

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE W PROJEKTOWANIU INNOWACYJNYCH MASZYN PRZEŁADUNKOWYCH DLA ENERGETYKI W P.U.I. RIALEX PRZY ZASTOSOWANIU SYSTEMÓW CAD/FEM

COMPUTER AIDED DESIGNING OF INNOVATIVE RELOADING MACHINES FOR POWER INDUSTRY IN RIALEX WITH USAGE OF CAD/FEM SYSTEMS

Adam Byczyński, Rafał Orłowski – Rialex Crane Systems w Kluczborku

Artykuł w swoim zakresie obejmuje krótki zarys historii firmy Rialex Crane Systems, opis stosowanego oprogramowania CAD/FEM oraz opisy najnowszych projektów maszyn przeładunkowych realizowanych dla branży energetycznej.

Paper contains short history of Rialex Crane Systems company, description of used CAD/FEM software and specification of latest designs of bulk material handling machines realized for power industry.

Historia Rialex Crane Systems

Przedsiębiorstwo Rialex Crane Systems powstało w Kluczborku w roku 1992 i specjalizowało się głównie w projektowaniu suwnic i żurawi. W połowie lat 90-tych firma podjęła współpracę z liczącymi się producentami podzespołów suwnic oraz elementów napędowych i zasilania m. in. Wampfler, Flen-der, Abus. Wkrótce zatrudnieni specjaliści opracowali system elastycznego mocowania szyn podsuwnicowych SEMS Rialex. W roku 1996 zrealizowana została pierwsza znacząca inwestycja polegająca na zaprojektowaniu i rozruchu suwnic dla Huty Częstochowa S.A. Kolejne lata, to dalszy rozwój firmy oraz następne zlecenia w sektorze hutniczym oraz energetycznym, co wiązało się z pozyskaniem nowych partnerów biznesowych.

W roku 2003 nawiązano współpracę z czołowymi biurami projektowymi zarówno z zachodu (Austria, Niemcy) jak i wschodu (Rosja) Europy, Rialex uzyskał certyfikat ISO 9001:2000.

Lata 2004 – 2007 przyniosły znaczące kontrakty w KGHM Polska Miedź, Mittal Steel Poland w Krakowie oraz Stalprodukt w Bochni. Wytężona praca oraz innowacyjność rozwiązań wprowadziła Rialex do czołówki producentów urządzeń dźwignicowych w Polsce.

Ostatnie lata, to okres dalszego intensywnego rozwoju. Liczba pracowników zatrudnionych w firmie niemal się podwoiła. W roku 2008 zrealizowano największą dotychczas inwestycję zagraniczną (Knauf – Elektrownia Pocerady w Czechach). Firma Rialex uzyskała również certyfikat „Przejrzysta Firma” oraz została przyjęta do elitarnego klubu Gazel Biznesu, grona najdynamiczniej rozwijających się firm. Oprócz specjalizacji w urządzeniach dźwignicowych Rialex stał się jedną z czołowych polskich firm realizujących projekty i wykonawstwo urządzeń przeładunkowych materiałów sypkich (ang. bulk material handling equipment) pracujących w kopalniach, elektrowniach oraz terminalach przeładunkowych. Świadczą o tym znaczące zlecenia m. in. w El. Opole (remonty ładowarek kołowo-szynowych typu ŁWKS 500 i 250), El. Dolna Odra (modernizacja wyrotnicy wagonowej), El. Połaniec (remont koparki KWK-315) oraz EC Gdynia (remont wyrotnicy).

Dokonania Rialex, to nie tylko remonty i modernizacje – obecnie realizujemy kompletny węzeł przeładunku węgla w El. Rybnik składający się z wyrotnicy wagonowej, wygarniaczy kołowych oraz systemu przenośników i zsuwni – wszystkie urządzenia przystosowane do pracy w strefie wybuchowej. Oprócz znaczącego zaangażowania w rynek urządzeń dźwignicowych oraz maszyn przeładunkowych, Rialex konsekwentnie zdobywa pozycję na rynku urządzeń zwanymi czyszczarkami krat (ang. trash rack cleaner), które można spotkać na zaporach wodnych oraz wszędzie tam, gdzie potrzebne jest usuwanie zanieczyszczeń gromadzących się na kratkach wlotowych na ciekach wodnych.

Zastosowanie systemów CAD/FEM w P.U.I. Rialex

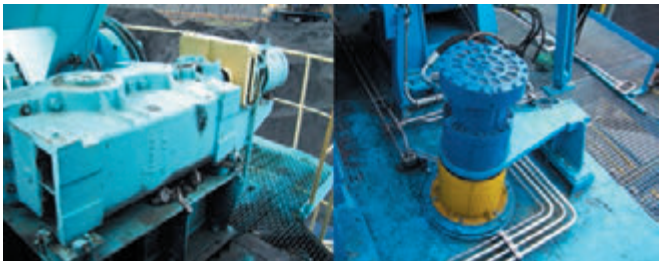
Gwałtowny rozwój technik komputerowych w latach 90-tych XX w. znacząco wpłynął na proces projektowania i konstruowania w firmie Rialex. Stosowanie oprogramowania CAD oraz MES pozwala znacznie skrócić fazę projektowania, co w dzisiejszych realiach rynkowych jest bardzo ważne ze względu na konkurencyjność i coraz krótsze czasy realizacji inwestycji oraz umożliwia odpowiednio reagować na zmieniające się wymagania branży maszyn przeładunkowych. Aby zapewnić wysoką jakość dokumentacji oraz optymalną współpracę z partnerskimi biurami projektowymi, w firmie wykorzystywane są programy komputerowe 2D (AutoCAD Mechanical) oraz 3D (Autodesk Inventor). Pliki AutoCAD znajdują zastosowanie często przy importowaniu, jak i emisji dokumentacji na zewnątrz. Program pozwala inżynierom na wykonywanie szybkich zmian na rysunkach lub tworzenie pilnych rozrysowań, jest również bardzo pomocny przy tworzeniu projektów założeniowych oraz przy opracowaniu rysunków ofertowych. O wiele bardziej rozbudowany program klasy CAD 3D – Autodesk Inventor służy do modelowania pojedynczych części, jak i tworzenia zestawień zespołów. Program ma szereg zalet ułatwiających i zwiększających efektywność pracy biura projektowego. Projekty maszyn przeładunkowych, ze względu na złożoność, wymagają zaangażowania większej liczby konstruktorów i projektantów – Inventor umożliwia pracę wielu osobom nad



Rys. 1. Zmodernizowana ładowarka ŁWKS na placu węglowym [1]



Rys. 2. Modernizacja napędu przenośnika załadownego (po lewej stronie przed modernizacją, po prawej stronie po modernizacji) [1]



Rys. 3. Modernizacja napędu mechanizmu obrotu nadwozia (po lewej stronie przed modernizacją, po prawej stronie po modernizacji) [1]



Rys. 4. Modernizacja napędu koła czepakowego (po lewej stronie przed modernizacją, po prawej stronie po modernizacji) [1]

jednym projektem/zestawieniem, co jednocześnie skraca fazę projektowania. Widok 3D daje lepszy pogląd na złożone podzespoły maszyny składającej się z wielu elementów.

Moduły projektowania tras kablowych elektrycznych i przewodów hydraulicznych pozwalają na tworzenie kompleksowej dokumentacji łączącej część mechaniczną, elektryczną i hydrauliczną – wielu inwestorom zależy na tym aby projekty i wykonawstwo wszystkich branż były realizowane całościowo przez jedną firmę. Inventor ułatwia także pracę projektantom poprzez moduły w postaci symulacji (analiza kinematyki, animacje, które umożliwiają lepsze wyobrażenie o sposobie funkcjonowania poszczególnych elementów urządzenia), projektowania struktur blaszanych (tworzenie osłon elementów w ruchu zagrażających obsłudze, zsuwni) oraz projektowania przekładni. Finalny produkt, czyli dokumentacja płaska tworzona jest również przy użyciu programu Inventor. Wszelkie zmiany w modelach automatycznie przekładają się na zmiany w dokumentacji 2D.

Uzupełnieniem fazy projektowania i konstruowania są obliczenia, w szczególności z zastosowaniem metody elementów skończonych (MES). Na użytek firmy Rialex w module MES Inventora inżynierowie sprawdzają konstrukcje pod kątem bezpieczeństwa użytkowania oraz optymalizacji. W przypadku prototypów maszyn ostatnie lata zaowocowały nawiązaniem współpracy z Politechniką Wrocławską. Uczelnia na podstawie przekazywanych przez Rialex zaleceń, warunków i założeń tworzy modele obliczeniowe maszyn. Raporty z przeprowadzonych obliczeń konstrukcji i mechanizmów znacząco wspomagają pracę inżynierów z działu mechanicznego, pozwalając na lepsze zrozumienie złożonych stanów obciążeń, wyężenia konstrukcji oraz jej optymalizacji (w szczególności pod kątem masy). Oprócz wymienionych podstawowych narzędzi pracy konstruktorów, w firmie Rialex wykorzystywane są dodatkowe programy wspomagające obliczenia m.in. RM-Win 3D służący do analizy statycznej i kinematycznej przestrzennych konstrukcji prętowych o dowolnym schemacie statycznym, KRASTA – zaawansowany program do statycznej i modalnej analizy przestrzennych struktur prętowych, Dlubal Plate Buckling do analizowania wyboczenia prostokątnych płyt według normy DIN 18800-3:1990-11 oraz Mathcad – oprogramowanie obliczeniowe inżynierskie.

Projekty Rialex zrealizowane w ostatnich latach dla energetyki

Modernizacja ładowarek ŁWKS-500 i ŁWKS-250 – Elektrownia Opole

Modernizacja obejmowała część mechaniczną, elektryczną, hydrauliczną i centralne smarowanie. Masywne przekładnie mechaniczne mechanizmów roboczych zostały zastąpione kompaktowymi napędami hydraulicznymi (rys. 1–4).

Modernizacja wygarniacza WKH-850 – EC Bydgoszcz

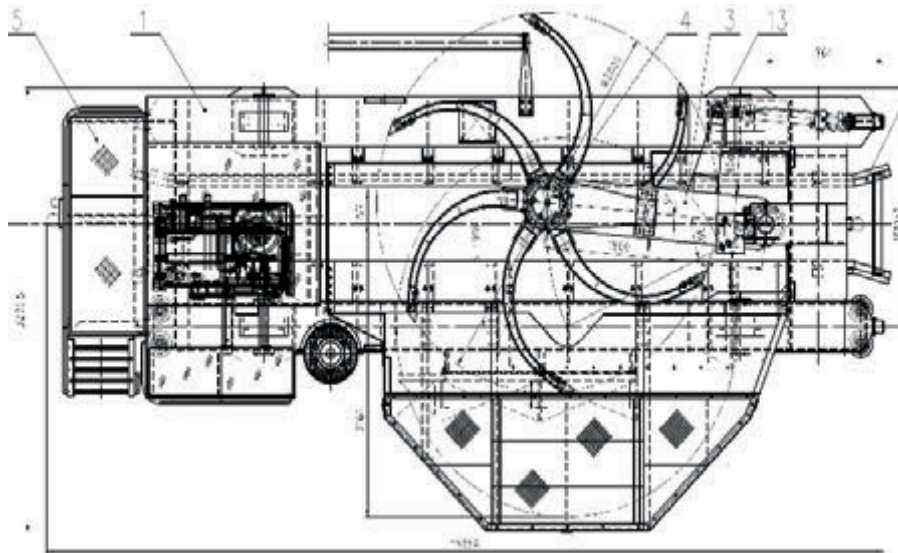
Modernizacja obejmowała część mechaniczną, elektryczną, hydrauliczną i centralne smarowanie. Napęd jazdy, koła wygarniającego oraz mechanizm zagłębiania koła realizowane są poprzez napędy hydrauliczne (rys. 5–7).

Modernizacja wywrotnicy wagonowej WWb-132 – Elektrownia Polanice

Modernizacja obejmowała pomiary, ekspertyzę z obliczeniami MES, projekt oraz wykonawstwo nowych podzespołów wywrotnicy. Obliczenia MES zostały zrealizowane wspólnie z Instytutem Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej (rys. 8–12).

Modernizacja węzła przeładunku węgla – Elektrownia Rybnik

Modernizacja w swoim zakresie obejmuje wymianę wywrotnicy wagonowej, wygarniaczy kołowych, przenośników taśmowych oraz zsuwni. Zastosowana została wywrotnica wagonowa WWM-90.20 przeznaczona do pracy przy wyładunku węgla z otwartych normalnotorowych wagonów czteroosiowych, o maksymalnej masie brutto 90 ton. Szerokość toru dla przedmiotowej wywrotnicy wynosi 1435 mm. Napęd obrotu wywrotnicy stanowi przekładnia mechaniczna z dwoma



Rys. 5. Rzut z góry na modernizowany wygarniacz – rys. 2D [1]



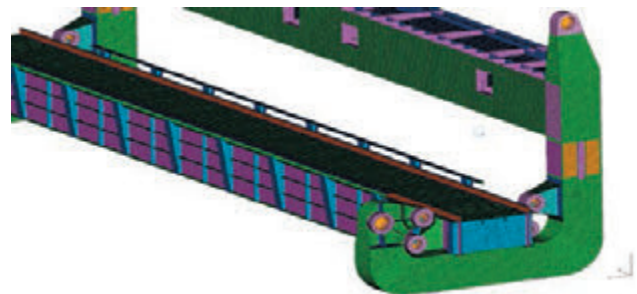
Rys. 6. Model 3D koła wygarniającego [1]



Rys. 9. Jedno z wielu uszkodzonych miejsc na konstrukcji wywrotnicy [2]



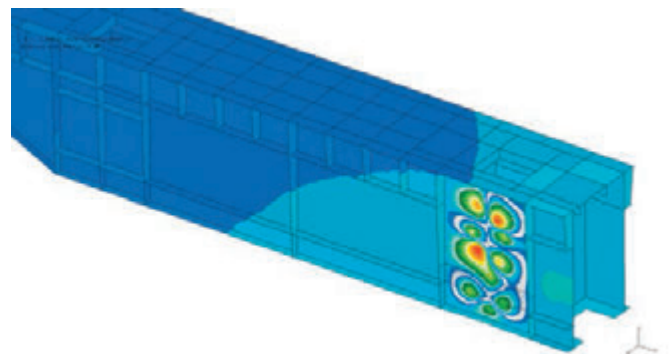
Rys. 7. Wygarniacz podczas rozruchu [1]



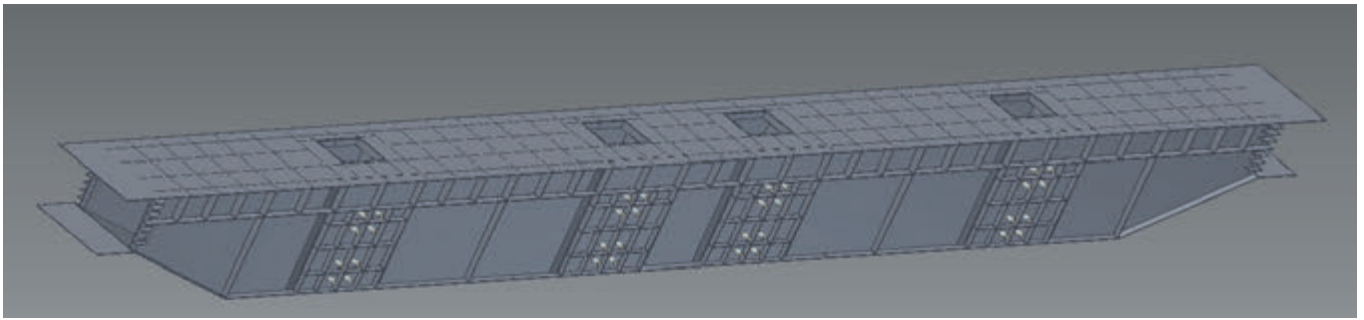
Rys. 10. Model dyskretny belki materacowej i jezdnej wraz z kołyską wywrotnicy [2]



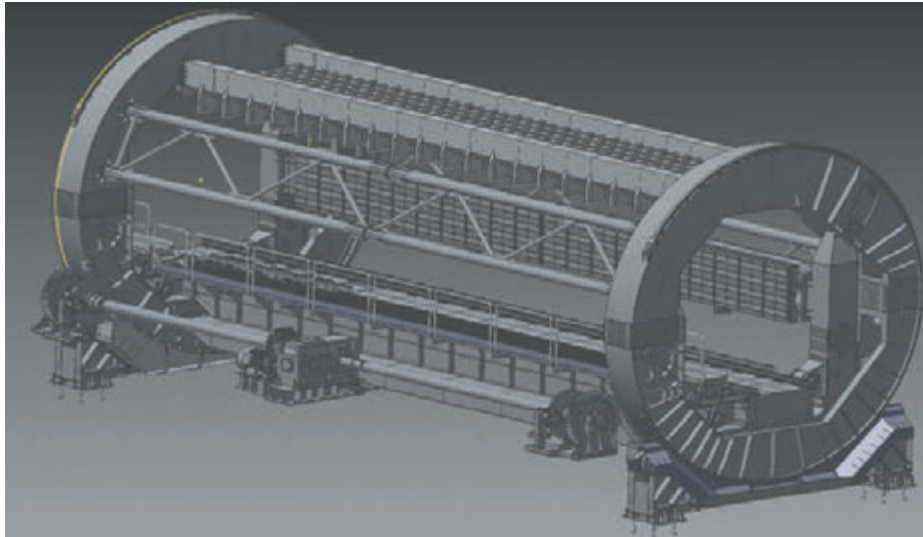
Rys. 8. Wizja lokalna na wywrotnicy w El. Połaniec [1]



Rys. 11. Druga postać wyboczenia belki materacowej – współczynnik wyboczenia 0,4 [2]



Rys. 12. Model 3D belki materacowej uwzględniającej zalecenia ekspertyzy technicznej [1]



Rys. 13. Model 3D wywrotnicy wagonowej [1]

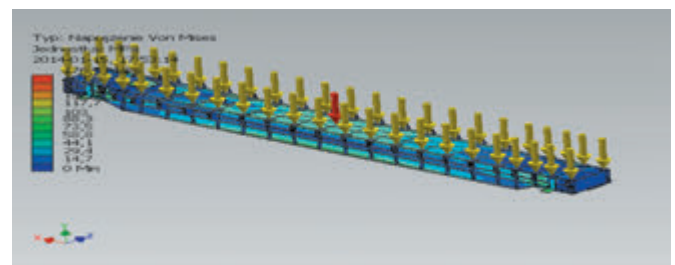
wałami wyjściowymi połączonymi z kołami zębatymi, które przekazują moment obrotowy na bęben wywrotnicy poprzez wieniec zębaty mocowany do tarcz. Zastosowanie w napędzie przetwornicy częstotliwości pozwala na uzyskanie łagodnego rozruchu i hamowania przy położeniach skrajnych maszyny, minimalizując jednocześnie obciążenia dynamiczne negatywnie wpływające na konstrukcję. Ze względu na grawitacyjny sposób dojścia wagonu do belek górnych znacznie zmniejsza się awaryjność i zużycie. Konstrukcja bębna wywrotnicy wraz z podporami oprócz wewnętrznych obliczeń inżynierów Rialex została sprawdzona wytrzymałościowo także przez Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej [3].

W wygarniaczach kołowych, które pracują w bunkrze w trudnych warunkach, zostały zastosowane napędy hydrauliczne mechanizmów roboczych dobrze zabezpieczające konstrukcję przed przeciążeniami zewnętrznymi związanymi z charakterem pracy urządzeń.

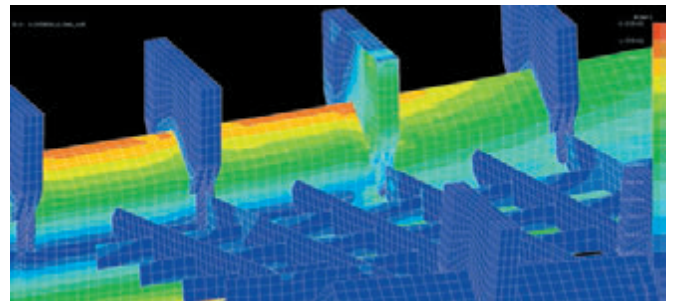
Wszystkie elementy węzła są przystosowane do pracy w strefie wybuchowej pyłowej (rys. 13–154).

Projekt nowoczesnej ładowarko-zwałowarki

W Rialex, oprócz pracy przy aktualnych zleceniach, inżynierowie projektują obecnie również nowoczesną ładowarko-zwałowarkę, stanowiącą odpowiedź na aktualne zapotrzebowanie inwestorów, którzy potrzebują maszyny skrojonej na miarę posiadanych budżetów, mniej energochłonnej ale wydajnej, funkcjonalnej i niezawodnej, a także zapewniającej maksymal-

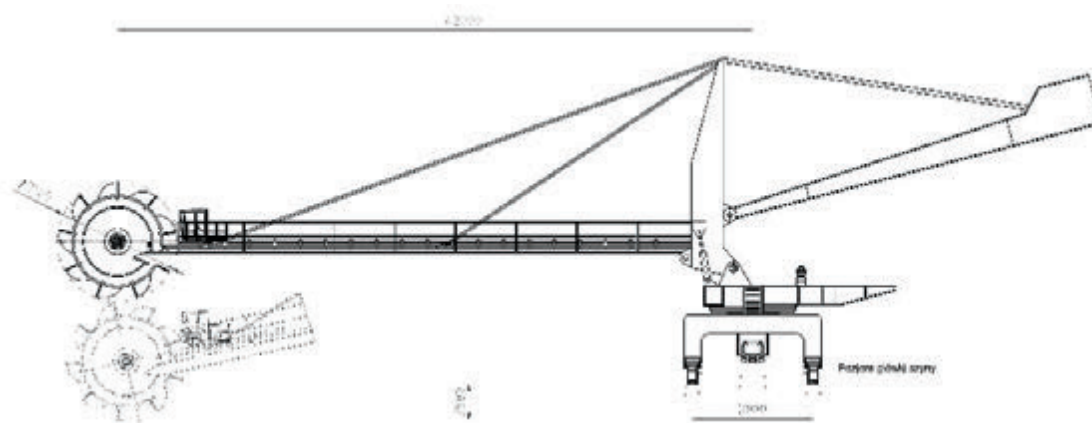


Rys. 14. Naprężenia w stole wywrotnicy – obliczenia własne Rialex wykonane w programie Inventor [1]



Rys. 15. Naprężenia w belce górnej – obliczenia Politechniki Wrocławskiej [3]

ne bezpieczeństwo personelu obsługującego. Zaawansowane systemy auto-diagnostyczne pozwolą na minimalizację czasów przestojów związanych z awariami i usterkami. Zastosowanie napędów hydraulicznych w mechanizmach roboczych (napęd koła czerpakowego, mechanizm obrotu nadwozia, mechanizm



Rys. 16. Rysunek założeniowy ładowarko-zwałowarki [1]

Tab. 1. Podstawowe dane techniczne nowo projektowanej ładowarko-zwałowarki

Lp.	Parametr	Wartość	Jednostka
1.	Wydajność teoretyczna czerpania	2000	m ³ /h
2.	Wydajność maksymalna zwałowania	2000	m ³ /h
3.	Promień czerpania (od środka maszyny do osi koła)	42	m
4.	Głębokość czerpania pod główką szyny	2,5	m
5.	Średnica koła czerpakowego	7,1	m
6.	Ilość czerpaków	9	-
7.	Pojemność czerpaka	500	l
8.	Kąt obrotu nadwozia	+/- 105	°
9.	Szerokość taśmy	1400	mm
10.	Prędkość jazdy	1-14	m/min
11.	Rozstaw toru	8	m
12.	Średnica koła jezdnego podwozia	800	mm

jazdy, napęd przenośników taśmowych, zwodzenie wysięgnika i wózka zrzutowego) pozwoli zoptymalizować konstrukcję maszyny. Napędy hydrauliczne w ciężkich maszynach roboczych jakimi są ładowarko-zwałowarki dobrze się sprawdzają ze względu na szereg zalet. Użycie kompaktowych silników hydraulicznych mocowanych bezpośrednio na wałach napędzanych elementów zamiast znacznie większych przekładni mechanicznych pozwala zaoszczędzić miejsce w okolicach napędu eliminując również ciężkie podbudowy. Zmniejsza się także ilość elementów wirujących potencjalnie niebezpiecznych dla obsługi (sprzęgła, wały pośrednie). Od strony montażowej upraszcza się procedura instalacyjna czy de-instalacyjna, eliminowana jest czynność wspólnego osiowania silnika, przekładni i sprzęgła z wałem maszyny. Zastosowanie pomp o zmiennej wydajności pozwala na bezstopniową zmianę prędkości napędzanych elementów, łagodny rozruch i zatrzymanie mechanizmów, chroni elementy maszyny przed dynamicznymi przeciążeniami. Jednocześnie sam napęd hydrauliczny jest praktycznie niewrażliwy na obciążenia dynamiczne często pochodzące od zewnętrznych sił. Każdy układ hydrauliczny posiada zawory ciśnieniowe zabezpieczające przed przeciążeniami pochodzącymi z wewnątrz i zewnątrz układu napędowego przez co zmniejsza się zużycie mechanizmów napędowych jednocześnie minimalizując koszty obsługi maszyny.

W układach ze względu na konieczność minimalizacji czasu przestoju zastosowano podwójne filtry hydrauliczne pozwalające na nieprzerwaną pracę nawet w przypadku konieczności wymiany wkładów filtracyjnych. Ponadto zastosowano czujniki temperatury, ciśnienia oraz czystości oleju aby



Rys. 17. Logo firmy [1]

na bieżąco monitorować stan oleju, gdyż większość awarii układów hydraulicznych wiąże się z zabrudzeniem i zużyciem oleju hydraulicznego. Podsumowując, zaawansowane układy elektroniczne czuwające nad prawidłowością funkcjonowania, mechanizmy robocze napędzane hydraulicznie oraz zoptymalizowana konstrukcja pozwala obniżyć koszty zakupu ładowarko-zwałowarki oraz koszty eksploatacyjne przy zachowaniu wysokiej funkcjonalności i długiej żywotności.

Podsumowanie

Zrealizowane dotychczas, jak i będące obecnie w realizacji projekty maszyn przeładunkowych, ugruntowują pozycję biura projektowego Rialex na rynku polskim, jako wykonawcę solidnego i z dużym potencjałem, mogącego spełnić najostrzejsze wymagania klientów krajowych, jak i zagranicznych. Możemy zmodernizować istniejące maszyny lub zaprojektować je od samego początku – w branży mechanicznej, elektrycznej i hydraulicznej. Ciągły rozwój biura projektowego, podnoszenie kwalifikacji oraz uprawnień projektantów pozwala być konkurencyjnym partnerem w zakresie usług projektowych dla firm w Polsce i za granicą.

Literatura

- [1] Materiały własne Rialex Crane Systems
- [2] Rusiński E., Przybyłek G., Stańco M.: *Ocena stanu technicznego belki górnej, materacowej i dolnej wywrotnicy wagonowej w Elektrowni Polaniec*. Raport serii SPR Nr 21/2013, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2013
- [3] Rusiński E., Przybyłek G., Stańco M., Kowalczyk M.: *Obliczenia wytrzymałościowe konstrukcji wywrotnicy wagonowej*. Raport serii SPR Nr 21/2013, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2013

