



# Jak dobrać przewody do aplikacji przemysłowych?

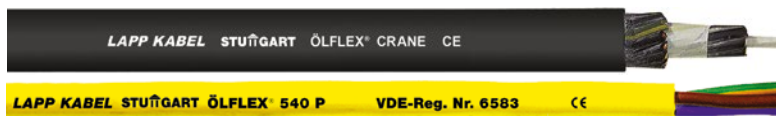
## Porady specjalisty

Budowa przewodu elektrycznego jest powszechnie znana – najprostszą jego konstrukcją jest żyła z materiału przewodzącego w otulinie wykonanej z tworzywa o właściwościach izolacyjnych. Te dwa elementy występują jednak w bardzo różnych kombinacjach, co sprawia, że na rynku dostępne są setki, jeżeli nie tysiące różnych typów przewodów elektrycznych. Czym różnią się poszczególne konstrukcje? Jakie parametry przewodów są najistotniejsze dla użytkownika? Kiedy warto skorzystać z produktu specjalistycznego? Odpowiedzi na te i kolejne pytania są zawarte w niniejszym artykule.

Ilustracja tytułowa: Głowica maszyny drążącej o średnicy 11,8 metra podczas pracy w najdłuższym tunelu kolejowym – alpejskim Gotthard Base Tunnel; w maszynie wykorzystano m.in. przewody zasilające i sterujące ÖLFLEX oraz złącza EPIC firmy Lapp Kabel

Funkcje przewodów elektrycznych, dokonując ich zgrubnego podziału, mogą być dwójakie – związane z zasilaniem oraz sterowaniem. Pod pojęciem zasilania rozumie się bezpośrednie dostarczanie energii elektrycznej niezbędnej do funkcjonowania obiektu lub urządzenia, przy czym nieistotna jest w tym przypadku moc odbiornika. Mogą to być dziesiątki lub setki kW – charakterystyczne dla większych silników lub całych zespołów maszyn, ale też kilka W lub wręcz mW potrzebnych do zasilania układów elektronicznych. Sterowanie to odrębna grupa zagadnień. Tego typu układy, w uproszczeniu, decydują o skierowaniu energii elektrycznej w odpowiednie miejsca urządzenia. Należć do nich może prosty układ sterowania oparty o kilka styczników lub rozbudowana instalacja automatyki przemysłowej zbudowana na bazie programowalnego sterownika PLC.

Istotnym rozróżnieniem instalacji zasilającej i sterowniczej są potencjalne skutki uszkodzeń. Co może stać się w przypadku nagłego odcięcia dopływu energii elektrycznej, a co wskutek przerwania transmisji danych? Zazwyczaj bardziej niebezpieczne jest nagłe odłączenie zasilania, ponieważ, pomijając układy o pełnym backupie zasilania, powoduje to nagłe przerwanie procesu produkcyjnego. Skutkiem tego może być np. przegrzanie się instalacji, krystalizacja substancji w rurociągach czy stracenie kontroli operatora nad przemieszczanym ładunkiem. Są to sytuacje bardzo niebezpieczne dla obsługi oraz mogące powodować wyjątkowo kosztowne uszkodzenia maszyn produkcyjnych.



Fot. 1

Porównanie przewodów w izolacji gumowej (czarny) i poliuretanowej (żółty)

W przypadku awarii przewodów sterowniczych dobrze zaprojektowany system sterowania ma zabezpieczenia pozwalające bezpiecznie dokończyć proces produkcyjny lub go zawiesić, dając jednocześnie sygnał awarii dla obsługujących system pracowników. Obecnie standardem są redundantne systemy sterowania, czyli takie, które w przypadku uszkodzenia podstawowego układu sterowania automatycznie przełączają się na drugi, dublujący pracę systemu podstawowego.

### NAJCZĘŚCIEJ WYSTĘPUJĄCE ZAGROŻENIA

Niezależnie od rodzaju instalacji, każde nieprawidłowe funkcjonowanie przewodów elektrycznych pociąga za sobą wymierne koszty. Dlatego podstawową funkcją instalacji elektrycznej pożądaną przez użytkownika jest jej długa i bezawaryjna praca w danych warunkach środowiskowych. Pracę przewodów elektrycznych mogą zakłócić czynniki takie, jak te przedstawione poniżej.

- Uszkodzenia mechaniczne materiałów izolacyjnych – przecięcie, przetarcie izolacji zewnętrznej lub wewnętrznej. Konsekwencją jest np. przebicie, zwarcie w instalacji

a szczególnie niebezpiecznym zdarzeniem może być porażenie elektryczne.

- Uszkodzenie mechaniczne żyły – przerwanie ciągłości żyły, przerwanie ciągłości ekranu przewodu wynikające z częstego zginania przewodu, przemieszczania, nawijania na bębny, pracy w ruchomych korytach (przewodnicach łańcuchowych). Skutkuje to nagłą przerwą w przesyłaniu danych, zmniejszeniem się przekroju żyły i jej nadmiernym nagrzewaniem lub odcięciem zasilania.
- Zagrożenia chemiczne – kontakt izolacji przewodu z agresywną substancją powodują obniżenie jej parametrów elektrycznych lub mechanicznych. Skutki będą podobne jak w przypadku mechanicznego uszkodzenia izolacji.
- Zbyt wysoka lub niska temperatura – stałe lub chwilowe przebywanie przewodów w podwyższonej (ponad 60°C) temperaturze lub w warunkach silnego schłodzenia (poniżej -20°C). W tej grupie czynników należy także uwzględnić częste wahania temperatury. Najczęstszą konsekwencją jest stopienie izolacji, sklejenie żył, prze-



Fot. 2

Na placach budów przewody są szczególnie narażone na uszkodzenia mechaniczne

bicie lub zwarcie. W niskich temperaturach następuję pękanie izolacji żył lub izolacji płaszczu.

- Promieniowanie – najczęściej występujące promieniowanie UV (np. światło słoneczne), ale także promieniowanie jonizujące lub rentgenowskie. W efekcie długotrwałej ekspozycji na promieniowanie izolacje przewodów mogą tracić giętkość i parametry elektryczne. Najczęstszym zjawiskiem jest zmiana koloru powłoki zewnętrznej (blaknięcie).

- Zakłócające promieniowanie elektromagnetyczne – zakres częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego, który wiąże się bezpośrednio z użytkowaniem urządzeń elektrycznych, elektronicznych i radiowych (do 300 MHz). Dla instalacji pomiarowej czy w przypadku transmisji danych może skutkować to błędnymi odczytami wartości wielkości mierzonej (sygnały analogowe) lub całkowitym zaprzestaniu transmisji (sygnały cyfrowe). Na podstawie zafałszowanych danych system sterowania podejmie niewłaściwe decyzje, np. otrzymując informację o temperaturze niższej niż rzeczywista nie otworzy w odpowiednim momencie zaworu bezpieczeństwa.

Żadnego z powyższych zagrożeń nie można w pełni wyeliminować, ale skutki wystąpienia każdego z nich można zminimalizować poprzez stosowanie odpowiednich przewodów elektrycznych. Należy wybrać odpowiedni rodzaj żyły przewodzącej, zdecydować o izolacjach żył i materiałach płaszczu zewnętrznego a także określić przydatność dodatkowych elementów budowy przewodu, ta-



Fot. 3

Aplikacje zrobotyzowane to obszar, gdzie zazwyczaj stosowane są kable przeznaczone do ruchu ciągłego

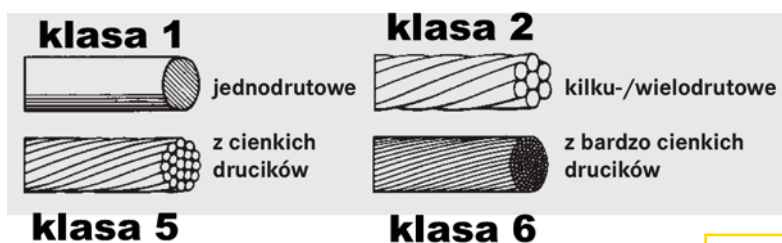
kich jak ekrany, pancerze czy włókna wzmacniające. Wówczas spośród sepek wyrobów wybierzemy ten optymalny do naszej instalacji.

### USZKODZENIA MECHANICZNE IZOLACJI

Postawmy sprawę jasno – pewnej grupie uszkodzeń mechanicznych nie sposób zapobiec. Są to uszkodzenia wynikające z wandalizmu, niekompetencji lub niefrasobliwości osób obsługujących urządzenia elektryczne. Zapewne każdy z nas słyszał o przypadkach przecięcia linii zasilającej przez operatora koparki czy zerwania przewodu napowietrznego przez przejeżdżający pod nim wózek widłowy. Można natomiast znacznie ograniczyć liczbę awarii w miejscach, w których zagrożenie mechaniczne jest znane lub przewidywalne. W takich miejscach dobrze wybierać przewody w izolacjach zewnętrznych z tworzyw o podwyższonej odporności mechanicznej. Tradycyjnie izolacją taką będzie jeden z gatunków gumy.

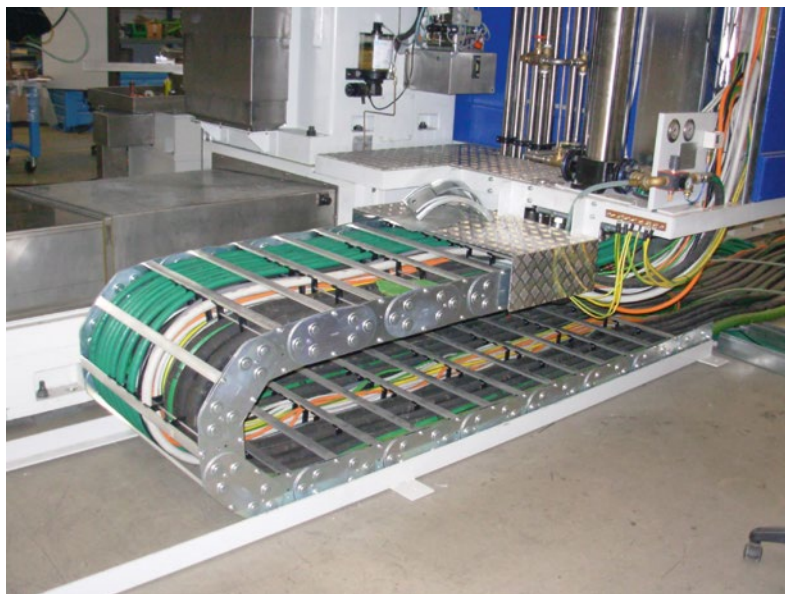
Grube i plastyczne płaszcze przewodów gumowych dobrze chronią żyły w przypadku zgniecenia przewodu (nadeptnięcia, najechania). Kiedy głównym niebezpieczeństwem jest ścieranie izolacji (praca na posadce betonowej) lub zdrapanie, nacięcie przewodu (ostre krawędzie konstrukcji stalowej) – wówczas lepiej sprawdzą się przewody w izolacji z poliuretanu (PUR). Jest ona twardsza do gumy, a jednocześnie będzie cieńsza i lżejsza, co sprawdza się w przewodach służących jako przedłużacze lub podłączenia elektronarzędzi. W specyficznym przypadku nałożenia się problemów z nacinaniem izolacji i nakłuwaniem (np. przez wióry pozostałe po obróbce elementów metalowych) warto rozważyć użycie przewodów w pancerzach ze stali. Wersje takie, dzięki pancerzowi wykonane z plecionki, nadal pozostają elastyczne a jednocześnie zapewniają bardzo wysoką ochronę mechaniczną. Sprawdzą się przy podłączaniu pedałów sterujących w pobliżu obrabiarek i pras do metalu, gdzie spadające elementy metalowe ucinają tradycyjne przewody.

Może się zdarzyć, że mimo zastosowania solidnych przewodów uszkodzenia mechaniczne nadal stanowią częstą przyczynę awarii. Wówczas zdecydowanie poleca się użycie dodatkowo węży osłonowych, najlepiej giętkich. Ich wybór jest



Fot. 4

Porównanie budowy żyły w różnych klasach giętkości



Fot. 5

Prowadnica łańcuchowa z przewodami, praca w ruchu ciągłym

bardzo szeroki, zarówno jeżeli chodzi o wyroby z tworzywa jak i z metalu a także wersje kombinowane, np. solidny metalowy, giętki wąż pokryty olejoodporną powłoką z tworzywa SILVYN LCC.

## USZKODZENIE MECHANICZNE Żył

Pomijając przecięcie, przetarcie całego przewodu, któremu towarzyszy przerwanie ciągłości żył elektrycznych, najczęstszą przyczyną niewidocznego z zewnątrz uszkodzenia żył jest ich przełamanie w wyniku częstego zginania. I znowu zła wiadomość – na skutek ruchu wszystkie elementy metalowe z czasem się osłabiają mechanicznie i pękają. Proces degradacji można jednak znacznie opóźnić, stosując żyły o określonej klasie giętkości. Norma PN-EN 60228 - *Żyły przewodów i kabli* zawiera definicję budowy żył przewodów miedzianych i aluminiowych. Dla wersji miedzianych funkcjonują klasy giętkości 1, 2, 5 i 6 (patrz rys. 4). Klasy 1 i 2 to żyły drutowe lub wielodrutowe, sztywne, wyłącznie do montażu na stałe. Żyły klasy 5 są już skręco-

ne z cienkich drucików i zbudowane z takich żył przewody definiowane są jako giętkie, mogące pracować w ruchu. Klasa 6 to żyły skręcone z jeszcze cieńszych drucików (o średnicy 0,2 mm i mniej) i określane są one jako bardzo giętkie. Wiedząc, że przewód w instalacji będzie musiał się przemieszczać, warto wybrać od razu przewody wykonane z żył 6. klasy. W szczególności dotyczy to instalacji umieszczonych w prowadnicach kablowych (prowadnikach), gdzie ruch elementów urządzenia trwa nieustannie, jako część procesu produkcyjnego. Takimi maszynami są np. wszelkie obrabiarki (do metalu, drewna), linie pakujące (paletyzery), podajniki zautomatyzowane (roboty) i wiele innych. Producenci prze-



Fot. 6

Szczegóły budowy przewodu do pracy w ruchu ciągłym  
ÖLFLEX SERVO FD 795 CP



wodów przeznaczonych do ciągłego ruchu, poza żyłami klasy 6, stosując w nich dodatkowe rozwiązania, przedłużające żywotność instalacji. Ciężkie skręcenie żył w pęczki, nieklejąca się izolacja żył, dodatkowe obwoje ze śliskich taśm (np. PTFE) – to wszystko po to, aby zagwarantować użytkownikowi określoną liczbę cykli zginania. Dla najlepszych dochodzą one do 10 milionów.

Niezmiernie ważne jest posiadanie wiedzy, czy poza zginaniem przewód będzie wykonywał inny rodzaj ruchu, gdyż to wymusza skorzystanie z kolejnej grupy produktów. Przewody montowane na robotach przemysłowych podlegają skręcaniu wzdłuż własnej osi. Podobny rodzaj ruchu, ale o zupełnie innej dynamice, występuje w elektrowniach wiatrowych – dokładniej w wiatrakach. We wnętrzu maszty zwisające swobodnie przewody także poddawane są skręcaniu. Całkowicie osobną grupą są przewody przeznaczo-

ne do pracy na dźwigach i suwnicach. Na tych urządzeniach przewody pracują nawijane na bębny lub są przewijane przez rolki. Muszą one być odporne na naprężenia wzdłużne, dlatego ich konstrukcje zawierają specjalne linki nośne (z tworzywa lub metalu), które naprężenia te właśnie przejmują. Z wszelkich przewodów elektrycznych wersje przeznaczone do pracy w ciągłym ruchu można uznać za najbardziej specjalistyczne i zaawansowane technologicznie.

## ZAGROŻENIA CHEMICZNE

Przewody elektryczne pracujące w warunkach przemysłowych zawsze mają styczność ze stosowanymi przy produkcji środkami chemicznymi. Może to być kontakt zamierzony (np. przewody w zakładach spożywczych są systematycznie myte i dezynfekowane) lub przypadkowy, występujący podczas awarii. Ten ostatni to przykładowo kontakt z rozpuszczalnikiem wyciekającym z rozsz-



Fot. 7

Przemysł ciężki to typowy obszar występowania narażeń przewodów na skrajne temperatury

czelnionego zbiornika. W pierwszym przypadku wybierane przewody muszą być z założenia odporne na działające substancje chemiczne, w drugim jest to zależne od ewentualnych skutków ich uszkodzenia oraz prawdopodobieństwa wystąpienia danej awarii.

Ze względu na olbrzymią liczbę występujących w przemyśle środ-

ków chemicznych, przed każdym doбором przewodu warto skorzystać z udostępnianych przez producentów tabel odporności chemicznej. W tym momencie można jedynie podać kilka podstawowych wskazówek związanych z najczęściej poszukiwaną przez klientów odpornością. Do pracy w środowisku zaolejonym (oleje smarujące) nadają się olejoodporne przewody w izolacjach na bazie PVC. Jeszcze lepszym wyborem przy zamierzonym kontakcie z chemią ropopochodną (oleje, smary, benzyny) będą przewody w izolacji z poliuretanu (PUR). Kontakt z alkoholami zwykle dobrze znoszą izolacje na bazie gumy. Do pracy w środowisku zasadowym warto szukać przewodów w izolacji z termoplastycznych elastomerów (TPE). Jeżeli jest potrzeba zapewnienia odporności na jak najszerszą grupę związków chemicznych, należy zdecydować się na przewody w PTFE lub FEP.

## Odpowiedni dobór przewodów zapobiega awariom

Przypadek dotyczy dużej firmy spedycyjnej, która przy stanowiskach załadunkowych dla naczep (tzw. „gejtach”) ma system odczytywania kodów kreskowych z palet. Skaner jest ruchomy w poziomie i podłączony przewodami ułożonymi w ruchomej prowadnicy kablowej. Każdego roku, w zimie, pojawiały się problemy ze skanerami. Odczyty były błędne lub skanery całkowicie odmawiały posłuszeństwa. Generowało to opóźnienia w załadunku i rozładunku, co w przypadku firmy spedycyjnej jest niedopuszczalne. Podejrzewano, że przyczyna leży w przewodach do transmisji danych, ale stosowano zawsze fabrycznie dobrane przewody, przeznaczone do wielu milionów cykli zginania, trudno więc było kwestionować poprawność ich działania. Po dokładnej analizie zagadnienia przez specjalistę od przewodów elektrycznych, okazało się, że oryginalne przewody miały zakres pracy od  $-5^{\circ}\text{C}$ , a zimą, przy gruncie, szczególnie we wczesnych godzinach porannych, temperatura spadała nawet do  $-20^{\circ}\text{C}$  i pracujące przy samej rampie przewody skanerów nie wytrzymywały tak niskich temperatur. Wykonana z PVC izolacja żył pękała i od czasu do czasu następowało zwarcie żył zawieszając transmisję. Zaproponowano wymianę przewodów na wersję z żyłami w izolacji z termoplastycznych elastomerów (TPE) o giętkości od  $-40^{\circ}\text{C}$  i awarie ustały.



## WYSOKA I NISKA TEMPERATURA

W większości procesów produkcyjnych znajdują się tak zwane „miejsca gorące”, gdzie występują podwyższone temperatury. Oczywiście pod tym względem gałęzie przemysłu to hutnictwo metali (patrz rys. 7), ale także huty szkła. Do tej grupy zalicza się także odlewnie i produkcję

**LAPP KABEL**

na wtryskarkach ciśnieniowych. Przetwórstwo tworzyw sztucznych zazwyczaj wymaga podgrzania obrabianego materiału lub jego wulkanizacji w podwyższonej temperaturze. Podobnie jest z produkcją budowlaną – cementownie, cegielnie, produkcja dachówek, ceramika użytkowa, oraz przemysłem spożywczym – tu występują procesy gotowania, pieczenia, pasteryzacji. Wszędzie tam występują temperatury znacznie powyżej 60°C (czyli już określane jako „gorąco”).

W warunkach takich jak omawiane, choćby po to, aby panującą tam temperaturę zmierzyć, muszą być prowadzone przewody elektryczne. Akurat w tym przypadku dobór przewodów jest prosty – przewód musi wytrzymać (bez pogorszenia swoich parametrów elektrycznych i mechanicznych) długotrwałe przebywanie w docelowej temperaturze. Ten parametr jest zawsze podawany przy przewodach przeznaczonych dla przemysłu i wystarczy tylko go porównać z oczekiwanym. Standardową izolacją wybieraną w takich przypadkach jest silikon (do +200°C) lub izolacje na bazie teflonu (do +300°C). Co ciekawe – te same tworzywa sprawdzają się także w niskich temperaturach, odpowiednio do -50°C i -190°C. W przypadku temperatur ujemnych związanych z warunkami środowiskowymi (praca w ruchu na zewnątrz, zimą, temperatura ok. -30°C) wystarczą przewody w izolacjach z gumy lub PUR.

#### PROMIENIOWANIE UV

Chyba żaden z czynników mających negatywny wpływ na kondycję przewodów nie wzbudza takich dyskusji z klientami, jak promieniowanie UV. Dzieje się tak, gdyż negatywne skutki jego działania widoczne są dopiero po kilku latach ekspozycji. Nie zawsze można przekonać instalatora, który musi ułożyć trasę kablową na zewnątrz budynków, do zastosowania przewodów z deklarowaną odpornością na promieniowanie słoneczne. Są to produkty nieco droższe od podstawowych wykonaw i zapewne ta różnica cenowa sprawia, iż na tej grupie wykonawca lub inwestor chce zaoszczędzić. Faktycznie – przez pierwsze lata pracy instalacji zapewne nie będzie widocznych skutków ułożenia nieodpowiednich przewodów. Niemniej jednak przez cały ten czas promieniowanie UV będzie niszczyło płaszcz przewodów, zmniejszając jego elastyczność. Wówczas wystarczą drobne drgania, lekkie uderzenie czy próba przesunięcia przewodu w korycie kablowym (np. podczas rozbudowy instalacji) i w płaszczu pojawią się mikropęknięcia. W te szczelinki zacznie dostawać się woda lub chemikalia i proces degradacji izolacji znacznie przyspieszy. Od tego momentu przebiecie elektryczne lub zwarcie jest tylko kwestią czasu.

Dlatego mając wiedzę, że trasa kablowa będzie prowadzona na zewnątrz pomieszczeń, warto zainwestować w odpowiednie przewody, które mają zadeklarowaną przez producenta odporność na promieniowanie UV. Jednocześnie będzie to izolacja o wyższej odporności mechanicznej, gdyż na zewnątrz pomieszczeń tego



**TRWAŁOŚĆ**  
naszych produktów



**SZYBKOŚĆ**  
i łatwość montażu



**DOSTĘPNOŚĆ**  
asortymentu na magazynie



**TRADYCJA**  
ÖLFLEX® – pierwszy przewód na świecie z własną marką

Don't save your cable.  
Save your time.

Nie oszczędzaj na kablach. Oszczędzaj swój czas.



**ÖLFLEX®**

Przewody sterownicze i przyłączeniowe



**SILVYN®**

System węży osłonowych



**SKINTOP®**

Dławnice kablowe

[www.lappolska.pl](http://www.lappolska.pl)

tel. +48 71 330 63 00, fax +48 71 330 63 06

typu zagrożeń jest więcej (grad, ptaki, zapylenie). Izolacjami z założeniami odpornymi na UV są poliuretan i wszelkie gumy. W przypadku PVC należy zwrócić uwagę, aby było w kolorze czarnym, gdyż białe lub szare PVC do instalacji zewnętrznych się nie nadaje.

## ZAKŁÓCAJĄCE PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE

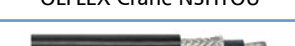
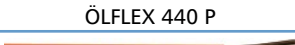
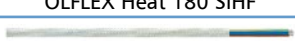
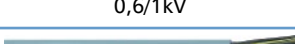
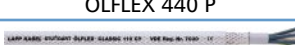
W przypadku tego zagrożenia odpowiedź jest oczywista – przewody ekranowane są obecnie standardem i nie trzeba przekonywać instalatorów do ich stosowania. Można zauważyć, że są one używane nawet nieco „na wyrost” i układane w miejscach, gdzie przewody bez ekranu również byłyby odpowiednie. Klienci jednak argumentują takie rozwiązania bardzo logicznie i „życiowo”. Przy obecnej dynamice produkcji, częstych zmianach na liniach produkcyjnych i licznych modernizacjach urządzeń nigdy nie wiadomo, czy za rok, dwa w danym miejscu poziom zakłóceń nie wzrośnie i trzeba będzie wymieniać całą instalację na przewody ekranowane. Argument ten dotyczy głównie przewodów pomiarowych i do transmisji danych. Ekranowane przewody zasilające są stosowane tylko tam, gdzie jest to niezbędne, przed wszystkim przy silnikach zasilanych z przetworników częstotliwości (falowników) lub przy serwonapędach. Metod ekranowania przewodów elektrycznych jest dużo. Jest to zagadnienie szeroko opisywane w prasie branżowej. Warto tylko podkreślić, że nawet najlepszy ekran nie będzie wiele wart, jeżeli nie zostanie podłączony do zacisku uziemiającego.

## PODSUMOWANIE

Porady dotyczące właściwego doboru przewodów elektrycznych do

**Przykładowe przewody mogą być stosowane w aplikacjach, gdzie występują określone zagrożenia.**

**Tabela. Przykładowe przewody z oferty firmy Lapp Kabel**

| Zagrożenie                                    | Proponowany przewód                                                                                                      | Główne zalety                                                                               |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uszkodzenia mechaniczne izolacji              | <br>ÖLFLEX Classic 100 SY              | Pancerz stalowy                                                                             |
|                                               | <br>ÖLFLEX 540 P                       | Izolacja zewnętrzna z poliuretanu, żółty kolor ostrzegawczy                                 |
| Uszkodzenie mechaniczne żyły                  | <br>ÖLFLEX Classic 810 P               | Bardzo giętke żyły klasy 6.                                                                 |
|                                               | <br>ÖLFLEX Robot 900 DP                | Bardzo giętke żyły klasy 6., możliwość skręcania wzdłuż własnej osi, specjalny ekran typu D |
|                                               | <br>ÖLFLEX Crane NSHTÖU                | Specjalne wzmocnienia wzdłużne odciążające żyły w trakcie pracy na bębnie                   |
| Zagrożenia chemiczne                          | <br>ÖLFLEX Petro C HFFR                | Bardzo szeroka odporność na związki petrochemiczne i płuczki wiertnicze                     |
|                                               | <br>ÖLFLEX 440 P                       | Odporność na oleje i benzyny                                                                |
| Wysoka lub niska temperatura                  | <br>ÖLFLEX Heat 180 SiHF               | Zakres pracy od -50°C do +180°C                                                             |
|                                               | <br>ÖLFLEX Heat 350 MC                 | Zakres pracy od -50°C do +350°C                                                             |
| Promieniowanie UV                             | <br>ÖLFLEX Classic 110 Black 0,6/1kV | Wzmocniony płaszcz z czarnego PVC, możliwość bezpośredniego zakopania w ziemi               |
|                                               | <br>ÖLFLEX 440 P                     | Płaszcz PUR, giętki na mrozie do -40°C                                                      |
| Zakłócające promieniowanie elektromagnetyczne | <br>ÖLFLEX Classic 110 CY            | Podstawowy ekranowany przewód sterowniczy                                                   |
|                                               | <br>ÖLFLEX Servo 2YSLCY              | Specjalistyczny przewód do zasilania silnika z falownika, dwa ekrany                        |
|                                               | <br>UNITRONIC Li2YCY PiMF            | Przewód do transmisji danych w trudnym środowisku, para żył w ekranie + ekran na całości    |

aplikacji można mnożyć, gdyż praktycznie każdy przypadek należy rozważać indywidualnie. Istotne jest natomiast, że podchodzenie do okablowania jako mało ważnego elementu całej instalacji może być groźne w skutkach. Zazwyczaj dużo więcej czasu poświęca się na dobór kosztowych urządzeń aktywnych (sterow-

ników, napędów, aparatury elektrycznej), traktując przewody nieco „po macoszemu”. Zapomina się o starej maksymie, że cały system jest tyle wart, ile jego najsłabszy element. Jak w każdej sprawie technicznej, polecamy skontaktować się ze specjalistą w tej dziedzinie, który wskaże na trasie instalacji elektrycznej miejsca o potencjalnie dużym zagrożeniu dla przewodów i zaproponuje właściwe rozwiązania.

**Mariusz Pajkowski**

Autor jest zastępcą dyrektora ds. technicznych w firmie Lapp Kabel Sp. z o.o.



Porównanie przewodów w izolacji silikonowej (czerwony) i PTFE (czarny)

Fot. 8