

dr inż. Sławomir Labocha, mgr inż. Robert Czyż,  
mgr inż. Łukasz Nazimek  
ENPROM Sp. z o.o.

## EnUp! – Innowacyjne urządzenie do podnoszenia słupów elektroenergetycznych

### Wprowadzenie

Firma ENPROM realizuje liczne projekty badawczo-rozwojowe w obszarze projektowania, budowy i utrzymania napowietrznych linii elektroenergetycznych. W przypadku konieczności zwiększenia wysokości zawieszenia przewodów nad ziemią i obiektami znajdującymi się pod linią, słupy są podwyższane poprzez montaż dodatkowej konstrukcji podwyższającej o wysokości średnio od 2 do 5 metrów. Konstrukcję tę montuje się między fundamentami a istniejącą konstrukcją słupa. Prace prowadzone są w technologii wymagającej odłączenia zasilania linii, demontażu przewodów na krótkim odcinku linii i demontażu słupa. W dalszej kolejności montowana jest konstrukcja podwyższająca. Później kolejno prowadzi się powtórny montaż słupa i przewodów. Proces nie jest bardzo skomplikowany, lecz podstawowy problem wiąże się z koniecznością odłączenia zasilania linii.

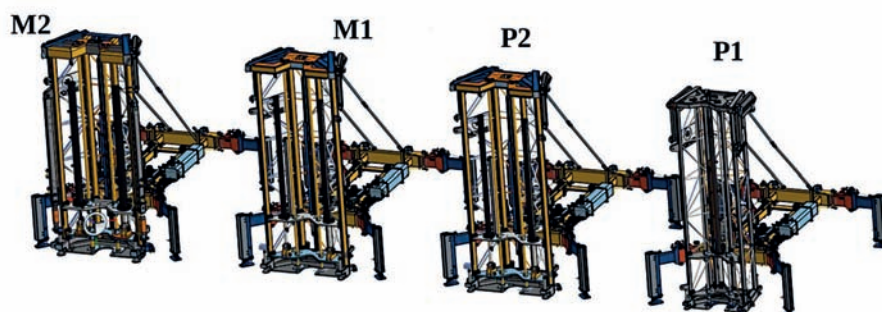
W niektórych przypadkach pewne linie stanowią krytyczne ścieżki przesyłu energii i ich ewentualne wyłączenie jest bardzo kłopotliwe lub wręcz niemożliwe. Wychodząc naprzeciw tym potrzebom praktycznym w 2018 roku firma ENPROM zainicjowała projekt badawczy, którego celem było opracowanie i wdrożenie nowej technologii pozwalającej na realizację podwyższeń słupów bez wyłączenia zasilania linii lub też jej wyłączenia na krótki czas, względnie z bardzo krótkim czasem gotowości do przyłączenia. Kluczowym elementem tej technologii jest innowacyjne urządzenie do podnoszenia całych słupów wraz z przewodami pod napięciem. Urządzenie to zaprojektowano w ramach realizacji

projektu badawczego z puli NCBIR nr POIR.01.01.01-00-0257/18 pt.: *Opracowanie innowacyjnego urządzenia mechanicznego służącego do podnoszenia całego słupa energetycznego*. Zakończony w roku 2021 projekt był interdyscyplinarnym przedsięwzięciem obejmującym prace badawczo-rozwojowe z zakresu konstrukcji, mechaniki, hydrauliki siłowej, automatyki i elektryki. Wyprodukowane urządzenie, nazywane dalej podnośnikiem, otrzymało handlową nazwę EnUp!.

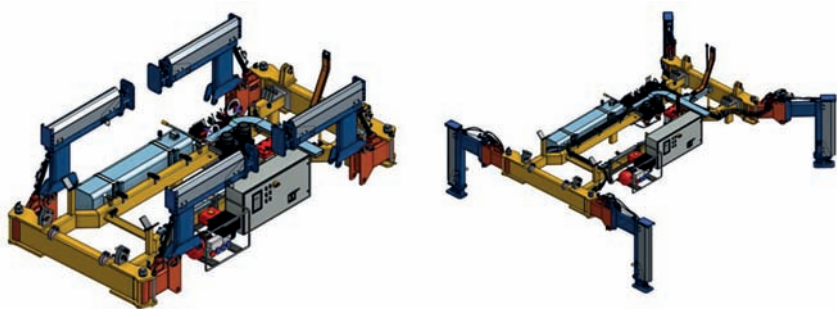
### Opis konstrukcji podnośnika EnUp!

W ramach projektu zaprojektowano i zbudowano 4 typy urządzeń dostosowanych do specyfiki podstawowych konstrukcji wsporczych linii elektroenergetycznych spotykanych w praktyce. Urządzenia różnią się udźwigami i parametrami przystosowanymi do dedykowanych dla nich typów słupów przelotowych „P” oraz mocnych „M”. W zależności od wymaganych udźwigów, związanych nie tyle z samą masą podnoszonych słupów, co zasadniczo z reakcjami generowanymi w podporach, zbudowano odmiany urządzeń lekkich „1” oraz ciężkich „2”. Cały typoszereg urządzeń przedstawiono na rysunku 1.

Podnośniki EnUp! zaprojektowano do obsługi linii najwyższych napięć w zakresie od 110 kV do 400 kV. Przy pewnych uwarunkowaniach możliwe jest ich użytkowanie nawet na liniach 750 kV. Podnośniki EnUp! mogą również podnosić inne konstrukcje wieżowe, m.in. wieże telekomunikacyjne, obserwacyjne, czworonożne i trójnożne.



Rys.1.  
Typoszereg podnośników EnUp!



Rys. 2. Ramy nośne masztów w pozycji transportowej (z lewej) oraz roboczej (z prawej)

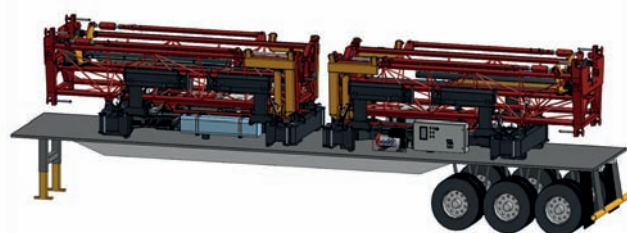
Budowa urządzeń jest modułowa, a ich konstrukcja różniąca się podzespołami została stypizowana i ujednolicona.

Każde z urządzeń składa się z czterech niezależnych kolumn stalowych, zaprojektowanych jako ustroje ramowo-kratowe z platformami roboczymi. Stanowią one szkielet do prowadzenia układów podnoszenia słupów. Kolumny zabudowano na ramach, które wyposażono w podpory stabilizujące podnośniki podczas pracy. Podpory rozkładane są za pomocą siłowników, a na czas transportu są składane do pozycji przewozowej. Schemat ramy w pozycji transportowej oraz roboczej pokazano na rysunku 2.

Kompletny segment podnośnika EnUp! w pozycji roboczej pokazano na rysunku 3. Podnośniki rozkładają się z pozycji transportowej do roboczej automatycznie. Urządzenia zaprojektowano tak, aby można było je optymalnie transportować bez korzystania ze specjalnych naczep. Przykładową konfigurację załadunku na standardowych naczepach samochodowych pokazano na rysunku 4.



Rys. 3. Podnośnik EnUp! w pozycji roboczej



Rys. 4. Transport podnośników na typowej naczepie

Po dostarczeniu na stanowisko słupowe, podnośniki są ustawiane przy krawężnikach słupa i mocowane do fundamentów i do konstrukcji słupa. Widok gotowego, całego, ustawionego przy słupie zestawu przedstawiono na rysunku 5.

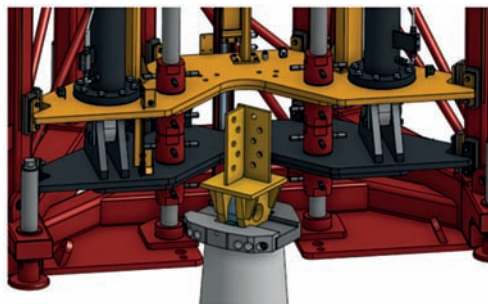
Mechanizm podnoszenia składa się z cylindrów hydraulicznych zamontowanych do ruchomej podstawy mocowania tłoczyska cylindra i ruchomej platformy, do której mocowana jest konstrukcja słupa. Ruchoma podstawa i platforma mogą zostać zablokowane mechanicznie w dowolnym położeniu za pomocą specjalnych nakrętek. Układ podnoszenia z uniesionym już słupem pokazano na rysunku 6. Widoczna jest szara, ruchoma podstawa mocowania tłoczyska i żółta, ruchoma podstawa mocowania konstrukcji słupa. Układ hydrauliczny podnośników jest napędzany przez pompy zasilane elektrycznie.



Rys. 5. Gotowe urządzenie na stanowisku słupowym



Rys. 6. Układ podnoszenia z uniesionym słupem



Rys. 7. Schemat mocowania podnośnika do fundamentu

Podnośniki sterowane są elektrycznie z pulpitu wyposażonego w zautomatyzowany system. Sterowanie wszystkimi segmentami podnośnika może odbywać się z dowolnego pulpitu, w który wyposażony jest każdy z czterech segmentów podnośnika. W układ sterowania można wpiąć komputer. Możliwe jest również sterowanie ręczne za pomocą dźwigni przy rozdzielaczach. Rozwiązanie takie pozwala pracować w przypadku uszkodzenia sterowania elektrycznego.

Standardowa i najprostsza wersja technologii podnoszenia słupa zakłada połączenie wszystkich podnośników pod jeden panel sterujący i wprowadzenie warunków brzegowych, polegających na ograniczeniu różnicy w bieżącej wysokości podniesienia między poszczególnymi nogami słupa. Sterowanie sprowadza się wtedy do „naciskania guzika” odpowiedzialnego za płynne, równomierne, jedno-



Rys. 8. Słup na wstawce podwyższającej, podnośnik w pozycji roboczej i składowania

czesne podnoszenie wszystkich nóg. Automatyka wyrównuje tempo podnoszenia i pilnuje nieprzekroczenia zadanych sił w podnośnikach. Na panelu wyświetlane są wartości wysokości podniesienia i wartości sił dla każdego podnośnika indywidualnie.

Kluczowym elementem systemu podnośników EnUp! są specjalne uchwyty mocujące urządzenie podnoszące do fundamentów słupa. Na rysunku 7 pokazano przykładowy system zaciskowy mocujący urządzenie do fundamentu. Sam uchwyt mocujący, tzw. griper, produkowany jest w różnych odmianach dostosowanych do poszczególnych typów fundamentów.

## Podsumowanie

Przedstawione innowacyjne urządzenie do podnoszenia całych słupów stanowi unikatowe rozwiązanie w skali europejskiej. Prezentowane urządzenie otwiera nowe możliwości w zakresie technologii prowadzenia prac modernizacyjnych na elektroenergetycznych liniach napowietrznych. Główną jego zaletą jest możliwość realizacji prac związanych z podwyższaniem słupów na czynnych liniach (bez wyłączenia zasilania) lub przy bardzo krótkim czasie ich wyłączenia.

Na rysunku 8 przedstawiono od lewej słup na wstawce podwyższającej, podnośnik w pozycji roboczej oraz podnośnik w pozycji składowania.

Opracowana technologia zapewnia stabilność pracy układu poprzez jednoczesną i skorygowaną pracę wszystkich czterech segmentów podnośnika z równoczesną możliwością ręcznej korekty wysokości podnoszenia każdego z nich, możliwość mechanicznego zablokowania dowolnej wysokości podniesienia konstrukcji oraz możliwość ręcznego i bezpiecznego opuszczenia słupa w przypadku odcięcia zasilania elektrycznego.

Technologia zapewnia bezpieczeństwo BHP wszystkim pracownikom biorącym udział w pracach montażowych przy podnoszeniu, opuszczaniu słupa oraz podczas montażu konstrukcji podwyższającej.

Zapraszamy do współpracy!



**ENPROM**  
BUDUJEMY ODPOWIEDZIALNIE!