# Pewność połączeń w stacjach energetycznych

Wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną, widoczny zarówno w krajowych jak i światowych prognozach, powoduje konieczność modernizacji i rozbudowy systemu energetycznego, na który składają się nie tylko linie przesyłowe, ale także stacje energetyczne. Ze względu na ich strategiczne znaczenie dla bezpiecznego i niezawodnego przesyłu i rozdziału energii elektrycznej elementy składowe stacji (szyny, transformatory, osprzęt) muszą spełniać wymagania techniczne i jakościowe określone przez inwestorów.

W przypadku modernizowanych obiektów czy nieplanowanych wyłączeń (w celu usunięcia awarii) najważniejsza jest dostępność produktów. Natomiast nowe inwestycje rozpatrywane są coraz częściej w kategorii projektów 'pod klucz'. W tym przypadku inwestorzy i wykonawcy oczekują od dostawcy nie tylko wysokiej jakości produktów czy elastyczności działania, ale także wsparcia technicznego na każdym etapie projektu – począwszy od rozwoju i produkcji elementów niezbędnych dla stacji, poprzez organizację działań logistycznych aż po nadzór nad projektem. Takie wsparcie może zaoferować swoim klientom firma Lorünser, która od wielu lat jest dostawcą kompleksowych rozwiązań dla stacji elektroenergetycznych.

## Historia i rozwój firmy

Początek działalności firmy to rok 1947, w którym rodzina Lorünser zbudowała odlewnię metali lekkich, tokarnię i kuźnię. Pierwszymi wytwarzanymi produktami były wyroby aluminiowe przeznaczone głównie dla budownictwa. W krótkim czasie firma wyspecjalizowała się także w produkcji osprzętu dla przemysłu elektrotechnicznego, co spowodowało rozbudowę zakładu m.in. uruchomienie cynkowni ogniowej. W latach 70-tych firma dynamicznie się rozwijała i odnotowała znaczny wzrost eksportu. W 1985 roku zakład metali lekkich został przejęty przez grupę Knill -Mosdorfer, która już wówczas specjalizowała się w produkcji elementów wykonywanych ze stali. Połączenie obu firm pozwoliło na uzyskanie efektu synergii, rozszerzenie asortymentu i obsługę większej liczby klientów. Lorünser skoncentrował się na rozwoju i produkcji osprzętu dla stacji energetycznych (złączy oraz izolatorów łańcuchów w stacjach). Początkowo z wykorzystaniem produktów marki Lorünser realizowane były obiekty o napięciu do 500 kV. W 2000 roku Lorünser stał się znany z produkcji złączy dla stacji o napięciu 800 kV prądu zmiennego, rozwijając w tym samym czasie także złącza prądu stałego do 670 kV. Obecnie wraz ze swoimi klientami firma podejmuje się realizacji projektów powyżej 1000 kV.

## Wysoka jakość i doświadczenie poparte referencjami

Wieloletnie doświadczenie w projektowaniu i produkcji osprzętu dla wysokich napięć oraz bogata oferta asortymentowa, która obejmuje ponad 25 tyś. produktów i 6 tyś. różnych modeli, pozwala firmie oferować swoim klientom zoptymalizowane i kompleksowe rozwiązania. W zależności od wymagań określonych w specyfikacjach technicznych dział projektowy firmy Lorünser opracowuje produkty i rozwiązania dostosowane do potrzeb klienta i konkretnego projektu. W celu zagwaranto-

Fot. 1. Zakład Loruenser dawniej...

Fot. 2. ...i dziś.

Fot. 3. SE 220/110 kV Adamów.

Fot. 4. SE 400/110 kV Trębaczew.

Fot. 5. SE 110 kV Stendal, Niemcy.

wania odpowiedniej jakości produktów, która zapewnia bezpieczne połączenia w stacjach, Lorünser przeprowadza w swoich laboratoriach regularne i dokładne kontrole, w tym: badania materiałów, testy wysokonapięciowe, prądowe i mechaniczne. Gwarancją działania wg najwyższych standardów jest certyfikat ISO 9001, który firma posiada od 1995 roku, zaś o jakości wyrobów najlepiej świadczy bogata lista referencyjna. Produkty firmy Lorünser stosowane są na wszystkich kontynentach, w różnych, często ekstremalnych warunkach klimatycznych. Wśród obiektów zrealizowanych w ostatnich latach z wykorzystaniem osprzętu stacyjnego firmy Lorünser są m.in. stacja przetwornicowa 600kV DC prądu stałego w RPA, przebudowana stacja 400kV Sombor Jagodina w Serbii czy największa rumuńska stacja 400/220/110kV Bukareszt Południowy, której modernizację prowadzono podczas pracy. Lorünser we współpracy z ABB Siemens Austria wziął również udział w budowie stacji przy nowej hydroelektrowni Gesha w pobliżu Szanghaju w Chinach. Przez okres swojej działalności firma zdobyła referencje także w Polsce. Wystarczy wspomnieć stację Adamów przy Elektrowni Adamów zbudowaną dla PSE Operator przy wykorzystaniu połączeń skręcanych z oferty Lorünser czy nową stację 400/110kV Trębaczew, wybudowaną w 2010 roku także z użyciem osprzętu austriackiego. Przez okres eksploatacji i pracy tych obiektów osprzęt spisuje się bez zarzutów, a jego łatwy montaż chwalą pracujący z nim wykonawcy.

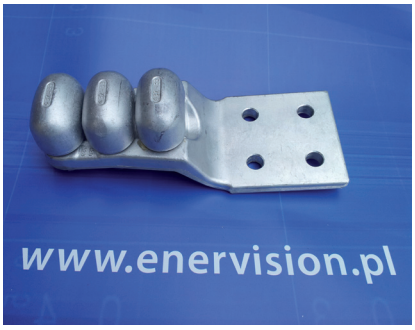
## Kompleksowe rozwiązania

Bogata oferta asortymentowa, obejmująca nie tylko osprzęt (od zacisków prasowanych na przewodach, poprzez zaciski montowane przy pomocy połączeń śrubowych, aż po uniwersalny i wielofunkcyjny system zacisków MFC), ale także pozostałe elementy stacji tj. łańcuchy izolatorów, przewody i szyny rurowe o długości powyżej 20 metrów, czyni firmę Lorünser kompleksowym dostawcą dla stacji elektroenergetycznych. Oferowany osprzęt jest odpowiedni zarówno dla stacji prądu zmiennego jak i stałego i spełnia następujące właściwości eksploatacyjne:

- napięcie zasilania od 33 kV do 1000 kV
- prąd znamionowy do 6000A
- prąd zwarciowy do 80kA
- temperatura pracy od -40°C do 200°C

Spory procent w ofercie produktowej firmy Lorünser stanowi **osprzęt zaprasowywany** do wykonywania połączeń na przewodach stalowo-aluminiowych. Możliwe są tu dwa główne sposoby wykonania zacisków. Pierwszy stanowią zaciski wykonane z jednolitej rury aluminiowej, gdzie płytka stykowa jest uformowana mechanicznie. Drugi rodzaj zacisków wykonany jest przez dospawanie do przygotowanej wcześniej płytki stykowej odcinka rury aluminiowej, który później będzie mocowany na przewodzie. Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość wykorzystania płytki stykowej o dowolnych rozmiarach i kształtach.

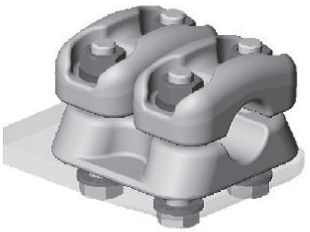
Rewolucyjnym na polskim rynku rozwiązaniem jest **osprzęt skręcany**, wykorzystywany na obiektach stacyjnych zamiast stosowanego dotychczas osprzętu zaprasowywanego. Jego zastosowanie wyklucza konieczność użycia niewygodnych narzędzi prasujących, gdyż do montażu zacisków skręcanych wystarczy odpowiednio nastawiony klucz dynamometryczny. Zaciski skręcane mogą w każdym przypadku zastąpić zaciski prasowane. Dodatkowo dają one dużo więcej możliwości konfiguracji połączeń.

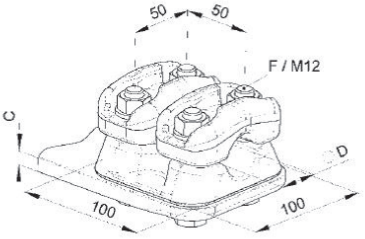


Fot. 6. Zacisk śrubowy prosty.

Fot. 7. Zacisk odgałęźny teowy.

Fot. 8. Zacisk przyłączeniowy śrubowy na koniec przewodu rurowego.





Rys.1. Zacisk MFC typu MFC2A

Zaciski skręcane wykonywane są ze stopów aluminium w formie odlewów lub odkuwek. Składają się one z korpusu zacisku (uformowanego w zależności od przeznaczenia) oraz dwóch lub trzech nakładek, które wraz ze śrubami dociskają przewód do korpusu (fot. 6). Dodatkowo śruby są zabezpieczone przed wypadaniem podczas montażu. Powierzchnia stykowa korpusu przeznaczona do kontaktu z przewodem wykonana jest w sposób zapobiegający wyślizgowi przewodu dzięki karbowaniu części wewnętrznej korpusu. Zapobiega to też zjawisku „płynięcia" aluminium przewodu. W przypadku połączeń zacisków skręcanych na rurach aluminiowych (mosty szynowe stacji) powierzchnie zacisków są gładkie.

Zakres przewodów możliwych do mocowania za pomocą zacisków śrubowych jest bardzo szeroki, od najmniejszych średnic rzędu 5 mm aż do maksymalnych, w granicach 63 mm. Zaciski śrubowe dedykowane są do zakresów przewodów kolejno ze skokiem około 10 mm w przypadku przewodów mniejszych średnic, oraz 3-5 mm w zakresach przewodów maksymalnych.

Obok podstawowych zacisków śrubowych z płytkami prostymi i kątowymi łączących przewód do płytki aparatu występują zaciski do połączeń dwóch odcinków przewodów tej samej lub różnej średnicy. Możliwe są różne kąty połączeń przewodów np. popularne na liniach i stacjach zaciski odgałęźne typu „T" (teowe) (fot. 7) lub zaciski śrubowe tworzące połączenie wiązek przewodów.

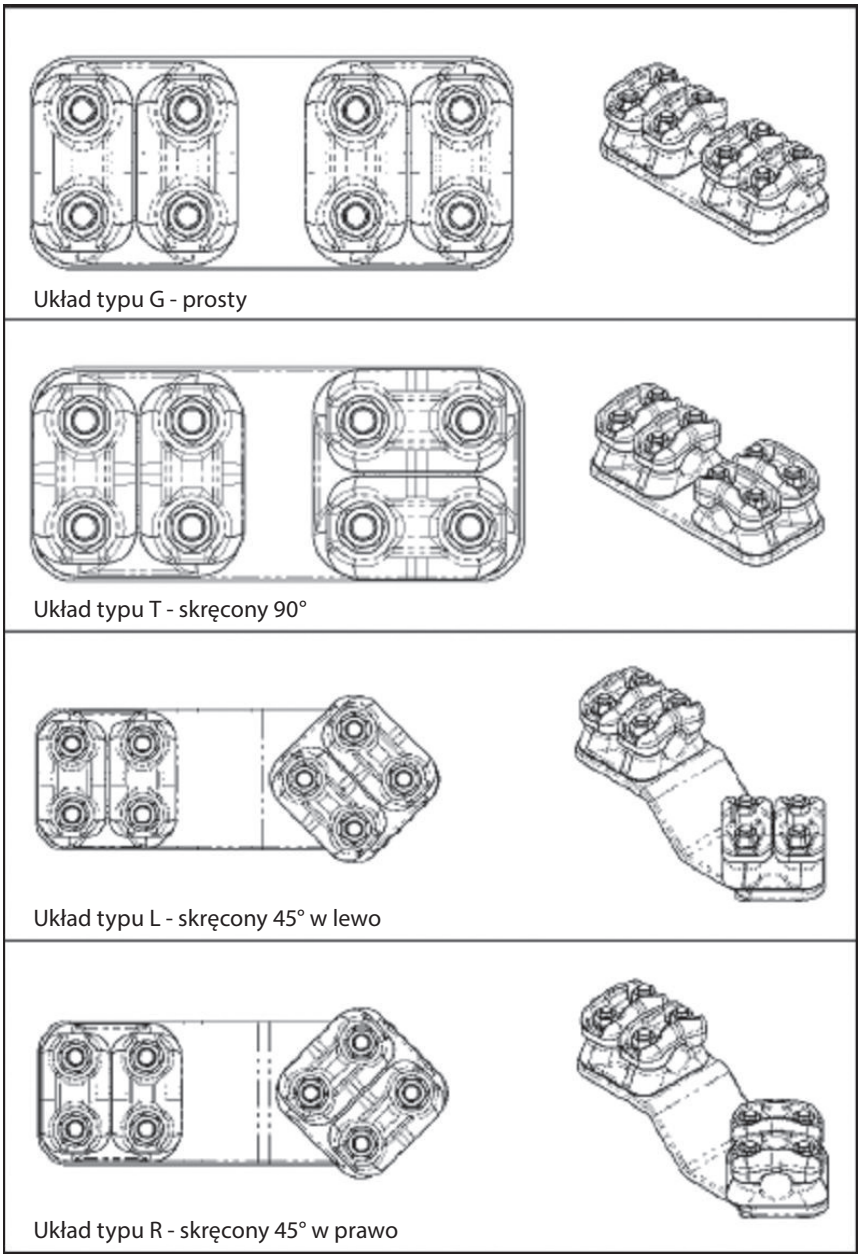
Zaciski śrubowe Lorünser pozwalają również rozszerzyć gamę połączeń do mostów rurowych. Wyróżniamy tutaj standardowe odejścia od rur na odcinkach przęsłowych oraz nowe zaciski pozwalające odejść przewodem od końca przewodu rurowego (fot.8). Daje to większe możliwości konfiguracji obwodów pierwotnych stacji elektroenergetycznych już na etapie przygotowania projektu.

Podobne możliwości daje standardowy osprzęt rurowy firmy Lorünser, a więc zaciski prądowe, kompensacyjne i proste oraz uchwyty łączeniowe i wsporcze do przewodów rurowych aluminiowych. Możliwe są tu połączenia standardowe oraz kątowe rur, które mogą wyeliminować konieczność spawania przewodów rurowych na obiekcie.

W skład oferty do stacji elektroenergetycznych z firmy Lorünser wchodzą również elementy dodatkowe, które obok zacisków i uchwytów stanowią kompletny system do budowy obwodów pierwotnych i wtórnych. Wspomnieć należy chociażby takie akcesoria, jak zabezpieczenia przeciw odkładaniu się lodu na rurach w pobliżu zacisków i uchwytów, odstępniki wiązek przewodów, wkładki końcowe przewodów rurowych, ramki do przyłączenia uziemiaczy przewodów i rur, elementy do przyłączania zacisków wyłączników pantografowych, systemy tłumiące przewodów rurowych oraz osprzęt do stacji rozdzielczych i przekształtnikowych prądu stałego HVDC.

## Elastyczność i oszczędność - system MFC

Różnorodność wykorzystywanej na stacjach elektroenergetycznych aparatury pierwotnej w zakresie typów i rodzajów styków generuje konieczność stosowania wielu rodzajów zacisków. Jeśli dołożymy do tego kilkanaście różnych średnic przewodów stosowanych do połączeń, nasz eksploatacyjny i wykonawczy magazyn osprzętu rozrasta się znacznie, jeśli mamy pod opieką większą ilość obiektów stacyjnych. Szczególnie istotne jest to w przypadku awarii, które na ogół są stanami nieprzewidywalnymi. W obiektach takich jak stacja elektroenergetyczna awaria jednego aparatu może pozbawić zasilania większą liczbę odbiorców, co często oznacza spore




Rys.2. Przykładowe układy połączeń MFC na płytkach pośredniczących.

koszty dla dostawcy energii. Niezwykle ważna jest zatem możliwość jak najszybszego usunięcia awarii. W tym celu musimy albo utrzymywać spory magazyn (co generuje znaczne koszty) albo liczyć na dostępność potrzebnego zacisku u producenta. Rozwiązaniem tego problemu jest system zacisków wielofunkcyjnych MFC, który firma Lorünser opracowała wspólnie z ABB w odpowiedzi na zapotrzebowanie rynku. Są to zaciski śrubowe wykonane ze stopu aluminium, które w połączeniu z płytkami stykowymi pozwalają konfigurować różne połączenia przewodów z wyjściami aparatury pierwotnej. Rozwiązanie to jest objęte patentem.

Bazowy zacisk składa się z podstawy oraz dwóch lub trzech nakładek (w zależności od obciążenia prądowego połączenia) i występuje w dwóch zakresach średnic przewodów – od 13 do 37mm oraz od 37 do 47mm (z podstawą o większych gabarytach). Podstawa zacisku jest skręcana śrubami przelotowymi. Taki układ montażowy pozwala zamocować zacisk na specjalnie dobranej płytce pośredniczącej jak i bezpośrednio na płytce wyjściowej aparatu.

Różne kształty płytek i jednolity plan wiercenia otworów pozwala tworzyć dowolne układy przestrzenne połączeń dwóch lub kilku odcinków przewodów. Dostępne są wersje płytek prostych, do połączeń dwóch zacisków bazowych, płytki do połączeń trzech i czterech zacisków oraz płytki kątowe do różnej ilości zacisków z kątami +45°, -45°, +90°, -90° (na życzenie dostępne są także zaciski o innych kątach).

Płytki proste jako jedyne w gamie płytek pośredniczących mogą być wyginane pod dowolnym kątem przez monterów na placu budowy. Do ich wygięcia wymagane są specjalne narzędzia, które można zakupić w firmie Lorünser. Płytki bazowe proste mogą być wyginane tylko raz w jednym kierunku, ich ponowne wygięcie może doprowadzić do uszkodzenia. Krawędzie płytek są zaokrąglone, co pozwala ograniczyć niepożądane zjawiska ulotu, zaś powierzchnie kontaktowe są czyszczone i wolne od kurzu. Płytki stykowe wygięte już pod odpowiednim kątem przez producenta, nie mogą już być wyginane przed montażem.

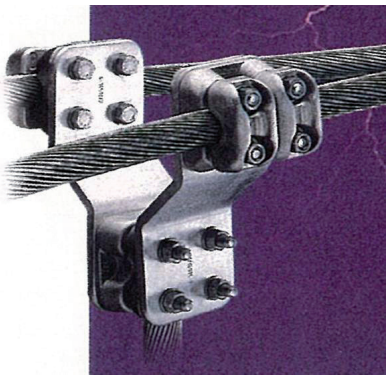
Zastosowanie dłuższych śrub oraz wykorzystanie dwóch podstaw zacisku MFC i większej ilości płytek pośredniczących dodatkowo rozszerza możliwości łączenia np. do wiązek przewodów. Takie układy występować mogą przy napięciach 400kV w połączeniach przewodami giętkimi w polach liniowych (fot. 9).

Przy użyciu kilku zacisków bazowych można też budować układy przestrzenne połączeń, łącząc te zaciski między sobą za pomocą śrub bez płytek pośredniczących. Uzyskujemy wtedy dowolne konfiguracje połączeń, ograniczając drogę przepływu prądu.

Taka modułowość połączeń zacisków MFC znacznie skraca czas operacji już na obiekcie. Część połączeń możemy przygotować sobie przed wejściem na obiekt, np. w warsztacie. Zaciski MFC wykonane są z wysokiej jakości stopów aluminium w formie odlewów. Nakładki mogą być kute. Śruby o specjalnej konfiguracji wytrzymałych gwintów zapewniają stały docisk w czasie pracy zacisku.

Bardzo ważną zaletą i przewagą zacisków MFC nad innymi rozwiązaniami są krótsze terminy dostaw. Większość komponentów może być przez producenta przechowywana w magazynie. Taki magazyn z powodzeniem może utrzymywać także firma wykonawcza lub eksploatacyjna – standaryzacja i modułowość elementów składających się na połączenia MFC nie generuje dużych ilości koniecznych do przechowywania, a tym samym wysokich kosztów magazynowych. Skraca to także w sposób znaczny czas obsługi.

Istotną zaletą zacisków MFC są także niższe ceny w porównaniu do cen zacisków dedykowanych do konkretnych średnic i układów połączeń. Jest to spowodowane możliwością produkcji seryjnej mniejszej ilości elementów pasujących do większego zakresu średnic



Fot. 9. Układ połączeniowy zacisków MFC do wiązki przewodów

| Dane techniczne zacisków MFC przedstawione zostały w poniższej tabeli. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Rodzaj zacisku | Zakres średnic przewodów [mm] | Liczba nakładek [szt.] | Napięcie $U_n$ [kV] | Prąd ciągły $I_n$ [A] | Prąd zwarciowy [kA1s] |
| Zaciski pojedyncze | 10-37 | 1<br>2<br>3 | 245<br>245<br>245 | 400<br>800<br>1300 | 25<br>50<br>63 |
| | 37-47 | 1<br>2<br>3 | -<br>245<br>245 | -<br>1000<br>1600 | -<br>50<br>63 |
| Zaciski podwójne | 10-37 | 1<br>2<br>3 | -<br>245<br>- | -<br>1600<br>- | -<br>50<br>- |
| | 37-47 | 1<br>2<br>3 | -<br>245<br>- | -<br>2000<br>- | -<br>50<br>- |

przewodów, z jakich składają sie zaciski MFC.

Wykorzystanie zacisków MFC do budowy i eksploatacji stacji eliminuje także wysokie koszty i długi okres oczekiwania na specjalne rozwiązania dostarczane przez producenta w przypadku realizacji nietypowych połączeń. Z małymi ilościami często wiąże się konieczność dopłaty i/lub dłuższego oczekiwania. System MFC umożliwia z kilku elementów bazowych utworzyć dowolne połączenie. System ten jest także bardzo elastyczny. Różnorodność rozwiązań nie ogranicza nas w projektowaniu i budowie obiektu. To zaleta dla projektantów obwodów pierwotnych. Powtarzalność elementów w systemie zacisków MFC powoduje także, że z wyprzedzeniem znamy ich ceny i dokładnie możemy określić koszty zakupu i instalacji już na etapie planowania prac.

MFC są produktami charakteryzującymi się wysoką jakością, długą żywotnością oraz łatwym montażem, do którego potrzebny jest tylko odpowiedni klucz dynamometryczny i zestaw do czyszczenia powierzchni stykowych ze smarem kontaktowym. Oznacza to, że stosując ten system połączeń ograniczamy do minimum koszty eksploatacyjne, także w zakresie ewentualnej zmiany konfiguracji połączeń, gdyż są to elementy w łatwy sposób demontowalne z przewodów.

## Zakończenie

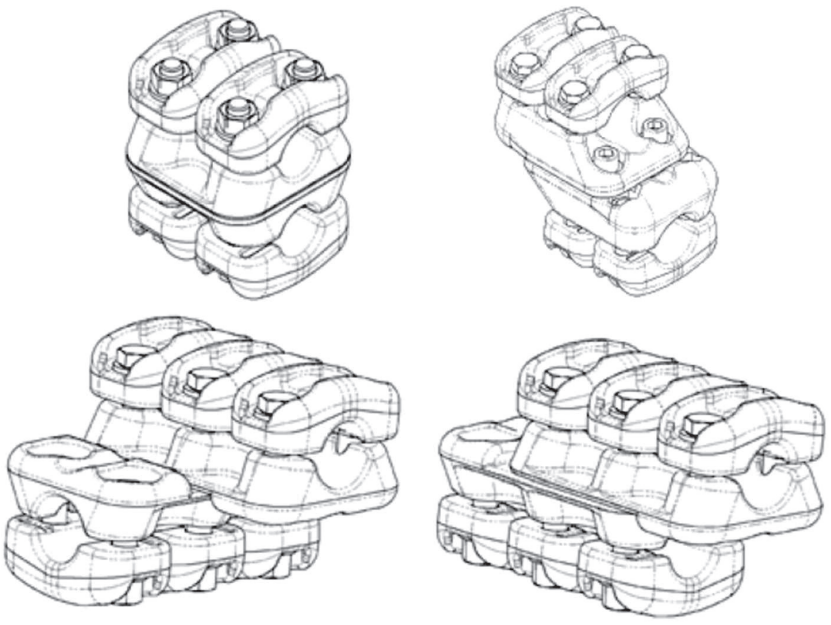
Podsumowując należy podkreślić, że firma Lorünser dzięki wysoko wykwalifikowanemu zespołowi pracowników oraz wieloletniemu doświadczeniu w zakresie dostaw osprzętu dla stacji elektroenergetycznych jest w stanie podjąć się realizacji każdego projektu,

Fot. 10. Wybrane produkty z oferty Lorünser

bez względu na stopień jego trudności. W przypadku mniejszych stacji doskonale sprawdzają się zaciski MFC, dzięki którym w sposób znaczny ograniczamy czas montażu oraz koszty zakupu elementów koniecznych do realizacji połączeń. Z kolei przy projektach, w których konieczne jest uwzględnienie niestandardowych wymagań klientów mocną stroną firmy Lorünser jest elastyczność oraz krótki czas realizacji zamówienia. Wysoka jakość oferowanych produktów, ich modułowość i dostępność pozwala ograniczać koszty budowy nowych oraz eksploatacji istniejących obiektów, co oprócz niezawodnego i bezpiecznego przesyłu i rozdziału energii elektrycznej jest jednym z najważniejszych wymagań stawianych obecnie przed stacjami elektroenergetycznymi.

*Katarzyna Pluta, Piotr Rudzki*
*EnerVision Sp. J.*

* W razie zainteresowania szczegółowymi informacjami zachęcamy do kontaktu z firmą EnerVision, która jest wyłącznym przedstawicielem firmy Lorünser na rynku polskim.



Rys. 3. Układy połączeń samych zacisków MFC.