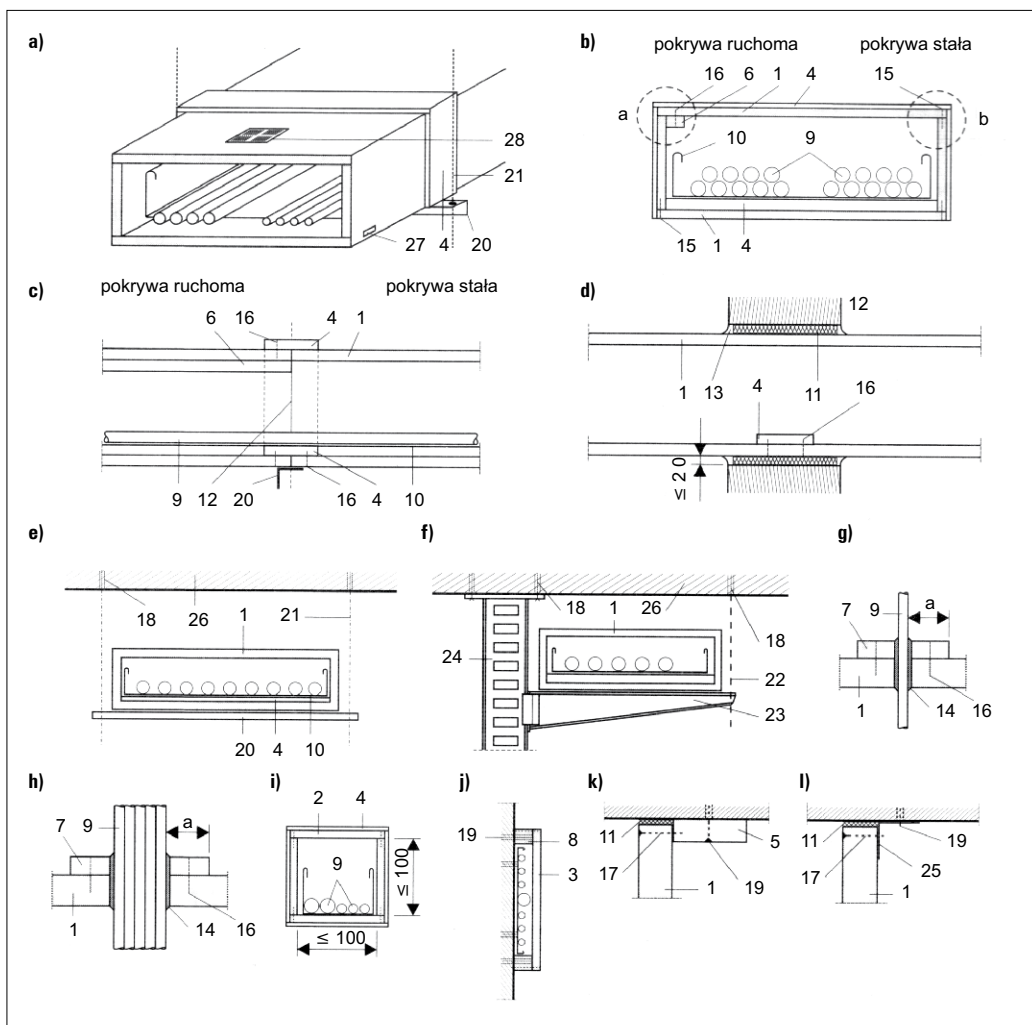
ności ogniowej. Tunel kablowy należy przedzielić ścianami ogniochronnymi, tzw. grodziami. W celu umożliwienia kontroli tuneli kablowych ściany grodziowe należy wyposażać



Objaśnienia: **1** – płyta silikato-cementowa Promatect L-500, **2** – pasma z płyty Promatect H-L lub L500 o przekroju poprzecznym 100×20 mm, **3** – pasmo z płyty Promatect H o przekroju 100×20 mm, **4** – pasmo z płyty Promatect H o przekroju poprzecznym 100×20 mm (tylko przy luźnej pokrywie), **5** – pasmo z płyty Promatect H o przekroju poprzecznym b≥70 mm i d≥20 mm, **6** – pasmo z płyty Promatect H o przekroju d=20 mm (b – wg f i g), **7** – kable i przewody elektryczne, **8** – półka kablowa, **9** – uszczelnienie wełną mineralną skalną, **10** – złącze płyt ogniochronnych kanału kablowego, **11** – szczelina dylatacyjna w miejscu przejścia kanału kablowego przez ścianę, **12** – masa szpachlowa, **13** – kit ogniochronny, **14** – zszywki stalowe, **15** – kołki rozporowe, **16** – poprzeczka wsporcza z ceownika stalowego, **17** – wieszak wykonany z gwintowanego pręta stalowego, **18** – kratka wentylacyjna, **19** – kątownik z blachy stalowej, **20** – zamknięcie otworu rewizyjnego

Rys. 10. Szczegóły konstrukcyjne przykładowych kanałów kablowych typu I wykonanych z płyt silikato-cementowych: **a)** rzut aksonometryczny, **b)** przekrój poprzeczny, **c)** przekrój podłużny, **d)** przejście przez ścianę, **e)** zamknięcie otworu rewizyjnego, **f)** wyjście pojedynczego kabla (przewodu) [6]

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



Objaśnienia: 1-3 – płyta silikatowo-cementowa Promatect L-500, 4 – pasmo z płyty Promatect H o przekroju poprzecznym 100×20 mm (tylko przy luźnej pokrywie), 5-8 – pasmo z płyty Promatect, 9 – kable i przewody elektryczne, 10 – półka kablowa, 11 – uszczelnienie z wełny mineralnej skalnej, 12 – złącza płyt ogniochronnych, 13 – masa szpachlowa, 14 – kit ogniochronny, 15-16 – zszywki stalowe, 17 – wkręty budowlane, 18 – kołki rozporowe, 19 – metalowy kolek rozprężny, 20 – poprzeczka wsporcza, 21-22 – wieszak, 23 – wspornik, 24 – słupki do zawieszenia wspornika, 25 – kątownik stalowy, 26 – strop masywny, 27 – tabliczka kontroli technicznej, 28 – kratka wentylacyjna

Rys. 11. Szczegóły konstrukcyjne kanałów kablowych typu E wykonanych z płyt silikatowo-cementowych: a) rzut aksonometryczny, b) przekrój poprzeczny, c) przekrój podłużny, d) przejście przez ścianę [6]

w drzwi ogniochronne. Przykładową ścianę grodziovą z drzwiami Promastop pokazano na **rysunku 12**.

Tunele i pomieszczenia kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych i zabezpieczone przed przedostawaniem się wody oraz posiadać:

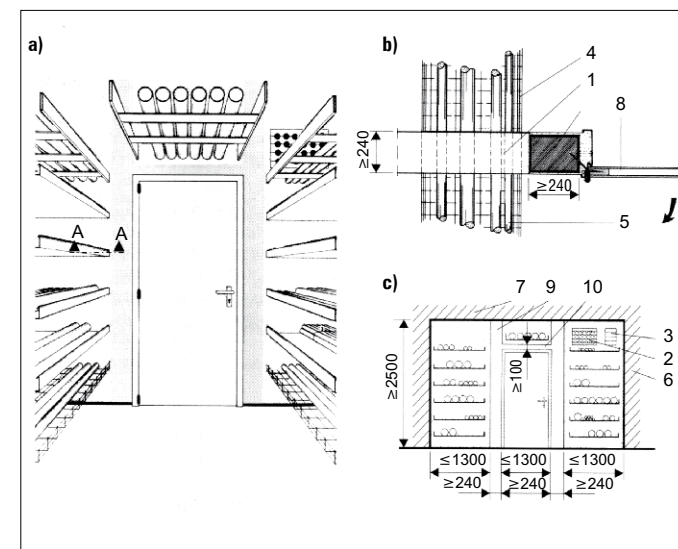
- możliwość przewietrzania,
- budowę pozwalającą na ewakuację ludzi,
- wysokość w świetle co najmniej 200 cm,
- przejścia komunikacyjne o szerokości co najmniej 80 cm.

- możliwość przewietrzania,
- budowę pozwalającą na ewakuację ludzi,
- wysokość w świetle co najmniej 200 cm,
- przejścia komunikacyjne o szerokości co najmniej 80 cm.

Tunele o długości przekraczającej 100 m powinny być podzielone na strefy pożarowe o długości nieprzekraczającej 100 m o odporności ogniowej nie mniejszej niż 60 minut. Strefy pożarowe należy wydzielić grodziami przeciwpożarowymi o odporności nie mniejszej niż 30 minut na odcinki o długości nieprzekraczającej 50 m. Tunele kablowe o długości większej od 20 m należy oświetlić elektrycznie.

W przypadku tuneli kablowych do wykrywania zagrożeń stosuje się liniową czujkę temperatury Fibro Laser II lub czujkę ADW 511A produkcji Schrack-Seconet. Liniowa czujka temperatury Fibro Laser II należy do grupy najbardziej zaawansowanych technologicznie urządzeń stosowanych do detekcji zagrożeń pożarowych. Jej konstrukcja opiera się na wykorzystaniu zjawiska rozpraszania światła na drgającej strukturze światłowodu. Zmiany temperatury powodują powstawanie drgań sieci krystalicznej włókna szklanego światłowodu. Padające na drgającą strukturę światłowodu światło ulega rozpraszaniu. Częstotliwość rozpraszanego światła różni się od częstotliwości światła padającego o wartość równą częstotliwości rezonansowej drgań sieci krystalicznej. Zachodzące zjawisko w strukturze krystalicznej światłowodu zostało symbolicznie przedstawione na **rysunku 13**, który obrazuje rozkład widma ramanowskiego.

Amplituda drgań składowej o niższej częstotliwości jest uzależniona od temperatury, podczas gdy składowa o wyższej częstotliwości nie zależy od zmian temperatury. Temperatura światłowodu w określonym miejscu jest funkcją stosunku amplitud obydwu składowych. Czujka Fibro Laser II składa się z układu pomiaru temperatury oraz światłowodu,



Objaśnienia: 1 – zaprawa ogniochronna Promastop, typ S, 2 – kształtki kablowe, 3 – kliny Promastop, 4 – półki kablowe, 5 – kabel światłowodowy, 6 – ściana, 7 – strop, 8 – drzwi ogniochronne, 9 – mur ceglany, 10 – nadproże

Rys. 12. Ściana grodziowa z drzwiami Promastop: a) widok aksonometryczny, b) przekrój A-A, c) wymiary [6]

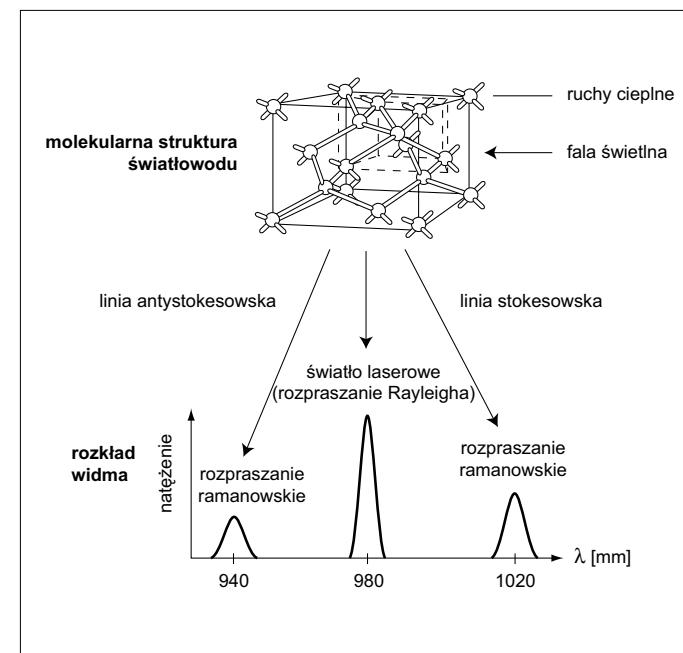
wodu z włóknem kwarcowym, pełniącym funkcję liniowego czujnika temperatury. Budowa czujki została przedstawiona na **rysunku 14**.

Rozpraszanie Ramana zachodzi w światłowodzie w sposób ciągły. Impulsy rozproszonego światła laserowego są filtrowane w module optycznym i przetwarzane przez fotodetektory na sygnał elektryczny. Sygnał ten jest następnie wzmacniany i poddawany przemianom częstotliwości do zakresu niskich częstotliwości. Po obróbie sygnał niskiej częstotliwości zawiera dwie składowe wstępnego rozpraszania Ramana (**rys. 15**). Amplituda sygnału jednej ze składowych rozpraszania wstępnego jest proporcjonalna do natężenia rozpraszania Ramana w odpowiednim punkcie światłowodu. Tak więc rozkład temperatury wzdłuż czujki światłowodowej jest wyznaczany na podstawie stosunku amplitud sygnału w obu kanałach pomiarowych (**rys. 15**) [7].

Przedstawiona czujka Fibro Laser II cechuje się następującymi właściwościami:

- dużą odpornością na działanie temperatury oraz siły mechanicznej,
- ciągłym pomiarem temperatury na całej długości kabla światłowodowego,

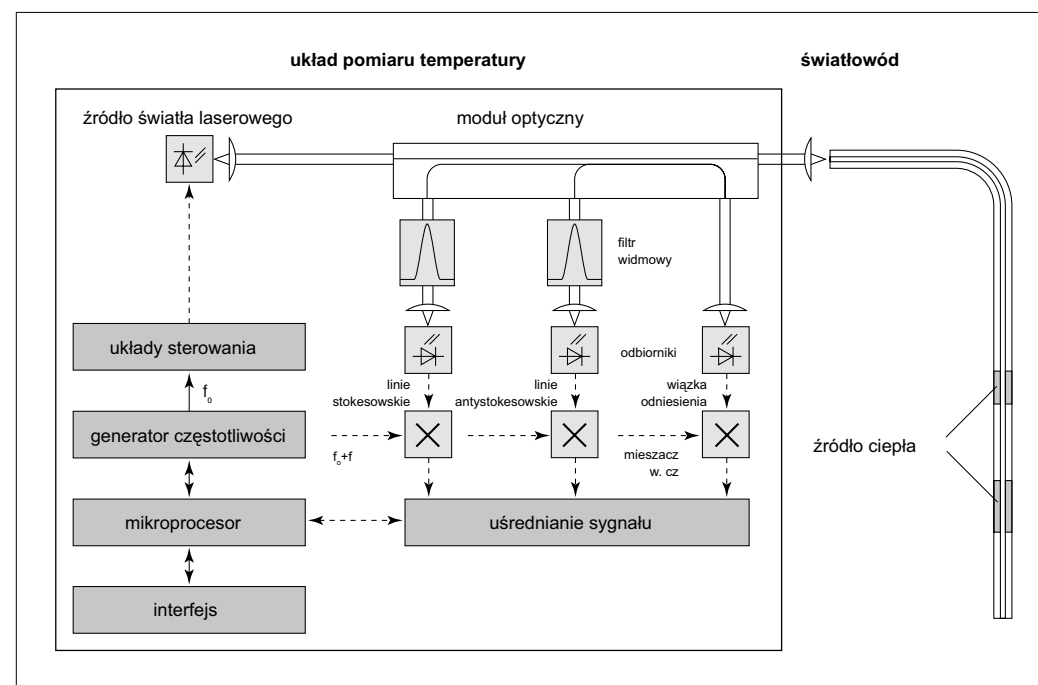
- selektywnym ustawianiem różnic temperatury lub progu temperatury dla wyzwolenia alarmu pożarowego (analogia do wielu punktowych czujek temperatury o charakterystykach nadmiarowo-różnicowych lub progowych),
- możliwością parametryzowania monitorowanych sektorów,
- zakresem temperatur pracy od -30 do 95°C, przejściowo do 120°C, w wykonaniu specjalnym do 600°C,



Rys. 13. Ilustracja cech zjawiska rozpraszania Ramana w światłowodzie [7]

- maksymalną długością kabla światłowodowego do 4000 m,
- dokładnością detekcji ok. 1 m,
- okresem eksploatacji światłowodu nie krótszym niż 30 lat,
- odpornością na działanie zakłóceń elektromagnetycznych oraz wpływów środowiskowych, takich jak np. wilgotność, ciśnienie itp.,
- możliwością uzyskiwania wizualizacji komputerowej profilu temperaturowego światłowodu.

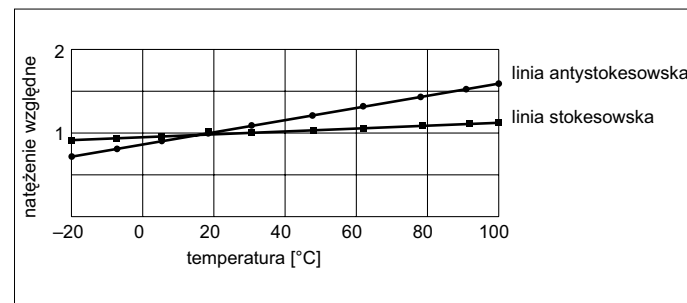
Niewątpliwą zaletą wykorzystania kabla światłowodowego jako czujki liniowej jest wyeliminowanie obsługi serwisowej, dzięki czemu konieczność prowadzenia oględzin stanu kabli i przewodów układanych w tunelach kablowych jest ograniczona do niezbędnego minimum. Poza ochroną pożarową i nadzorem stanu temperatury w kanałach oraz tunelach kablowych istotne jest również odpowiednie zabezpie-



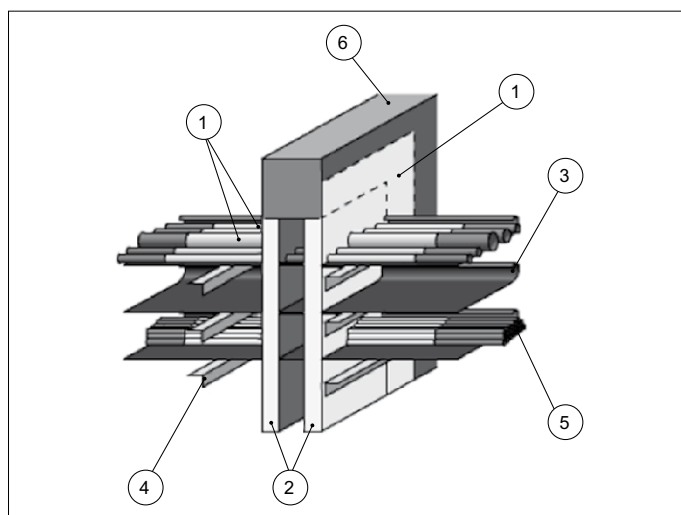
Rys. 14. Fibro Laser II – schemat budowy systemu pomiaru temperatury [7]

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

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



Rys. 15. Zależność temperaturowa składowych natężenia względnego [7]



Objaśnienia: 1 – bezrozpuszczalnikowa powłoka o działaniu endotermicznym, nie przepuszcza wody i oleju, 2 – płyty niepalnej wełny mineralnej, 3 – półka kablowa, 4 – podwieszenie półki kablowej, 5 – kabel, wiązka kabli, 6 – ściana masywna

Rys. 17. Przejście kablowe Promastop typ A [5]

czenie przed możliwością rozprzestrzenienia się pożaru do sąsiednich stref pożarowych i pomieszczeń. W tym celu stosuje się odpowiednie uszczelnienia zapewniające nieprzedostawianie się ognia. Instalacje techniczne, w szczególności rury i kable elektryczne, przechodzą wielokrotnie przez ściany i stropy oddzielenia przeciwpożarowych. Przejścia te, zwane również przepustami lub grodziami, muszą spełniać kryteria szczelności i izolacyjności ogniowej.

Do ich odpowiedniego zabezpieczenia stosuje się przejścia kablowe, które zamykają przejścia kabli elektrycznych przez przegrody, zachowując ich klasę odporności ogniowej. W praktyce spotyka się następujące rodzaje przepustów kablowych:

- przepusty kablowe z wełny mineralnej,
- przepusty kablowe z pianki ogniochronnej,

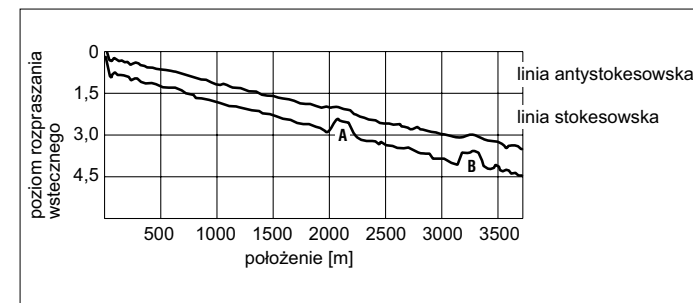
- przepusty kablowe z zaprawy ogniochronnej,
- przepusty kablowe z elastycznych kształtek.

Przykłady przejść kablowych oraz uszczelnienia zostały przedstawione na rysunkach 17, i 18.

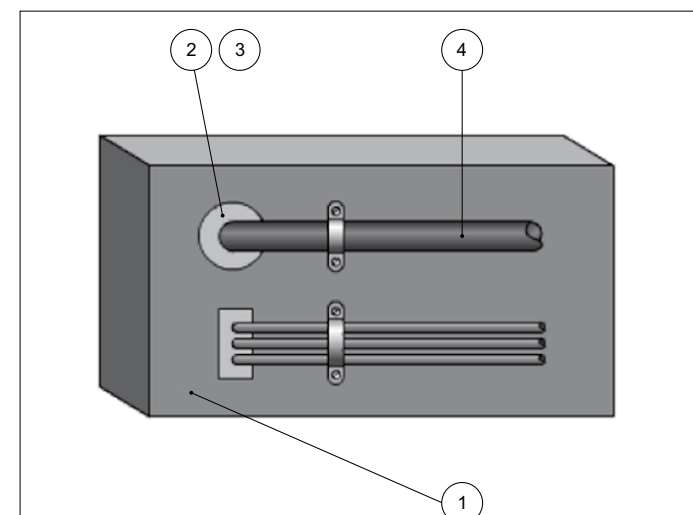
wnioski

Zagrożenie pożarowe mogą stwarzać przewody lub kable źle dobrane do warunków eksploatacji. Niepoprawnie dobrany przekrój przewodów oraz zła korekcyjność ich zabezpieczeń może stwarzać warunki do nadmiernego nagrzania izolacji, prowadzącego w konsekwencji do zapłonu izolacji.

Wbrew powszechnej opinii, wyłącznik różnicowoprądowy nie zapewnia pełnego bezpieczeństwa pożarowego. Nie wyłączy zasilania podczas zwarcia pomiędzy przewodami roboczymi. Ta niedoskonałość wynikająca z zasady jego działania wymusza na projektan-



Rys. 16. Krzywe wstępnego rozproszenia Ramana w światłowodzie [7]



Objaśnienia: 1 – masywny element budowlany, 2 – masa ogniochronna, 3 – silikon, 4 – kabel elektryczny

Rys. 18. Uszczelnianie pojedynczych kabli [5]

tach bezwzględny wymóg zapewnienia skutecznego samoczynnego wyłączenia przez zadziałanie zabezpieczeń nadmiarowoprądowych w czasie określonym przez normę PN-IEC 60364 w projektowanej instalacji budynku.

W przypadkach dużego zgromadzenia przewodów, w szczególności w rejonach dróg ewakuacyjnych, należy stosować do prowadzenia kabli i przewodów kanały kablowe, zapewniające ich właściwą odporność ogniową oraz dymoszczelność. W tunelach kablowych należy stosować postanowienia normy N SEP E 004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa. Tunele kablowe należy dzielić na kilka osobnych stref pożarowych rozdzielonych grodziami ogniochronnymi oraz poddawać ciągłej kontroli przez zastosowanie czujek liniowych, które na bieżąco informują o stanie termicznym poszczególnych grodzi kablowych, dzięki czemu można odpo-

wiednio wcześniej przeciwdziałać zagrożeniom.

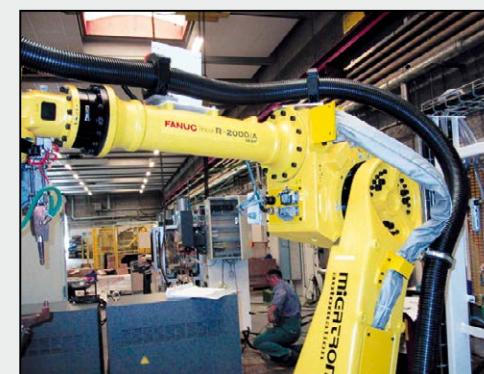
Zasadnym wydaje się także stosowanie w tunelach kabli ognioodpornych. Mocowanie kabli i przewodów w kanałach i tunelach kablowych musi spełniać wymagania odporności ogniowej takie same jak chroniony kabel. Przepusty kablowe należy bezwzględnie uszczelniać tak, aby zapewnić odporność ogniową ścian, przez które przechodzą kable lub przewody. Brak uszczelnienia przepustów powoduje bardzo szybkie rozchodzenie się ognia wzdłuż palącego się kabla lub przewodu i stwarza zagrożenie pożarowe dla innych elementów wyposażenia budynku nieobjętych pożarem. Szachty instalacyjne należy dzielić grodziami ogniochronnymi w celu uniknięcia zjawiska kominowego.

literatura do artykułu na
elektro.info.pl



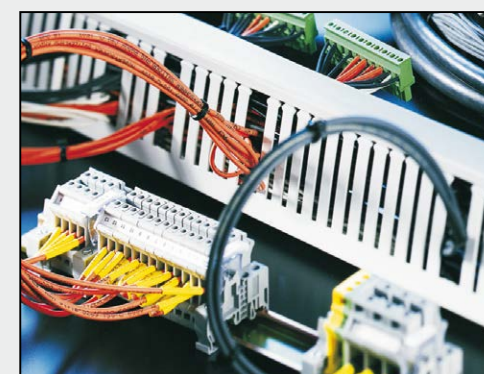
gdy potrzeba kabli lepszych niż standardowe ...

- kable bezhalogenowe RADOX® o izolacji sieciowanej radiacyjnie
 - zakres temperatur od -40 do +120, +150, +180°C
 - ultracienka izolacja – gdy nie mamy za dużo miejsca
 - zgodność z żywicami
 - bardzo wysoka dokładność wykonania: odpowiednie do automatycznej obróbki



gdy chcemy chronić nasze kable ...

- system ochrony kabli PMA: rury osłonowe i oploty wraz z akcesoriami
 - ochrona przed wodą i kurzem (IP66 aż do IP69K)
 - ochrona przed gryzoniami
 - ochrona przed promieniowaniem UV
 - ochrona przed zakłóceniami (EMC)
 - ochrona przed naprężeniami
 - ochrona kabli w strefach EX



gdy myślimy o mocowaniu kabli ...

- opaski zaciskowe z tworzyw sztucznych, opaski i taśmy ze stali nierdzewnej i kwasoodpornej
 - odporne na promieniowanie UV
 - odporne na działanie czynników atmosferycznych
 - zapięcia odporne na wibracje



ponadto w ofercie:

- koryta siatkowe DEFEM
- bezhalogenowe koryta grzebieniowe
- dławnice i przepusty kablowe
- systemy identyfikacji z tworzyw sztucznych i ze stali



ASTE Sp. z o.o.

Kowale, ul. Magnacka 25, 80-180 Gdańsk
tel. 58 340 69 00, fax 58 340 69 01, e-mail: aste@aste.pl, www.aste.pl

badania głowic kablowych wtykowych SN

Miroslaw Schwann – Nexans Power Accessories Poland sp. z o.o.

W miejscu ogólnie dostępnym, zwanym często przestrzenią publiczną, umieszczana jest infrastruktura techniczna. Nie może pogorszyć bezpieczeństwa publicznego, a także nie może przyczynić się do pogorszenia warunków bezpiecznej pracy pracowników wykonujących czynności przy infrastrukturze technicznej. Jednym z częściej spotykanych urządzeń, w zurbanizowanej przestrzeni publicznej, są wewnętrzne stacje transformatorowe średniego na niskie napięcia (SN/nn) i złącza kablowe średniego napięcia (SN), do których przyłączone są kable SN zakończone głowicami kablowymi.

Ograniczenie awarii spowodowanych głowicami kablowymi SN można uzyskać przez odpowiednie szkolenie pracowników montujących osprzęt kablowy, ale przede wszystkim poprzez właściwe zaprojektowanie konstrukcji elementów głowicy i wykonanie ich z odpowiednich materiałów. Poprawność konstrukcji głowicy kablowej i zastosowanie właściwych materiałów przez producenta można potwierdzić badaniami typu w akredytowanych laboratoriach. Zakres badań reprezentatywnych, odwzorowujących warunki rzeczywiste, jest określony w normach przedmiotowych, traktowanych jako jeden z ważniejszych elementów zasad wiedzy technicznej, na którą powołuje się Prawo budowlane [1].

materiały stosowane do produkcji głowic kablowych średniego napięcia

Do produkcji głowic obecnie powszechnie stosowane są elastomery

na bazie węglowodorów (EPDM) lub gumy silikonowej. Materiały te charakteryzują się wysoką wytrzymałością elektryczną oraz odpornością na warunki środowiskowe. Poniżej przedstawiono porównanie wybranych właściwości (tab. 1.) i parametrów elektrycznych (tab. 2.) dla EPDM i silikonu.

Oba materiały charakteryzują się dobrą odpornością na ściskanie, cięcie, uderzenia, rozdarcia i ścieranie w szerokim zakresie temperatur. Są odporne na działanie ozonu i innych związków chemicznych powstających w wyniku wyładowań niepełnych. Mogą pracować w środowisku narażonym na wyziewy chemiczne dzięki temu, że są odporne na: kwasy, alkalia, detergenty, fosforany, estry, ketony, alkohole i glikole. Zachowują swoje parametry i właściwości w narażeniu na różne rozpuszczalniki i oleje. Zapewniają poprawną

pracę w obecności promieniowania jonizującego, wysokiej temperatury, w tym także gorącej pary wodnej. Nawet długie zanurzenie kauczuku EPDM lub silikonu w gorącej wodzie powoduje tylko minimalną utratę wytrzymałości na rozciąganie. Badania potwierdzają również bardzo niski stopień absorpcji wody.

Izolacja wykonana z EPDM charakteryzuje się większą o 9 kV/mm wytrzymałością dielektryczną i dielectric strength niż izolacja silikonowa. Ma lepszą odporność na ścieranie, mniejszy zakres temperatur pracy i mniejszą odporność na olej na bazie węglowodorów.

Oba materiały charakteryzują się odpowiednimi parametrami elektrycznymi i odpowiednimi właściwościami, wystarczającymi do produkcji głowic kablowych SN o niskiej awaryjności.

sterowanie polem elektrycznym w głowicach kablowych średniego napięcia

Konstruktor przy projektowaniu osprzętu do kabli elektroenergetycznych SN oprócz uwzględnienia właściwości fizykochemicznych musi również brać pod uwagę napięcie elektryczne. Opiera się to głównie na dwóch rodzajach napięć elektrycznych: napięciu promieniowym, które może być reprezentowane przez linie strumieniowe i napięciu wzdłużnym występującym na powierzchni izolacji kabla, w miejscu gdzie usunięto ekran półprzewodzący. Napięcie promieniowe i wzdłużne kabla elektroenergetycznego SN z zamontowaną głowicą wtykową kątową przedstawiono na rysunku 1.

Warto zwrócić uwagę na miejsce odcięcia ekranu półprzewodzącego na izolacji. Rozkład pola elektrycznego zmienia się radykalnie. Powietrze otaczające materiał dielektryczny w pobliżu zakończenia ekranu wpływa na bardzo duże napięcie. W tym miejscu może nastąpić awaria kabla. Aby tego uniknąć, kontroluje się linie ekwipotencjalne poprzez montaż rury sterującej głowicy z liniowym odprężeniem (rys. 2a) lub głowicy wtykowej kątowej ze zintegrowanym sterowaniem pola (rys. 2b).

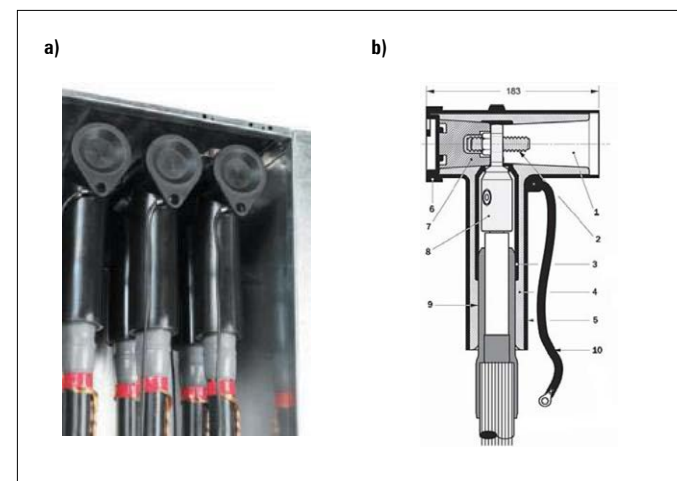
Takie wystrojenie pola elektrycznego daje pewność, że linie ekwipotencjalne są wystarczająco daleko od siebie, kiedy przejdą do izolacji powietrznej, aby nie spowodować wyładowań niepełnych. Z kolei w głowicy wtykowej kątowej utrzymuje się linie ekwipotencjalne wewnątrz zespołu kabeł/głowica w kontrolowany sposób. Odprężenie pola jest uzyskiwane poprzez półprzewodzący element sterujący na stałe zintegrowany z izolacyjnym korpusem głowicy.

budowa głowic kablowych wtykowych średniego napięcia

Głowice kablowe proste wewnętrzne i napowietrzne SN to ważne ele-

menty linii kablowej i muszą charakteryzować się dużym stopniem niezawodności. Ma to ogromne znaczenie w liniach kablowych średniego napięcia. Właściwa budowa zapewnia właściwą wytrzymałość zarówno mechaniczną, jak i elektryczną. Najpowszechniej stosowane głowice są zaprojektowane do zakończenia kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej z tworzywa sztucznego i z żyłą powrotną z drutów lub taśm miedzianych.

Od wielu lat konstruktorzy głowic poszukują takich rozwiązań, aby zredukować koszty podyktowane błędami montażowymi. Rozwiązania stosowane obecnie w osprzęcie kablowym charakteryzują się wysokim stopniem prefabrykacji, dzięki czemu montaż jest stosunkowo łatwy i przebiega w ograniczonym czasie, co pozwala uniknąć znacznej części błędów związanych z montażem. Dzięki takiemu podejściu można również



Rys. 3. a) Widok przykładowej głowicy wtykowej kątowej nasuwanej SN (źródło: [9]), b) Budowa przykładowej głowicy wtykowej kątowej nasuwanej SN (źródło: [10]), gdzie: 1 – stożek wewnętrzny typu C, 2 – śruba mocująca, 3 – warstwa sterująca, 4 – warstwa izolacyjna, 5 – dodatkowa warstwa zewnętrzna, 6 – kapturek, 7 – zaślepka izolacyjna, 8 – szczelna końcówka kablowa, 9 – reduktor kabla, 10 – żyła powrotna wraz z końcówką kablową

zredukować koszty związane ze szkoleniami elektromonterów w zakresie montażu osprzętu kablowego.

Osprzęt kablowy dostępny na rynku można montować w różnych technologiach: termo- i zimnokurczliwej,

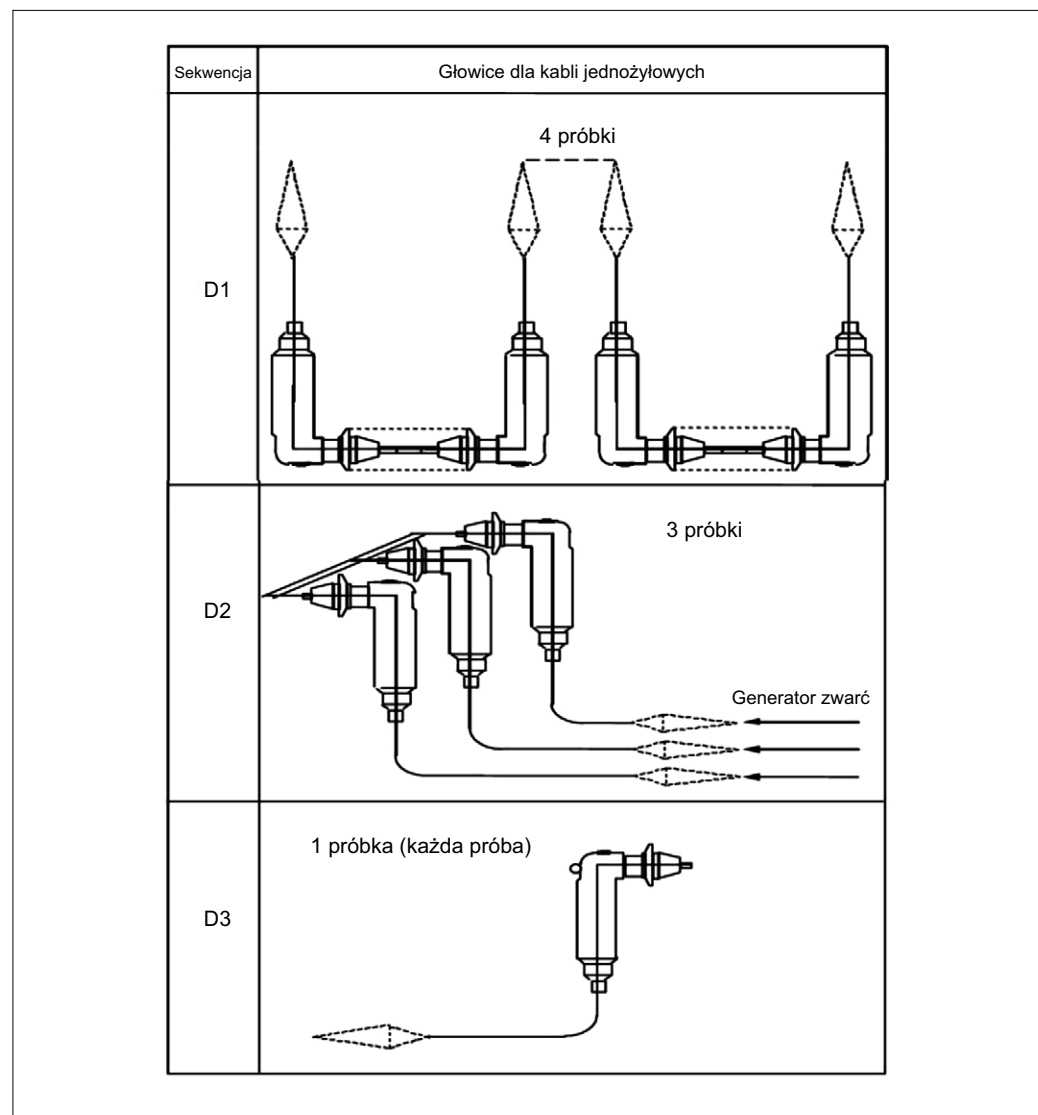
nasuwanej, z czego w tej ostatniej najczęściej montuje się głowice kablowe wtykowe. Widok przykładowej głowicy wtykowej kątowej SN przedstawiono na rysunku 3a, a jej budowę przedstawiono na rysunku 3b.

Lp.	Wybrane właściwości	EPDM		Silikon
		Izolacja	Przewodnik	Izolacja
1.	Ciepota właściwa (kg/dm ³)	1,33	1,12	1,15
2.	Wytrzymał. na rozciąganie (N/mm ²)	4,8	11	8,5
3.	Twardość Shore'a (Shore A)	65	80	47
4.	Wydluzenie (%)	400	450	700
5.	Odporność na ścieranie	Dobra	Znakomita	Słaba
6.	Starzenie cieplne	Dobra	Dobra	Dobra
7.	Zakres temperaturowy pracy (°C)	-60 do +130	-60 do +130	-80 do +200
8.	Odporność na:			
	– UV	Dobra	Dobra	Dobra
	– ozon	Znakomita	Znakomita	Znakomita
	– promieniowanie słoneczne	Wybitna	Wybitna	Wybitna
	– absorpcję wody	Bardzo dobra	Bardzo dobra	Znakomita
	– rozpuszczalniki	Słaba	Słaba	Słaba
	– olej na bazie węglowodorów	Słaba	Słaba	Dobra
	– olej silikonowy	Dobra	Dobra	Dobra

Tab. 1. Porównanie wybranych właściwości EPDM i silikonu stosowanych do produkcji głowic kablowych SN (źródło: oprac. wł. na podst. [7])

Lp.	Parametry elektryczne	EPDM		Silikon
		Izolacja	Przewodnik	Izolacja
1.	Wytrzymałość dielektryczna, [kV/mm]	33		24
2.	Stała dielektryczna	2,7–3,1		2,6
3.	Współczynnik rozproszenia ($\times 10^{-3}$)	2,5		4
4.	Rezystancja skrośna (Ω/cm)	10^{14}	50	10^{15}

Tab. 2. Porównanie parametrów elektrycznych EPDM i silikonu stosowanych do produkcji głowic kablowych SN (źródło: oprac. wł. na podst. [7])



Rys. 4. Układy do badań głowic wtykowych ekranowanych dla kabli jednożyłowych dla poszczególnych sekwencji. Opr. wł. na podstawie [3]

Osprzęt kablów termo- i zimnokurczliwy do montażu jest dostarczany w stanie rozciągniętym, co ułatwia jego nakładanie na odpowiednio przygotowane końce kabli. Obkurczanie, w przypadku technologii termokurczliwej, odbywa się przy użyciu niskotemperaturowego palnika, najczęściej gazowego. Obkurczanie, w przypadku technologii zimnokurczliwej, odbywa się poprzez usunięcie spirali lub innej kształtki, dzięki czemu następuje wyzwolenie nadanej w procesie produkcyjnym pamięci kształtu (obkurczenie elementu).

Należy podkreślić, że większość producentów stosuje zasadę, aby warstwa izolacyjna (korpus głowicy) była zintegrowana z elementem sterującym pole. Pozwala to uzyskać dużą powta-

rzalność, dzięki czemu minimalizuje się błędy związane z montażem.

Osprzęt nasuwany do montażu dostarczany jest w stanie nierozciągniętym. Montaż odbywa się poprzez nasuwanie na odpowiednio przygotowane końce kabli osprzętu, który chroniony jest przed uszkodzeniem mechanicznym odpowiednią kształtką, którą usuwa się po procesie nasuwania.

wymagania normatywne w zakresie badań typu głowic kablów wtykowych prostych i kątowych średniego napięcia

Badanie typu głowic kablów wtykowych (konektorowych) pro-

stych i kątowych wewnętrznych i napowietrznych SN zestawiono w tablicy 7 normy PN-HD 629.1 S2:2006E *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej* [3]. Poszczególne próby należy wykonać, podobnie jak dla głowic prostych wewnętrznych i napowietrznych SN, zgodnie z normą PN-EN 61442 [2].

Badanie typu tych głowic kablów podzielone zostało na trzy sekwencje: D1, D2 i D3. Układy do badań głowic dla kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej dla poszczególnych sekwencji przedstawiono na rysunku 4. Długość kabli w układach

punktami wejścia do głowic, aby pomiary wyładowań niezupełnych można uznać za wiarygodne, powinna wynosić powyżej 2 m.

Zamawiający wymagając dokumenty potwierdzające wymagania techniczne dla głowic kablów wtykowych głównie skupiają się na potwierdzeniu zgodności wyrobu z dokumentem harmonizacyjnym PN-HD 629.1 S2:2006E+A1:2008E *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej* [10, 11] nie zwracając przy tym uwagi, w jakim zakresie, według jakich sekwencji, zostały przebadane głowice kablów. Wymagania normatywne znacząco różnią się w zakresie badań dla sekwencji D1, D2 czy też D3. Dla głowic wtykowych, zarówno prostych, jak i kątowych, powinno się wymagać badań w zakresie wszystkich sekwencji dla głowic wtykowych dostosowanych do izolatorów przepustowych ze stożkiem zewnętrznym typu A oraz sekwencji D1 i D2 dla głowic wtykowych dostosowanych do izolatorów przepustowych ze stożkiem zewnętrznym typu C. Wymagania normatywne w zakresie badań typu głowic kablów prostych wewnętrznych i napowietrznych SN przedstawiono w uproszczony sposób na wspólnym diagramie na rysunku 5.

Aktualnie trwają prace nad projektem HD 629.1 S3 2018-03-15 *Test requirements for accessories for use on power cables of rated voltage from 3,6/6 (7,2) kV up to 20,8/36 (42) kV. Part 1: Accessories for cables with extruded insulation* [5]. W zakresie badania typu głowic kablów wtykowych (konektorowych) prostych i kątowych SN zaproponowano zmiany. Zmiany ograniczają się do: rezygnacji z pierwszej próby w sekwencji D1 i D2 – próby napięciowej napięciem stałym, na zmianie parametrów próby napięciowej „na sucho” oraz na dodatkowym pomiarze wyładowań niezupełnych po tej próbie w sekwencji D1. Zmiany w sekwencjach badania

typu głowic kablów wtykowych (konektorowych) prostych i kątowych SN w projekcie dokumentu harmonizacyjnego zaznaczono na wspólnym diagramie, który przedstawiono na rysunku 5.

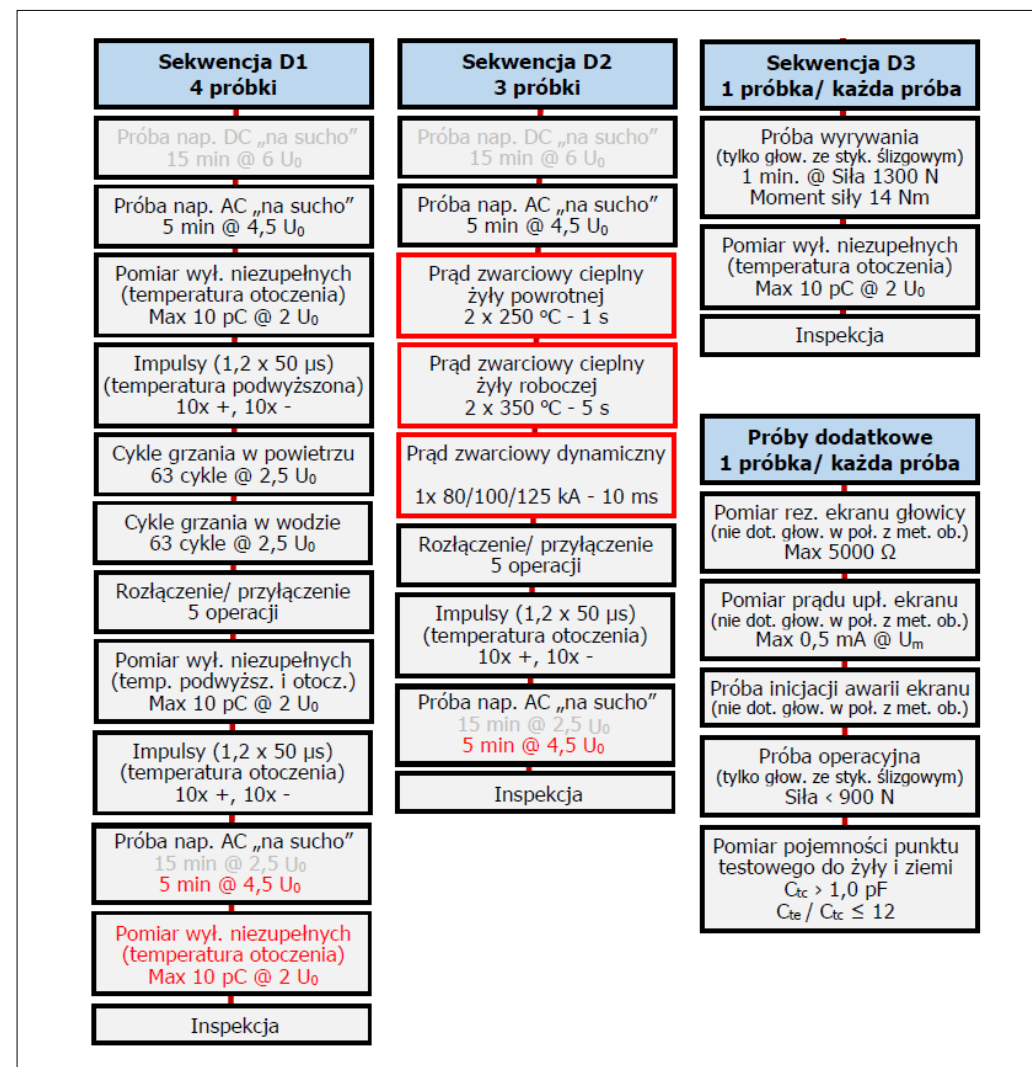
Mimo że zmian nie jest dużo, to po włączeniu dokumentu harmonizacyjnego do zasobów norm i po upływie okresu przejściowego, dla potwierdzenia parametrów technicznych głowic kablów wtykowych SN konieczne będzie wykonanie badań typu wg nowych sekwencji.

podsumowanie

Zamawiający wymagając dokumenty potwierdzające wymagania techniczne dla głowic kablów wtykowych powinni skupić się nie tylko na potwierdzeniu zgodności wyrobu z dokumentem harmonizacyjnym PN-HD 629.1 S2:2006E+A1:2008E, ale również na sprawdzeniu sekwencji, zgodnie z którymi przebadano głowice kablów.

Dla głowic wtykowych, biorąc pod uwagę typy powszechnie stosowane w polskiej elektroenergetyce, powinno się wymagać badań: w zakresie wszystkich sekwencji – dla głowic przystosowanych do izolatora ze stożkiem zewnętrznym rozmiaru A, w zakresie sekwencji D1 i D2 – dla głowic przystosowanych do izolatora ze stożkiem zewnętrznym rozmiaru C.

Warto przygotować się do zmian wynikających z zastąpienia dokumentu harmonizacyjnego PN-HD 629.1 S2:2003E *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej*, który na koniec przyszłego roku może stać się dokumentem archiwalnym. Obecnie dostępny jest już projekt dokumentu harmonizacyjnego Pr. HD 629.1 S3:2018-03 *Test requirements for accessories for use on power cables of rated voltage from 3,6/6 (7,2) kV up to 20,8/36 (42) kV. Part 1: Accessories for cables with extruded insulation* [5].



Rys. 5. Wymagania normatywne w zakresie badań typu głowic kablów wtykowych prostych i kątowych SN umieszczone na wspólnym diagramie wraz z zaznaczonymi proponowanymi zmianami

literatura

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tj. DzU2013.1409 z późn. zm.).
2. PN-EN 61442:2005E *Metody badań osprzętu przeznaczonego do kabli energetycznych na napięcia znamionowe od 6 kV (U_m = 7,2 kV) do 36 kV (U_m = 42 kV).*
3. PN-HD 629.1 S2:2006E+A1:2008E *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej*.
4. PN-HD 628 S1:2003E *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 kV (U_m = 7,2 kV) do 20,8/36 kV (U_m = 42 kV) włącznie.*
5. Pr. OVE HD 629.1 S3 2018-03-15 *Test requirements for accessories for use on power cables of rated voltage from 3,6/6(7,2) kV up to 20,8/36(42) kV. Part 1: Accessories for cables with extruded insulation.*
6. IEC 60986:2000E+A1:2008E *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV).*
7. EUROMOLD. *Accessories for medium voltage power cables. Technical information. Catalogue 2017.*
8. Stawiamy na najlepsze połączenia. Katalog Euromold, GPH. Wydanie 06/2009.
9. http://www.gph.pl/images/katalog_Euromold_2016.pdf, data odczytu: 2018-10-04.
10. <http://www.energotest.pl>, data odczytu: 2018-10-04
11. http://www.gph.pl/images/Nowosci/MONO_i_2015.pdf, data odczytu: 2018-10-04

Nexans
BRINGS ENERGY TO LIFE

Nexans
Power Accessories Poland sp. z o.o.
47-400 Raciborz
ul. Wiejska 18
tel. 32 418 23 49
faks 32 418 22 48
www.nexans-power-accessories.pl

trasy kablowe w obiektach budowlanych – wymagania

mgr inż. Karol Kuczyński

Wykorzystanie energii elektrycznej w Polsce stale rośnie za sprawą zwiększającej się liczby urządzeń elektrycznych w gospodarstwach domowych, w obiektach użyteczności publicznej i zakładach przemysłowych. Istotnej zmianie uległy uwarunkowania projektowania i montażu instalacji elektrycznych. Znacznie zwiększyły się wymagania techniczno-użytkowe, którym powinny sprostać instalacje i urządzenia elektryczne w obiektach budowlanych. Wzrosła również potrzeba wyposażania budynków mieszkalnych, biurowych i produkcyjnych w różnego rodzaju systemy poprawiające ich funkcjonalność, komfort i bezpieczeństwo. Spełnienie tych podstawowych wymagań dotyczących projektowania i budowy instalacji elektrycznych wiąże się z właściwym doбором samych przewodów i kabli elektroenergetycznych oraz prawidłowym prowadzeniem ich tras w obrębie budynku i poza nim.

przewodzenie instalacji

Do wykonywania ścian konstrukcyjnych i działowych w budynkach zwykle stosuje się materiały niepalne. Jednak ściany mogą być wykonane także z surowców palnych. W związku z tym instalacje elektryczne w budynkach mogą być prowadzone w podłogach i na podłogach niepalnych lub palnych.

Aby wykluczyć możliwość pożaru, którego źródłem mogą być instalacje elektryczne w styczności z materiałami palnymi oraz w podłożu i na podłożu palnym, należy prowadzić instalacje elektryczne wewnątrz ścian i przegród budowlanych, w przestrzeni pomiędzy płytami okładzinowymi, a także w przestrzeni pomiędzy stropem a sufitem podwieszanym (sprzęt i osprzęt

instalacyjny w wykonaniu podtynkowym) [2, 5].

Wewnątrz ścian, sufitów i podłóg wykonywanych z płyt palnych, gdzie w środku występuje wypełnienie izolacyjne (często również palne), występują znacznie gorsze warunki odprowadzania ciepła niż na zewnątrz ścian. Wnętrze ściany wypełnione jest przeważnie w całości lub w części materiałem izolacyjnym. Po zabudowaniu ściany nie jest możliwe dokonywanie oględzin fragmentów instalacji prowadzonej w ścianie. Z tego powodu przy wyborze tego sposobu prowadzenia instalacji należy zachować szczególną ostrożność, aby tak wykonana instalacja elektryczna przy wystąpieniu jakichkolwiek uszkodzeń nie stała się przyczyną pożaru. Montaż instalacji nie powinien naruszać w zasadniczy sposób struktury ściany, a instalacja powinna być wymiennalna.

Proponuje się zatem następujące sposoby układania przewodów instalacyjnych [3, 5]:

- w rurach instalacyjnych z tworzyw sztucznych niepodtrzymujących i nierozprzestrzeniających płomienia,
- w rurach instalacyjnych metalowych (zastosowanie w pomieszczeniach, w których zagrożenie pożarowe może mieć szczególnie groźne skutki, np. pomieszczenia o trudnych warunkach ewakuacji),
- w korytkach i na drabinkach instalacyjnych metalowych (przewodowych lub/i kablowych) w przestrzeni pomiędzy stropem a sufitem podwieszanym (stosowanych w pomieszczeniach użyteczności publicznej i technicznych),
- w kanałach instalacyjnych metalowych i z tworzyw sztucznych niepodtrzymujących i nierozprzestrzeniających płomienia (zastosowanie w po-



Fot. 1. Często w rozbudowywanych instalacjach liczba przewodów znacznie się powiększa – szkoda, że instalatorzy zapominają o podstawowych zasadach prowadzenia tego typu tras

mieszczeniach o charakterze biurowym, handlowym itp.).

- instalacje wykonane przewodami szynowymi stosuje się do zasilania odbiorników elektrycznych, jeśli przewidywane są częste zmiany ich układu. Przewody szynowe wykonuje się w postaci łączonych ze sobą gotowych elementów. Od przewodów takich można prowadzić odgałęzienia za pomocą skrzynek przyłączeniowych i bezpiecznikowych zainstalowanych bezpośrednio na przewodach. Przewody szynowe są wykorzystywane również w obiektach przemysłowych do zasilania i jednoczesnego mocowania opraw oświetleniowych,
- układanie przewodów w tynku – stosuje się przede wszystkim w budownictwie mieszkaniowym i ogólnym (szkoły, szpitale, teatry, pomieszczenia biurowe itp.). Instalacje w tynku stosuje się również w obiektach nieprodukcyjnych. Wymiana takiej instalacji wiąże się najczęściej z wymianą tynku,
- przewodami wielożyłowymi ułożonymi na ścianie, mocowanymi do podłoża za pomocą uchwytów (zastosowanie nie zalecane; można sto-

sować w uzasadnionych technicznie przypadkach i pod warunkiem wykonania instalacji przewodami wielożyłowymi typu YDY, YDYp lub YLY o napięciu znamionowym izolacji 750 V). Wówczas stosuje się sprzęt i osprzęt instalacyjny w wykonaniu natynkowym, który jest obudowany z każdej strony.

Do układania przewodów w rurach instalacyjnych należy stosować rury np. z PVC lub metalowe. Rury powinny być zamocowane do podłoża za pomocą uchwytów, z tym że do rur metalowych należy stosować uchwyty metalowe. Najczęściej stosuje się gniazda wtyczkowe i łączniki w wykonaniu podtynkowym, przystosowane do mocowania za pomocą wkrętów w puszkach instalacyjnych podtynkowych. Odgałęzienia przewodów należy wykonywać w puszkach instalacyjnych odgałęznych podtynkowych. Należy stosować puszki z PVC lub z innych tworzyw niepodtrzymujących i nierozprzestrzeniających płomienia [3, 5].

trasy kablowe

Trasy kablowe w różnego typu obiektach budowlanych mogą być budowane

z różnego rodzaju koryt i drabinek kablowych. Możemy wyróżnić korytka pełne lub perforowane wykonywane z blach stalowych, korytka siatkowe wykonane z prętów stalowych oraz drabinki kablowe wykonane z połączenia płaskowników i prętów stalowych.

Na rynku dostępne są korytka bardzo wąskie, przeznaczone nawet dla pojedynczych kabli lub przewodów, a nawet o szerokości do 600 mm. Długość korytek jest zunifikowana i standardowe elementy mają najczęściej długość 2000, 3000 oraz 6000 lub 8000 mm. Występują korytka pełne i perforowane wykonane z blach grubości od 0,7 do 2 mm. Poszczególne typy różnią się dodatkowo wysokością ścianek bocznych. Elementy wsporcze tworzą konstrukcję nośną do poprowadzenia przewodów i kabli elektroenergetycznych, oświetleniowych, telekomunikacyjnych i sterowniczych. Przy projektowaniu trasy kablowej musimy brać pod uwagę istniejące przeszkody, planowane obciążenia wynikające z masy instalowanych kabli i przewodów. Dodatkowo należy przewidzieć ich objętości oraz pozostawić rezerwę umożliwiającą poprowadzenie dodatkowych kabli i przewodów w przyszłości.

Trasa kablowa utworzona z korytek powinna tworzyć jednolitą i sztywną całość. Dlatego poszczególne odcinki łączy się za pomocą łączników i zatrzasków lub śrub. W zależności od potrzeb mogą to być łączniki wzdlużne, kątowe lub inne. Montaż odcinków prostych korytek kablowych nie jest zbyt problematyczny. Sprawy komplikują się w przypadku potrzeby ominięcia przeszkód usytuowanych w tej samej płaszczyźnie lub też konieczności zmiany wysokości zainstalowania korytek. Takie przypadki występują we wnętrzach budynków mieszkalnych i obiektów przemysłowych, w których trasy instalacji elektrycznych przebiegają równolegle lub krzyżują się z innymi instalacjami, takimi jak kanały wentylacyjne, gazociągi, rurociągi wodno-kanalizacyjne, kable elektroenergetyczne oraz telekomunikacyjne, a także piorunochronne. Dodatkowe przeszkody stanowią elementy konstrukcyjne budynku.

wymagania prawne

Instalacja elektryczna najczęściej podzielona jest na wiele obwodów. Rozróżnia się obwody rozdzielcze, które zasilają różnego typu rozdzielnice, oraz obwody odbiorcze zasilające poszczególne odbiorniki. Podstawowe wymagania stawiane instalacjom elektrycznym zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. [1]. Struktura każdej instalacji zależy od potrzeb wynikających z przeznaczenia budynku.

Zgodnie z § 180 rozporządzenia [1] instalacja i urządzenia elektryczne, przy zachowaniu przepisów dotyczących dostarczania energii, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy, a także wymagań Polskich Norm odnoszących się do tych instalacji i urządzeń, powinny zapewniać [1, 4]:

- 1) dostarczanie energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych do odbiorników, stosownie do potrzeb użytkowych,
- 2) ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami,
- 3) ochronę przed emisją drgań i hałasu powyżej dopuszczalnego poziomu oraz przed szkodliwym oddziaływaniem pola elektromagnetycznego.

Przewody i kable elektryczne należy prowadzić w sposób umożliwiający ich ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz wymianę bez potrzeby naruszania konstrukcji budynku (§ 187 ust. 1. rozporządzenia [1]). Trasy przewodów elektrycznych powinny być prowadzone w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów (§ 183 ust. 1 pkt 8 rozporządzenia [1]).

Dodatkowo § 186 ust. 1 rozporządzenia [1] stwierdza, że prowadzenie instalacji i rozmieszczenie urządzeń elektrycznych w budynku powinno zapewniać bezkolizyjność z innymi instalacjami w zakresie odległości i ich wzajemnego usytuowania oraz uwzględnić warunki określone w § 164 rozporządzenia [1]. W ustępie 4 § 164 rozpo-

rządzenia [1] określono, że poziome odcinki instalacji gazowych powinny być usytuowane w odległości co najmniej 0,1 m powyżej innych przewodów instalacyjnych, natomiast jeżeli gęstość gazu jest większa od gęstości powietrza – poniżej przewodów elektrycznych i urządzeń iskrzących. Zgodnie z § 164 ust. 5 rozporządzenia [1] przewody instalacji gazowej krzyżujące się z innymi przewodami instalacyjnymi powinny być od nich oddalone co najmniej o 0,02 m.

Dodatkowo główne ciągi instalacji elektrycznej w budynku mieszkalnym wielorodzinnym, budynku zamieszkania zbiorowego i budynku użyteczności publicznej należy prowadzić poza mieszkaniem i pomieszczeniem przeznaczonym na pobyt ludzi, w wydzielonych kanałach lub szybach instalacyjnych, zgodnie z Polską Normą dotyczącą wymagań w tym zakresie (§ 186 ust. 2 rozporządzenia [1]).

Wewnętrzne linie zasilające w budynku mieszkalnym wielorodzinnym, budynku zamieszkania zbiorowego i budynku użyteczności publicznej należy prowadzić poza mieszkaniem i pomieszczeniami przeznaczonymi na pobyt ludzi, w wydzielonych kanałach lub szybach instalacyjnych [1, 2].

instalacje bezpieczeństwa – zespoły kablowe

W obecnym czasie duży nacisk kładzie się na bezpieczeństwo osób znajdujących się w budynkach użyteczności publicznej. Dlatego bardzo ważna jest niezawodność systemów bezpieczeństwa.

W kraju nie ma szczegółowych regulacji/norm, które regulują wymagania, jakie powinny spełniać „zespoły kablowe”, nie uregulowano sposobu przeprowadzania badań, ani uprawnień do tego jednostek. Powszechnie stosowaną w Europie (także w Polsce), jedyną normą szczegółowo regulującą tę kwestię jest niemiecka norma DIN 4102 część 12. Norma wymaga, aby odbiorniki elektryczne ratujące życie ludzi w czasie pożaru (oświetlenie alarmowe, windy, pompy ppoż. do instalacji tryskaczowych, klapy wentylacyjne itp.) zapewniały nieprzerwaną dostawę energii elektrycznej przez czas nie krótszy niż 90 minut, co ma umożliwić bezpieczną ewakuację ludzi z płonącego obiektu budowlanego. W branży budowlanej przyjęła się, zacierpięta z niemieckiej normy, skrócona nazwa tego typu systemów „E90”. Norma DIN 4102 część 12 powstała w instytutach niemieckich w wyniku wieloletnich badań w zakresie podtrzymywania funkcji przewodzenia prądu przez instalacje elektryczne podczas pożaru [3, 4].

Podstawowym założeniem omawianej normy jest przebadanie przewodów i kabli wraz z zamocowaniami w celu sprawdzenia, czy tak skonstruowany system dostarczy prąd elektryczny do urządzeń ratujących życie w warunkach pożaru.

Ponieważ najważniejszym elementem działań ratowniczych jest ewakuacja ludzi z budynku objętego pożarem, stawia się określone wymagania dla konstrukcji budynku oraz instalowanych w nim urządzeń elektrycznych i instalacji zasilającej te urządzenia. Wśród instalacji elektrycznych stanowiących wyposażenie budynku wstępują obwody zasilające urządzenia elektryczne, które muszą funkcjonować w czasie pożaru. Przewody tych instalacji narażone są na działanie wysokiej temperatury, przez co muszą one zapewnić ciągłość dostaw energii elektrycznej przez czas niezbędny dla funkcjonowania zasilanych urządzeń [3, 4]. Podstawowym założeniem normy DIN 4102:12 jest praktyczne sprawdzenie kabli wraz z systemem mocującym (korytka, drabinki, uchwyty), czy w określonym czasie i temperaturze będą doprowadzać energię elektryczną do odbiorników. Zatem musi zostać przeprowadzone badanie systemu tras kablowych wraz z kablami tak, aby mieć pewność, że odbiorniki elektryczne w czasie pożaru będą miały nieprzerwaną dostawę energii elektrycznej przez określony czas.

Należy jednak pamiętać o zmianach parametrów napięcia zasilającego spowodowanych wzrostem rezystancji żył przewodzących w wyniku wzrostu tem-

peratury w czasie pożaru. W związku z tym należy dobrać kable i przewody zgodnie z normą N SEP-E-005 [5]. Podtrzymanie funkcjonowania instalacji elektrycznej jest rozumiane jako ciągłe dostarczanie energii elektrycznej o parametrach gwarantujących ich poprawne funkcjonowanie w czasie pożaru. Typowymi przykładami są obwody oświetlenia awaryjnego, dźwiękowych systemów ostrzegawczych (DSO), urządzeń wentylacyjnych w hotelach, szpitalach i obiektach użyteczności publicznej.

Jako środki służące do osiągnięcia utrzymania funkcjonalności instalacji kablowych należy przede wszystkim uznać zespoły kablowe ze zintegrowanym utrzymaniem funkcjonalności. Zgodnie z treścią § 187 ust. 6 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury „Zespoły kablowe powinny być tak zaprojektowane i wykonane, aby w wymaganym czasie, o którym mowa w ust. 3 i 5, nie nastąpiła przerwa w dostawie energii elektrycznej lub przekazie sygnału, spowodowana oddziaływaniami elementów budynku lub wyposażenia”.

Proces inwestycyjny składa się z kilku, kilkunastu etapów, najważniejsze są dwa: projektowanie i wykonanie instalacji. Projektowanie i wykonywanie zespołów kablowych można rozpatrywać w dwóch wariantach [4]:

- pierwszym, kiedy projektujemy opierając się na wymaganiach zawartych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [1],
 - drugim, kiedy do wymagań Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [1] dodajemy wiedzę techniczną.
- Zgodnie z tym zapisem powinno się uwzględnić szereg zasad prawidłowego wykonania takiej instalacji – wynikające z wiedzy technicznej i doświadczeń zdobytych podczas badań – do najważniejszych należą:
- mocowanie za pomocą specjalnych systemów mocowań zapewniających podtrzymanie ich funkcji w czasie pożaru,
 - wyeliminowanie możliwości załamania, zgięcia czy też innego uszkodzenia kabla, ponieważ w czasie pożaru ich izolacja staje się krucha i podat-

na na uszkodzenia powstałe podczas odkształceń,

- warunki budowlane, które muszą być spełnione, aby kable i przewody nie uległy wcześniejszemu, niż to jest założone, uszkodzeniu.

Wpływ na działanie całego systemu podtrzymywania funkcji ma:

- sposób przeprowadzenia kabla/przewodu przez ściany i stropy – przejścia, przez które są prowadzone, powinny być uszczelnione odpowiednimi materiałami ognioodpornymi w sposób zapewniający klasę odporności ogniowej przepustu instalacyjnego, zgodną z klasą odporności ogniowej przenikającego elementu,
- przejścia kabli/przewodów przez poziome przegrody przeciwpożarowe i przez ściany szybu – przejście kabli przez wewnętrzne ściany pomieszczeń, przegrody i stropy należy wykonywać w rurach lub innych przepustach itp.,
- rodzaj podłoża, na którym kabel jest układany – z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego właściwszym materiałem, na którym powinno układać się przewody, jest podłoże betonowe, ponieważ konstrukcja budynku jest różna, wówczas kable/przewody powinny się układać głównie na elementach konstrukcyjnych mających klasę odporności ogniowej równą co najmniej klasie podtrzymywania funkcji kabla/przewodu lub kabla/przewodu wraz z konstrukcją mocującą,
- osprzęt łączeniowy i rozdzielczy – powinien być zastosowany osprzęt posiadający stosowne dopuszczenia poświadczające jego klasę odporności ogniowej i powinien tak być dobrany, aby umożliwiał funkcjonowanie instalacji przez czas wymagany dla funkcjonowania kabla wraz z systemem mocowania,
- sposób mocowania do podłoża – pod pojęciem zamocowań należy rozumieć systemy nośne tras kablowych/przewodowych:
 - z kablami/przewodami ułożonymi pojedynczo mocowanymi na szynach obejmami z długimi rynien-

kami, mocowanie pojedynczymi lekkimi obejmami,

- układanie kabla/przewodu w kanałach ochronnych na ścianach lub sufitach,
- trasy kablowe/przewodowe złożone z korytek kablowych,
- trasy złożone z drabinek kablowych,

- prowadzenie tras w sposób niezagrażający obniżeniu funkcji podczas pożaru, na przykład przez spadające elementy budowlane, dylatacje budynków itp.,

- przy pionowym prowadzeniu tras co 3,5 m należy wykonać zapasy kompensacyjne oraz zamocować kable do konstrukcji wsporczej zgodnie z zaleceniami producenta trasy,

- wszystkie pozostałe elementy systemu, takie jak puszki łączeniowe, przepusty w ścianach, powinny posiadać klasyfikację co najmniej równą klasyfikacji trasy kablowej,

- unikać uchwytów z ostrymi krawędziami mogącymi uszkodzić powłokę kabla,

- uchwyty dobierać co najmniej o jeden rząd wielkości większy niż wynika ze średnicy kabla, zapewniając swobodny jego przesuw,

- kable/przewody ognioodporne mocować i układać powyżej instalacji wodnych i tryskaczowych, izolacja kabli pod działaniem wysokiej temperatury nie jest szczelna,

- w przypadku tras pionowych klasyfikacja podtrzymywania funkcji obowiązuje tylko wtedy, gdy ma miejsce skuteczne wsparcie (odstęp $\leq 3,5$ m) przewodów.

Wszystkie systemy mocowań powinny posiadać poświadczoną odpowiednim dokumentem klasę odporności ogniowej co najmniej równą klasie podtrzymywania funkcji mocowanego kabla. Otaczające go elementy konstrukcyjne i instalacje budynku powinny być prowadzone w odległości od elementów konstrukcyjnych budynku oraz odpowiednio zabezpieczone przed możliwością ich uszkodzenia w wyniku pożaru przez mocowania innych instalacji np. wentylacji, wodno-kanalizacyjnych itp. Ponadto norma DIN 4102 część 12 do-

puszcza inne rozwiązania tzw. „ponadstandardowe” [4].

Każdy przebadany ponadstandardowy zespół kablowy musi być traktowany indywidualnie, tzn. że może być wykorzystany tylko i wyłącznie w taki sposób, w jaki był przebadany. Uwzględniając dokładnie konstrukcję, ale także typ i zalecenia producenta kabla.

podsumowanie

Dostępne rozwiązania umożliwiają prowadzenie tras kabli i przewodów praktycznie w każdych warunkach. Należy jednak pamiętać o kilku istotnych zasadach [3]:

- liczba skrzyżowań i zbliżeń kabli z innymi kablami i urządzeniami powinna być jak najmniejsza,
- liczba przejść przez stropy, ściany oraz inne przeszkody powinna być jak najmniejsza,
- należy chronić kable przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz szkodliwymi wpływami czynników zewnętrznych, a w szczególności: układanych na mostach, wiaduktach i przyczółkach,
 - układanych na wysokości nieprzekraczającej 200 cm w miejscach dostępnych dla osób nienależących do obsługi urządzeń elektrycznych,
 - układanych w ziemi, pod torami, drogami itp.,
- dostęp do kabli w trakcie ich eksploatacji nie powinien być utrudniony,
- należy unikać prowadzenia kabli przez pomieszczenia i strefy zagrożone wybuchem,
- trasa kabla w ziemi powinna być wyznaczona wzdłuż dróg, ulic lub przez trawniki w pasach do tego przeznaczonych (wzdłuż rzek i brzegów jezior trasa powinna być wyznaczona poza miejscami narażonymi na podmywanie przez wodę),
- linie zasilania rezerwowego powinny być prowadzone inną trasą niż linie zasilania podstawowego.

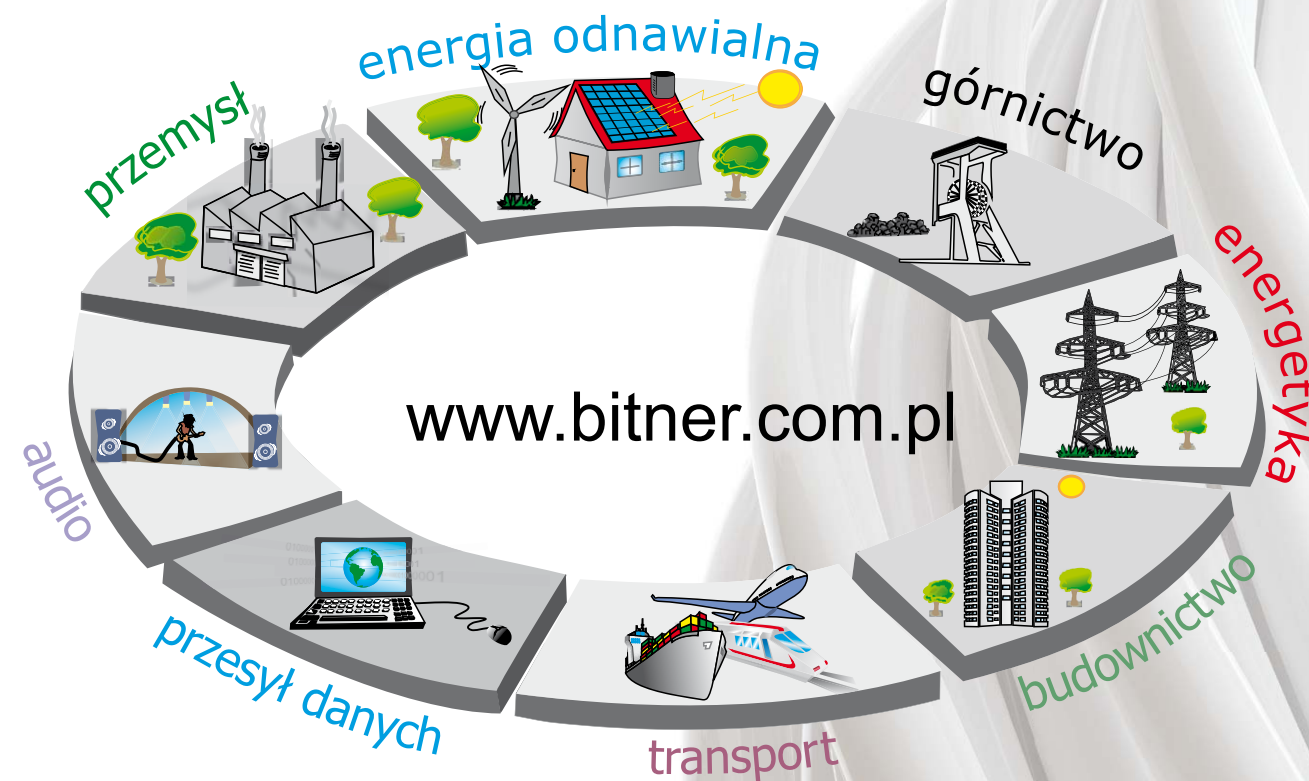
literatura do artykułu na
elektroinfo.pl

POLSKI PRODUCENT KABLI I PRZEWODÓW DO RÓŻNYCH ZASTOSOWAŃ

Wszystkie kable sklasyfikowane zgodnie z normą **PN-EN 50575 (CPR)**



RoHS 2011/65/EU LVD 2014/35/EU CPR 305/2011



Zakłady Kablowe BITNER Sp. z o.o.
zakład produkcyjny:
32-353 Trzyciąż 165
woj. małopolskie
e-mail: bitner@bitner.com.pl
tel. 12/389 40 24

produkt polski

układanie kabli i przewodów

czyli jak prowadzić i oznaczać trasy kablowe

mgr inż. Karol Kuczyński

Struktura każdej instalacji zależy od potrzeb wynikających z przeznaczenia budynku oraz urządzeń i pomieszczeń, które się w nim znajdują. Z tego względu każdy projekt musi być wykonywany indywidualnie w porozumieniu z inwestorem, aby wykonana na jego podstawie instalacja elektryczna spełniała wymagania użytkowe oraz zapewniała bezpieczne i niezawodne zasilanie maszyn i urządzeń elektrycznych. Podstawowe wymagania stawiane instalacjom elektrycznym zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2015 r., poz. 1422 z późniejszymi zmianami) [1]. Wprowadzona nowelizacja ww. rozporządzenia zawarta w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 listopada 2017 roku (DzU z 2017 r., poz. 2285) nie zmieniła wymagań stawianych instalacjom elektrycznym, wprowadzono jednak zmiany w zakresie norm przeznaczonych do obowiązkowego stosowania, które przywołano w załączniku 1 do Rozporządzenia [2].

wymagania prawne

Zgodnie z § 180 Rozporządzenia [1] instalacja i urządzenia elektryczne, przy zachowaniu przepisów dotyczących dostarczania energii, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy, a także wymagań Polskich Norm odnoszących się do tych instalacji i urządzeń, powinny zapewniać [3]:

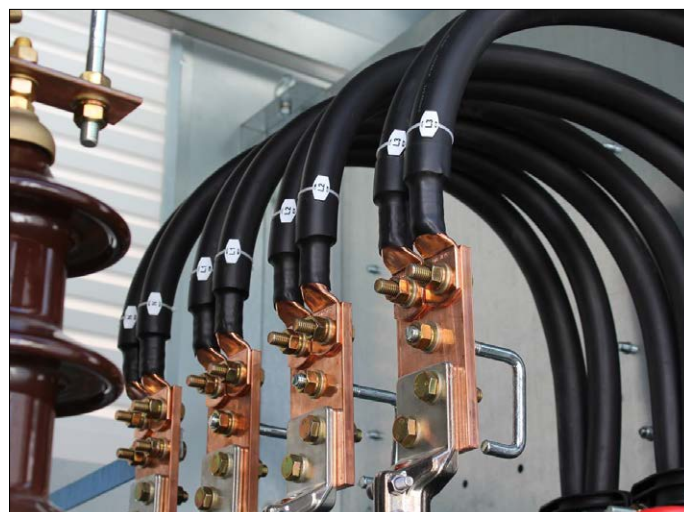
- 1) dostarczanie energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych do odbiorców, stosownie do potrzeb użytkowych,

- 2) ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami,

- 3) ochronę przed emisją drgań i hałasu powyżej dopuszczalnego poziomu oraz przed szkodliwym oddziaływaniem pola elektromagnetycznego.

Przewody i kable elektryczne należy prowadzić w sposób umożliwiający ich ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz wymianę bez potrzeby naruszania konstrukcji budynku (§ 187 ust. 1 Rozporządzenia [1]). Trasy przewodów elektrycznych powinny być prowadzone w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów (§ 183 ust. 1 pkt 8 Rozporządzenia [1]). Należy stosować przewody elektryczne z żyłami wykonanymi wyłącznie z miedzi, jeżeli ich przekrój $\leq 10 \text{ mm}^2$ (§ 183 ust. 1 pkt 9 Rozporządzenia [1]).

§ 186 ust. 1 Rozporządzenia [1] stwierdza, że prowadzenie instalacji i rozmieszczenie urządzeń elektrycznych w budynku powinno zapewniać bezkolizyjność z innymi instalacjami w zakresie odległości i ich wzajemnego usytuowania oraz uwzględniać warunki określone w § 164 Rozporządzenia [1]. W ustępie 4 § 164 Rozporządzenia [1] określono, że poziome odcinki instalacji gazowych powinny być usytuowane w odległości co najmniej 0,1 m powyżej innych przewodów instalacyjnych, natomiast jeżeli gęstość gazu jest większa od gęstości powietrza – poniżej przewodów elektrycznych i urządzeń iskrzących. Zgodnie z § 164 ust. 5 Rozporządzenia [1] przewody instalacji gazowej krzyżujące się z innymi przewodami instalacyjnymi powinny być od nich oddalone co najmniej o 0,02 m [3].



Fot. 1. Przykład oznaczenia poszczególnych faz transformatora po stronie nn

Dodatkowo główne ciągi instalacji elektrycznej w budynku mieszkalnym wielorodzinnym, budynku zamieszkania zbiorowego i budynku użyteczności publicznej należy prowadzić poza mieszkaniem i pomieszczeniami przeznaczonymi na pobyt ludzi, w wydzielonych kanałach lub szwach instalacyjnych, zgodnie z Polską Normą dotyczącą wymagań w tym zakresie (§186 ust. 2 Rozporządzenia [1]).

wymagania przeciwpożarowe

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1] w §187 ust. 3 stanowi, że: „Przewody i kable elektryczne oraz światłowodowe wraz z ich zamocowaniami, zwane dalej „zespołami kablowymi”, stosowane w systemach zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej, powinny zapewniać ciągłość dostawy energii elektrycznej lub przekazu sygnału przez

czas wymagany do uruchomienia i działania urządzenia, z zastrzeżeniem ust. 7. Ocena zespołów kablowych w zakresie ciągłości dostawy energii elektrycznej lub przekazu sygnału, z uwzględnieniem rodzaju podłoża i przewidywanego sposobu mocowania do niego, powinna być wykonana zgodnie z warunkami określonymi w Polskiej Normie dotyczącej badania odporności ogniowej. Przywołana w załączniku nr 1 do rozporządzenia Polska Norma PN-EN 1363-1:2012 *Badania odporności ogniowej. Część 1: Wymagania ogólne* [2] zawiera ogólne zasady określania odporności ogniowej różnych elementów konstrukcji budowlanej poddanych standardowym warunkom oddziaływania ogniowego.

Z zapisu §187 ust. 3 Rozporządzenia [1] można sformułować następujące wnioski [4]:

streszczenie

W artykule omówiono wymagania prawne i przeciwpożarowe dla prowadzenia tras kablowych oraz sposoby oznaczania kabli.



PROFESJONALNE NARZĘDZIA DLA ENERGETYKI I KOLEJNICTWA



ENERGOTYTAN S.C.

Plac Kilińskiego 2
32-660 Chełmek
tel. +48 33 842 75 38
fax +48 33 487 61 38

kom. +48 50 556 87 76
kom. +48 50 316 00 82
www.energotytan.com
biuro@energotytan.pl

■ zespół kablów składa się z kabli i przewodów oraz urządzeń nośnych, takich jak drabinki, koryta kablowe różnego rodzaju, uchwyty i innego rodzaju osprzętu mocującego o odpowiednich parametrach odporności ogniowej. Wszystkie te składowe są określone przez klasyfikację definiującą ich odporność na temperaturę pożaru. Z tego względu przewody są klasyfikowane za pomocą właściwości dostarczania energii elektrycznej i sygnału w warunkach pożaru jako PH15, PH30, PH60, PH90, PH120 dla kabli cienkich oraz P15, P30, P60, P90 dla kabli grubych [4]. Cały zespół kablów i elementy nośne najczęściej są oceniane zgodnie z normą DIN 4102-12 *Zachowanie się materiałów i elementów budowlanych pod wpływem ognia. Część 12: podtrzymanie funkcji elektrycznych linii kablów. Wymagania i badania*. Są one klasyfikowane jako E30, E60, E90,

■ zespół kablów należy zawsze oceniać, biorąc pod uwagę rodzaj podłoża, do którego będą mocowane w obiekcie.

O ile przesłanie pierwszego wniosku jest zrozumiałe, o tyle zapis wniosku drugiego może stanowić problem dla projektantów i wykonawców instalacji ppoż. [4]. Występuje on np. wtedy, gdy obiekt budowlany ma klasę odporności ogniowej E, a ściany i elementy, do których mają być mocowane zespoły kablowe. Podkreślić należy, że urządzenia przeciwpożarowe, w tym zespoły kablowe służące do zasilania tych urządzeń i sterowania nimi, są montowane w ostatnich etapach realizacji obiektu budowlanego, co jest zrozumiałe. Wydaje się natomiast błędem brak planowania tras kablów w odniesieniu do urządzeń przeciwpożarowych w czasie tworzenia projektu architektonicznego [4]. Ten błąd powoduje niewątpliwie zwiększenie kosztów i wydłużenie czasu inwestycji, a niekiedy uniemożliwia spełnienie wymagań przedstawionych we wniosku

skupie, zgodnie z obowiązującymi przepisami. W takich przypadkach są stosowane różne rozwiązania zamienne zwiększające zazwyczaj koszty instalacji przeciwpożarowych [4].

To bardzo dziwna sytuacja chociażby dlatego, że planowanie tras kablów bytowych instalacji elektrycznych i sanitarnych jest dokonywane już w procesie realizacji projektu budowlanego. Projekty budowlane i architektoniczne przewidują co prawda instalowanie technicznych urządzeń ppoż., takich jak wentylatory oddymiające, klapy odcinające, centrale sterujące i inne, niestety nie ma w nich wymagań dotyczących zespołów kablów, czyli zapewnienia odpowiedniego podłoża lub konstrukcji nośnych do mocowania tras kablów, a także przebiegu zespołów kablów w rzeczywistym obiekcie budowlanym [4].

Ponieważ najważniejszym elementem działań ratowniczych jest ewakuacja ludzi z budynku objętego pożarem, stawia się określone wymagania dla konstrukcji budynku oraz instalowanych w nim urządzeń elektrycznych oraz instalacji zasilających. Wśród instalacji elektrycznych stanowiących wyposażenie budynku wstępują obwody zasilające urządzenia elektryczne, które muszą funkcjonować w czasie pożaru. Przewody tych instalacji narażone są na działanie wysokiej temperatury, przez co muszą one zapewnić ciągłość dostaw energii elektrycznej o właściwych parametrach umożliwiających ich poprawne funkcjonowanie przez określony w rozporządzeniu [1] czas [5].

Towarzysząca pożarowi temperatura powoduje zmniejszenie przewodności elektrycznej przewodów, co skutkuje pogorszeniem jakości dostarczanej energii elektrycznej objawiającej się nadmiernym spadkiem napięcia oraz pogorszeniem warunków ochrony przeciwporażeniowej tych urządzeń. Wskazówki, jak temu zaradzić, znajdują się w normie N SEP-E 005 *Dobór przewodów elektrycznych do zasilania urządzeń przeciwpożarowych, których funkcjono-*

wanie jest niezbędne w czasie pożaru. Norma ta decyzją prezesa SEP została zatwierdzona 12 kwietnia 2013 roku [5].

Przy projektowaniu trasy kablów musimy brać pod uwagę istniejące przeszkody, planowane obciążenia wynikające z masy instalowanych kabli i przewodów. Dodatkowo należy przewidzieć ich objętość w korytku oraz pozostawić rezerwę umożliwiającą poprowadzenie dodatkowych kabli i przewodów w przyszłości. Trasa kablowa utworzona z korytek powinna tworzyć jednolitą i sztywną całość. Dlatego poszczególne odcinki łączy się w sposób gwarantujący utrzymanie wymaganej nośności. Montaż odcinków prostych korytek kablów nie jest zbyt problematyczny. Sprawy komplikują się w przypadku potrzeby ominięcia przeszkód usytuowanych w tej samej płaszczyźnie lub też konieczności zmiany wysokości zainstalowania korytek [6]. Takie przypadki występują we wnętrzach budynków mieszkalnych i obiektów przemysłowych, w których trasy instalacji elektrycznych przebiegają równolegle lub krzyżują się z innymi instalacjami, takimi jak kanały wentylacyjne, gazociągi, rurociągi wodno-kanalizacyjne, kable elektroenergetyczne oraz telekomunikacyjne, a także instalacje pionochronne. Dodatkowe przeszkody stanowią elementy konstrukcyjne budynku [6].

oznaczanie kabli i przewodów na trasach kablów

Właściwe opisanie żył kabli i przewodów oraz czytelne ich oznaczenie umożliwiają szybszy montaż instalacji oraz ułatwiają i skracają czas potrzebny na konserwację, a także napraw i modernizacji instalacji elektrycznych. Najczęściej kable i przewody są oznaczane przez producentów różnymi kolorami lub kombinacjami kolorów, a w przypadku kabli wielożyłowych również cyframi. Spra-

wa jest bardziej skomplikowana, gdy używamy kilku kabli lub przewodów wielożyłowych. Pomocne okazują się wówczas różnego typu elementy używane do ich oznaczania [7]. Przykładem może być oznaczenie poszczególnych faz pokazane na **fotografii 1.**

Dodatkowo najbardziej rozpowszechnionymi metodami znakowania żył kabli i przewodów oraz powłok jest metoda z zastosowaniem lasera nadfioletowego lub metoda termiczna z zastosowaniem głowicy znakującej symbolami graficznymi. Możemy również spotkać metody atramentowe z zastosowaniem drukarki i specjalnego zestawu czcionek, a także metoda druku termotransferowego z zastosowaniem oznaczników, tabliczek i etykiet [7].

druk termotransferowy

Druk termotransferowy polega na uzyskiwaniu obrazu na etykiecie poprzez podgrzewanie pigmentu zawartego w taśmie termotransferowej, który jest odpowiednikiem taśmy barwiącej. Taśma termotransferowa przesuwana jest wraz z taśmą z etykietami. Rozgrzana głowica drukarki termotransferowej uwalnia substancję barwiącą z taśmy termotransferowej i dzięki dociskowi przenosi ją na powierzchnię etykiety. Za pomocą tej techniki można dokonywać druku na różnych rodzajach podłoży [7].

Może się wydawać, że etykiety przeznaczone do druku termotransferowego nie są trwałe, szczególnie w warunkach przemysłowych. Jest to jednak mylna opinia, gdyż niektóre ich wykonania składają się z sześciu warstw materiałów. Trwałość zapewniona jest dzięki pokryciu przezroczystym laminatem polietylenowym. Znaki nanoszone są na taśmę metodą termotransferową, która umieszczona jest pomiędzy dwiema ochronnymi warstwami folii. Jedną z ważniejszych cech nowoczesnych taśm termotransferowych jest odporność na ścieranie oraz działanie tempe-

ratur. Stąd też taśmy termotransferowe mogą być używane w zakresie temperatur najczęściej od –80 do 150°C. Interesujące jest, że ich grubość to zaledwie 160 µm [7]. Nie jest również problemem usunięcie taśmy z przewodu, kabla czy też z urządzenia. Etykiety nie pozostawiają znacznych ilości kleju na materiale. Ewentualne pozostałości można usunąć za pomocą detergentu lub rozpuszczalnika [7].

Technologia druku termotransferowego używana jest nie tylko do tworzenia etykiet. Za pomocą drukarek można wykonywać nadruki na rurkach termokurczliwych. Są one nakładane na przewód lub kabel, a następnie podgrzewane. Często rurki wykonuje się z materiału samogasnącego. Nie bez znaczenia pozostają właściwości zapewniające wytrzymałość na czynniki mechaniczne oraz na działanie rozpuszczalników. Rurki są odpowiednio spłaszczane. Aby móc wykonywać nadruk w drukarkach, termokurczliwe rurki dostar-

cza się w rolkach. Rurki tego typu są bardzo elastyczne, a budowa cechuje się cienkimi ściankami przy zapewnieniu dobrych właściwości izolacyjnych [7].

oznaczanie w istniejących instalacjach

Dostępne są także oznaczniki otwarte, które zatrzaskuje się na przewodzie. Elementy tego typu można zainstalować po podłączeniu przewodów, jak również po zespawaniu światłowodów. Bardzo często oznaczniki znajdują zastosowanie podczas remontów maszyn i urządzeń, kiedy konieczne jest rozłączenie istniejącej instalacji elektrycznej. Ważną cechą oznaczników zatraskowych jest, aby nie zsuwały się z przewodu. Chodzi bowiem o to, aby elementy nie przesunęły się na miejscu ich nałożenia. Dostępne są również oznaczniki przezroczyste zamknięte w kieszeniach etykiety. Takie rozwiązanie pozwa-

la na indywidualne opisywanie, po czym oznacznik jest wkładany do kieszeni [7].

Znakując podłączone przewody zastosować można tabliczki identyfikacyjne. Najczęściej są one wykonane z poliamidu, który cechuje się odpornością na działanie większości substancji chemicznych. Tabliczki mocowane są do kabli lub wiązek kablów za pomocą opasek zaciskowych. Przy użyciu specjalnych otworów mogą być one mocowane wzdłuż lub w poprzek kabla [7].

literatura

1. Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity DzU z 2015r. poz. 1422 ze zmianą).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r., zmieniają-

ce rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2017 r. poz. 2285).

3. K. Kuczyński, Technologie montażu instalacji elektrycznych – przegląd popularnych rozwiązań, „elektro.info” nr 9/2014.
4. J. Sawicki, Dworzec Łódź Fabryczna – problemy z planowaniem tras kablów przeznaczonych do technicznych urządzeń ppoż. w obiektach budowlanych, A&S Polska nr 1/2017.
5. K. Kuczyński, Trasy kablowe i systemy mocowań funkcjonujące w czasie pożaru – wymagania podstawowe, „elektro.info” nr 7-8/2013.
6. K. Kuczyński, Trasy kablowe w obiektach budowlanych – wymagania prawne, „elektro.info” nr 10/2015.
7. K. Kuczyński, Etykiety i inne sposoby oznaczania, „elektro.info” nr 1–2/2014.

reklama



Zamów prenumeratę

elektro info

FORMULARZ ZAMÓWIENIA

Zamawiam prenumeratę:

☐ **dwuletnią** – 235 zł
od numeru

☐ **roczną** – 130 zł
od numeru

☐ **półroczną** – 80 zł
od numeru

☐ **edukacyjną** – 80 zł
od numeru

☐ **próbą** (kolejne 3 numery) – bezpłatną
od numeru

Zaznacz wybraną opcję krzyżykiem i wpisz, od którego numeru chcesz zacząć prenumeratę

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy

Miejscowość

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP

Telefon kontaktowy

E-mail

Administratorem Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K., nr KRS: 0000537655, z siedzibą w 04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18, tel. +48 22 810-21-24, wydawca elektro.info.

Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupę MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K. w celu zamówienia prenumeraty.

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:

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

oznaczanie kabli i przewodów – zagadnienia wybrane

mgr inż. Karol Kuczyński

Dostępne na rynku oznaczniiki są najczęściej odporne na działanie produktów ropopochodnych, kwasów i rozpuszczalników stosowanych przy czyszczeniu aparatów i urządzeń elektrycznych. Mogą być stosowane w miejscach, gdzie temperatura wynosi od -30°C do 100°C . Posiadają najczęściej właściwości samogasnące i nieścieralny nadruk. Kolory oznaczniików to: żółty, czerwony, niebieski, zielony i inne – nadruk wykonuje się czarnymi symbolami, jak również są dostępne oznaczniiki bez nadruku. Przede wszystkim stosuje się je do znakowania kabli i przewodów elektrycznych w różnych urządzeniach. Również oznaczniiki czyste (bez napisu), o długościach 5–40 mm, służą do samodzielnego opisywania.

nowe instalacje

Oznaczniiki, które stosowane są przed przyłączeniem przewodów, charakteryzują się kształtem zamkniętym. Ich konstrukcja pozwala na oznaczanie przewodów w szerokim zakresie średnic. Dobierając oznaczniiki należy zwrócić uwagę na ich kształt. Niektóre modele mają budowę uniemożliwiającą przekręcanie się oznaczniików względem siebie. Jest to szczególnie przydatne w przypadku informacji wieloznakowych [1, 3].

oznaczanie istniejących instalacji

Dostępne są także oznaczniiki otwarte, które zatrzaskuje się na przewodzie. Elementy tego typu można zainstalować po przyłączeniu przewodów, jak również zespawaniu światłowodów. Bardzo często oznaczniiki znajdują zastosowanie podczas

remontów maszyn i urządzeń, kiedy konieczne jest rozłączanie istniejącej instalacji elektrycznej. Ważną cechą oznaczniików zatrzaskowych jest, aby nie zsuwały się z przewodu. Chodzi bowiem o to, aby elementy nie przesunęły się na miejscu ich nałożenia. Dostępne są również oznaczniiki przezroczyste zamknięte z kieszenią na etykietę. Takie rozwiązanie pozwala na indywidualne opisywanie, po czym oznaczniik jest wkładany do specjalnej kieszeni [1].

Znakując przyłączone przewody można zastosować tabliczki identyfikacyjne. Najczęściej są one wykonane z poliamidu, który cechuje się odpornością na działanie większości substancji chemicznych. Tabliczki przytwierdzone są do kabli (przewodów) lub wiązek kablowych (przewodowych) za pomocą opasek zaciskowych. Przy użyciu specjalnych otworów są one mocowane wzdłuż lub w poprzek kabla (przewodu) [5]. Napisy wykonuje się za pomocą specjalnych pisaków. Dlatego też powierzchnia tabliczki jest matowa.

etykiety samoprzylepne

Interesujące rozwiązanie stanowią również etykiety przeznaczone do opisu ręcznego. Typowa etykieta składa się z pola opisowego oraz przezroczystej folii ochronnej. Tekst jest наносzony pisakiem w okienku. Tusz w pisaku cechuje się krótkim czasem schnięcia. Opisaną etykietę okleja się wokół przewodu. Na końcu naklejana jest folia ochronna, która zabezpiecza przed działaniem czynników zewnętrznych [4]. Można zastosować również etykiety samolaminujące. Nadruk wykonywany jest za pomocą drukarki laserowej. Etykiety samolaminujące najczęściej znajdują



Oznaczanie na linii produkcyjnej

zastosowanie w procesie związanym z oznaczaniem elementów okrągłych, takich jak przewody, rury czy też kable. Dodatkowo możemy nabyć przeznaczane do tego celu oprogramowanie, dzięki któremu możliwe jest projektowanie zarówno oznaczeń, jak i ich wydruku.

drukarki oznaczniików

Drukarki oznaczniików przedstawiają szybki, prosty i profesjonalny sposób oznakowania kabli, drutów i urządzeń elektrycznych. Małe przenośne drukarki umożliwią wytworzyć przejrzyste i stałe oznakowanie wysokiej jakości. Do głównych zalet tych urządzeń należą także niskie koszty eksploatacyjne [7, 9].

Drukarki oznaczniików służą do wydrukowania:

- okrągłych profiliów PCV o średnicach do kilku mm,
- koszulek termokurczliwych o średnicach do kilku mm,
- taśm samoprzylepnych o różnych szerokościach np: 3–18 mm.

Drukarka oznaczniików jest dobrym rozwiązaniem dla tych, któ-

rzy szukają taniego i przenośnego przyrządu do profesjonalnego oznaczania kabli i przewodów. Wysoka trwałość i odporność oznaczenia jest gwarantowana drukiem termotransferowym. Drukarka oferuje podłączenie do komputera i za pomocą oryginalnego oprogramowania można łatwo drukować pliki tekstowe wprost z komputera. Druk większej liczby oznaczniików lub własnego symbolu na oznaczniiku wymaga najczęściej kilku kliknięć myszką i użycia oprogramowania dołączonego do drukarki.

druk termotransferowy

Może się wydawać, że etykiety przeznaczone do druku termotransferowego nie są trwałe, szczególnie w warunkach przemysłowych. Jest to jednak mylna opinia. Niektóre ich wykonania składają się z sześciu warstw materiałów. Trwałość zapewniona jest dzięki pokryciu przezroczystym laminatem polietylenowym. Znaki наносzone są na taśmę metodą termotransferową, pomiędzy dwie ochronne warstwy fo-

lii. Jako jedną z ważniejszych cech nowoczesnych taśm termotransferowych uważa się odporność na ścieranie (wodą i chemiczne) oraz działanie temperatur. Stąd też taśmy termotransferowe mogą być używane najczęściej w zakresie temperatur od -80 do 150°C . Interesujące jest, że ich grubość to zaledwie 160 mikrometrów [6, 7]. Nie jest również problemem usunięcie taśmy z przewodu, kabla czy też z urządzenia. Etykiety nie pozostawiają znacznych ilości kleju na materiale. Ewentualne pozostałości można usunąć za pomocą detergentu lub rozpuszczalnika.

Technologia druku termotransferowego używana jest nie tylko do tworzenia etykiet. Za pomocą drukarek można wykonywać nadruki na rurkach termokurczliwych. Są one nakładane na przewód lub na kabel, a następnie podgrzewane. Często rurki wykonuje się z materiału samogasnącego. Nie bez znaczenia pozostają właściwości zapewniające wytrzymałość na czynniki mechaniczne oraz na działanie rozpuszczalników. Rurki są odpowiednio spłaszczane. Aby móc wykonywać nadruk w drukarkach, rurki termokurczliwe dostarcza się w rolkach. Niektóre modele nie zawierają halogenków. Rurki tego typu są bardzo elastyczne, a budowa cechuje się cienkimi ściankami przy zapewnieniu dobrych właściwości izolacyjnych.

oznakowywanie w produkcji

W procesie produkcji kabli czy też wiązek przewodów do dalszego

zastosowanie stosowane są przede wszystkim drukarki atramentowe наносzące odpowiednie oznakowania bezpośrednio na kabel. Jednak w przypadku specjalistycznej produkcji przeznaczonej do konkretnych już zastosowań stosuje się indywidualne oznakowania w postaci flag czy owijek, wcześniej zadrukowanych przy pomocy drukarki termotransferowej. Ręczna aplikacja takich oznakowań wiąże się ze spowolnieniem procesu produkcji oraz zwiększoną liczbą błędów. Obecnie dostępne są na rynku urządzenia do automatycznej aplikacji oznakowań, zarówno w formie flag jak i owijek [4]. Urządzenie takie jednocześnie drukuje a następnie owija przewód etykietą. Takie działanie można przeprowadzać na osobnym stanowisku lub włączyć urządzenie w ciąg technologiczny.

technologia RFID

Technologia RFID (Radio Frequency Identification) umożliwia bezdotykową identyfikację i odczyt danych za pomocą fal radiowych o odpowiedniej częstotliwości: 13,56 MHz, 860–930 MHz lub 2,4 GHz. Technologia ta stanowi rozwinięcie technologii etykiet i kodów kreskowych. Do identyfikacji obiektów w technologii RFID wykorzystywane są urządzenia elektroniczne, zwane transponderami oraz czytniki komunikujące się z nimi za pomocą fal radiowych. Każdy transponder ma przypisany unikalny kod i w zależności od rodzaju może być wyko-

rzystywany do odczytu, usunięcia lub zapisu danych [8, 9]. Transponder RFID nazywany również tagiem lub znacznikiem, składa się z mikrochipu zawierającego pamięć przechowującą dane (m.in. unikalny numer transpondera) oraz anteny która często ma postać niewielkich rozmiarów wielozwojowej cewki. Tak zbudowany transponder zwany jest pasywnym, gdyż oczekuje na sygnał pochodzący z czytnika i również z niego czerpie energię niezbędną do działania. Przesłanie danych drogą radiową z transpondera pasywnego do czytnika następuje, gdy znajdzie się on w jego polu magnetycznym. Czytnik RFID, który składa się z nadajnika, odbiornika, dekodera i anteny nadawczo-odbiorczej, po zweryfikowaniu poprawności danych przez porównanie z sumą kontrolną, przekazuje je do systemu komputerowego w celu zidentyfikowania obiektu. Odpowiedź transpondera na otrzymany sygnał z czytnika nie jest natychmiastowa gdyż po jej udzieleniu transponder pozostaje przez pewien czas bezczynny. Dzięki czemu możliwy jest odczyt z wielu tagów jednocześnie [8, 9].

Transponder wyposażony dodatkowo w wewnętrzne źródło zasilania i nadajnik radiowy jest urządzeniem aktywnym i może samodzielnie aktywować wysyłanie danych do czytnika, jeśli znajdzie się w jego zasięgu, który może wynosić nawet do 100 m. Ze względu na bardziej złożoną budowę od transpondera pasywnego, transponder aktywny jest zazwyczaj droższy. Wyróżnia

się także transpondery półpasywne, które zachowują się jak pasywne, pomimo że mają baterie zasilającą działanie. (dzięki której mogą być wykorzystywane do pomiarów temperatury).

Ciekawostką jest system RFID do oznaczania urządzeń i instalacji umożliwiający zapisywanie i wczytywanie informacji na materiałach oznaczeniowych ze zintegrowanym transponderem RFID. Za pośrednictwem urządzeń piszących i czytników można bezkontaktowo opisywać i odczytywać informacje na transponderach RFID [9]. Za pomocą specjalnego urządzenia RFID, które działa jako nadajnik i odbiornik, dane są wysyłane na transponder/znacznik i odbierane za pośrednictwem fal elektromagnetycznych (UHF) lub pola magnetycznego (HF).

literatura

1. Materiały firmy Partex,
2. Materiały firmy Phoenix Contact,
3. Materiały firmy Lapp Group,
4. Materiały firmy Brady,
5. Materiały firmy Ergom,
6. Materiały firmy Dymo,
7. Materiały firmy Brother,
8. Z. Mazur, H. Mazur, Rozwój systemów automatycznej identyfikacji obiektów, Studia Informatyka z 2012 r., Vol. 33 nr 2B (106),
9. K. Kuczyński, Drukarki oznaczniików i etykiet a inne sposoby oznaczania, „elektro.info” nr 10/2014.

instalacje PV a prowadzenie tras kablowych

mgr inż. Karol Kuczyński

O bok dużych elektrowni fotowoltaicznych znaczną grupą odbiorców urządzeń wykorzystujących moduły PV są użytkownicy sprzętu codziennego użytku. Na rynku można znaleźć: przenośne lodówki zasilane modułami PV, lampy z kloszem z ogniw, sygnalizatory światła zasilane energią słoneczną, ładowarki do telefonów wykorzystujące fotoogniwa, mechaniczne zabawki, których mechanizmy zasilane są energią słoneczną, automaty z napojami, zestawy ogrodowe, a nawet samochody [1, 2].

Dotychczas największą farmę fotowoltaiczną uruchomiono na kalifornijskiej pustyni Mojave (projekt o nazwie Desert Sunlight). Składa się ona z 8,8 mln cienkowarstwowych paneli PV o łącznej mocy 550 MW [7]. W Polsce największa tego typu instalacja o mocy 3,77 MW znajduje się w Czernikowie koło Torunia. Roczna produkcja energii elektrycznej w Czernikowie jest szacowana na poziomie 3500 MWh, co wystarczy na pokrycie zapotrzebowania około 1600 gospodarstw domowych. Instalacja składa się z blisko 16 tys. paneli – każdy o mocy 240 W. Farma zajmuje powierzchnię ponad 24 tys. m², co odpowiada wielkości kilku boisk do piłki nożnej [8].

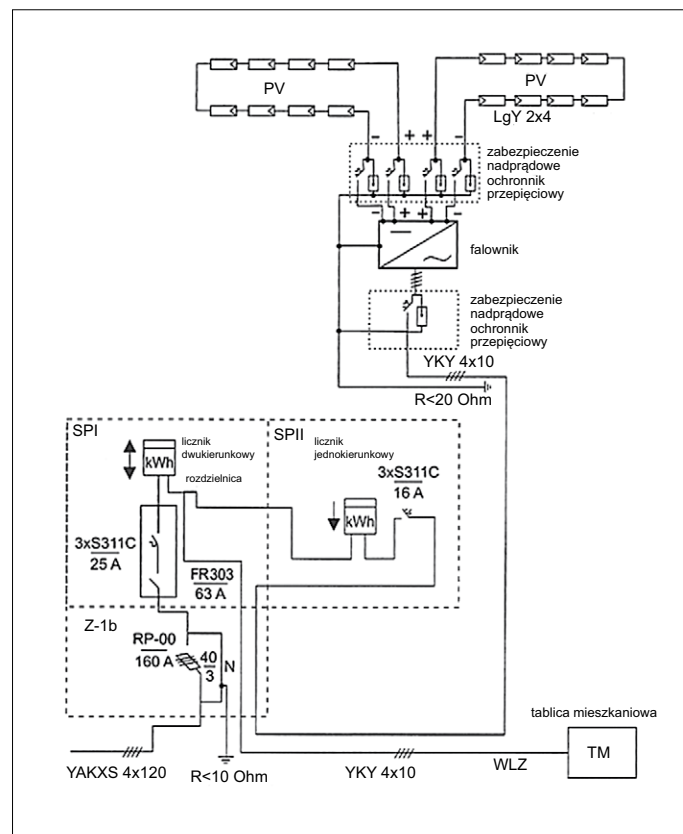
dobór systemu PV

Prawidłowy dobór rodzaju i wielkości systemu PV należy rozpocząć od oszacowania zapotrzebowania mocy i możliwości produkcyjnych generatora fotowoltaicznego. Na tej podstawie dobiera się liczbę paneli oraz pozostałe elementy przydomowej elektrowni PV. Układy PV konfiguruje się tak, by była możliwość współpracy z siecią elektroenergetyczną, do której oddaje się nadmiar produkowanej energii.

Ogniwa połączone w moduły wyposażają się w układ dopasowujący generowane napięcie do wymagań odbiorców oraz w układ magazynujący nadmiar wytworzonej energii tak, aby w czasie ograniczonego nasłonecznienia system mógł czerpać wcześniej zgromadzoną energię. Warto zwrócić uwagę, że poszczególne ogniwa powinny być zabezpieczone przed wilgocią, zanieczyszczeniami czy wpływem czynników atmosferycznych. Gotowy panel może składać się z aż pięciu warstw, z czego cztery stanowią warstwy zabezpieczające moduł. Elektrownia PV może zostać wyposażona w układy automatyki, które mają za zadanie śledzić położenie słońca, ustawiając moduł pod optymalnym kątem padania na niego promieni słonecznych, zapewniając w ten sposób najwyższą sprawność energetyczną systemu [3].

Według obowiązującego prawa systemy PV o mocy nominalnej nie większej niż moc przyłącza (tzw. prosumenckie) dołączamy do sieci EE za jego pośrednictwem bez konieczności budowy oddzielnych dedykowanych przyłączy zasilających. Dochodzą w tym przypadku trzy elementy dodatkowe, wynikające ze specyfiki systemów PV [2]:

- sposób pomiaru wygenerowanej w systemie PV energii,
 - zastosowanie odpowiednich elementów zabezpieczających w systemie PV,
 - przygotowanie instalacji do ciągłego lub inspekcyjnego monitoringu systemu PV.
- Sposób i miejsce dołączenia systemu PV do instalacji elektrycznej budynku zależy od tego, jaki to jest system. W przypadku dołączania do sieci decydujący jest typ falownika (jedno- lub trójfazowy), a w przypadku mikro- sieci wyspowych (OFF-GRID) elemen-



Rys. 1. Schemat dołączenia systemu PV do sieci EE z zaznaczeniem układu pomiarowego i zabezpieczeń [2]

tem sprzęgającym jest najczęściej specjalny falownik, będący źródłem napięciowym. Falowniki wypowują funkcję najczęstszą jako lokalne źródła napięciowe z własnym magazynem energii (najczęściej w postaci akumulatorów). Mogą one zastąpić publiczną sieć EE przez określony czas (podobnie jak UPS-y), a także równocześnie współpracować ze źródłami prądowymi, podłączonymi do wyspowej mikro sieci poprzez sieciowe falowniki PV. W takim przypadku falownik sieciowy realizuje trzy zadania [2]:

- podtrzymuje zasilanie w wydzielonym obwodzie,
- umożliwia ładowanie akumulatorów ze źródła prądowego i/lub z sieci EE,

- zabezpiecza wydzielony obwód przed przeciążeniem przez regulację mocy źródła prądowego.

podłączenie systemu PV do sieci EE

Na rysunku 1. przedstawiono schemat układu PV wraz z układem współpracy z SEE. Układ pomiarowy zbudowano z dwóch szeregowo połączonych liczników energii elektrycznej, z których jeden jest licznikiem dwukierunkowym, a drugi jednokierunkowym. Ten pierwszy rejestruje energię pobraną i oddaną do/z sieci EE, a drugi rejestruje wyłącznie energię wygenerowaną w systemie PV. Taka konfiguracja układu pomiarowego umożliwi

dowolny sposób rozliczania „zielonej energii” (*net metering*, „system zielonych certyfikatów”) [2].

zabezpieczenia stosowane w systemach PV

System PV jest źródłem energii, które odróżnia od innych źródeł to, że [2]:

- jest wystawiony na bezpośrednie oddziaływanie warunków atmosferycznych,
- występuje w nim prawie liniowa zależność prądu po stronie dc od natężenia promieniowania słonecznego,
- napięcie na zaciskach modułu pojawia się nawet przy niskim natężeniu promieniowania słonecznego,
- mała, w stosunku do maksymalnej, wartość prądu zwarcia po stronie dc,
- odizolowanie źródła od ziemi po stronie dc.

Dla systemów PV, zarówno po stronie dc instalacji, jak i po stronie ac, projektuje się następujące rodzaje zabezpieczeń [4]:

- ochrona odgromowa, przeciwporażeniowa i przeciwprzepięciowa,
- ochrona przeciążeniowa i zwarciowa,
- izolowanie i rozłączanie instalacji.

Zdecydowana większość systemów PV instalowanych w różnej formie na budynkach mieszkalnych to systemy dołączone do sieci (ON-GRID), które wymagają stosowania ograniczników przepięć do ochrony przed skutkami przepięć. Źródłem tych przepięć mogą być bezpośrednie lub pośrednie oddziaływania wyładowań atmosferycznych na generator PV. Specyfika instalacji PV po stronie dc wymaga stosowania specjalnych zabezpieczeń, które różnią się od tych, stosowanych w instalacji elektrycznej budynku. Ograniczniki przepięć, tzw. SPD (ang. *Surge Protective Device*) ze względu na budowę dzielimy na:

- iskernikowe (ucinające),
- warystorowe (ograniczające),
- kombinowane (spełniające obie funkcje).

Szczegółowy dobór typu i miejsca instalacji ograniczników przepięć w systemie PV, dołączonym do sieci budyn-

ku uzależniony jest od dwóch podstawowych kryteriów:

- od tego czy budynek wyposażony jest w instalację odgromową (LPS – ang. *Lightning Protection System*),
- od odległości pomiędzy generatorem PV i falownikiem.

Jeżeli w systemie PV nie występują więcej niż dwa łańcuchy modułów PV, to nie jest konieczne stosowanie zabezpieczeń przetężeniowych, wystarczą rozłączniki przed falownikiem. Ogólnie można zapisać, że zabezpieczenie przed prądami rewersyjnymi (np. spowodowanymi zacienieniem) jest wymagane, jeżeli liczba gałęzi generatora PV spełnia wymagania określone poniższym wzorem [2]:

$$N \geq 1 + \frac{I_{REW}}{I_{SC}} \quad (1)$$

gdzie:

N – liczba stringów generatora PV połączonych równolegle,

I_{REW} – maksymalny prąd rewersyjny modułu PV, podawany przez producenta,

I_{SC} – prąd zwarcia modułu PV w warunkach standardowych (tzw. STC).

Jeżeli prąd rewersyjny nie jest podany przez producenta modułu PV, to do obliczeń należy przyjąć, że $N \leq 3$. W przypadku gdy równolegle połączonych jest więcej łańcuchów modułów PV, to każdy nieizolowany biegun takiego generatora PV zabezpieczamy bezpiecznikiem przeciążeniowym o charakterystyce gPV i o wartości nominalnej I_n :

$$1,4 \cdot I_{SC} \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{REW} \quad (2)$$

lub

$$1,4 \cdot I_{SC} \leq I_n \leq 2 \cdot I_{SC} \quad (3)$$

Dobierając bezpieczniki należy również brać pod uwagę napięcie znamio-

nowe U_n , które dobieramy według zależności:

$$U_n \geq 1,2 \cdot U_{OC \text{ STC}} \cdot L \quad (4)$$

gdzie:

L – liczba modułów PV połączonych szeregowo,

$U_{OC \text{ STC}}$ – napięcie modułu PV nieobciążonego, podawane przez producenta.

wymagania dla kabli

Projektując okablowanie instalacji należy zapewnić nieprzekraczanie spadków napięć powyżej 1% i prowadzić trasy kablów w ten sposób, żeby nie tworzyć pętli indukcyjnych.

Stosowanie elementów zabezpieczających systemy PV jest jednak przedsięwzięciem dość kosztownym i w przypadku małych instalacji może wynieść nawet ok. 25% inwestycji. Aktualny koszt małych inwestycji w postaci systemów PV wynosi w Polsce ok. 6000 zł/kW_p, co skutkuje blisko 10-letnim czasem zwrotu inwestycji w przypadku braku dofinansowania.

Istotnym elementem doboru kabli i przewodów do instalacji fotowoltaicznych jest ich odporność na uszkodzenia mechaniczne oraz promieniowanie UV, jak również ekstremalne temperatury (od –40 do 90°C).

Należy pamiętać, że temperatury, jaką muszą wytrzymać złącza oraz izolacja kabli i przewodów, jest dużo wyższa od temperatury otoczenia, w którym będzie pracował.

Po określeniu mocy modułów i odbiorców oraz długości kabli i przewodów należy dobrać kable i przewody do napięcia i prądu, jaki będzie nimi przesyłany. Najczęściej przyjmuje się dopuszczalne spadki napięcia na poziomie 1%. Przekrój przewodu

można wyliczyć z uproszczonej zależności na spadek napięcia:

$$\Delta U = 2 \cdot \frac{100 \cdot I \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = 1\%$$

$$S = 2 \cdot \frac{100 \cdot I \cdot P}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U^2} =$$

$$= 2 \cdot \frac{100 \cdot 10 \cdot 500}{57 \cdot 1 \cdot 12^2} = 121,83 \text{ mm}^2$$

gdzie:

γ – przewodność właściwa miedzi, $\gamma = 57 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$,

l – długość pojedynczego kabla, w [m],

S – przekrój kabla, w [mm²],

P – moc odbiornika, w [W].

Niestety nieprawidłowo zaprojektowane i wykonane konstrukcje nie umożliwiają właściwego mocowania przewodów łączących poszczególne moduły. Przewody ulegają znacznym naprężeniom podczas wietrznej pogody, gdy dochodzi do niebezpiecznego drgania przewodów i może nastąpić uszkodzenie izolacji, a nawet dojść do przerwania obwodu. Ten problem niestety występuje w wielu instalacjach PV. Często markowe konstrukcje są w ten sposób degradowane z powodu niewiedzy i braku oryginalnych części do montażu modułów.

Osobnym rozdziałem jest odporność poszczególnych elementów małej elektrowni fotowoltaicznej na promieniowanie UV, ciepło i wodę. Podstawowe elementy, takie jak: panele, konstrukcje, skrzynki inwerterów są w większości przypadków odporne na promieniowanie UV. Ich odporność na wnikanie wody jest na poziomie IP68. Niestety nie można tego powiedzieć o większości elementów z grupy materiałów pomocniczych i elektroinstalacyjnych.

Jeżeli projektant wyraźnie nie określi wymaganej odporności elementów na promieniowanie UV, może na

Połączenie	Długość przewodów, w [m]	Element	Moc, w [W]	Obliczony przekrój, w [mm ²]		Dobry przekrój, w [mm ²]	
				12 V	24 V	12 V	24 V
Generator – akumulator	10	Generator	500	121,83	30,46	150	35
Akumulator – gniazdo	20	Gniazdo 10 A	120	58,48	14,62	70	16
Akumulator – lodówka	30	Lodówka	50	36,55	9,14	50	10
Akumulator – oprawa oświetleniowa	30	Oprawa oświetleniowa	20	14,62	3,66	16	6

Tab. 1. Tabela prezentuje przykładowe przekroje przewodów dla kilku odbiorców zasilanych napięciem stałym [7]



Fot. 1. Przykładowa trasa kablowa z systemem zamocowań

elektrowni fotowoltaicznej stosunkowo szybko dojść do uszkodzenia niektórych elementów i co gorsze, może dojść do porażenia prądem elektrycznym obsługi. Rury osłonowe z tworzywa sztucznego do mocowania przewodów będą bardzo dobrze służyły, jeżeli będą ukryte pod panelami, z dala od bezpośredniego działania promieni słonecznych. Jeżeli będą używane do mocowania przewodów do boków konstrukcji lub w szczelinach pomiędzy panelami, ich żywotność może ograniczyć się tylko od 3 do 5 lat. Podobne ograniczenia dotyczą na przykład kanałów kablowych. Projektant często nie liczy się z tym, że trasy kablowe i rury osłonowe potrzeba doprowadzić bezpośrednio do inwerterów, często ponad metr nad poziomem gruntu. Ponadto są one często przymocowane na zewnątrz konstrukcji i tym samym są dodatkowo narażone na uszkodzenie mechaniczne podczas koszenia trawy. Lenistwo pracowników i brak doświadczenia projektanta mogą narazić w przyszłości użytkowników elektrowni fotowoltaicznej na ryzyko porażenia prądem elektrycznym [7].

Do umiejscowienia kablowych szafek rozdzielczych i do ich sporządzenia należy wybrać odpowiednie materiały, które są odporne na warunki środowiskowe. Nawet krótkotrwale doświadczenia, w granicach 3 do 5 lat eksploatacji EPV, wskazują na duże znaczenie do-

boru umiejscowienia rozdzielnic. Częstym błędem jest montaż rozdzielnic lub puszek przyłączeniowej o stopniu ochrony obudowy IP4X w środowisku na konstrukcji pod modulem z nadzieją, że moduł ochroni urządzenie przed deszczem. Z powodu relatywnie dużej odległości skrzynki od modułu i ze względu na lukę między modułami dochodzi podczas intensywnych opadów do zaciekania deszczu do wnętrza puszek lub rozdzielnic. Szybkim rozwiązaniem tego problemu może być sporządzenie samodzielnego daszku osłaniającego rozdzielnicę. Jeśli chodzi o dobór materiału, z jakiego wykonane są rozdzielnice, to jako trwalsze i bardziej niezawodne są obudowy metalowe, które są bardziej odporne na promieniowanie słoneczne i uszkodzenia mechaniczne. Dodatkową ochronę możemy jednak najlepiej realizować starannym doбором zacienionego miejsca do instalacji obudowy. Tak samo inwertery należy umiejscowić najlepiej w zacienionym miejscu lub dodatkowo zainstalować daszek ochronny.

przewodzenie instalacji

Do wykonywania ścian konstrukcyjnych i działowych w budynkach zwykle stosuje się materiały niepalne, jednak ściany mogą być wykonane także z surowców palnych. W związku z tym instalacje elektryczne w budynkach pro-

wadzone są w podłogach i na podłogach niepalnych lub palnych.

Aby wykluczyć możliwość pożaru, którego źródłem mogą być instalacje elektryczne w styczności z materiałami palnymi oraz w podłożu i na podłożu palnym, należy prowadzić instalacje elektryczne wewnątrz ścian i przegród budowlanych, w przestrzeni pomiędzy płytami okładzinowymi, a także w przestrzeni pomiędzy stropem a sufitem podwieszanym (sprzęt i osprzęt instalacyjny w wykonaniu

podtynkowym) [3, 5].

Wewnątrz ścian, sufitów i podłóg wykonywanych z płyt palnych, gdzie w środku występuje wypełnienie izolacyjne (często również palne), występują znacznie gorsze warunki odprawiania ciepła niż na zewnątrz ścian. Wnętrze ściany wypełnione jest przeważnie w całości lub w części materiałem izolacyjnym. Po zabudowaniu ściany nie jest możliwe dokonywanie oględzin fragmentów instalacji prowadzonej w ścianie. Z tego powodu przy wyborze tego sposobu prowadzenia instalacji należy zachować szczególną ostrożność, aby tak wykonana instalacja elektryczna przy wystąpieniu jakichkolwiek uszkodzeń nie stała się przyczyną pożaru. Montaż instalacji nie powinien naruszać w zasadniczy sposób struktury ściany, a instalacja powinna być wymiennalna.

Proponuje się zatem następujące sposoby układania przewodów instalacyjnych [4, 6]:

- w rurach instalacyjnych z tworzyw sztucznych niepodtrzymujących i nierozprzestrzeniających płomienia,
- w rurach instalacyjnych metalowych (zastosowanie w pomieszczeniach, w których zagrożenie pożarowe może mieć szczególnie groźne skutki, np. pomieszczenia o trudnych warunkach ewakuacji),
- w korytkach i na drabinkach instalacyjnych metalowych (przewodo-

wych lub/i kablowych) w przestrzeni pomiędzy stropem a sufitem podwieszanym (stosowanych w pomieszczeniach użyteczności publicznej i technicznych),

- w kanałach instalacyjnych metalowych i z tworzyw sztucznych instalacje wykonane przewodami szynowymi stosuje się do zasilania odbiorników elektrycznych, jeśli przewidywane są częste zmiany ich układu. Przewody szynowe wykonuje się w postaci łączonych ze sobą gotowych elementów. Od przewodów takich można prowadzić odgałęzienia za pomocą skrzynek przyłączeniowych i bezpiecznikowych zainstalowanych bezpośrednio na przewodach. Przewody szynowe są wykorzystywane również w obiektach przemysłowych do zasilania i jednoczesnego mocowania opraw oświetleniowych,

- układanie przewodów w tynku – stosuje się przede wszystkim w budownictwie mieszkaniowym i ogólnym (szkoły, szpitale, teatry, pomieszczenia biurowe itp.). Instalacje wtynkowe stosuje się również w obiektach nieprodukcyjnych. Wymiana takiej instalacji wiąże się najczęściej z wymianą tynku,

- przewodami wielożyłowymi ułożonymi na ścianie, mocowanymi do podłoża za pomocą uchwytów (zastosowanie niezalecane, można stosować w uzasadnionych technicznie przypadkach i pod warunkiem wykonania instalacji przewodami wielożyłowymi typu YDY, YDYp lub YLY o napięciu znamionowym izolacji 750 V). Wówczas stosuje się sprzęt i osprzęt instalacyjny w wykonaniu natynkowym, który jest obudowany z każdej strony.

Do układania przewodów w rurach instalacyjnych należy stosować rury np. z PVC lub metalowe. Rury powinny być zamocowane do podłoża za pomocą uchwytów, z tym że do rur metalowych należy stosować uchwyty metalowe. Najczęściej stosuje się gniazda wtyczkowe i łączniki w wykonaniu podtynkowym, przystosowane do mocowania za pomocą wkrętów w puszkach

instalacyjnych podtynkowych. Odgałęzienia przewodów należy wykonywać w puszkach instalacyjnych odgałęźnych podtynkowych. Należy stosować puszki z PVC lub z innych tworzyw niepodtrzymujących i nierozprzestrzeniających płomienia [3, 5].

trasy kablowe

Trasy kablowe w różnego typu obiektach budowlanych mogą być budowane z różnego rodzaju koryt i drabinek kablowych. Możemy wyróżnić: korytka pełne lub perforowane wykonywane z blach stalowych, korytka siatkowe wykonywane z prętów stalowych oraz drabinki kablowe wykonywane z połączenia płaskowników i prętów stalowych.

Na rynku dostępne są korytka bardzo wąskie, przeznaczone nawet dla pojedynczych kabli lub przewodów, a nawet o szerokości do 600 mm. Długość korytek jest zunifikowana i standardowe elementy mają najczęściej długość 2000, 3000 oraz 6000 lub 8000 mm. Występują korytka pełne i perforowane wykonane z blach różnej grubości od 0,7 do 2 mm. Poszczególne typy różnią się dodatkowo wysokością ścianek bocznych. Elementy wsporcze tworzą konstrukcję nośną do poprowadzenia przewodów i kabli elektroenergetycznych, oświetleniowych, telekomunikacyjnych i sterowniczych. Przy projektowaniu trasy kablowej musimy brać pod uwagę istniejące przeszkody, planowane obciążenia wynikające z masy instalowanych kabli i przewodów. Dodatkowo należy przewidzieć ich objętości

oraz pozostawić rezerwę umożliwiającą poprowadzenie dodatkowych kabli i przewodów w przyszłości.

Trasa kablowa utworzona z korytek powinna tworzyć jednolitą i sztywną całość. Z tego powodu poszczególne odcinki łączy się za pomocą łączników i zatrząsków lub śrub. W zależności od potrzeb mogą to być łączniki wzdlużne, kątowe lub inne. Montaż odcinków prostych korytek kablowych nie jest zbyt problematyczny. Sprawy komplikują się w przypadku potrzeby ominięcia przeszkód usytuowanych w tej samej płaszczyźnie lub też konieczności zmiany wysokości zainstalowania korytek. Takie przypadki występują w wnętrzach budynków mieszkalnych i obiektów przemysłowych, w których trasy instalacji elektrycznych przebiegają równolegle lub krzyżują się z innymi instalacjami, takimi jak kanały wentylacyjne, gazociągi, rurociągi wodno-kanalizacyjne, kable elektroenergetyczne oraz telekomunikacyjne, a także pionochronne. Dodatkowe przeszkody stanowią elementy konstrukcyjne budynku.

podsumowanie

Fotowoltaika może w Polsce odgrywać rolę rozproszonego źródła energii, zużywanej głównie na miejscu, ograniczając w ten sposób straty przesyłowe. Sytuacja ta może jednak ulec zmianie, jeżeli poprawią się znacząco parametry dostępnych na rynku magazynów energii elektrycznej.

Każdy nowoczesny budynek ma pewien określony stały minimalny

pobór energii, który możemy zrekomensować bardzo małym systemem PV w postaci modułu z mikrofalownikiem. Takie minisystemy są aktualnie dostępne na rynku o mocach w zakresie 240÷300 W, a ze względu na niezależne ich funkcjonowanie, można je w przyszłości praktycznie dowolnie rozbudowywać. Urządzenia takie mają wbudowane niezbędne zabezpieczenia i różnego rodzaju podsystemy monitorujące ich funkcjonowanie. Jeżeli nie decydujemy się na sprzedaż nadmiarowej energii, możemy jej nadwyżki akumulować w postaci CWU, jeżeli podłączymy specjalny kontroler mocy zwrotnej, który będzie załączał grzałki elektryczne do podgrzewania wody, gdy system PV generuje więcej energii niż wynoszą aktualne potrzeby w instalacji wewnętrznej budynku.

Aby wykonywać niezawodne instalacje fotowoltaiczne, dostępne rozwiązania umożliwiają prowadzenie tras kabli i przewodów praktycznie w każdych warunkach. Należy jednak pamiętać o kilku istotnych zasadach [4, 6]:

- liczba skrzyżowań i zbliżeń kabli z innymi kablami i urządzeniami powinna być jak najmniejsza,
- liczba przejść przez stropy, ściany oraz inne przeszkody powinna być jak najmniejsza,
- należy chronić kable przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz szkodliwymi wpływami czynników zewnętrznych,
- układanych na wysokości nieprzekraczającej 200 cm w miejscach dostępnych dla osób nie-

należących do obsługi urządzeń elektrycznych,

– układanych w ziemi, pod torami, drogami itp.,

- dostęp do kabli w trakcie ich eksploatacji nie powinien być utrudniony,
- należy unikać prowadzenia kabli przez pomieszczenia i strefy zagrożone wybuchem,
- linie zasilania rezerwowego powinny być prowadzone inną trasą niż linie zasilania podstawowego.

literatura

1. M. Sarniak, Budowa i eksploatacja systemów fotowoltaicznych, seria: Zeszyty dla elektryków nr 13, Grupa MEDIUM, Warszawa 2015.
2. M. Sarniak, Fotowoltaika w układach zasilania budynków, „elektro.info” 10/2015.
3. E. Krac, K. Górecki, Współczesne problemy energetyki solarnej, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, 75/2012, s. 68–86.
4. S. Niestępski, M. Parol, J. Pasternakiewicz, T. Wiśniewski, Instalacje elektryczne: budowa, projektowanie i eksploatacja, OWPW, Warszawa 2011.
5. J. Wiatr, M. Orzechowski, Poradnik projektanta elektryka, DWM, Warszawa 2012, wydanie V.
6. K. Kuczyński, Trasy kablowe w obiektach budowlanych – wymagania, „elektro.info” 10/2015.
7. www.fotowoltaikainfo.pl
8. www.energa-wytwarzanie.pl

wybrane zagadnienia dotyczące prowadzenia tras kablowych w strefach pożarowych

mgr inż. Karol Kuczyński

W celu ograniczenia rozprzestrzeniania się pożarów ze stref, w których one występują, oraz zapobiegania rozprzestrzenianiu się dymu na drogi ewakuacyjne, przepisy wymagają stosowania przegród o odpowiedniej klasie odporności ogniowej. Wykonując przejścia kablowe w elementach budynku (ściany, stropy, przegrody przeciwpożarowe) należy wybrać taką ich technologię, która nie pogarszałaby ich odporności ogniowej. Dodatkowo, jak każdy wyrób budowlany, przejścia kabli (przepusty instalacyjne) powinny mieć wymagane Prawem budowlanym dopuszczenia do stosowania w ochronie przeciwpożarowej (certyfikaty, aprobaty techniczne, karty charakterystyki) [1, 2, 3].

wytyczne projektowe

Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa budowlanego, budynki muszą być podzielone na określonej wielkości strefy pożarowe. Instalacje techniczne, w szczególności

rury i kable elektryczne, przechodzą wielokrotnie przez przegrody będące oddzieleniami przeciwpożarowymi. Przejścia te – zwane również przepustami – podobnie jak przegrody, w których występują, spełniać muszą kryteria szczelności i izolacyjności ogniowej.

Projektując przejścia instalacyjne należy uwzględnić: wymaganą klasę odporności ogniowej EI, czy zabezpieczenie będzie wykonane w ścianie czy stropie, rodzaj zabezpieczanych instalacji (rury palne, rury niepalne, kable itp.), stopień wypełnienia instalacji w przejściu, rodzaj ścian/stropów, przez które będą prowadzone instalacje, maksymalną średnicę zabezpieczanych rur, wilgotność środowiska, w którym będą znajdowały się przepusty.

Dział VI Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [5] zawiera szereg wytycznych dotyczących bezpieczeństwa pożarowego.

W celu określenia wymagań technicznych i użytkowych wprowadza podział budynków na grupy wysokości (tab. 1.). Zgodnie z § 8 Rozporządzenia [4, 5] (tab. 1.), zgodnie z § 209 pkt 2 Rozporządzenia [4, 5], budynki oraz części budynków stanowiące odrębne strefy pożarowe, określane jako ZL, zaliczają się do jednej lub do więcej niż jedna spośród kategorii zagrożenia ludzi (tab. 2.). Jak wynika z § 212 pkt 1 i 2 Rozporządzenia [4, 5] ustanowione jest pięć klas odporności pożarowej budynków lub ich części, podanych w kolejności od najwyższej do najniższej i oznaczone literami: „A”, „B”, „C”, „D”, „E”. Wymaganą klasę odporności pożarowej budynku, zaliczanego do jednej kategorii ZL, określa tabela 3.

Zgodnie z § 216 pkt 1 Rozporządzenia [4, 5], elementy budynku, odpowiednio do jego klasy odporności pożarowej, powinny w zakresie klasy odporności ogniowej spełniać, z zastrzeżeniem § 237 ust. 9, co najmniej wymagania określone w tabeli 4.

przejścia pożarowe

Przepisy dotyczące bezpieczeństwa pożarowego muszą być uwzględniane już w trakcie projektowania budynków. Z reguły są stosowane systemy czynnej ochrony przeciwpożarowej, ale takie zabezpieczenie nie jest niewystarczające i muszą być rozwiązania, które ograniczają rozprzestrzenianie się ognia. Taką funkcję pełnią systemy biernej ochrony przeciwpożarowej. Podstawowym jej celem jest umożliwienie ewakuacji ludzi, ale również nie można pominąć kwestii ekonomicznej. W budynkach z prawidłowo zaprojektowanymi i wykonanymi zabezpieczeniami ogniochronnymi rozprzestrzenianie się ognia jest mocno ograniczone, więc straty wynikłe z pożaru są znacznie mniejsze. Wielką zaletą biernej ochrony przeciwpożarowej jest to, że raz wbudowana spełnia swoje zadanie bez udziału czynnika ludzkiego, bez użycia energii i bezobsługowo [7].

Sposoby zabezpieczania przeciwpożarowego przejść instalacyjnych powinny być wykonywane zawsze zgodnie z wymaganiami określonymi w Aprobacie Technicznej. Często jednak w praktyce jest to trudne lub nawet niemożliwe ze względu na wiele występujących uwarunkowań (brak dostępu z obu stron przejścia, duży stopień wypełnienia kablami, większe niż dopuszczalne otwory

streszczenie

Artykuł omawia wybrane zagadnienia dotyczące prowadzenia tras kablowych w strefach pożarowych i zagrożonych wybuchem.

Budynek	ZL I	ZL II	ZL III	ZL IV	ZL V
Niski (N)	„B”	„B”	„C”	„D”	„C”
Średniowysoki (SW)	„B”	„B”	„B”	„C”	„B”
Wysoki (W)	„B”	„B”	„B”	„B”	„B”
Wysokościowy (WW)	„A”	„A”	„A”	„A”	„A”

Tab. 3. Wymagane klasy odporności pożarowej budynku [4]

przejść, wykonywanie zabezpieczeń w końcowej fazie budowy lub w już istniejących obiektach). W takich sytuacjach należy wszelkie ewentualne odstępstwa bezwzględnie uzgadniać z producentem lub jednostkami badawczymi wydającymi dopuszczenie do stosowania w ochronie przeciwpożarowej. Aktualnie na rynku polskim można znaleźć wielu producentów przepustów instalacyjnych do zabezpieczeń nie tylko przejść kabli, ale również przewodów wentylacyjnych i rur wykonanych z materiałów palnych i niepalnych. Każda z firm oferuje swoje rozwiązania technologiczne w zależności od przeznaczenia i specyfiki występujących przejść kablowych. Zabezpieczenia przejść instalacyjnych kabli wykonuje się najczęściej w oparciu o: poduszki ogniochronne, bloczki ogniochronne, modułowe dławiki kablów, zaprawy ogniochronne, pianki ogniochronne, skrzynki kablów, płyty z wełny mineralnej [2, 3] oraz farby.

Istnieją trzy podstawowe rodzaje materiałów wykorzystywane w biernej ochronie przeciwpożarowej do zabezpieczania konstrukcji w budynkach [7]:

Zaprawy ogniochronne: tzw. natryski mokre lub suche (na bazie włókien z wełny mineralnej) Zaprawa mokra wskazuje na użycie materiału, który na budowie został zmieszany z wodą tak, aby otrzymać masę, następnie wprowadzony pod ciśnieniem przez rurę aż do pistoletu natryskowego, do którego przed użyciem jest wprowadzane sprężone powietrze.

Mieszanka sucha lub na bazie włókien wskazuje, że nie ma potrzeby wcześniejszego mieszania z wodą. Materiał, w swojej pierwotnej postaci, jest wprowadzany pod niskim ciśnieniem. Woda jest wprowadzana do pistoletu natryskowego tuż przed użyciem.

Farby ogniochronne mogą być wodorozcieńczalne lub na bazie rozpuszczalnika. Nakłada się je mechanicznie za pomocą hydrodynamicznego natrysku lub pędzlem albo wałkiem. Farby ogniochronne reagują w temperaturach od 270°C do 300°C pęczniejąc około 20 razy w stosunku do nałożonej warstwy. Farba ogniochronna ma za zadanie opóźnienie nagrzewania się konstrukcji stalowej i przedłużenie jej odporności na ogień. Najczęściej

pełen system z farbą ogniochronną składa się z trzech warstw: warstwy antykorozyjnej – podkładowej, właściwej warstwy ogniochronnego materiału oraz zewnętrznej, wykończeniowej warstwy ochronnej.

Trzecim rozwiązaniem są **płyty cementowo-silikatowe oraz krzemianowo-wapniowe**, które są szeroko stosowane jako zabezpieczenia ogniochronne konstrukcji żelbetonowych, stalowych, stropów drewnianych. Służą również do wykonywania ścian działowych, kanałów kablów, kanałów oddymiających, sufitów podwieszanych.

przewodzenie i mocowanie kabli

Zgodnie z N SEP-E-004 kable mogą być układane na konstrukcjach wsporczych mocowanych do ścian, stropów lub posadzek. Uchwyty lub wieszaki nie powinny powodować uszkodzeń ani deformacji kabli. Kable układane na ścianach i pod stropami powinny być mocowane za pomocą uchwyty lub wieszaków. Na konstrukcjach wsporczych poziomych kable mogą być ułożone swobodnie, a na konstrukcjach wsporczych pionowych lub pochyłych powinny być mocowane w sposób uniemożliwiający ich swobodne przemieszczanie. Zaleca się mocować kable po obu stronach mufy i pod głowicą kablówką.

Odległość między miejscami zamocowania lub zawieszenia kabla po-

winna być tak dobrana, aby kabel nie załamywał się i nie był nadmiernie naprężony pod własnym ciężarem. Zaleca się, aby odległość pomiędzy miejscami zamocowania, zawieszenia lub podparcia kabla nie przekraczała:

- 80 cm – przy układaniu poziomym lub pochyłym pod kątem nie większym niż 30°,
- 120 cm – przy układaniu pionowym lub pochyłym pod kątem większym niż 30°.

Jak wynika z N SEP-E-004, przy projektowaniu i budowie linii kablów o zwiększonej wytrzymałości ogniowej należy spełniać wymagania dotyczące odporności ogniowej wynikającej z funkcji linii kablów i ustaleń z inwestorem. Kable ognioodporne należy układać na konstrukcjach i w uchwytach o wytrzymałości ogniowej nie mniejszej niż trwałość kabla. Kable ognioodporne prowadzone poziomo lub pochyło pod kątem mniejszym niż 15° od poziomu, należy układać w korytkach, na drabinkach lub w uchwytach. Natomiast kable ognioodporne prowadzone pochyło pod kątem większym niż 15° od poziomu lub prowadzone pionowo, należy mocować w uchwytach przymocowanych do konstrukcji wsporczych lub bezpośrednio do ścian. Konstrukcje wsporcze korytek i drabinek powinny mieć dodatkowo drugi punkt podparcia lub zawieszenia. Kotwy, kołki i śruby mocujące konstrukcje wsporcze i uchwyty powinny mieć odporność ogniową zapewniającą ich poprawne funkcjonowanie zgodnie z przeznaczeniem. Trasy kabli należy tak wyznaczać, aby w razie pożaru kable nie były narażone na spadające z góry przedmioty.

literatura do artykułu na
elektroinfo.pl

abstract

Selected issues concerning the cable routing in areas of fire and explosion
The article discusses selected issues concerning the cable routing in areas of fire and explosion

Budynki niskie (N)	Budynki średniowysokie (SW)	Budynki wysokie (W)	Budynki wysokościowe (WW)
Do 12 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości do 4 kondygnacji nadziemnych włącznie	Ponad 12 m do 25 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 4 do 9 kondygnacji nadziemnych włącznie	Ponad 25 m do 55 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości 9 do 18 kondygnacji nadziemnych włącznie	Powyżej 55 m nad poziomem terenu

Tab. 1. Podział budynków na grupy wysokości [4]

ZL I	ZL II	ZL III	ZL IV	ZL V
Zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się	Przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych	Użyteczności publicznej, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II	Mieszkalne	Zamieszkania zbiorowego, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II

Tab. 2. Kategorie zagrożenia ludzi w budynkach [4]

osprzęt kablowy – podstawowe wiadomości o mufach kablowych

mgr inż. Karol Kuczyński

Dostępny na rynku osprzęt kablowy obejmuje między innymi mufy przelotowe, przejściowe i rozgałęźne oraz płyty remontowe do napraw powłok zewnętrznych w liniach kablowych. W zależności od potrzeb i przeznaczenia, dostępne mufy wykonane są w różnych technologiach: termokurczliwej, zimnokurczliwej, żywicznej lub żelowej. Biorąc pod uwagę doświadczenia eksploatacyjne oraz w zakresie inżynierii materiałowej dostarczane produkty są proste w montażu i jednocześnie przystosowane do lokalnych konstrukcji kabli, sieci i procedur montażu.

Do przygotowania kabla nie są potrzebne żadne specjalne narzędzia za wyjątkiem korowarki do usuwania ekranu i izolacji. Niezależnie od zastosowanej technologii, montaż osprzętu kablowego jest prosty. Osprzęt może zostać załączony pod napięcie niezwłocznie po instalacji. Osprzęt kablowy dostarczany jest najczęściej w zestawach montażowych, zawierających wszystkie niezbędne komponenty, włączając w to instrukcję montażu w lokalnym języku. Na przykład, w przypadku zestawu termokurczliwego, osprzęt jest dostarczany w stanie rozciągniętym. Ułatwia to jego nakładanie na uprzednio przygotowane kable. Obkurczenie wywołane jest ogrzewaniem niskotemperaturowym (od około 110 °C) za pomocą palnika gazowego lub innego źródła ciepła. Wewnętrzne części elementów pokryte są termotopliwymi, wielofunkcyjnymi szczeliwami, klejami i wypełniaczami, co umożliwia usunięcie powietrza i termomechaniczną adhezję warstw. Wysoki stopień prefabrykacji ogranicza możliwe błędy montażu.

mufy kablowe

Mufy kablowe zapewniają właściwości elektryczne i mechaniczne połączenia nie gorsze od właściwości kabla. Konstrukcja mufy zależy od napięcia znamionowego, rodzaju kabla, liczby i przekroju żył oraz technologii ich wykonania. Najczęściej stosuje się mufy przelotowe, łączące odcinki tego samego rodzaju kabla, oraz przejściowe, łączące różne rodzaje kabli, jakimi są trójfazowe kable w izolacji papierowo – olejowej i jednofazowe kable w izolacji z tworzywa sztucznego, najczęściej w kształcie litery Y lub T. Mogą być wykonane w technologii: taśmowej, termokurczliwej, zimnokurczliwej lub zalewanej, choć coraz popularniejsze są rozwiązania hybrydowe.

Mufy kablowe służą do połączenia dwóch lub większej liczby kabli. Najczęściej są wykonywane w technologii termokurczliwej, zimnokurczliwej i zalewanej, choć można również spotkać rozwiązania hybrydowe łączące te metody. W zależności od typu służą one do łączenia kabli jedno- i wielożyłowych w izolacji z tworzywa sztucznego i papierowej.

Interesującym rozwiązaniem jest guma silikonowa, z której wykonana jest mufa zimnokurczliwa. Dzięki bardzo dobrym właściwościom elektroizolacyjnym oraz niskim odkształceniom trwałym jest coraz częściej stosowana w osprzęcie kablowym. Miara elastyczności elementów zimnokurczliwych jest ich współczynnik sprężystości. Określa on różnicę między średnicą swobodnie obkurzonego elementu, średnicą tego samego elementu przed rozciągnięciem



Fot. 1. Montaż mufy przejściowej na kablu o izolacji papierowo-olejowej

i nasunięciem na spiralę nośną [8]. Wstępnie rozciągnięty prefabrykat izolacyjny umieszczony jest na usuwalnej spirali nośnej. Po wykonaniu połączenia żył kabla przy zastosowaniu złączki prasowanej lub śrubowej oraz rozprowadzeniu masy uszczelniająco-wypełniającej nasuwa się prefabrykat na miejsce połączenia. Obkurczenie polega na usunięciu spirali nośnej przez jej wyciągnięcie.

mufy żelowe

Technologia izolowania żelom jest stosowana w aplikacjach na niskie napięcie. Prefabrykat w postaci obudowy wypełnionej żelom na etapie produkcji dostarczany jest na miejsce instalacji. Końce kabli wraz ze złączką umieszcza się w środku otwartej obudowy mufy, lekko wciskając złączkę w żel. Zakończenie montażu odbywa się poprzez zatrzasknięcie obudowy. Po zakończeniu montażu mufy, kable można niezwłocznie załączyć pod napięcie.

Żel na bazie usieciowanego oleju silikonowego jest specjalnie opracowany do pracy ciągłej w zakresie temperatur od –40 °C do +90 °C. Dzięki swojemu składowi ma on właściwości izolacyjne materiałów stałych oraz płynnych (przywieranie do powierzchni).

Doskonałe właściwości izolacyjne i termiczne, odporność na promieniowanie UV, brak halogenów, nieograniczony czas magazynowania, bardzo dobre właściwości dielektryczne oraz bardzo wysoka rozciągliwość i elastyczność to cechy żelu. Mufy kablowe żelowe są przeznaczone do kabli polimerowych w zastosowaniach wewnętrznych lub zewnętrznych, do bezpośredniego zasypiania w ziemi lub zanurzenia w wodzie.

złączki kablowe

Złączki są stosowane głównie do trwałego łączenia pod względem elektrycznym i mechanicznym żył przewodów elektroenergetycznych mie-

dzianych i aluminiowych. Stosuje się je do łączenia przewodów zarówno jednodrutowych, jak i wielodrutowych dla niskich i średnich napięć.

Złączki śrubowe w zależności od przeznaczenia muszą charakteryzować się różnorodnymi cechami, co doprowadziło do powstania bogatej oferty na rynku. Dla osoby dobierającej złączki, oznacza to konieczność znajomości kryteriów, które decydują o wybraniu konkretnego produktu o danych cechach. Na rynku obserwuje się też dążenie producentów do wykonywania uniwersalnych złączek zapewniających połączenie różnych rodzajów żył w pewnych zakresach ich przekrojów [3].

Kryteria te w znacznej mierze są zdefiniowane przez poziom napięcia, wykonanie żył kablowych, metodę montażu, jak również przez rodzaj mufy. Oprócz związanych z tym okoliczności determinujących wybór istnieje cały szereg kryteriów wyboru opartych na indywidualnym doświadczeniu lub preferencjach.

Kablówki złączki śrubowe stanowią nowoczesną alternatywę dla technologii zaprasowywania złączek tulejowych. Podstawą technologii są tutaj śruby, których parametry określają przydatność złączki do konkretnych przekrojów żył kablowych oraz wpływają na szybkość, niezawodność oraz ergonomię montażu [3].

Śruby mogą być w wykonaniu z łbami zrywalnymi i niezrywalnymi. Śruby zrywalne ulegają zerwaniu przy określonym momencie dokręcania i nie ma konieczności użycia klucza dynamometrycznego. Najbardziej nowoczesną formą śruby z łbem zrywalnym jest tzw. „śruba inteligentna”. Jest ona wykonana w postaci szeregu krążków umieszczonych na wspólnym rdzeniu. Na krążkach tych wykonany jest gwint. Takie wykonanie zapewnia poprawne zerwanie się śruby dla konkretnego przekroju żyły. Zastosowane śruby pozwalają na użycie złączki/końcówki dla szerokiego zakresu przekroju żył kablowych. Zapewniają pełną powtarzalność montażową, co wpływa na nie-

zawodność połączenia. Zakłady i producenci osprzętu stosujący tę technologię uzyskują oszczędności w dziedzinie utrzymywania zapasów magazynowych. Wystarczy zamówić np. 4 typy złączek na magazyn, zamiast 16, aby zapewnić połączenia żył w zakresie 16–300 mm² [4]. Technologia ta eliminuje również błędy montażowe, przyspiesza i ułatwia montaż. Mały klucz używany do dokręcania zapewnia łatwość wykonania połączenia nawet w trudno dostępnych miejscach.

sterowanie polem elektrycznym

W przypadku kabli SN należy zwrócić uwagę, czy linie ekwipotencjalne pola elektrycznego przy zakończeniu ekranu izolacji leżą blisko siebie, co wiąże się z wysokimi wartościami pola. Są one wystarczające do zapoczątkowania jonizacji powietrza i inicjacji wyładowań niepełnych. Temperatura i produkty rozkładu doprowadzają do degradacji powierzchni izolacji. Występowanie nacięć lub ostrzy przewodzących może prowadzić do przeskoku ładunku lub przebiecia izolacji [5, 6].

Najczęściej w mufach kablowych możemy spotkać refrakcyjne podejście sterowania polem w zakończeniach łączonych kabli, które polega na użyciu materiału o wysokiej przenikalności elektrycznej lub o wysokiej stałej dielektrycznej. Materiał ten załamuje linie ekwipotencjalne, a zatem obniża koncentrację pola elektrycznego [7].

wymagania dla muf SN

Kable SN o izolacji papierowej przesyłanej syciwem obecnie są już bardzo rzadko instalowane, ale w krajowych elektroenergetycznych liniach kablowych wciąż stanowią znaczny udział. Do ich łączenia i napraw stosowane są mufy kablowe wykorzystujące różne technologie montażu, począwszy od taśmowo-żywicznej poprzez termokurczli-

wą, zimnokurczliwą, a skończywszy na różnorodnych kombinacjach poszczególnych technologii. Najbardziej popularna, pomimo dość znacznej pracochłonności w porównaniu do technologii wykorzystujących prefabrykaty, jest wciąż technologia taśmowo-żywiczna. Dzieje się tak ze względu na wysoki poziom wyszkolenia ekip monterskich w wykonawstwie tego typu osprzętu oraz atrakcyjniejszy poziom cen w stosunku do bardziej zaawansowanych technologii. Nie bez znaczenia są także takie zalety, jak możliwość instalacji muf w sytuacji ograniczonej przestrzeni montażowej, ze względu na brak konieczności wstępnego pozycjonowania prefabrykatów [1].

Większość muf w technologii taśmowo-żywicznej do kabli o izolacji papierowej przesyłanej syciwem była wprowadzana do obrotu w czasie, kiedy obowiązującymi aktami normatywnymi określającymi parametry techniczne osprzętu kablowego były wycofane już: norma PN-76/E-05125P *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa oraz seria norm PN-90/E-06401P Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 30 kV*.

Po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej zaistniała konieczność ujednolicenia wymagań Polskich Norm z wymaganiami norm europejskich. Odbywa się to poprzez wdrażanie norm europejskich do zbioru Polskich Norm. Wdrożenie normy europejskiej jako normy polskiej związane jest z wycofaniem sprzecznych z nimi dotychczasowych norm krajowych. W przypadku PN-76/E-05125P jej zapisy zostały ponownie opracowane przez SEP i funkcjonują pod nazwą SEP-E-004. Natomiast w zakresie, do którego odnosiła się wycofana w grudniu 2010 r. seria norm PN-90/E-06401P, obowiązują obecnie normy [1]:

■ PN-HD 629.1 S2:2006E *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6*

(7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej,

■ PN-HD 629.2 S2:2006E *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 2: Kable o izolacji papierowej przesyłanej.*

Obie normy są wdrożeniem dokumentów harmonizacyjnych opracowanych przez Europejską Komisję Normalizacyjną ds. Elektrotechniki CENELEC (*European Committee for Electrotechnical Standardization*).

W związku z tym, że w Ustawie z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji została zapisana zasada dobrovolności stosowania norm, wycofanie normy nie jest równoznaczne z jej unieważnieniem. Normy wycofane mogą być nadal stosowane, ale ten fakt powinien być uzgodniony pomiędzy dostawcą i odbiorcą. Wycofanie normy oznacza raczej wyłączenie jej ze zbioru norm aktualnych ze względu na dezaktualizację jej treści ze względu na postęp technologiczny. Normy wycofane tym różnią się od norm aktualnych, że mogą prezentować mniej nowoczesne rozwiązania – z punktu widzenia postępu naukowo-technicznego – jednak rozwiązania te nie są błędne [1].

W praktyce, na przykład w specyfikacjach istotnych warunków zamówień ogłaszanych przez zakłady energetyczne, przywoływana jest zarówno norma PN-90/E-06401, jak i PN-HD 629 [1]. Ich wymagania w dużym stopniu pokrywają się. Istnieją jednak pewne różnice dotyczące sekwencji wykonywanych badań, a także parametrów niektórych prób. Dotychczas wskazuje się głównie na różnice w wymaganiach odporności na działanie ciepłe prądu zwarcia, wynikające z różnych warunków eksploatacji sieci średniego napięcia w Polsce i krajach Europy Zachodniej. Różnic pomiędzy wymaganiami obu norm jest jednak więcej [1].

literatura do artykułu na **elektroinfo.pl**

możliwość zastosowania złączek szynowych (listwowych)

do łączenia kabli i przewodów w rozdzielnicach nn

mgr inż Karol Kuczyński

Złączki szynowe, zwane także listwowymi, są stosowane głównie do łączenia pod względem elektrycznym i mechanicznym żył przewodów elektroenergetycznych miedzianych i aluminiowych w urządzeniach użytkowanych we wnętrzach obiektów. Stosuje się je do łączenia przewodów zarówno drutowych, jak i linkowych dla niskich napięć. Konstrukcja złączek umożliwia w sposób zatraskowy mocowanie ich na najczęściej spotykanych typach profiliowanych szyn (listew) montażowych.

streszczenie

W artykule omówiono rozwiązania złączek szynowych do łączenia kabli i przewodów w rozdzielnicach nn.

Możemy również spotkać złączki instalowane bezpośrednio na szynach prądowych w rozdzielnicach nn. Złączki szynowe mają korpus wykonany najczęściej z powszechnie stosowanego w elektrotechnice tworzywa sztucznego poliamidu. Tworzywo to ma własności samogasnące i nie zawiera substancji halogenkowych. Charakteryzuje się wysoką wytrzymałością na uszkodzenia mechaniczne, wysoką wartością napięcia przebicia, a także odpornością na „termiczne starzenie się” oraz temperaturą pracy od -25 do 125°C [1].

połączenia gwintowe

W systemie połączeń gwintowych stosowanych w złączkach można spot-

kać zacisk stalowy z wykorzystaniem toru prądowego z miedzi. Oba elementy pokryte są powłokami galwanicznymi, zwiększającymi ich odporność na starzenie. Stal daje tu optymalne 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, oddziałując na zamocowany przewód – dzięki czemu połączenie ma charakter trwały [1, 2]. Konstrukcje zacisku zaprojektowane są tak, aby ograniczyć do minimum możliwość obluźniania połączenia. W wyniku dokręcania zagięta górna płaszczyzna blaszki ulega delikatnemu odkształceniu, powodując niecentryczne ustawienie nagwintowanej śruby dociskowej. Z drugiej strony – aby zapewnić optymalne warunki przewodzenia w połączeniu, zastosowany jest tor prądowy z mosiądzu. Mosiądz to stop, którego głównymi składnikami są miedź i cynk. Zawartość procentowa cynku może się znacznie zmieniać w zależności od zastosowania materiału. Mosiądz może także zawierać domieszki takich pierwiastków jak: ołów, aluminium, mangan lub cyna. Dodane w małej ilości do stopu, zmieniają jego własności mechaniczne [1, 3]. Ponieważ mosiądz jest materiałem poddającym się szybkiemu procesowi powierzchniowego utleniania się – tor jest pokryty powłoką galwaniczną.

Interesującym rozwiązaniem są również śrubowo-sprężynowe bloki zacisków gwarantujące ciągłość obwodów elektrycznych nawet w przypadku poluzowania śrub w wyniku



Fot. 1. Przykład złączki zaciskowej śrubowo-sprężynowej, którą można montować na różnych typach szyn [2]

wibracji. Takie rozwiązanie zapewnia ciągłość obwodu w połączeniu z końcówkami przewodów zabezpieczających przed wyciągnięciem (tulejka haczykowa) [2].

połączenia samozaciskowe

Złączki szynowe samozaciskowe należą do najnowocześniejszych mocowań przewodów drutowych i linkowych, mających częste zastosowanie w elektronice przemysłowej. Specjalny samozaciskowy system stosowany w tych złączkach umożliwia łatwy montaż oraz gwarantuje wysoką jakość połączeń przewodów. Złączki pozwalają na łączenie przewodów o przekrojach od 0,8 do 35 mm², a nawet 50 i 95 mm². Można łączyć przewody wykonane z miedzi: jednodrutowe, wielodrutowe oraz linkowe – ze spojną końcówką, końcówką kołkową lub zaciśniętą tulejką. Przewód jest dociskany do szyny prądowej za pomocą sprężyny, która odgina się przy przyłączeniu lub odłączeniu za pomocą wkrętaka, wsuwanego do wykonanego w tym celu otworu w złączce. Siła docisku jest stała i niezależna od montera, co jest istotną zaletą w porównaniu z zaciskami gwintowymi, gdzie moment obrotowy dokręce-

nia w dużym stopniu zależy od wyuczucia i wprawy montera [1, 4]. Część przewodząca może mieć różną budowę, w zależności od typu, rozmiaru i charakterystyki zacisku oraz funkcji, jaką ma do spełnienia, a także użytkowego typu połączenia. Materiałem przewodzącym jest najczęściej wysokiej jakości stal sprężynowa chromowo-niklowa. Ma ona doskonałe właściwości mechaniczne. Jest odporna na rozciąganie, zginanie i korozję. Zmniejszenie docisku nie występuje do temperatury o wartości nawet 110°C. Stal może być pokryta elastyczną i miękką warstwą ołowiowo-cynową, dzięki czemu zwiększa się powierzchnia styku przy ściśnięciu podłączanego przewodu. Warstwa ta ma dobre właściwości elektryczne, pozwalające na uzyskanie minimalnej rezystancji przejścia. Czynnikiem jednoznacznie wyróżniającym wartość takiego zamocowania w stosunku do połączenia gwintowego jest jego łatwość i szybkość montażu [3]. W przypadku złączek typu „push in” wystarczy tylko wprowadzić przewód, aby był on trwale zamocowany z optymalną siłą dociskową przez sprężynę zaciskową. W tym przypadku, aby wyjąć przewód, wystarczy wcisnąć kolorowy przycisk zwalniający sprężynę (fot. 4), aby rozłączyć obwód. W przypadku dużych przekrojów podłączanych przewodów stosuje się specjalne układy, które ściskają sprężynę dociskową ułatwiając montaż kabli i przewodów. Dodatkową zaletą jest możliwość użytkowania tego zacisku w warunkach, gdzie występują drgania. Sprężyna zmniejsza bowiem niebezpieczeństwo obluźniania się przewodu w tych warunkach dzięki swojej stałej sile docisku. Interesującym rozwiązaniem jest złączka instalowana bezpośrednio na szynie prądowej w rozdzielnicach nn.

Istnieją jeszcze inne rozwiązania, które nie wymagają zdejmowania izolacji z instalowanego przewodu, co skraca czas instalacji i redukuje koszty. Przykładem może być technologia IDC (*Insulation Displacement Connection*), polegająca na zastosowaniu specjalnych styków nożowych, które przecinają

z obu stron izolację zapewniając kontakt z instalowanym przewodem [5].

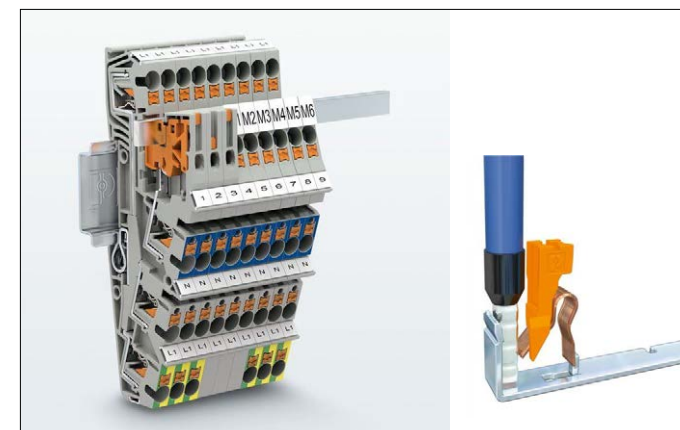
złączki listwowe dźwigniowe

Przewody w rozdzielnicach mogą być podłączane, a następnie demontowane ręcznie, bez konieczności stosowania przyrządów montażowych. Dzięki zastosowaniu dźwigni ryzyko ominięcia zacisku w trakcie podłączania przewodów lub błędnego ich podłączenia zostaje praktycznie wyeliminowane. Dodatkowym atutem jest także możliwość korzystania z obu rąk przy pracy. Zacisk pozostaje otworzony bez konieczności stosowania przyrządów montażowych. Ułatwia to przede wszystkim podłączanie przewodów sztywnych o dużych przekrojach [5].

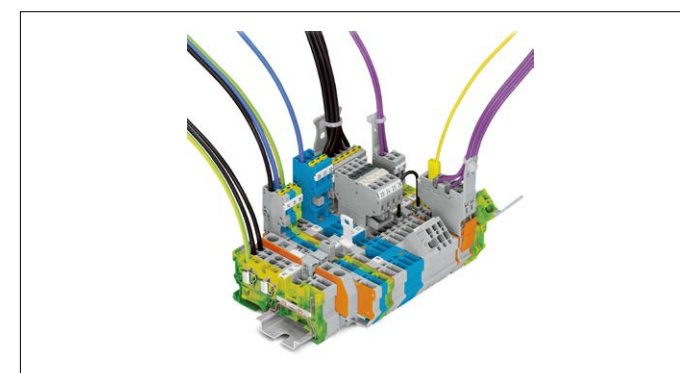
Złączki listwowe z dźwignią są przeznaczone do wszystkich rodzajów przewodów: zarówno jedno-, wielodrutowych, jak i linkowych. Umożliwia to bezpośrednie podłączanie nie tylko przewodów sztywnych, lecz także przewodów linkowych o przekroju od 0,75 mm² zakończonych tulejkami. Dzięki możliwości montażu 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 mm², 6 mm² oraz 16 mm². Są one dostępne w wykonaniach 2- oraz 3-przewodowych. Strona obiekto-owa złączki jest wyposażona w dźwignię, natomiast dla wykonania oprzewodowania wewnętrznego przewidziano do wyboru przycisk w technologii zacisku typu „push in” [5].

wyposażenie dodatkowe

W celu połączenia kilku przewodów na niewielkiej przestrzeni można zastosować złączki dwu-, trzy- lub czteropiętrowe. W celu połączenia kolejnych pięter stosuje się mostki pionowe. Natomiast do połączenia kilku równoległych złączek stosuje się mostki poziome. W układach auto-



Fot. 4. Przykład złączki piętrowej typu „push in” [3]



Fot. 5. Przykład złączek listwowych z funkcją wtykową i uziemieniem listwy PE do metalowej listwy (szyny) montażowej [5]

matyki możemy spotkać także zaciski wyposażone w: sygnalizację obecności napięcia i przepływu prądu, tuleje kontrolne, uziemianie przewodu neutralnego, diody prostownicze lub wkładki bezpiecznikowe [1, 6].

Przy pomiarach i regulacji często jesteśmy zmuszeni odłączyć obwód spod napięcia. Odłączanie przewodu od aparatów zabezpieczających (wyłączników instalacyjnych i różnicowoprądowych) jest trudne lub wręcz niemożliwe, gdy mamy podłączonych kilka obwodów i chcemy dokonać pomiarów w konkretnych obwodach. W tym celu można zastosować złączki z rozłącznikami nożowymi.

Aby zabezpieczyć cenne urządzenia elektroniczne (np. sterowniki, zasilacze itp.), musimy chronić je przed prądem zwarciovym i przetężeniowym. Najlepiej nadają się do tego celu miniaturowe wkładki bezpiecznikowe. W tym celu możemy zastosować zaciski sprężynowe z podstawą na standardowy bezpiecznik topikowy na niewielkie prądy, rzędu

kilku amperów [1]. Należy przy tym zwracać uwagę na temperaturę otoczenia oraz warunki pracy, aby przy dużej liczbie zacisków ustawionych obok siebie wkładka bezpiecznikowa nie przepalała się przy niższej wartości prądu roboczego niż znamionowy.

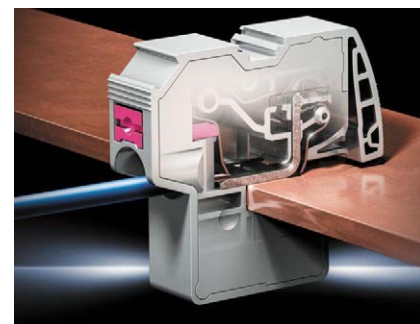
literatura

1. K. Kuczyński, Rozwiązania stosowane w złączkach szynowych, „elektro.info” 5/2008
2. Materiały firmy ABB.
3. Materiały firmy Phoenix Contact.
4. Materiały firmy Ergom.
5. Materiały firmy Wago.
6. Materiały firmy Weidmüller.
7. Materiały firmy Rittal.

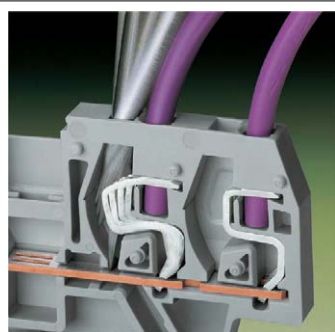
abstract

Possibility to use rail-mount connectors to connect cables and wires in LV switchboards

The article discusses the solutions of rail-mount connectors to connect cables and wires in LV switchgears.



Fot. 2. Przykład złączki instalowanej bezpośrednio na szynie prądowej [7]



Fot. 3. Przykład złączki przelotowej z zaciskiem IDC [5]

bimetaliczna końcówka miedziano-aluminiowa HMA

Ergom

Ostatnio w elektrotechnice coraz częściej stosowane są aluminiowe przewody elastyczne z uwagi na to, że są tańsze od miedzianych i lżejsze, co jest również istotne w wielu konstrukcjach.

Pojawił się jednak problem – jak podłączyć taki przewód do zacisku wykonanego z miedzi bądź mosiądzu, by uniknąć zjawiska korozji elektrochemicznej na styku tych metali, a w rezultacie wzrostu rezystancji takiego połączenia, co skutkuje grzaniem się takiego połączenia. A to może doprowadzić do kosztownej awarii.

Dlatego też inżynierowie pionu R&D z Ergomu opracowali innowacyjną **bimetaliczną końcówkę tulejkową HMA**, która otrzymała patent nr.W.125817



Fot. 1. Końcówka HMA. Zewnętrzna warstwa – miedź E-Cu. Wewnętrzna warstwa – aluminium E-Al

zastosowanie

Końcówki miedziano-aluminiowe typu **HMA (fot. 1.)** umożliwiają przyłączenie przewodów aluminiowych klasy 5 do zacisków wykonanych z miedzi lub stopów miedzi,

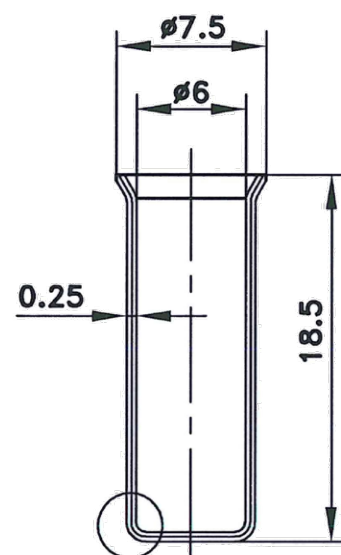
eliminując zjawisko korozji elektrochemicznej na styku tych metali. Posiadają dno uniemożliwiające kontakt żyły przewodu z zaciskiem aparatu.

Końcówki typu HMA spełniają wszystkie funkcje zwykłych końcówek tulejkowych, zgodnych z DIN 46228/1. Utrzymują pojedyncze druty żyły z których zbudowana jest lin-

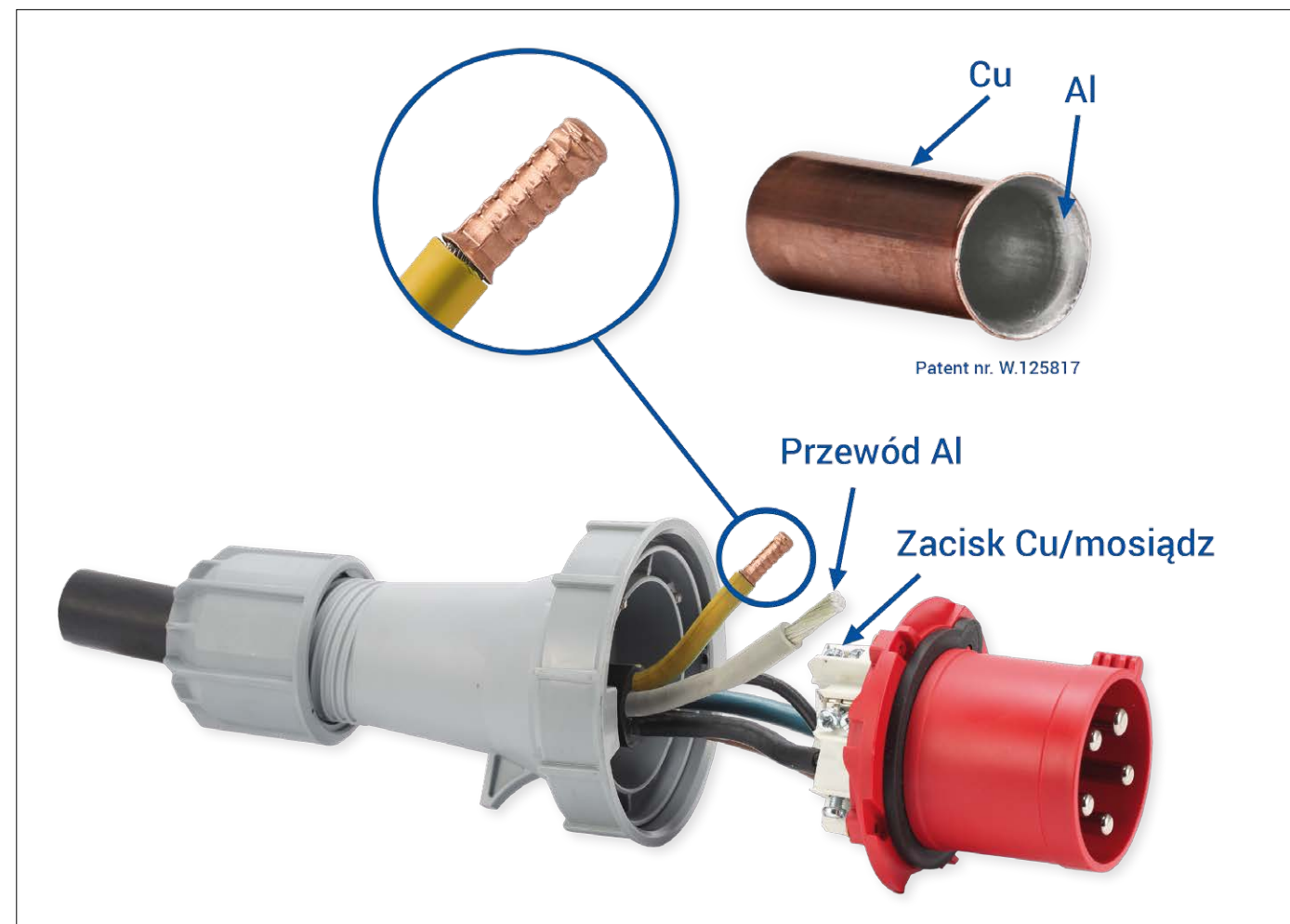
ka przewodu wewnątrz zaprasowanej końcówki zmniejszając ryzyko zwarć spowodowanych pojedynczą żyłą, zwiększając odporność połączenia na drgania i wstrząsy oraz poprawiając skuteczność zamocowania żyły przewodu w zacisku.

E-Cu 57

E-Al



Fot. 2. Budowa końcówki HMA 16/18



Fot. 3. Przykładowe zastosowanie końcówek bimetalicznych HMA w przedłużaczach 3-fazowych

wiając skuteczność zamocowania żyły przewodu w zacisku.

Największą zaletą końcówek HMA jest zabezpieczenie połączenia przed **korozją elektrochemiczną** na styku aluminiowej żyły przewodu z miedzianym zaciskiem aparatu.

Zapewnia to specjalna budowa końcówek HMA – zewnętrzna warstwa Cu i wewnętrzna warstwa Al są ze sobą zespolone i galwanicznie separuje materiał żyły przewodu od materiału zacisku.

Do zaprasowania tego typu końcówek na przewodach dedykowana jest profesjonalna praska **PZP 16RL/6KT/0.08-16**. Zaciśnięcie za jej pomocą końcówek HMA zapewnia wyjątkowo dobre właściwości mechaniczne połączenia oraz zmniejsza dostęp powietrza do wnętrza końcówki redukując utlenianie się żyły przewodu.

Aby całkowicie zapobiec zjawisku utleniania się żyły przewodu zaleca się, aby do wnętrza końcówek HMA wprowadzić niewielką ilość **smaru kontaktowego SK-AL**. Smar ten posiada właściwości ściernie i podczas zaciskania ma za zadanie usunięcie tlenków aluminium powstałych na żyłę przewodu oraz wewnętrznej powierzchni części rurowej końcówki. Tlenki te posiadają właściwości izolacyjne i mogą spowodować wzrost rezystancji połączenia, co w efekcie skutkuje wzrostem strat energii i znacznego przyrostu temperatury połączenia. Dodatkowo podczas zaprasowywania końcówki smar ten, wypływając na zewnątrz, wypełnia puste przestrzenie w żyłę przewodu ograniczając dostęp powietrza do wnętrza końcówki i żyły przewodu. Ogranicza to ponowne powstawanie tlenków aluminium na powierzchni żyły przewodu i końcówki.

Zastosowanie końcówek HMA (**fot. 3.**) umożliwia zdecydowanie zmniejszenie kosztów oraz redukcję masy przedłużaczy poprzez zastosowanie aluminiowych przewodów elastycznych zamiast miedzianych przy zachowaniu tych samych parametrów mechaniczno-elektrycznych. Badania wykonane w Laboratorium Zakładowym Ergomu dotyczące przyrostu temperatury przedłużaczy z gniazdami przemysłowymi 63A zgodnie z normą PN-EN 60309-1:2020 dały wynik **pozytywny**, w związku z czym rozwiązanie to może być w pełni rekomendowane jako alternatywa dla klasycznych przedłużaczy z przewodami miedzianymi.

Końcówki bimetaliczne HMA mogą też znaleźć zastosowanie w branży motoryzacyjnej, gdzie mogą być zaciskane na aluminiowych przewodach zasilających w samochodach elektrycznych, wpływając na reduk-

cję masy i minimalizację kosztów produkcji tych pojazdów.

Zakład Aparatury Elektrycznej ERGOM, firma inżynierska z 30 letnim doświadczeniem na rynku dostarcza klientom nie tylko poszczególne produkty zaprojektowane i dostosowane do ich potrzeb, ale również gotowe rozwiązania. Innowacyjność Ergomu ukierunkowana jest na potrzeby klientów, dlatego też nieustannie poszerzamy naszą ofertę o nowe wyroby.

reklama

ERGOM

Zakład Aparatury Elektrycznej
ERGOM Sp. z o.o.
ul. Nowe Sady 10
94-102 Łódź, Polska
tel.: +48 801 000 275
bok@ergom.com
www.ergom.com

taśmy TZe synonimem trwałości

Iwona Bortniczuk, Brother Polska

Mimo warstwowej budowy są niezwykle cienkie. Grubość 160 mikrometrów nie przeszkadza im jednak w osiągnięciu zaskakująco dobrych parametrów wytrzymałościowych. Taśmy TZe są odporne na ścieranie, zarysowania, promieniowania UV i ekstremalne temperatury.

Priorytetem przy **oznaczaniu sieci** i jej poszczególnych elementów, kilometrów kabli, dziesiątek przełączników czy kolejnych aparatów w **szafach rozdzielczych** jest czytelność oraz trwałość opisu.

Oznacznik powinien umożliwić identyfikację komponentów systemu i dostarczać informacje na temat instalacji przez wiele kolejnych lat, niezależnie od warunków otoczenia, temperatury czy też oddziaływania czynników atmosferycznych. Niezbędne są więc profesjonalne akcesoria zapewniające możliwie najwyższy stopień ochrony.

cienka etykieta TZe mimo sześciu warstw



Największy potencjał w temacie trwałości oznaczeń eksperci dostrzegają obecnie w nowoczesnych laminowanych taśmach TZe

Największy potencjał w temacie trwałości oznaczeń eksperci dostrzegają obecnie w **nowoczesnych laminowanych taśmach TZe**. Wysokie parametry wytrzymałościowe zawdzięczają one unikalnej konstrukcji oraz metodzie produkcji. Każda taśma zbudowana jest w rzeczywistości z sześciowarstwowego materiału – powłoki ochronnej (PET – folia poliestrowa), kleju (akryl), kolorowej warstwy bazowej (PET), kolejnej warstwy kleju, papieru podklejkowego oraz warstwy wydruku.

Mimo wykorzystania aż sześciu warstw **etykieta TZe** jest wyjątkowo cienka. Przy tym – niemal niezniszczalna, wyjątkowo odporna na działanie niesprzyjających czynników. Tego rodzaju taśmy mają grubość zaledwie 160 mikrometrów, nieznaczne różnice występują w przypadku różnego rodzaju modeli. Druk wykonany me-

todą termotransferową umieszczany jest pomiędzy dwiema poliestrowymi warstwami – skutecznie opiera się więc działaniu czynników o szerokim spektrum.

dobrze parametry mimo skomplikowanej budowy taśm TZe

Skomplikowana budowa taśmy TZe nie oznacza jednak, że oznaczenie należy zaplanować i zaprojektować jeszcze przed przeprowadzeniem prac. Coraz szerszy wybór wśród przenośnych przemysłowych drukarek termotransferowych oraz mechanizmów oparty na kasetach sprawia, że taśmę z odpowiednim opisem wydrukujemy na miejscu przeprowadzania prac.

Ponadto, w zależności od przeznaczenia oraz rodzaju drukarki, możemy tworzyć etykiety o różnej szerokości, zawierające do kilku linijek tekstu, a często nawet szeroki i rozbudowany opis. Każda z kaset ręcznych drukarek P-touch zawiera trzy rolki z poszczególnymi materiałami – taśmą barwiącą, ochronną laminującą i taśmą klejącą. Nadruk (a raczej jego lustrzane odbicie) powstaje na wewnętrznej powierzchni ochronnej taśmy laminującej. Podczas wysuwania etykiety z urządzenia na zadrukowanej powierzchni umieszczana jest taśma klejąca.

O znakomitych parametrach wytrzymałościowych **etykieta laminowanych TZe** przekonują nas wyniki rygorystycznych testów przeprowadzonych przez firmę Brother. Taśmy

nie tracą swoich właściwości, a opis nie przestaje być czytelny mimo narażenia na ścieranie, działanie bardzo niskich i bardzo wysokich temperatur, chemikaliów przemysłowych oraz promieniowania UV.

Sześciowarstwowy materiał skutecznie opiera się temperaturze od –80 do +150 C (nawet w wielokrotnych cyklach podgrzewania i oziębiania), a nadruk nie zmienia swojego koloru i nie blaknie nawet podczas wielu miesięcy oddziaływania promieni słonecznych. Materiał zachowuje swoje właściwości nawet przy długotrwałym, uporczywym działaniu wody lub wilgoci, taśma nie odkleja się ani nie rozmaża. Warto zwrócić uwagę, że trwałość zostaje zachowana także przy oddziaływaniu innych niesprzyjających czynników, jak cho-

ciażby zadrapania, ścieranie, zmywanie, uderzenia.

rodzaje taśm

Dostępnych jest kilka rodzajów taśm laminowanych – wyróżniających się dzięki poszczególnym parametrom użytkowym. Wytrzymałość warstwy klejowej jednej z taśm TZe jest 50% wyższa niż w porównaniu ze standardowymi materiałami tego rodzaju. Dzięki temu wykorzystamy je w wymagających miejscach – do mocowania na nierównych i chropowatych powierzchniach, np. na rurach, elementach maszyn, panelach malowanych metodą proszkową.

taśma Flexi ID

Taśmę Flexi ID wybierzemy z kolei z uwagi na jej elastyczność, zwłaszcza w przypadku, gdy opisu musimy dokonać z ostrym zagięciem, na powierzchni cylindrycznej, na prętach, rurach, przewodach lub węzłach z PVC. Wykorzystany w niej klej zapewnia bardzo ściśle przywieranie do izolacji oraz do kolejnych warstw taśmy, dzięki czemu etykiety mogą być stosowane również jako flagi i owijki.



Jeśli zależy nam zaś na jak najwyższej ochronie przed blaknięciem, zdecydujemy się na taśmę z czarnym nadrukiem na matowym srebrnym tle (najbardziej odporne na plowienie). Dostępne są również taśmy ze specjalną fluoroscencyjną („ostrzegającą”) warstwą kleju, w kolorze żółtym lub pomarańczowym – znajdując zastosowanie wszędzie tam, gdzie po-

zostawić musimy kluczową informację dotyczącą specyfiki sieci, jej eksploatacji bądź niezbędnych instrukcji bezpieczeństwa.

Oczywiście, trwałość **nadruków na etykietach laminowanych TZe** ma związek nie tylko z bardzo dobrymi parametrami wykorzystanych materiałów oraz metody umieszczania opisu pomiędzy dwo-

ma warstwami ochronnymi, ale także z właściwościami samego druku termotransferowego. Druk termotransferowy odbywa się w podobny sposób jak druk termiczny. Pod wpływem temperatury oraz dzięki dociskowym głowicy drukarki na taśmę nanoszony jest barwnik. Nadruk wyróżnia się wysoką odpornością na czynniki zewnętrzne.

Trwałość stała się swego rodzaju synonimem taśm TZe. Odporność na zarysowania, zmywanie, promieniowanie UV czy substancje chemiczne sprawia, że opis będzie czytelny przez długie lata – niezależnie od warunków.

reklama

brother
at your side

Brother Polska Sp. z o.o.
ul. Marynarska 15
02-674 Warszawa
tel.: 22 441 63 00
biuro@brother.pl
www.brother.pl

sposoby oznaczania kabli i przewodów

mgr inż. Karol Kuczyński

Dostępne na rynku oznaczniki są najczęściej odporne na działanie produktów ropopochodnych, kwasów i rozpuszczalników stosowanych przy czyszczeniu aparatów i urządzeń elektrycznych. Mogą być stosowane w miejscach, gdzie temperatura wynosi od -30°C do 100°C . Posiadają najczęściej właściwości samogasnące i nieścieralny nadruk. Kolory oznaczników to: żółty, czerwony, niebieski, zielony i inne – nadruk wykonuje się czarnymi symbolami, jak również są dostępne oznaczniki bez nadruku. Przede wszystkim stosuje się je do znakowania kabli i przewodów elektrycznych w różnych urządzeniach. Również oznaczniki czyste (bez napisu), o długościach 5–40 mm, służą do samodzielnego opisywania.

nowe instalacje

Oznaczniki, które stosowane są przed przyłączeniem przewodów, charakteryzują się kształtem zamkniętym. Ich konstrukcja pozwala na oznaczanie przewodów w szerokim zakresie średnic. Dobierając oznaczniki należy zwrócić uwagę na ich kształt. Niektóre modele mają budowę uniemożliwiającą przekraczanie się oznaczników względem siebie. Jest to szczególnie przydatne



Oznaczniki opisane przez instalatora

w przypadku informacji wieloznakowych [1, 3].

oznaczanie istniejących instalacji

Dostępne są także oznaczniki otwarte, które zatrzaskuje się na przewodzie. Elementy tego typu można za instalować po przyłączeniu przewodów, jak również zespawaniu światłowodów. Bardzo często oznaczniki znajdują zastosowanie podczas remontów maszyn i urządzeń, kiedy konieczne jest rozłączanie istniejącej instalacji elektrycznej. Ważną cechą oznaczników zatrzaskowych jest, aby nie zsuwały się z przewodu. Chodzi bowiem o to, aby elementy nie przesunęły się na miejscu ich nałożenia. Dostępne są również oznaczniki przezroczyste zamknięte z kieszenią na etykietę. Takie rozwiązanie pozwala na indywidualne opisywanie, po czym oznacznik jest wkładany do specjalnej kieszeni [1, 4].

Znakując przyłączone przewody można zastosować tabliczki identyfikacyjne. Najczęściej są one wykonane z poliamidu, który cechuje się odpornością na działanie większości substancji chemicznych. Tabliczki przytwierdzone są do kabli (przewodów) lub wiązek kablowych (przewodowych) za pomocą opasek zaciskowych. Przy użyciu specjalnych otworów są one mocowane wzdłuż lub w poprzek kabla (przewodu) [5]. Napisy wykonuje się za pomocą specjalnych pisaków. Dlatego też powierzchnia tabliczki jest matowa.

etykiety samoprzylepne

Interesujące rozwiązanie stanowią również etykiety przeznaczone do opisu ręcznego. Typowa etykieta składa się z pola opisowego oraz przezroczystej folii ochronnej. Tekst jest nanoszony pisa-

kiem w ołówek. Tusz w pisaku cechuje się krótkim czasem schnięcia. Opisaną etykietę okleja się wokół przewodu. Na końcu naklejana jest folia ochronna, która zabezpiecza przed działaniem czynników zewnętrznych [4]. Można zastosować również etykiety samolaminujące. Nadruk wykonywany jest za pomocą drukarki laserowej. Etykiety samolaminujące najczęściej znajdują zastosowanie w procesie związanym z oznaczaniem elementów okrągłych, takich jak przewody, rury czy też kable. Dodatkowo możemy nabyć przeznaczone do tego celu oprogramowanie, dzięki któremu możliwe jest projektowanie zarówno oznaczeń, jak i ich wydruku.

druk termotransferowy

Może się wydawać, że etykiety przeznaczone do druku termotransferowego nie są trwałe, szczególnie w warunkach przemysłowych. Jest to jednak mylna opinia. Niektóre ich wykonania składają się z sześciu warstw materiałów. Trwałość zapewniona jest dzięki pokryciu przezroczystym laminatem polietylenowym. Znaki nanoszone są na taśmę metodą termotransferową, pomiędzy dwie ochronne warstwy folii. Jako jedną z ważniejszych cech nowoczesnych taśm termotransferowych uważa się odporność na ścieranie (wodą i chemiczne) oraz działanie temperatur. Stąd też taśmy termotransferowe mogą być używane najczęściej w zakresie temperatur od -80 do 150°C . Interesujące jest, że ich grubość to zaledwie 160 mikrometrów [6, 7]. Nie jest również problemem usunięcie taśmy z przewodu, kabla czy też z urządzenia. Etykiety nie pozostawiają znacznych ilości kleju na materiale. Ewentualne pozostałości można usunąć za pomocą detergentu lub rozpuszczalnika.



Przykładowe oznaczenie przewodu

Technologia druku termotransferowego używana jest nie tylko do tworzenia etykiet. Za pomocą drukarek można wykonywać nadruki na rurkach termokurczliwych. Są one nakładane na przewód lub na kabel, a następnie podgrzewane. Często rurki wykonuje się z materiału samogasnącego. Nie bez znaczenia pozostają właściwości mechaniczne oraz na działanie rozpuszczalników. Rurki są odpowiednio spłaszczane. Aby móc wykonywać nadruk w drukarkach termokurczliwych, rurki dostarcza się w rolkach. Niektóre modele nie zawierają halogenków. Rurki tego typu są bardzo elastyczne, a budowa cechuje się cienkimi ściankami przy zapewnieniu dobrych właściwości izolacyjnych.

oznaczniki specjalne

W miejscach narażonych na działanie substancji szkodliwych, uszkodzeń mechanicznych i wilgoci użyteczne są oznaczniki wykonane ze stali nierdzewnej. Tego typu oznaczniki dobrze sprawdzają się na platformach wiertniczych, w budownictwie oraz zakładach petrochemicznych czy stoczniach. Nawet najbardziej trwałe oznaczniki nie spełni swojego zadania bez odpowiedniego zamocowania [1, 3]. Tradycyjna opaska z tworzywa sztucznego raczej nie spełni naszych oczekiwań. Z tego względu stosuje się opaski stalowe.

literatura do artykułu na

elektroinfo.pl

Fot. Partex



Systemy tras kablowych Materiały elektroinstalacyjne

- Korytka siatkowe
- Korytka kablowe
- Korytka napodłogowe
- Drabinki kablowe
- Systemy samonośne
- Systemy z poliestru wzmacnianego włóknem szklanym
- Systemy ognioodporne E30, E60, E90
- Kanały ochronne
- Kanały podparapetowe stalowe i aluminiowe
- Kanały elektroinstalacyjne i podparapetowe z PCV
- Kanały grzebieniowe
- Szyny montażowe
- Obejmy kablowe
- Rury elektroinstalacyjne aluminiowe, stalowe i ze stali nierdzewnej
- Dławiki z osprzętem
- Listwy zaciskowe
- Uziemienia
- Technika zamocowań

Niedax Kleinhuis Polska Sp. z o.o.
ul. Zagórska 133
42-680 Tarnowskie Góry
Tel. 32/381-98-10, 381-98-11
Fax 32/384-39-56
www.niedax.pl
e-mail: info@niedax.pl









drukarki etykiet

Damian Żabicki

Oferowane na rynku drukarki etykiet pozwalają na oznaczanie kabli instalacji sygnałowych, teletechnicznych i elektrycznych. Oznaczać można nie tylko przewody, ale również przełączniki, gniazda elektryczne, elementy, urządzenia itp.

Nowoczesne drukarki umożliwiają tworzenie szczegółowych, łatwych do odczytania etykiet opatrzonych napisami, symbolami, a nawet logo firmy. Jest możliwe wykonanie znaków ostrzegawczych i etykiet informacyjnych z instrukcjami, przy czym tworzone są własne etykiety ładowane do pamięci drukarki za pomocą portu USB. Specjalne oprogramowanie do projektowania pozwala na używanie symboli audio/wideo i elektrycznych. Odpowiednie funkcje umożliwiają drukowanie tekstu obróconego na etykietach przeznaczonych do owijania kabli. Wybór odpowiedniej etykiety zapewni funkcja szybkiego wybierania na klawiaturze dedykowanej.

W niektórych drukarkach przewidziano komórki pamięci pozwalające na przechowywanie indywidualnie stworzonych obrazów i projektów etykiet, przez co są one dostępne w każdej chwili. Specjalny system pozwala na szybką zmianę kasety z etykietami a mechanizm tnący przecina etykiety w określonym rozmiarze.

Typowa drukarka pozwala na wydruk kilku linii tekstu i najczęściej używanych symboli elektrycznych oraz audio/wideo. Wybrać można także styl druku, rozmiar czcionki oraz formę ob-

ramowania. Niektóre modele pozwalają na drukowanie kodów kreskowych.

Ważna jest prosta obsługa oraz łatwy dostęp do ustawień urządzenia. Przygotowaną etykietę można podejrzeć na wyświetlaczu, na którym przeprowadza się edytowanie informacji. Wyświetlacz wykonany jest w technologii LCD z podświetlaniem. Lekka, kompaktowa obudowa sprawdzi się w warunkach przemysłowych, zwłaszcza podczas pracy w trudno dostępnych miejscach. Komfort użytkowania poprawi gumowy uchwyt, pasek na ramię lub na szyję, zaś walizka zapewni bezpieczeństwo podczas transportu urządzenia.

W niektórych modelach przewidziano przycisk, za pomocą którego można wybrać funkcję wykonania etykiety do najbardziej powszechnych zastosowań. Niektóre modele drukarek współpracują z komputerem bezprzewodowo. Jest możliwe drukowanie sekwencyjne oraz drukowanie kodów kreskowych.

druk na etykietach termotransferowych

Budowa niektórych etykiet bazuje na kilku warstwach materiałów. Wysoki poziom trwałości zapewniono dzięki po-



Przykłady wykonania różnego typu etykiet

kryciu przezroczystym laminatem polietylenowym. Znaki są nanoszone na taśmę metodą termotransferową, pomiędzy dwie ochronne warstwy folii poliesterowej.

Taśmy termotransferowe cechuje odporność na ścieranie (wodą i chemiczne) i działanie skrajnych temperatur. Stąd też taśm tego typu używa się zarówno w gorącym środowisku, jak i w ujemnych temperaturach (od -80°C do 150°C). Cechy te uzyskano przy grubości taśmy 160 mikrometrów. W razie potrzeby taśmę można łatwo usunąć z przewodu, kabla lub urządzenia. Etykiety nie pozostawiają znacznych ilości kleju na materiale. Ewentualne pozostałości można usunąć za pomocą etanolu.

Technologia druku termotransferowego używana jest nie tylko do tworzenia etykiet. Za pomocą drukarek można wykonywać rurki termokurczliwe. Są one nakładane na przewód lub kabel a następnie podgrzewane. Bardzo często rurki wykonuje się z poliolefiny, który jest materiałem samogasnącym. Nie bez znaczenia pozostają właściwości zapewniające wytrzymałość na czynniki mechaniczne oraz na działanie rozpuszczalników. Rurki są odpowiednio spłaszczane. Aby móc wykonywać nadruk w drukarkach termokurczliwych, rurki dostar-

cza się w rolkach. Niektóre modele nie zawierają halogenu. Materiały tego typu są bardzo elastyczne, a budowa cechuje się cienkimi ściankami przy zapewnieniu dobrych właściwości izolacyjnych.

Niejednokrotnie zastosowanie znajdują etykiety samolaminujące. Nadruk wykonywany jest za pomocą drukarki laserowej. Etykiety samolaminujące najczęściej znajdują zastosowanie przy oznaczaniu elementów okrągłych, takich jak przewody, rury czy też kable. Po nałożeniu etykiety na znakovany element, ochrona pola opisowego zapewniona jest poprzez laminowanie. Dedykowane oprogramowanie pozwala na projektowanie oznaczeń i wydruków. Do prostych zastosowań producenci etykiet oferują szablonny przygotowane w formacie MS Windows Word.

Od właściwie oznakowanych przewodów i kabli zależy bezpieczeństwo użytkownika oraz serwisowania instalacji elektrycznych. Zyskuje się bowiem szybkie lokalizowanie połączeń przewodów i kabli.

Na etapie wyboru odpowiedniej drukarki należy pamiętać o odpowiednich etykietach. Specjalne etykiety znajdują zastosowanie w najtrudniejszych warunkach pracy.

Fot. K. Kuczyński

Drukarka oznaczników LETATWIN LM-550A/PC CE

✓ Większa prędkość druku!

✓ Większe rozmiary profili i taśm!

✓ Menu po polsku!

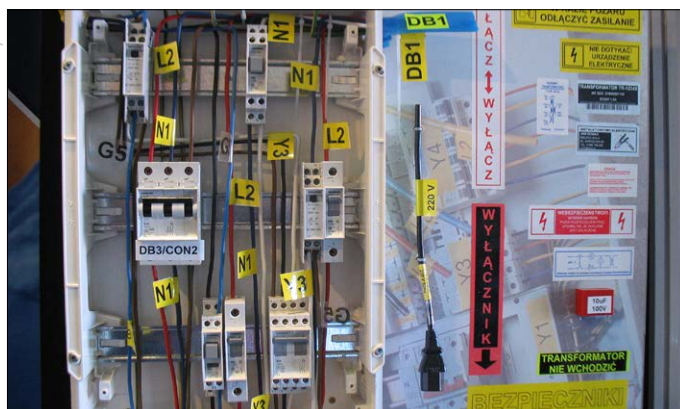
✓ Prosta w obsłudze!



ERGOM®

www.ergom.com

Fot. K. Kuczyński



Możliwości wykonania etykiet technologią termotransferu

ASTE Sp. z o.o.

80-180 Gdańsk
Kowale, ul. Magnacka 25
tel. 58 340 69 00,
faks 58 340 69 01
aste@aste.pl
www.aste.pl



ENERGOTYTAN S.C.

32-660 Chelmek, Plac Kilińskiego 2
tel. +48 33 842 75 38
faks +48 33 487 61 38
biuro@energotypan.pl
www.energotypan.com



Nexans Power Accessories Poland Sp. z o.o.

Nexans Polska Sp. z o.o.

47-400 Racibórz, ul. Wiejska 18
tel. 32 418 23 49
faks 32 418 22 48
www.nexans-power-accessories.pl
www.nexans.pl



Niedax Kleinhuis Polska Sp. z o.o.

42-680 Tarnowskie Góry
ul. Zagórska 133
tel. 32 381 98 10, 381 98 11
faks 32 384 39 56
info@niedax.pl
www.niedax.pl



NKT S.A.

43-254 Warszowice
ul. Gajowa 3
tel. 32 757 17 00
info.pl@nkt.com
www.nkt.com.pl



Nowimex s.c.

02-969 Warszawa, ul. Kremowa 65A
tel. 22 816 85 79
faks 22 816 85 34
info@nowimex.com.pl
www.nowimex.com.pl



Zakłady Kablowe BITNER Sp. z o.o.

30-009 Kraków, ul. Józefa Friedleina 3/3
tel. 12 389 40 24, faks 12 378 37 92
bitner@bitner.com.pl
www.bitner.com.pl



Zakład Aparatury Elektrycznej ERGOM Sp. z o.o.

94-102 Łódź
ul. Nowe Sady 10
tel. +48 801 000 275
bok@ergom.com
www.ergom.com



Brother Polska Sp. z o.o.

ul. Marynarska 15
02-674 Warszawa
tel.: 22 441 63 00
biuro@brother.pl
www.brother.pl



Redakcja elektro.info

04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18
tel. 22 810 65 61, faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl



