

JERZY GAS

## Innowacyjne rozwiązania w produktach SAG Sp. z o.o.

*Artykuł przedstawia historię powstania i wdrożenia innowacyjnych rozwiązań w konstrukcji lin wyrównawczych, które dały początek nowej jakości w transporcie ludzi i urobku z wykorzystaniem górniczych urządzeń wyciągowych. W artykule omówiono rozwiązania techniczne oraz wskazano walory eksploatacyjne lin wyrównawczych stalowo-gumowych SAG. Na tym tle zaprezentowano krótki rys historyczny powstania firmy SAG, wieloletnie doświadczenie, które zaowocowało wdrażaniem nowatorskich rozwiązań w oferowanych produktach, zapewniających efektywność i niezawodność ich działania.*

Słowa kluczowe: lina wyrównawcza SAG, liny stalowe, krążniki, wymagania dla lin

### 1. WSTĘP

---

„Tradycja i nowoczesność” – hasło to od początku funkcjonowania SAG Sp. z o.o. wpisuje się w strategię działania firmy. W 2021 r. spółka będzie obchodziła trzydziestą rocznicę swojej działalności. Historia firmy sięga 1991 r. Wtedy to powstał pomysł utworzenia na katowickim Nikiszowcu przedsiębiorstwa produkującego innowacyjne i nieznanе wówczas na rynku stalowo-gumowe płaskie liny wyrównawcze.

Działalność gospodarczą spółka rozpoczęła jako SAG Wytwórnia Lin Stalowo-Gumowych Sp. z o.o. Nazwa powstała od pierwszych liter wyrazów – stal, antykorozja, guma. Początkowo 51% udziałów należało do austriackiej firmy Tradepol, pozostałe 49% udziałów objęła KWK Wieczorek. Następca prawnym kopalni został Katowicki Holding Węglowy S.A., a właścicielem udziałów będących w rękach austriackich stała się w 1997 r. firma Marchart & Lackner GmbH. W 2008 r. udziały austriackiej firmy nabyła Fabryka Taśm Transporterowych Wolbrom S.A., stając się nowym współwłaścicielem. W 2012 r. spółka zmieniła nazwę na SAG Sp. z o.o. W 2019 r. w wyniku przekształceń organizacyjnych w polskim górnictwie, Spółka Restrukturyzacji Kopalń S.A. przejęła udziały SAG od Katowickiego Holdingu Węglowego S.A.

### 2. LINY WYRÓWNAWCZE PŁASKIE STALOWO-GUMOWE SAG

---

#### 2.1. Rys historyczny

Pionierska w latach 80. i 90. XX wieku stalowo-gumowa płaska lina wyrównawcza stała się głównym produktem spółki. Z perspektywy czasu można stwierdzić, że dynamiczny rozwój działalności spółki został zapoczątkowany właśnie przez tę nowatorską linę. Innowacyjne rozwiązania w konstrukcji lin wyrównawczych, opracowane w latach 70. i 80. ubiegłego wieku w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (AGH), stanowiły rewolucję w transporcie ludzi i urobku w szybach z wykorzystaniem górniczych urządzeń wyciągowych. Impulsem do podjęcia działań w tym zakresie były wyniki badań przyczyn i skutków katastrof w szybach górniczych, które w latach 70. XX wieku AGH prowadziła wspólnie z departamentami energomechanicznymi Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach i Ministerstwem Górnictwa. Wynikało z nich, że jednym z kilku najbardziej zawodnych elementów górniczych wyciągów szybowych są stalowe liny wyrównawcze, zarówno płaskie, jak i okrągłe. W analizowanym okresie średnio zrywały się jedna–dwie liny wyrównawcze stalowe płaskie

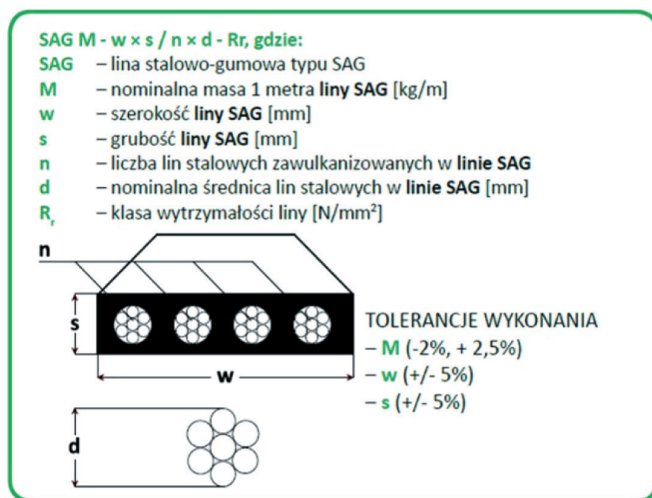
w ciągu roku. Każde takie zdarzenie zagrażało bezpieczeństwu kopalni i pociągało za sobą bardzo duże straty materialne. Jedną z głównych przyczyn zerwań stalowych lin wyrównawczych płaskich (szytych ręcznie i nitowanych) był brak możliwości wiarygodnej oceny ich stanu technicznego. Z kolei liny okrągłe trzeba było wymieniać dosyć często, bo ulegały deformacji na skutek kręcenia się wokół własnej osi podczas cyklu roboczego. Wad tych nie mają wyrównawcze liny stalowo-gumowe SAG. Prace naukowo-wdrożeniowe rozpoczęły się w AGH w 1974 r. i trwały kilkanaście lat, zanim doprowadzono do uruchomienia seryjnej produkcji lin SAG i dopuszczono je do powszechnego stosowania w podziemnych zakładach górniczych. W rozwiązywaniu problemów związanych z tym projektem uczestniczyło kilkudziesięciu specjalistów (mechaników, chemików, elektryków, górników, pracowników nadzoru górniczego itd.). Za zakończenie procesu naukowo-wdrożeniowego uznaje się dopuszczenie 3 lipca 1990 r. przez Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach lin SAG do stosowania we wszystkich

wyciągach szybowych w Polsce, również tych przeznaczonych do transportu ludzi. Można zatem powiedzieć, że w tym dniu zostały zakończone wieloletnie prace naukowo-badawcze, projektowe, budowlano-montażowe itd., które doprowadziły do seryjnej produkcji lin SAG. Stworzone zostały również warunki ich powszechnego stosowania w górniczych urządzeniach wyciągowych bez żadnych ograniczeń [1].

## 2.2. Budowa liny

Płaskie liny wyrównawcze stalowo-gumowe wykonane są z parzystej liczby lin stalowych (prawozwitych i lewoszwitych) zawulkanizowanych w gumie na całej długości (rys. 1).

Opracowany już w 1978 roku typoszereg obejmuje liny stalowo-gumowe, w których zawulkanizowanych jest od dwóch do ośmiu linek stalowych o średnicach 12 mm, 14 mm, 16 mm, 20 mm, 22 mm i 24 mm i wytrzymałości 1370 MPa, 1570 MPa, 1670 MPa i 1770 MPa.



Rys. 1. Budowa liny wyrównawczej płaskiej stalowo-gumowej SAG [2]

Dzięki temu spełnione są wszystkie wymagania, które stawiane są linom wyrównawczym dotyczące mas jednego metra liny oraz wartości rzeczywistych sił zrywających liny w całości (wymaganych współczynników bezpieczeństwa), stosowanych w górniczych wyciągach szybowych o dowolnych parametrach technicznych [1].

### 2.3. Walory techniczno-eksploatacyjne lin

Liny SAG, których średni czas pracy jest co najmniej 3–4 razy dłuższy od trwałości lin wyrównawczych stalowych, są w ocenie wielu specjalistów znaczącym międzynarodowym osiągnięciem naukowców z AGH i polskich inżynierów.

Po 41 latach doświadczeń z eksploatacji lin stalowo-gumowych, produkowanych seryjnie przez firmę SAG Sp. z o.o. (od końca 1989 r.), można stwierdzić, że wszystkie zalety lin SAG deklarowane przez ich twórców zostały w pełni potwierdzone. Zastosowanie lin SAG w polskich kopalniach całkowicie wyeliminowało awarie związane ze zrywaniem się lin wyrównawczych (rys. 2). Stosowanie lin SAG przyczynia się do obniżenia kosztów transportu pionowego i podniesienia bezpieczeństwa pracy nie tylko w polskich kopalniach, ale też w wielu innych krajach, do których liny SAG są eksportowane.

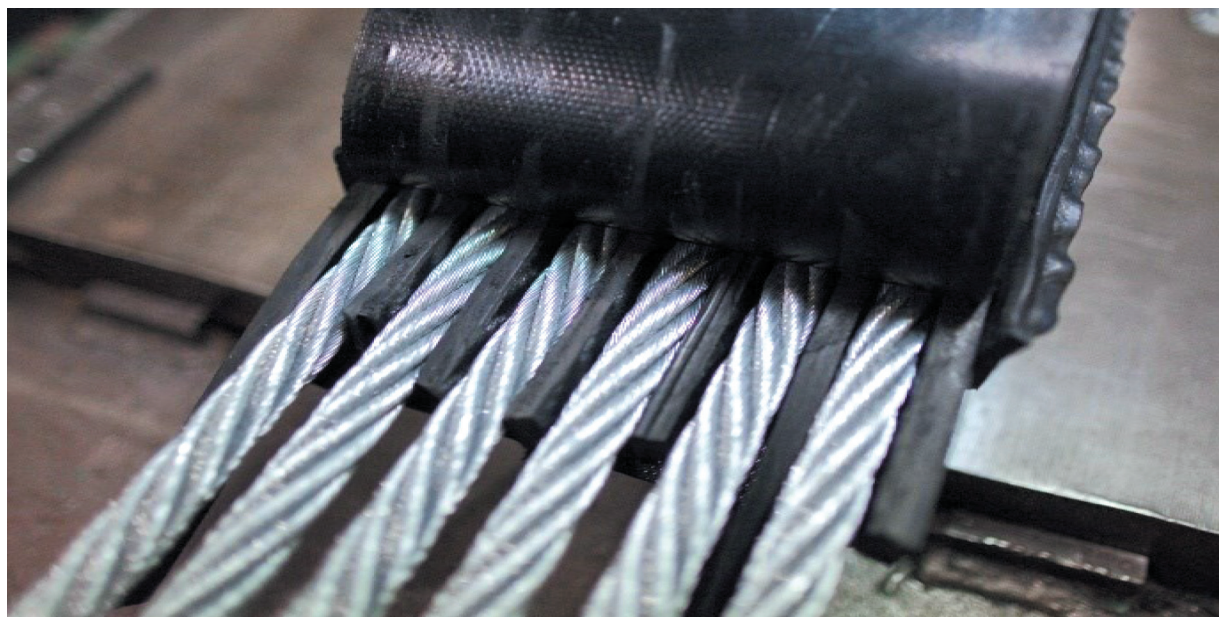
Główne zalety lin wyrównawczych stalowo-gumowych SAG wymieniono w punktach (1–8).

- 1) Całkowita nieodkretność konstrukcji, którą uzyskano przez zastosowanie parzystej liczby lin dwuzwitych wykonanych ze splotek okrągłych, zawulkanizowanych w gumie na całej długości. Połowa tych lin stalowych jest prawozwita, połowa lewozwita.
- 2) Bardzo duża odporność na korozję – dzięki zawulkanizowaniu lin stalowych w gumie, które są wykonane z drutów ocynkowanych. Warstwa wewnętrzna gumy charakteryzuje się dużą przyczepnością do drutów lin, natomiast warstwa zewnętrzna, wykonana z gumy trudnopalnej – dużą przewodnością elektryczną, odpornością na ścieranie.
- 3) Duży zakres masy jednostkowej liny i sił zrywających lin SAG – odpowiednią masę jednostkową i wymaganą siłę zrywającą lin stalowo-gumowych uzyskuje się przez zastosowanie różnej parzystej liczby lin stalowych o określonej średnicy (wykonanych z drutów o wymaganej wytrzymałości) oraz przez zastosowanie określonej ilości gumy wypełniającej.

- 4) Niezawodność pracy – uzyskuje się przez zastosowanie co najmniej kilku lin stalowych przenoszących siły poosiowe. Prawdopodobieństwo ich równoczesnego uszkodzenia (zerwania) jest iloczynem prawdopodobieństwa uszkodzenia pojedynczej liny. Zerwanie jednej liny w linie SAG nie powoduje awarii urządzenia wyciągowego.
- 5) Wysoka pewność zamocowania liny w zawiesiu – uzyskuje się, dzięki dużemu współczynnikowi tarcia pomiędzy stykającymi się powierzchniami gumowymi, ściskanymi zaciskami stalowymi i nowemu rozwiązaniu zawiesi typu SADEX.
- 6) Duża trwałość i odporność na uszkodzenia mechaniczne – uzyskuje się dzięki ww. zaletom, jednak przede wszystkim bardzo dobrej odporności na zużycie korozyjne, jak również dzięki temu, że warstwa zewnętrzna gumy chroni linę przed uszkodzeniami mechanicznymi.
- 7) Mały promień przewijania w rzapiu – przez zastosowanie dużej liczby lin stalowych o małej sztywności poprzecznej.
- 8) Możliwość badań magnetycznych – pozwalających na jakościową ocenę lin SAG została osiągnięta dzięki opracowaniu typoszeregu głowic i opracowanej metodyce badań magnetycznych [1].

Walory techniczno-eksploatacyjne liny produkcji SAG zostały nagrodzone Złotym Medalem podczas 41. Światowej Wystawy Wynalazczości, Badań Naukowych, Innowacyjnych Technologii Eureka '92 w Brukseli.

Wieloletnie doświadczenia w eksploatacji lin SAG, wyprodukowanych zgodnie z patentem PL 150321, wykazały pełną przydatność tych lin do pracy w górniczych wyciągach szybowych. Potwierdzeniem prawdziwości tej tezy jest lina SAG 177x35/4x18 zabudowana 30.11.1991 r. w szybie wydobywczym Janina III przedział skipowy w Zakładzie Górniczym Janina Tauron Wydobywanie S.A. w Libiążu. Lina ta, wykonana według patentu PL 145 595 (z zawulkanizowanymi elementami kalibrującymi), do maja 2018 r., czyli po mniej więcej 26 latach pracy, wykonała około 1 800 000 wyciągów. Rekordzistką natomiast jest lina wyrównawcza SAG 118x29/4x18 „pracująca” już 29 lat w Zakładzie Górniczym Brzeszcze – Tauron Wydobywanie S.A.



Rys. 2. Lina wyrównawcza płaska stalowo-gumowa SAG [2]

Dzięki wysokiej odporności na korozję, możliwości bieżącego monitorowania stanu technicznego za pomocą badań nieniszczących, a w przypadku uszkodzenia powłoki gumowej możliwość jej naprawy bezpośrednio w szybie wyciągu (bez potrzeby jej demontowania), lina wyrównawcza produkcji SAG stała się symbolem jakości, efektywności i gwarantem bezpieczeństwa.

Liny wyrównawcze SAG znalazły zastosowanie w górniczych wyciągach szybowych (w tym do jazdy ludzi) w kopalniach węgla, rud, soli i innych minerałów użytecznych w kraju i za granicą. Do końca 2020 r. spółka sprzedała ogółem 660 lin wyrównawczych stalowo-gumowych SAG, z czego 128 na eksport do kopalń z Czech, Rosji, Ukrainy, Białorusi, Kazachstanu, Niemiec, Maroka, Wietnamu. W ciągłej eksploatacji w Polsce jest ponad 200 lin wyrównawczych SAG.

Wśród wyprodukowanych lin najdłuższa ma 1600 m, największa masa liny wynosi 28 990 kg, największa uzyskana liczba wyciągów wynosiła około 3,2 mln cykli.

### 3. KRAŻNIKI SAG

Uznanie ze strony przemysłu wydobywczego stanowiło impuls do rozszerzenia i dywersyfikacji oferty produktowej SAG. Produkty te znalazły zastosowanie nie tylko w górnictwie, ale również w innych gałęziach przemysłu.

Oferta produktowa SAG obejmuje m.in. różne typy krażników: od standardowych po specjalistyczne, produkowane na konkretne potrzeby klienta (rys. 3).



Rys. 3. Krażniki produkcji SAG [3]

Na uwagę zasługują krążniki EKO-SAG. Jako wieloletni partner przemysłu wydobywczego SAG Sp. z o.o. uzyskała specjalistyczne doświadczenie, m.in. w zakresie transportu przENOŚNIKOWEGO, potwierdzonego certyfikatami, referencjami i licznymi nagrodami. Funkcjonowanie przENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH w szczególnie wymagającym środowisku górnictwa podziemnego skłoniło spółkę do rozpoczęcia prac nad produktem o ponadprzeciętnej jakości, charakteryzującym się nie tylko trwałością i niezawodnością, ale również bezpieczeństwem użytkowania. Biorąc pod uwagę fakt, że krążniki stanowią najliczniejszą grupę elementów konstrukcji przENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH i od ich sprawności zależy energochłonność napędu, prawidłowy bieg taśmy i jej trwałość, SAG opracował nową konstrukcję krążnika.

EKO – krążniki produkcji SAG – dzięki zastosowaniu wysokiej jakości materiałów i nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych stały się wzorcowym produktem pod względem minimalizacji kosztów eksploatacji przENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH, co zostało potwierdzone badaniami laboratoryjnymi na uczelniach i eksploatacyjnymi w kopalniach.

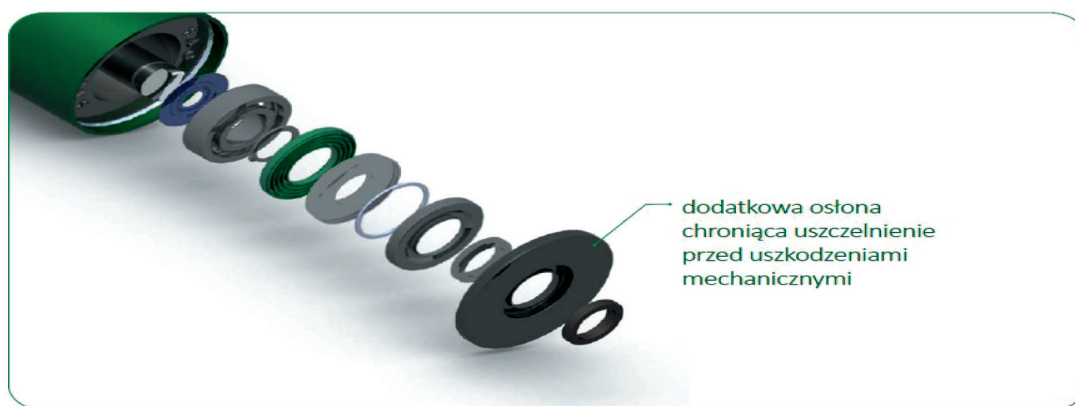
Innowacyjne rozwiązania zastosowane w energooszczędnych krążnikach EKO pozwoliły na uzyskanie następujących efektów:

- 1) Krążniki zamontowane na jednym z przENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH Gwarek 1200 w KWK „Mysłowice-Wesoła” w ciężkich warunkach eksploatacyjnych spowodowały spadek o 8,1% poboru mocy zarówno przy rozruchu, jak i pracy ustalonej przENOŚNIKA. Badania zostały przeprowadzone przez Politechnikę Śląską po dziesięciu miesiącach i trzech latach ich eksploatacji. Pomiary bicia promieniowego wykazały bardzo wysoką dokładność wykonania krążników EKO-SAG, badania statycznego i dynamicznego oporu obracania krążnika potwierdziły jego niski poziom. Ponadto z przeprowadzonych badań wynika, że konstrukcja krążników po trzech latach eksploatacji nie utraciła swoich własności użytkowych i mogą one być dalej wykorzystywane w kopalni [4, 5].
- 2) Krążniki testowane w warunkach laboratoryjnych przez Politechnikę Wrocławską potwierdziły niskie opory obracania w całym zakresie obciążeń eksploatacyjnych, przy minimalnych przyrostach temperatur węzłów łożyskowych krążników, niskim biciem promieniowym, trwałością gwarantowaną przez producenta, tj. trzy lata [6].

- 3) Niski poziom drgań krążników zamontowanych w dwóch konstrukcjach wsporczych przENOŚNIKA nawęglania elektrowni Jaworzno II pozwolił na redukcję poziomu drgań o 30% konstrukcji wsporczej oraz mocy niezbędnej do zasilania przENOŚNIKA. Potwierdzono jednocześnie niski przyrost temperatur węzłów łożyskowych, co ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo pracy i co zostało udokumentowane przez firmę Somar [7].
- 4) Krążniki z poliuretanowymi pierścieniami, które znalazły zastosowanie w innowacyjnych przENOŚNIKACH TAŚMOWYCH w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A., wykazały się oporem obracania nie większym niż 1,23 N (norma 3 N). Nie zaobserwowano również istotnych przyrostów temperatur węzłów łożyskowych, co z punktu widzenia bezpieczeństwa w transporcie przENOŚNIKOWYM jest bardzo istotne, gdyż w wielu przypadkach przENOŚNIKI TAŚMOWE pracują w strefach zagrożonych wybuchem. Badania w tym zakresie zostały potwierdzone przez Politechnikę Wrocławską [6].
- 5) Badania krążników z uelastycznionymi węzłami łożyskowymi przeprowadzone przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie potwierdziły, że zastosowanie gumowych wkładek pozwoliło uzyskać nie tylko wyższą wytrzymałość krążnika, ale też niższy hałas emitowany podczas pracy. Testy laboratoryjne potwierdziły korzystne cechy eksploatacyjne wynikające ze zmniejszenia sił dynamicznych obciążających łożyska krążnika EKO-SAG [8].

W ofercie SAG znajdują się także krążniki, które w pełni wytrzymują okres pięcioletniej eksploatacji. Są one produkowane w nowej technologii, z użyciem specjalnych materiałów i przy zastosowaniu innowacyjnych uszczelnień węzła łożyskowego, odpowiednich piast, obróbki mechanicznej, montażu, dokładności wykonania oraz materiałów o potwierdzonej wytrzymałości.

Krążniki HEAVY DUTY (rys. 4) charakteryzują się ponadprzeciętną wytrzymałością w trudnych warunkach pracy przENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH i znajdują zastosowanie w przENOŚNIKACH TAŚMOWYCH DOŁOWYCH o dużej koncentracji wydobywania – dużej wydajności. Ten szczególnie odporny na działanie pyłów i wody krążnik charakteryzuje się zastosowaniem rury o grubości ścianki 6,3 mm, łożysk 6306–6308 oraz innowacyjnym uszczelnieniem węzłów łożyskowych, które pozwala na skuteczną ochronę przed działaniem czynników powodujących zużycie krążnika, tj. woda, piach, pył przedostający się do węzła łożyska krążnika itp.



Rys. 4. Budowa krążnika HEAVY DUTY [9]

#### 4. KONSTRUKCJE SAG

SAG jest również producentem konstrukcji stalowych dla górnictwa, kolejnictwa, branży budowlanej, energetyki, recyklingu, itp. Od 2015 r. SAG realizuje

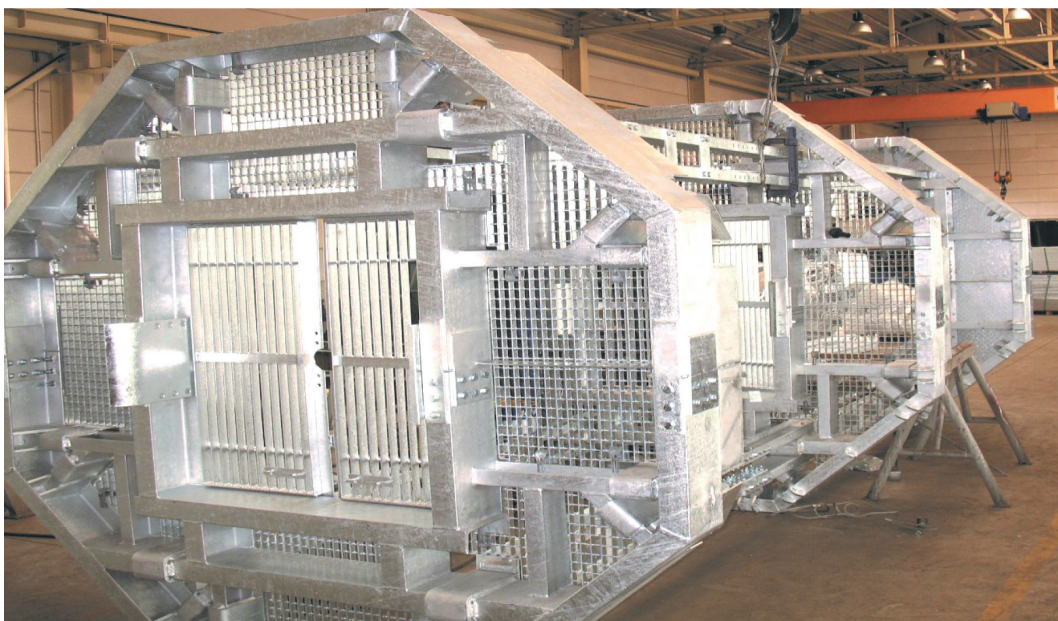
dla Tramwajów Śląskich S.A. dostawy członów środkowych tramwajów z niską podłogą, przystosowanych do potrzeb osób niepełnosprawnych (rys. 5). Przykłady realizacji przez SAG konstrukcji stalowych na indywidualne zamówienia klientów przedstawiają rysunki 6–9.



Rys. 5. Konstrukcja członu środkowego tramwaju [3]



Rys. 6. Konstrukcja przesiewacza bębnowego [3]



Rys. 7. Konstrukcja pomostu wiszącego [3]



Rys. 8. Konstrukcja przenośnika taśmowego [3]



Rys. 9. Konstrukcja wsporcza do modułowego systemu fotowoltaicznego Chameleon PVEV Carports [10]

## 5. LINY NOŚNE I USŁUGI FIRMY SAG

W 2018 r., wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klientów, oferta SAG została uzupełniona o liny stalowe WDI Westfälische Drahtindustrie GmbH, wiodącego producenta lin z Niemiec (rys. 10).

WDI specjalizuje się w produkcji wysokowydajnych stalowych lin nośnych, których całkowity proces wytwarzania, poczynając od wyciągania drutów, realizowany jest w zakładach należących do WDI, w tym w najnowocześniejszym w Europie zakładzie produkcji drutu w Rothenburgu. Zastrzeżona marka lin stalowych WDI – PYTHON została wprowadzona na rynek w latach 60. ubiegłego wieku i do dzisiaj cieszy się

uznaniem na świecie jako marka produktów o wysokich parametrach jakościowych, spełniająca stale rosnące potrzeby przemysłu w zakresie lin stalowych o konstrukcji zoptymalizowanej pod względem kosztów, trwałości i wytrzymałości. Produkcja prowadzona jest zgodnie z systemem zarządzania jakością ISO 9001:2008. Firma jest certyfikowana, m.in. przez Germanischer Lloyd, Lloyd's Register of Shipping, Russian GOST i China Mining Products Safety Approval and Certificate.

SAG świadczy ponadto usługi w zakresie remontów zawieszek szybowych, usługi specjalistyczne z zakresu spawania, w tym zrobotyzowanego, wypalania blach, obróbki skrawaniem i plastycznej z wykorzystaniem nowoczesnych maszyn CNC.



Rys. 10. Logo firmy WDI dla lin marki PYTHON [11]

## 6. PODSUMOWANIE

SAG Sp. z o.o., dysponując zautomatyzowanym parkiem maszynowym i stale inwestując w jego unowocześnianie, dąży do wejścia na rynek zaawansowanych technologii w zakresie m.in. elektromobilności, recyklingu i pojazdów szynowych. Doświadczenie i wykwalifikowana kadra pracownicza, ścisła współpraca z jednostkami naukowo-badawczymi, kompetentne wsparcie technologiczne, wpisują SAG w segment producentów pionierów w zakresie innowacyjności, dbających o bezpieczeństwo i wysoką jakość oferowanych produktów oraz budują mocną i stabilną pozycję przedsiębiorstwa na rynku krajowym i zagranicznym. Ma to odzwierciedlenie w nagrodach i wyróżnieniach, które w ostatnich latach otrzymała spółka.

Decyzją Zarządu Śląskiego Stowarzyszenia Menedżerów SAG Sp. z o.o. została wyróżniona jako Firma Roku 2018 na Śląsku w kategorii średnia firma produkcyjna. Spółka została również kilkakrotnie nagrodzona za jakość i innowacyjność oferowanych produktów (trzykrotnie uhonorowana przez IPH w Krakowie Dyplomem im. T. Baranowskiego za działalność innowacyjną w zakresie liny stalowo-gumowej typu SAG, krążnika EKO-SAG, za produkt – człon środ-

kowy tramwaju z niską podłogą; wyróżniona Złotym Godłem QI Product – w programie Najwyższa Jakość Quality International 2019). Jakość produkcji zapewniają wdrożone certyfikaty zarządzania i bezpieczeństwa oraz współpraca z ośrodkami naukowymi w kraju. Spółka otrzymała ponadto zaszczytny tytuł Diamentu Forbesa 2020. To wyróżnienie jest nie tylko nagrodą za doskonałe wyniki finansowe i wzrost wartości firmy, lecz także świadectwem transparentności, gwarancji rzetelności i przejrzystości danego przedsiębiorstwa.

Utrzymanie i umocnienie pozycji na rynku krajowym i na rynkach zagranicznych to jeden z celów spółki na najbliższe lata.

### Literatura

- [1] Hansel J., Gas J.: *Liny wyrównawcze stalowo-gumowe SAG*. XX International Conference Investigation, Production and Use of Steel Ropes, Conveyors and Hoisting Machines, Koszycy 2018.
- [2] Katalog firmy SAG: „Liny”, <http://www.sag.pl/> [10.09.2020].
- [3] Zdjęcia własne firmy SAG.
- [4] Łazarz B., Opasiak T., Pypno C., Peruń G.: *Badanie krążników firmy SAG Sp. z o.o. po 10 miesiącach eksploatacji w KWK Mysłowice-Wesoła*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Katowice 2014.



- [5] Opasiak T., Gas J.: *Badanie krążników firmy SAG Sp. z o.o. po 3 latach eksploatacji w KWK Mysłowice-Wesoła*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Katowice 2018.
- [6] Król R., Kisielewski W., Kaszuba D., Gładysiewicz L.: *Badanie krążników ECO-SAG w warunkach laboratoryjnych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2016.
- [7] Szczyrba K.: *Bezprzewodowy system diagnostyki technicznej i przeciwpożarowej przenośników taśmowych*. Rynek Inwestycji 2016, 11: 102–105.
- [8] Furmanik K., Kulinowski P., Kasza P., Zarzycki J., Wasina S., Gawlik W.: *Opracowanie krążnika z uelastycznionymi węzłami łożyskowymi*. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2014 [niepublikowane].
- [9] Karta katalogowa SAG – ROLLERS: STANDARD, ECO-POWER, HEAVY DUTY.
- [10] MULTIECHNIKA: [http://woltaika.com/index.php?page\\_id=3](http://woltaika.com/index.php?page_id=3) [10.09.2020].
- [11] Materiały reklamowe WDI Westfälische Drahtindustrie GmbH.

*mgr JERZY GAS*  
*SAG Sp. z o.o.*  
*ul. Szopienicka 58a, 40-432 Katowice*  
*j.gas@sag.pl*