

## „Efektywnie i efektownie” ARINET koncentruje swoje siły na bezpiecznych rozwiązaniach dla Krajowego Systemu Elektroenergetycznego

"Efficiently and effectively"

ARINET concentrates its efforts on safe solutions  
for the Polish Power System

Sektor sieci przesyłowych i dystrybucyjnych w Polsce podlega od lat systematycznym przemianom, które w obecnej sytuacji geopolitycznej nabierają będącej wzmoczonej dynamiki. Rosnące zapotrzebowanie na dostosowanie istniejącej infrastruktury lub jej rozbudowę do oczekiwań zmieniającego się rynku, a także pojawiających się zagrożeń, przy jednoczesnym skracaniu czasów wyłączeń linii elektroenergetycznych, będzie stanowić wyzwanie, z którym przyjdzie się zmierzyć zarówno wykonawcom z sektora budownictwa energetycznego, jak i operatorom systemów dystrybucyjnych i przesyłu, na prawdopodobnie niespotykaną dotychczas skalę.

Krajowy, dostępny i sprawdzony w praktyce system awaryjnej odbudowy napowietrznych linii elektroenergetycznych wysokich i najwyższych napięć, stanowi istotny element gwarancji realizacji ustawowego wymogu zapewnienia niezbędnego poziomu bezpieczeństwa dla istniejącej infrastruktury przesyłowej czy dystrybucyjnej, stanowiącej element infrastruktury krytycznej i odgrywającej kluczową rolę w funkcjonowaniu gospodarki oraz na potrzeby bezpieczeństwa państwa i obywateli.

**ARINET** funkcjonuje na rynku już od 2003 roku. Początkowo jako jednoosobowa działalność gospodarcza pod firmą ARINET Grzegorz Kowalczyk, której głównym obszarem działalności były projekty instalacji i sieci elektroenergetycznych. Z biegiem czasu, na bazie zdobytego doświadczenia i kompetencji, mierząc się z coraz większymi i bardziej złożonymi problemami została utworzona nowa forma organizacyjna, tj. spółka prawa handlowego pod firmą ARINET Sp. z o.o., która wyspecjalizowała się w usługach projektowych i wdrożeniowych na potrzeby energetyki zawodowej w obszarze sieci dystrybucyjnych WN i przesyłowych NN na rynku krajowym oraz na rynkach zagranicznych. Obecnie obszar działalności obejmuje prace przedprojektowe (studia wykonalności, programy funkcjonalno-użytkowe), wielobranżowe projekty budowlane i wykonawcze, technologie ułatwiające realizację robót budowlanych (linie tymczasowe WN i NN), nadzory autorskie na etapie realizacji obiektów oraz prace badawczo-rozwojowe i wdrożenia z obszaru nowych technologii (LTS, UMKW, Watucab).

**ARINET, zainspirowany potrzebami Krajowego Systemu Elektroenergetycznego i doświadczeniami z rynków zagranicznych, w ramach prac rozwojowych stworzył autorski, dedykowany do panujących w Polsce warunków klimatycznych i spełniających wymagania polskich norm, system linii tymczasowych – Emergency Restoration System (ERS) pod nazwą Uniwersalne Modułowe Konstrukcje Wsporcze.**

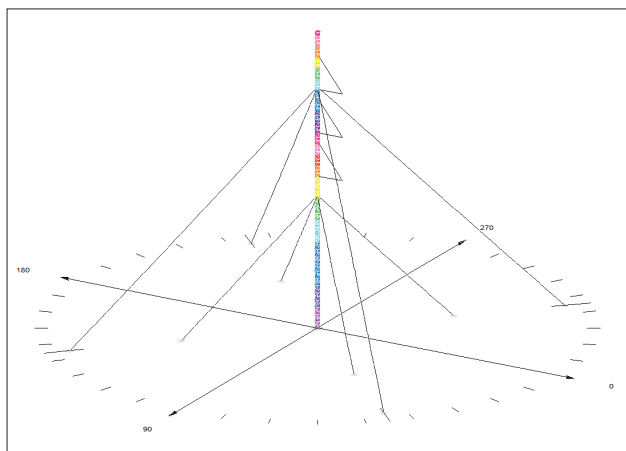
Idea stworzenia krajowego systemu ERS ma swoje źródła w obserwowanym zapotrzebowaniu na rozwiązania technologiczne zwiększające pewność pracy sieci WN i NN, dostosowane do lokalnych warunków klimatycznych i standardów technicznych, co z kolei wynika z coraz częściej występujących awarii będących skutkiem zmian klimatu i starzenia się linii napowietrznych czy też problemów realizacyjnych związanych z modernizacją sieci objawiających się trudnościami w uzyskaniu długotrwałych wyłączeń niezbędnych dla planowanych przebudów linii.

Kompleksowe prace badawczo-rozwojowe nad systemem UMKW rozpoczęły się w 2018 roku wraz z uzyskaniem finansowania w ramach projektu pt. „Prace badawczo-rozwojowe nad kompleksowym systemem Emergency Restoration System na potrzeby krajowego rynku elektroenergetycznego w oparciu o technologię Uniwersalnych Modułowych Konstrukcji Wsporczych”. Działania 1.1: Projekty B+R przedsięwzięcia, Poddziałanie 1.1.1: Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój na lata 2014-2020.

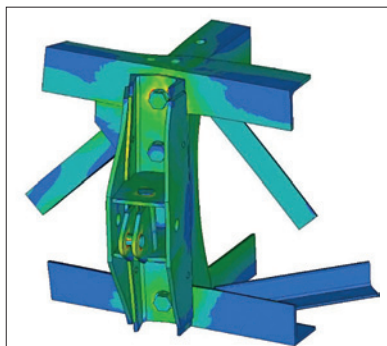
**W efekcie intensywnej pracy powstała promowana przez ARINET Technologia Uniwersalnych Modułowych Konstrukcji Wsporczych (UMKW).**

Proces powstawania własnej technologii linii tymczasowych był zadaniem złożonym i wieloetapowym, ale dzięki doświadczeniom i kompetentnym inżynierom wchodzącym w skład zespołu zaangażowanego w tworzenie systemu przebiegł sprawnie i zgodnie z założonymi celami. W ramach prac koncepcyjnych analizowano i uwzględniano uwarunkowania, których dochowanie miało w sposób bezpieczny, przy uwzględnieniu optymalizacji zajmowanego terenu, spełnić szereg wymagań polskich norm w zakresie zarówno elektrycznym, jak i konstrukcyjno-budowlanym. Jednocześnie dążono do wypracowania technologii uniwersalnej, którą w łatwy sposób można dostosować do różnych, często złożonych warunków, a także charakteryzującą się łatwością rozbudowy i modyfikacji.

Na podstawie wielokryteriowych analiz stworzono system składający się z prefabrykowanych, kratowych modułów stalowych o niewielkich gabarytach, umożliwiających wykonanie różnorodnych konstrukcji wsporczych w krótkim czasie i w różnych, często trudnych lokalizacjach.



Przykładowy model obliczeniowy konstrukcji stupa przelotowego UMKW 400 kV i mapa naprężeń fragmentu konstrukcji UMKW poddanej analizie numerycznej MES



Istotnym etapem pracy nad systemem linii tymczasowych w technologii UMKW były pełnoskalowe badania prototypów konstrukcji. Badania zostały przeprowadzone zgodnie z normą PN-EN 60652:2006 na certyfikowanej stacji badawczej *Tower Testing Station Illioara, Electromotaj* w Bukareszcie.



Portalowy słup odporowo-narożny 150° 400 kV UMKW z płaskim układem przewodów na stanowisku badawczym

Cykl badań obejmował 6 słupów różniących się geometrią (słupy jednotrzonowe i ramy portalowe), funkcją, układem odciągów stabilizujących oraz napięciem znamionowym. Przeprowadzono po 2 badania słupów dla każdego rodzaju napięcia, tj. 110 kV, 220 kV i 400 kV, które potwierdziły prawidłowość stosowanych modeli teoretycznych, stabilność konstrukcji bezfundamentowych w układzie kotwienia za pomocą odciągów oraz odporność elementów konstrukcji na zniszczenie i zużycie przez losowy dobór modułów UMKW z ich wielokrotnym zastosowaniem w prototypie. Osiągnięcie tego kroku milowego umożliwiło dalsze działania polegające na przygotowaniu linii pilotażowej i pracy nad projektowaniem potencjalnych zastosowań.

Po zakończeniu programu badawczo-rozwojowego nastąpiła faza wdrażania systemu do zastosowań komercyjnych, co po krótkim czasie doprowadziło do pierwszych realizacji z wykorzystaniem technologii UMKW.

Jednym z przykładów zastosowania systemu UMKW była przebudowa linii napowietrznych 110 kV relacji *Czechowice – Goczałkowice* i *Komorowice – Czechowice*, która realizowana była w ramach największego, pojedynczego zadania zleconego przez *PKP Polskie Linie Kolejowe SA*, opiewającego na około 1,4 miliarda złotych, polegającego m.in. na modernizacji fragmentów trasy kolejowej E65 *Most Wisła – Czechowice Dziedzice – Zabrzeg*. Odcinek ten to popularny szlak towarowy i pasażerski w południowej części województwa śląskiego, łączący Katowice z Republiką Czeską. Inwestycja miała na celu zwiększenie prędkości pociągów pasażerskich i towarowych – odpowiednio do 160 i 120 km/h, przy jednoczesnej poprawie komfortu i bezpieczeństwa podróży.

W ramach wspomnianych prac wymagana była przebudowa i dostosowanie do nowego układu torowego istniejących, kolidujących z inwestycją linii napowietrznych 110 kV. Ze względu na brak możliwości uzyskania długotrwałych wyłączeń linii 110 kV oraz konieczność minimalizacji ograniczeń w ruchu pociągów i wyłączeń trakcji kolejowej, zdecydowano o zastosowaniu linii tymczasowych obejściowych w systemie UMKW, które jako jedyne możliwe rozwiązanie spełniały rygorystyczne uwarunkowania w zakresie bezpieczeństwa pracy sieci dystrybucyjnej 110 kV.



Fragment linii tymczasowej 110 kV relacji *Komorowice – Czechowice* w technologii UMKW firmy ARINET



Widok samonośnej tymczasowej liniowej bramki stacyjnej 110 kV w systemie UMKW – GPZ 110/20 kV *Lipówka*

W celu wykonania linii tymczasowej firma ARINET zaprojektowała, a następnie wybudowała łącznie siedem stanowisk słupowych typu „szpilka”. Poszczególne słupy UMKW różniły się m.in. wysokością zawieszenia przewodów, kątem załomu linii czy odległościami międzyfazowymi. Utrudnieniem projektowym były przejścia nad trakcją kolejową oraz drogami, a także bezkolizyjne usytuowanie odciągów względem infrastruktury oraz dróg technologicznych.

Kolejną ciekawą realizacją, o której warto wspomnieć, stanowiącą jednocześnie przykład elastyczności i możliwości systemu UMKW, była budowa układów tymczasowych dla *TAURON Dystrybucja SA* na rozdzielni 110 kV w GPZ *Lipówka* w Dąbrowie Górniczej. Ze względu na wymóg zapewnienia ciągłości zasilania odbiorców w trakcie planowanej przebudowy rozdzielni 110 kV, polegającej m.in. na wymianie aparatury rozdzielczej i oszynowania rozdzielni wraz z demontażem istniejących i budową nowych bramek stacyjnych, istniała konieczność utrzymania ciągłości zasilania obu transformatorów 110 kV. Z pomocą przyszła technologia Uniwersalnych Modułowych Konstrukcji Wsporczych. W ramach zadania ARINET zaprojektował, a następnie zrealizował tymczasowy układ obejściowy, który umożliwił bezpieczną realizację odrębnego kontraktu na przebudowę rozdzielni 110 kV. Na potrzeby układu tymczasowego wykonano dwie samonośne, wsporcze liniowe bramki tymczasowe, które przejęły naciągi przewodów z linii 110 kV i umożliwiły wykonanie obejścia istniejących pól

rozdzielni, przy jednoczesnym zachowaniu ciągłości zasilania pola transformatorowego. Ze względu na niewielką dostępną ilość miejsca oraz dopuszczenie jedynie kilkugodzinnych wyłączeń, wszystkie prace odbywały się w bardzo surowym reżimie czasowym i organizacyjnym. Zgrany i doświadczony zespół ARINET ponownie wykazał się wzorowym przygotowaniem, profesjonalną organizacją i umiejętnością pracy pod presją.

Prace nad stworzeniem systemu linii tymczasowych od podstaw, wiele wykonanych analiz, przeprowadzenie pełnoskalowych badań oraz zaprojektowane i zrealizowane z sukcesem obiekty zbudowały ogromne doświadczenie zespołu ARINET.

Znajomość problematyki projektowania linii tymczasowych dla warunków krajowych, wiedza na temat nośności i podatności poszczególnych elementów systemu oraz konstrukcji jako całości, jak i zdobyte doświadczenia w trakcie badań, pilotażu i realizacji – czyni z ARINET firmę gotową podejmować się realizacji najtrudniejszych zadań projektowych i realizacyjnych w zakresie linii tymczasowych wysokich i najwyższych napięć.

Opracowany i wdrożony do stosowania system UMKW został pozytywnie przyjęty przez branżę, co znalazło odzwierciedlenie w postaci nagród: „Złoty Medal Targów Energetab® 2020 dla polskiego systemu linii tymczasowych 110 kV, 220 kV

i 400 kV” a także „Puchar Prezesa PTPIREE za system modułowych, samonośnych bramek wsporczych do przebudowy rozdzielni napowietrznych WN i NN” na targach Energetab® 2021.



Prezes Zarządu ARINET Sp. z o.o. Grzegorz Kowalczyk podczas uroczystości wręczenia Złotego Medalu Targów ENERGETAB 2020; po prawej Puchar Prezesa Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej zdobyty przez ARINET Sp. z o.o. na targach ENERGETAB 2021

Niezwykle pomocne w pracy nad Technologią Uniwersalnych Modułowych Konstrukcji Wsporczych były wieloletnie doświadczenia zespołu, zdobyte przy projektowaniu linii napowietrznych wysokich napięć na standardowych konstrukcjach i stworzenie wielu własnych serii słupów kratowych 110 kV, których nośność została zweryfikowana podczas pełnoskalowych badań wytrzymałościowych. Przy projektowaniu konstrukcji słupów kratowych zespół wykorzystuje autorskie oprogramowanie LTS – Lettice Tower Solver.

Dotychczas firma ARINET przeprowadziła łącznie 18 pełnoskalowych testów wytrzymałościowych dla słupów zaprojektowanych przez inżynierów z ARINET, w tym 12 dla standardowych słupów kratowych 110 kV oraz 6 dla konstrukcji UMKW, po 2 badania słupów o napięciu 110 kV, 220 kV i 400 kV. Wszystkie przeprowadzone próby obciążeniowe potwierdziły zgodność i prawdziwość przyjętych modeli obliczeniowych poprzez weryfikację wyników obliczeń w odniesieniu do wyników badań wytrzymałościowych uzyskanych na konstrukcjach rzeczywistych.

**Poza słupami w technologii UMKW na uwagę zasługuje seria słupów wąskotrzonowych AWX-131.** Są to słupy kratowe, spełniające wymagania normy PN-EN 50341-2-22:2016-04, które stanowią rozwiązanie równoważne w stosunku do słupów pełnościennych. Powierzchnia terenu zajęta w obrysie krańcówki dla najwyższego podwyższenia jest mniejsza niż 1 m<sup>2</sup>, a dla ustawienia słupów można stosować standardowe fundamenty studniowe, co jest szczególnie ważne w trudnych warunkach przy wysokim poziomie wód gruntowych. Seria AWX-131 uzyskała wyróżnienie podczas targów ENERGETAB 2019.

**Inną wartą zwrócenia uwagi Czytelników propozycją jest seria dwutorowych słupów AZX,** która umożliwia przebudowy istniejących linii jednorodowych 110 kV, wybudowanych na słupach serii B2 i S24, na układ dwutorowy. Wymiary konstrukcji słupów serii AZX umożliwiają wykorzystanie pasów technicznych istniejących linii jednorodowych, bez konieczności ich poszerzenia. Dodatkowo obrysy nowych konstrukcji dwutorowych odpowiadających istniejącym słupom mieszczą się w całości w ich gabarytach, co przy wymianie słupów przy zachowaniu ich lokalizacji istotnie upraszcza procedury administracyjne. Słupy serii AZX poddane były również pełnoskalowym badaniom wytrzymałościowym.



Na pierwszym planie słup serii AWX 131. W tle widoczny słup linii tymczasowej 110kV w technologii UMKW

## Podsumowanie

Dalsze wdrażanie i rozpowszechnienie systemu linii tymczasowych w technologii UMKW przyczyni się do rozwiązania wielu problemów związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa Krajowego Systemu Elektroenergetycznego poprzez umożliwienie szybkiej odbudowy linii zniszczonych na skutek wystąpienia ekstremalnych warunków pogodowych oraz eliminację problemów związanych z brakiem możliwości uzyskania długotrwałych wyłączeń lub wymogu krótkiego czasu gotowości do przywrócenia przesyłu przy planowanych przebudowach.

Zrealizowane przebudowy linii 110 kV, budowa układu tymczasowego na GPZ 110/20 kV *Lipówka* w Dąbrowie Górniczej, a także kolejne planowane realizacje z zastosowaniem technologii UMKW, dowodzą efektywności systemu i dają ogromną satysfakcję z włożonego przez zespół ARINET wysiłku.

Innowacyjne rozwiązania konstrukcji kratowych opracowane przez inżynierów ARINET, które mają zastosowanie jako alternatywa dla często bardziej kosztownych i czasochłonnych rozwiązań, są odpowiedzią na potrzeby dynamicznie zmieniającego się rynku i potwierdzają przyjęty kierunek rozwoju, w który inwestuje i którym podąża ARINET.

**ARINET** specjalizuje się w realizacji projektów branży elektroenergetycznej w pełnym zakresie napięć (nN, SN, WN, NN) oferując kompleksowe, profesjonalne i specjalistyczne usługi projektowe, a ostatnio także serwisowe i budowlane.

**ARINET Sp. z o.o.** dzięki wieloletniemu doświadczeniu, wysokim kompetencjom pracowników tworzących zespoły projektowe, zrealizował Projekt Badawczo-Rozwojowy nr POIR.01.01.01-00-0792/17 dofinansowany z Funduszy Europejskich pt. „Prace badawczo-rozwojowe nad kompleksowym systemem Emergency Restoration System na potrzeby krajowego rynku elektroenergetycznego w oparciu o technologię Uniwersalnych Modułowych Konstrukcji Wsporczych”. Projekt współfinansowany był w ramach poddziałania 1.1.1 Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa.

Wdrożona do realizacji technologia UMKW znajduje coraz szersze zastosowanie w realizacji wymagających i złożonych projektów, przy zachowaniu krótkiego czasu reakcji, jednocześnie zapewniając elastyczne i optymalne rozwiązania dostosowane do bardzo często skomplikowanych warunków terenowych.

Realizacja linii i układów tymczasowych w systemie UMKW umożliwiła istotne skrócenie czasów wyłączeń i minimalizację skutków braku dostaw energii do odbiorców. Potencjał systemu UMKW umożliwia zapewnienie dodatkowego bezpieczeństwa dla istotnych, z punktu widzenia infrastruktury krytycznej, elementów sieci przesyłowej i dystrybucyjnej.

**ARINET** posiada własne serie słupów kratowych spełniających wymagania normy PN-EN 50341-2-22:2016-04, które zostały poddane pozytywnym pełnoskalowym próbom wytrzymałościowym na stacji badań.

Oferta **ARINET** skierowana jest do wszystkich operatorów sieci dystrybucyjnej i przesyłu oraz firm z sektora elektroenergetycznego.

