

TEMAT NUMERU | SMART FACTORY

UR W CZASACH CYFRYZACJI

- | transformacja cyfrowa i Przemysł 5.0
- | zarządzanie kompetencjami inżynierskimi
- | zakupy a utrzymanie ruchu

**CHEMIA
EXTRA**
Nowa energia
dla przemysłu



XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna

BEZPIECZEŃSTWO INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH

Infrastruktura krytyczna



budujemy możliwości
porozumienia

BOHATEROWIE BEZPIECZEŃSTWA

23-25
września
2025 r.



WIĘCEJ
INFORMACJI

ORGANIZATOR

HONOROWY GOSPODARZ

PARTNER BRANŻOWY

PATRONAT MEDIALNY



kierunekenergetyka.pl

kierunekchemia.pl

Z ŻYCIA BRANŻY

- 10 | **Nowa chemia na Starym Kontynencie. Perspektywy dla branży petrochemicznej**
Adam Czyżewski

TEMAT NUMERU: SMART FACTORY

- 14 | **Transformacja cyfrowa i przemysł 5.0 w utrzymaniu ruchu**
Julian Malaka
- 22 | **Cyfrowa rewolucja na h(f)ali**
Krzysztof Radziwon
- 26 | **Cyfrowe podejście do utrzymania ruchu**
Kinga Skrzek
- 28 | **Od diagnozy do świadomej strategii**
Damian Truskowski
- 32 | **Ewolucja kompetencji inżynierskich**
Tomasz Mackiewicz
- 36 | **Od baby boomera do zetki. Kadrowy alfabet, czyli krótka instrukcja obsługi najmłodszego pokolenia inżynierów**
Gniewosz Marszałek
- 42 | **Inżynier poszukiwany!**
rozmowa z Mirosławem Ikierem oraz Krzysztofem Adamkiewiczem, ORLEN S.A.
- 46 | **Innowacyjność otwarta jako sposób rozwoju technologicznego i produktowego**
Arkadiusz Majoch
- 52 | **Zakupy i utrzymanie ruchu. Bez współpracy nie ma sukcesu**
Przemysław Pytel
- 58 | **Fizykochemiczne oblicze skutecznego smarowania**
Joanna Jankowska
- 68 | **Niezawodny pomiar poziomu i ciśnienia w wymagających warunkach**
VEGA
- 70 | **Pompowanie amoniaku do wysokich ciśnień**
Grzegorz Peczkis, Grzegorz Przybyła, Wojciech Adamczyk, Marta Iwachów
- 78 | **Uszkodzenia przekładni zębatych. Jak się przed nimi strzec?**
Ryszard Nowicki

ŚRODOWISKO

- 86 | **Symbiozy przemysłowe**
Klara Ramm
- 90 | **Projekt Omnibus. Czy zmieni ESG?**
Szymon Jarosz
- 94 | **Regeneracja olejów przepracowanych**
Dominika Libuszewska

CHEMIA EXTRA: NOWA ENERGIA DLA PRZEMYSŁU

- 98 | **Poligeneracja i energia z zielonych molekuł**
Tomoho Umeda
- 104 | **Zielony Kompas Konkurencyjności**
Andrzej Szczęśniak
- 106 | **Europejski pakiet dla branży chemicznej. Czy warto na niego czekać?**
Mateusz Stańczyk
- 110 | **Co z tym wodorem?**
Artur Szczelina
- 112 | **Biogazownie w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym**
Agnieszka Urbanowska

FELIETON

- 118 | **Szum medialny i statystyka**
Agnieszka Gajek

Z ŻYCIA BRANŻY

Fot. ORLEN

NOWA CHEMIA NA STARYM KONTYNENCIE. PERSPEKTYWY DLA BRANŻY PETROCHEMICZNEJ

Adam Czyżewski

TEMAT NUMERU: SMART FACTORY

Fot. 123rf

OD BABY BOOMERA DO ZETKI. KADROWY ALFABET, CZYLI KRÓTKA INSTRUKCJA OBSŁUGI NAJMŁODSZEGO POKOLENIA INŻYNIERÓW

Gniewosz Marszałek

ŚRODOWISKO

Fot. 123rf

PROJEKT OMNIBUS. CZY ZMIENI ESG?

Szymon Jarosz



Aleksandra Grądzka-Walasza

redaktor wydania
tel. 32 415 97 74 wew. 20
tel. kom. 602 115 264
e-mail: aleksandra.walasza@e-bmp.pl

Między ludźmi a maszynami

Inteligencja jest niezwykłą zdolnością do postrzegania, rozumienia oraz wykorzystywania posiadanej wiedzy i umiejętności w różnych sytuacjach. Bez niej uczenie się, planowanie czy w końcu działanie nie byłoby możliwe. Nie dziwi więc fakt, że przywiązujemy do niej ogromną wagę, cały czas dbając o jej rozwój, a ostatnio nawet podejmując działania stworzenia sztucznego odpowiednika i zaadaptowania go do otaczającego świata, w którym funkcjonujemy.

Określenia: „inteligentna fabryka” czy „inteligentna produkcja” już nikogo nie dziwi – są częścią transformacji cyfrowej, która staje się ważnym elementem strategii konkurencyjności i efektywności przedsiębiorstw chemicznych. To właśnie jej poświęcamy w tym numerze sporo uwagi, skupiając się nie tylko na przykładach wdrażania koncepcji Industry 4.0. w przemyśle, ale przede wszystkim na roli człowieka.

To właśnie orientacja na człowieku, jako kluczowej „części” systemów produkcyjnych, odporność rynkowa i zrównoważony rozwój mają wspierać czwartą rewolucję przemysłową i dążyć do ideałów Przemysłu 5.0., bo – jak podkreśla Julian Malaka w artykule „Transformacja cyfrowa i Przemysł 5.0. w utrzymaniu ruchu” – „Piąta rewolucja przemysłowa oznacza ewolucję operacji technologicznych, zwłaszcza w kierunku bardziej zorientowanym na człowieka, podkreślając współpracę między ludźmi a maszynami”.

AI ma ogromny potencjał zrewolucjonizowania produkcji i zmiany w interakcjach między ludźmi a nowoczesną techno-

logią, coraz częściej – co podkreślają eksperci – znajdując zastosowanie w procesach utrzymania ruchu. Wiążemy z nią duże oczekiwania i nadzieje, widzimy ogromne możliwości, efektywność i szybkość działania chociażby przy analizie danych, interpretacji wyników, prognozowaniu. Z drugiej strony wymaga od nas nowego sposobu myślenia i podejścia do człowieka, m.in. zarządzania jego kompetencjami inżynierskimi, o czym pisze Tomasz Mackiewicz (str. 32), podkreślając fakt, że „Organizacje muszą kłaść nacisk na interdyscyplinarność, cyfryzację oraz rozwój umiejętności miękkich”, jak również zarządzanie wielopokoleniowymi zespołami, które szerzej opisuje Gniewosz Marszałek, twierdząc że: „[...] podział na pokolenia jest mocno skorelowany z rozwojem technologii”.

Dzisiaj sztuczna inteligencja dla człowieka, firmy może być użyteczna, ale czy tak jest i będzie zawsze? Czy może go całkowicie zastąpić, czego wielu się obawia? Na to pytanie odpowiadają: Mirosław Iłkier i Krzysztof Adamkiewicz w wywiadzie „Inżynier poszukiwany” (str. 42): „W wielu sytuacjach fizyczna obecność specjalisty i jego bezpośredni kontakt z urządzeniem nadal będą niezbędne. AI może tu pomóc, ale nie zastąpi człowieka”.

I z tą pozytywną myślą zapraszam na wydarzenia organizowane przez BMP, które są doskonałą okazją nie tylko do poszerzenia wiedzy, poznania najnowszych trendów w branży, ale przede wszystkim do rozmowy z ludźmi, nie maszynami.

Aleksandra Grądzka-Walasza

Wydawca:

BMP spółka z ograniczoną odpowiedzialnością spółka komandytowa

KRS: 0000406244, REGON: 242 812 437
NIP: 639-20-03-478
ul. Morcinka 35
47-400 Racibórz
tel./fax 32 415 97 74
tel.: 32 415 29 21, 32 415 97 93
e-mail: biuro@e-bmp.pl
www.kierunekchemia.pl

BMP to firma od ponad 30 lat integrująca środowiska branżowe, proponująca nowe formy budowania porozumienia, integrator i moderator kontaktów biznesowych, wymiany wiedzy i doświadczeń. To organizator branżowych spotkań i wydarzeń – znanych i cenionych ogólnopolskich konferencji branżowych, wydawca profesjonalnych magazynów i portali.

Rada Programowa:

Adam S. Markowski – Katedra Inżynierii Systemów Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej

Tomasz Zieliński – Polska Izba Przemysłu Chemicznego

Paweł Bielski – Grupa Azoty S.A.

Jacek Kijewski – Politechnika Warszawska

Andrzej Biskupski

Andrzej Szczęśniak – niezależny ekspert rynku paliw

Artur Kopeć – Grupa Azoty Polskie Konsorcjum Chemiczne sp. z o.o.

Andrzej Sikora – Instytut Studiów Energetycznych Sp. z o.o., Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Agnieszka Gajek – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Arkadiusz Kamiński – ORLEN S.A.

Dorota Brzezińska – Politechnika Łódzka

Wojciech Blew – Grupa Azoty Polyoolefins S.A.

Prezes zarządu BMP Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. k.
Mateusz Grzeszczuk

Redaktor naczelny
Przemysław Płonka

Redaktor wydania
Aleksandra Grądzka-Walasza

Redakcja techniczna
Marcelina Gąsior

Kolportaż
Rafał Ruczał

Sprzedaż
Bożena Bednorz, Jolanta Mikołajec-Piela,
Magda Widińska, Marta Mika,
Krzysztof Sielski, Monika Majewska

Magazyn kierowany jest do prezesów, dyr. ds. technicznych i głównych specjalistów (mechaników, automatyków, technologów) reprezentujących branżę chemiczną, organizatorów targów, sympozjów, imprez branżowych, urzędów, ministerstw, instytutów, wyższych uczelni oraz biur projektowych.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam.
Niniejsze wydanie jest wersją pierwotną czasopisma

Wykorzystywanie materiałów i publikowanie reklam opracowanych przez wydawcę wyłącznie za zgodą redakcji. Redakcja zastrzega sobie prawo do opracowywania nadesłanych tekstów oraz dokonywania ich skrótów, możliwości zmiany tytułów, wyróżnień i podkreśleń w tekstach. Artykułów niezamówionych redakcja nie zwraca.

Źródło grafiki na okładce: 123rf
Druk: Fischer sp. z o.o.



NOWE GAZOWCE WE FLOCIE ORLEN

W stoczni Hyundai Samho Heavy Industries w koreańskim Mokpo odbyła się uroczystość nadania imion dwóm nowym jednostkom do przewozu skroplonego gazu ziemnego (LNG), z których każda może przetransportować około 70 tys. ton LNG, zbudowanym na potrzeby Grupy ORLEN. Matkami chrzestnymi „Józefa Piłsudskiego” i „Ignacego Paderewskiego” zostały Anita Włodarczyk i Natalia Partyka

Źródło, fot.: ORLEN S.A.



Fot. 123rf

Z RAPORTU POPIHN

Polska doskonale radzi sobie bez rosyjskich dostaw.

W 2024 r. polski rynek paliw funkcjonował bez zaburzeń, a konsumenci nie odczuli zmiany kierunków dostaw zaopatrzenia kraju w paliwa i surowiec rafineryjny. W ub. roku tankowaliśmy taniej i więcej niż rok wcześniej. Średnia cena benzyny EU95 spadła o 3,2%, oleju napędowego o 3,3%, a autogazu o 4,3% rok do roku, jednocześnie konsumpcja paliw transportowych w Polsce wzrosła łącznie o 1,5% w stosunku do zapotrzebowania w 2023 r. – wynika z raportu Polskiej Organizacji Przemysłu i Handlu Naftowego.

Sprzedaż benzyn silnikowych wzrosła o 1,6% r/r, natomiast zapotrzebowanie na olej napędowy spadło o 0,1% r/r. Pod względem wolumenu liderem wzrostu konsumpcji jest gaz płynny LPG – w odniesieniu do ubiegłego roku popyt wzrósł o 9,0%. Rosta konsumpcja pozostałych paliw, ciężkiego oleju opałowego o 24,3% r/r, lekkiego oleju opałowego o 2,1% r/r. Paliwo lotnicze JET trafiło na polskie lotniska w ilości o 9,2% większej niż przed rokiem. Łączne zeszłoroczne zużycie paliw ropopochodnych w Polsce to ok. 38,7 mld m³.

W ubiegłym roku krajowe rafinerie przerobiły blisko 27,6 mln ton ropy naftowej, około 3% więcej niż w 2023 r. Z kolei produkcja paliw w Polsce wzrosła o ok. 9% w odniesieniu do poprzedniego roku.

Źródło: POPiHN

NOWA KONCEPCJA ENERGETYCZNA

Wart 320 milionów złotych program inwestycyjny prowadzony w Grupie Azoty Kędzierzyn od 2019 roku został zrealizowany wraz z oddaniem do użytku nowego kotła szczytowo-rezerwowego.

Sfinalizowanie budowy kotłowni szczytowo-rezerwowej na gaz ziemny o wydajności 100 ton pary/h wraz z instalacjami pomocniczymi było ostatnim i kluczowym etapem programu inwestycyjnego realizowanego pod nazwą Nowa Koncepcja Energetyczna, nad którą od wielu lat pracowała kadra inżynierska Jednostek Biznesowych Agro i Energetyka.

Na Nową Koncepcję Energetyczną złożyła się realizacja w latach 2019-2025 zadań inwestycyjnych, takich jak: zakup nowego zespołu kotłowego na syntezę amoniaku, modernizacja wężła skraplania amoniaku w obszarze Centrali Chłodniczej Wydziału Amoniak, wymiana sprężarek parowych K-2 i K-3 sprężających amoniak gazowy na nowe sprężarki elektryczne, a także wymiana kotła E-102 oraz przegrzewacza pary E-117, modernizacja wężła pótspalania na Wydziale Amoniak, zakup i zabudowa nowej sprężarki tlenu oraz kocioł rezerwowo-szczytowy.

Źródło, fot.: Grupa Azoty Kędzierzyn



ORLEN ROZPOCZĄŁ WYDOBYCIE GAZU Z KOLEJNEGO ZŁOŻA

Na blisko ćwierć miliarda metrów sześciennych gazu ziemnego szacowane są ogólne zasoby złoża Grodzewo, zlokalizowanego w gminie Śrem, w województwie wielkopolskim.

Odwiert o głębokości niemal 3 tys. m wykonany został w ramach wspólnego projektu ORLEN i ORLEN Upstream Polska. Wydobyty gaz, po uzdatnieniu do parametrów handlowych, trafi bezpośrednio do krajowego systemu przesyłowego. Eksploatacja pozwoli na pozyskiwanie surowca przez około osiemnaście lat.

– Zgodnie z przyjętą strategią intensyfikujemy działania mające na celu zwiększenie, w ciągu kolejnych kilku lat, wydobycia gazu ze złóż krajowych. Dlatego ważne jest dla nas każde odkrycie i każdy odwiert, z którego możemy pozyskać błękitne paliwo. Prowadzone w Wielkopolsce prace są częścią szerokiego programu poszukiwawczo-wydobywczego ORLEN dla małych złóż, który może być realizowany dzięki zoptymalizowanemu podejściu do planowanych nakładów na ich zagospodarowanie. Własne zasoby to najpewniejsze źródło dostaw do naszych odbiorców, dające tym samym istotny wkład w bezpieczeństwo energetyczne naszego kraju – mówi Wiesław Prugar, członek zarządu ORLEN ds. Upstream i prezes ORLEN Upstream Polska.

Źródło: ORLEN S.A.

CIEKAWOSTKA

NEON wraca w nowej odsłonie

Do 30 czerwca 2025 roku można składać wnioski w trzecim już konkursie grantowym – NEON III, który jest wspólnym przedsięwzięciem spółki ORLEN i Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Budżet, prawie 200 mln zł, jest gotowy, aby wesprzeć rozwój najciekawszych rozwiązań technicznych, technologicznych i cyfrowych w trzech obszarach tematycznych: dekarbonizacja, cyfryzacja i gospodarka obiegu zamkniętego.

ORLEN i NCBR dzięki konkursowi NEON III zamierzają znaleźć partnerów wśród przedsiębiorstw, instytucji naukowych i technologicznych. Podmioty te wesprą m.in. rozwój nowych lub udoskonalonych systemów i technologii z obszarów będących w spektrum zainteresowania ORLEN, zgodnie z nową Strategią 2035.

Źródło: NCBR



Fot. 123rf

ROZWIĄZANIA HENKEL W PRZEMYSŁE CHEMICZNYM

Utrzymanie ruchu, naprawy,
odbudowa i ochrona
urządzeń przemysłowych.





ŁOŻYSKA I ROZWIĄZANIA

Dla przemysłu chemicznego



SCHAEFFLER



**KOMPLEKSOWE
ZAOPATRZENIE
TECHNICZNE**

**ŁOŻYSKA | PASY NAPĘDOWE | ŁAŃCUCHY
TECHNIKA LINIOWA | PNEUMATYKA
NARZĘDZIA | CHEMIA TECHNICZNA**

○ ○ ○ ○

- FACHOWE DORADZTWO
- CIĘCIE PASÓW I STALI
- SERWIS 24H
- SZKOLENIA



61 8275 150



info@quay.pl



www.quay.pl





INWESTYCJA PERN NA PÓŁMETKU

Przekazanie zbiorników do eksploatacji pozwoli zwiększyć pojemność bazy w Dębogórze do ponad 500 tys. m³, dzięki czemu stanie się jedną z największych baz paliw w kraju.

Baza paliw w Dębogórze w IV kwartale 2025 roku wzbogaci się o trzy nowe zbiorniki magazynowe o pojemności 50 tys. m³ każdy, wraz z infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do przechowywania produktów naftowych. Obecnie instalowane są konstrukcje stalowe zbiorników – na dwóch zakończono już budowę dachów, w przypadku trzeciego zbiornika trwają roboty związane z montażem konstrukcji stalowej płaszcza oraz osłony zbiornika. Równolegle w bazie trwają prace nad rozbudową stanowisk nalewu cystern. Obok obecnych sześciu pojawiają się dwa nowe stanowiska.

– To kolejny etap programu rozbudowy strategicznej infrastruktury, który realizuje spółka, aby zapewnić większą dostępność, elastyczność i bezpieczeństwo dostaw surowców oraz jeszcze lepiej odpowiadać na potrzeby naszych klientów – podkreśla Daniel Świętochowski, prezes zarządu PERN S.A.

Źródło, fot.: PERN S.A.

ŚWIATOWY LIDER PRODUKCJI SREBRA

W prestiżowym rankingu „World Silver Survey 2025” KGHM Polska Miedź S.A. po raz kolejny zajęła pierwsze miejsce w klasyfikacji „największych kopalń srebra na świecie”.

Dodatkowo, Grupa KGHM ponownie uplasowała się na drugim miejscu w globalnym rankingu „największych producentów srebra”, produkując w 2024 roku 1 341 ton tego cennego kruszcu, z czego 1 316 ton w Polsce.

Produkcja srebra w KGHM odbywa się w Hucie Miedzi Głogów, gdzie od 1993 roku działa Wydział Metali Szlachetnych. Jego zadaniem jest odzyskiwanie obecnych w rudzie miedzi metali szlachetnych – srebra i złota.

Źródło: KGHM

ROZMAITOŚCI

3,767 MLN TON

– tyle ropy naftowej i paliw przeładowano w Naftoporcie w marcu br. To największy miesięczny tonaż obsłużony w historii spółki

.....

”

– Dziś jesteśmy o krok dalej w realizacji projektu budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Zakończenie negocjacji pomiędzy spółkami Polskie Elektrownie Jądrowe a konsorcjum spółek Westinghouse i Bechtel to potwierdzenie wspólnej determinacji w realizacji tego przedsięwzięcia – powiedział

Wojciech Wrochna,
pełnomocnik rządu ds. strategicznej infrastruktury energetycznej, sekretarz stanu w Ministerstwie Przemysłu



BADANIE RYNKU I DIALOG

ORLEN rozpoczyna badanie rynku i dialog z potencjalnymi dostawcami niskoemisyjnego i odnawialnego amoniaku.

Spółka rozważa możliwość zastosowania odnawialnego amoniaku jako źródła wodoru nie tylko do produkcji lotniczych paliw syntetycznych, ale również nawozów; pozwoli to zredukować emisje w zakładzie Anwil we Włocławku. Rozpoczęte przez ORLEN badanie rynku obejmie długoterminowe dostawy amoniaku powstającego z użyciem wodoru niskoemisyjnego oraz wodoru ze źródeł odnawialnych pochodzenia niebiologicznego (RFNBO). W planach jest m.in. badanie rynku i dialog z potencjalnymi dostawcami, a także uruchomienie pilotażowych dostaw niskoemisyjnego amoniaku w perspektywie najbliższych lat – umożliwi to rzetelną ocenę efektu redukcji emisji gazów cieplarnianych w całym łańcuchu dostaw tego surowca.

ORLEN zamierza również pozyskać informację o potencjalnych partnerstwach kapitałowych w łańcuchu wartości amoniaku.

Przyspieszenie transformacji oznacza wzrost zapotrzebowania Grupy ORLEN na wodór niskoemisyjny lub odnawialny do poziomu ok. 350 tys. ton rocznie od 2035 roku.

Źródło, fot.: ORLEN S.A.

TROTYL DLA USA

Zakłady Chemiczne „Nitro-Chem” S.A. podpisały kolejną, wieloletnią umowę z firmą Paramount Enterprises International (PEI) na dostawę trotylu w latach 2027-2029.

Produkowany przez bydgoską spółkę trotyl będzie przeznaczony do realizacji amerykańskich rządowych programów uzbrojenia, w tym wykorzystany zostanie do elaboracji pocisków kal. 155 mm. Kontrakt to kolejny dowód na silną pozycję spółki na rynku międzynarodowym.

– Polska jest największym w NATO producentem trotylu. Dziś mówimy o kontrakcie, który będzie realizowany w latach 2027-2029, a jego wartość to 1,2 mld złotych. Dostawa obejmie 18 tys. ton trotylu. Polska, co warto podkreślić, jest głównym dostawcą dla armii Stanów Zjednoczonych – poinformował Cezary Tomczyk, sekretarz stanu w Ministerstwie Obrony Narodowej.

Źródło, fot.: Nitro-Chem



NOWA CHEMIA NA STARYM KONTYNENCIE

Perspektywy dla branży petrochemicznej

dr Adam Czyżewski

główny ekonomista ORLEN S.A.

Obiecujące perspektywy dla przemysłu petrochemicznego, m.in. rosnący popyt na produkty petrochemiczne czy dostępność wsadów surowcowych, stały się potężną zachętą do inwestycji. Dlaczego zatem branża boryka się obecnie z istotnymi problemami? Czy są to wyzwania trwałe, czy też cykliczne i przejściowe? Analiza aktualnej sytuacji rzuca światło na te kluczowe pytania.

Pięć lat temu, podczas konferencji Chemia 2020, przedstawione zostały kluczowe wnioski z branżowego raportu Grupy ORLEN, zatytułowanego „Petrochemia ma przyszłość”¹. Teza ta pozostaje aktualna, ponieważ produkty petrochemiczne zawdzięczają swój długotrwały sukces trzem fundamentalnym właściwościom. Po pierwsze, charakteryzują się szeroką

dostępnością oraz łatwą i taną obróbką. Po drugie, produkty konsumpcyjne i opakowania pochodzenia petrochemicznego są wytwarzane w sposób mniej szkodliwy dla środowiska i klimatu niż w przypadku wykorzystania innych surowców². Po trzecie, ropa naftowa i gaz ziemny są zbyt cennymi i efektywnymi surowcami, by z nich rezygnować – przynajmniej

dopóty, dopóki stan rozwoju techniki nie pozwoli na stworzenie lepszych alternatyw. Czy coś się fundamentalnie zmieniło od tego czasu?

Nadpodaż jako efekt prognozowanego sukcesu

Paradoksalnie, obecnie petrochemia stała się ofiarą własnego, spodziewanego sukcesu. Obiecujące perspektywy dla przemysłu petrochemicznego, oparte na dwóch filarach – rosnącym popycie na materiały petrochemiczne oraz występującym w obfitości surowcu (gaz ziemny, ropa naftowa i węgiel) – stały się potężną zachętą do inwestycji w nowe moce produkcyjne w segmencie bazowych produktów petrochemicznych (*primary petrochemicals*)³. Inwestycje te z jednej strony powstawały w pobliżu źródeł taniego surowca: gazu w USA oraz ropy i gazu na Bliskim Wschodzie, gdzie nastąpiła intensywna integracja rafinerii z petrochemią. Z drugiej strony, nowe moce produkcyjne rozwijano w regionach charakteryzujących się deficytem lokalnej podaży w relacji do potrzeb, przede wszystkim w Europie i Chinach.

Specyfika kapitałochłonnych przemysłów o długim cyklu inwestycyjnym polega na tym, że decyzje inwestycyjne podejmowane są na podstawie oczekiwanego popytu, wygładzonego, bez uwzględnienia wahań cyklicznych. Jednak upływ czasu sprawia, że te długoterminowe inwestycje zderzają się ostatecznie z popytem rzeczywistym, który naturalnie podlega cykлом koniunkturalnym. Popyt na produkty petrochemiczne jest silnie skorelowany z dynamiką PKB, co czyni branżę podatną na wahania koniunktury.

Nadmierny przyrost mocy produkcyjnych w relacji do popytu wywołał globalną nadpodaż i niską utylizację mocy wytwórczych. Nadwyżki produkcyjne i niewykorzystane moce występują już od czasu rewolucji łupkowej w USA (gaz ziemny trudniej wyeksportować niż towary petrochemiczne), a tania ropa znacząco poprawiła ekonomikę krakerów naftowych⁴ w Europie i w Chinach. W 2023 roku nadwyżka zdolności produkcyjnych osiągnęła już 25% potencjału branży. Co więcej, prognozowana nadwyżka mocy produkcyjnych za 5 i za 10 lat jest na tyle istotna, że sama niska utylizacja istniejących instalacji nie wystarczy do przywrócenia równowagi rynkowej. Oznacza to, że przed branżą petrochemiczną stoi nieuchronna perspektywa znaczącej redukcji mocy produkcyjnych.

Europejska petrochemia: problem niekonkurencyjności kosztowej

W kontekście globalnej nadpodaży warto postawić kluczowe pytanie: skoro Europa jest importerem netto podstawowych produktów petrochemicznych, to w czym tkwi problem europejskich producentów? Odpowiedź jest jednoznaczna – w niekonkurencyjności kosztowej.

Analiza porównawcza zdolności produkcyjnych krakerów etylenowych w różnych regionach świata, według stosowanych wsadów (nafta, etan), pokazuje fundamentalne różnice strukturalne. W USA, podobnie jak na Bliskim Wschodzie, etylen wytwarza się głównie

z etanu (składnika gazu ziemnego) i praktycznie jest to jedyny produkt petrochemiczny uzyskiwany w krakerze etanowym (stanowi ponad 90% wolumenu). W przeciwieństwie do tego, w Chinach i Europie dominują krakery naftowe wykorzystujące jako wsad benzynę surową – lekką frakcję ropy naftowej. W strukturze produktów uzyskiwanych w krakerach naftowych też dominuje etylen, ale jego udział nie przekracza 50% uzyskiwanego wolumenu. Pozostałe produkty to propylen, butadien i aromaty w podobnych proporcjach.

Ta fundamentalna różnica technologiczna przekłada się bezpośrednio na konkurencyjność kosztową. Ceny wsadów w poszczególnych regionach pokazują drastyczne dysproporcje. Europa ma obecnie zdecydowanie najdroższe wsady produkcyjne. Cena benzyny surowej jest tu czterokrotnie wyższa niż etanu w USA i sześciokrotnie wyższa niż etanu na Bliskim Wschodzie. Jednocześnie jest o około 15% większa niż w Chinach (podczas gdy przed 2020 rokiem była niższa).

Podobne dysproporcje obserwujemy w kosztach wsadu, jakim jest gaz ziemny. Różnica w cenach gazu między USA a Chinami i Europą była zawsze znacząca – gaz w Europie i Chinach był historycznie ponaddwukrotnie droższy niż w Stanach Zjednoczonych. Obecnie ta różnica jeszcze się pogłębiła – europejska cena gazu jest 4-5 razy wyższa niż amerykańska. Obiektywna analiza prowadzi do jednoznacznego wniosku: Europa nie jest i nie będzie w stanie konkurować z resztą świata cenami wsadów.

”

Przed branżą petrochemiczną stoi nieuchronna perspektywa znaczącej redukcji mocy produkcyjnych

Transformacja roli Chin w globalnym przemyśle petrochemicznym

Analizując globalną sytuację branży nie sposób pominąć fundamentalnej zmiany roli Chin na światowych rynkach petrochemicznych. Kraj ten, z pozycji globalnego konsumenta netto towarów petrochemicznych (i nie tylko petrochemicznych), przekształca się w potężnego dostawcę. Gospodarka chińska nie rośnie już w tempie 8% rocznie, a chiński popyt na surowce i energię nie jest już głównym motorem napędowym gospodarki globalnej. Wręcz przeciwnie – obniżenie tempa wzrostu PKB do około 4%, w połączeniu z wygaśnięciem programów stymulujących rozwój infrastruktury i budownictwa, sprawia, że chiński popyt na bazowe produkty petrochemiczne maleje. Dzieje się to w czasie, gdy tamtejsze instalacje petrochemiczne pracują pełną parą, a kolejne są oddawane do użytku.

NOWA CHEMIA
ORLEN realizuje strategiczny projekt Nowa Chemia, budując nowy kraker naftowy do produkcji etylenu – po 2030 roku zastąpi on istniejące Olefiny II



Strategia Chin na obecnym etapie rozwoju rynku polega na przeczekaniu globalnego kryzysu nadpodaży. Chińska produkcja, przeskalowana w relacji do osłabionego krajowego popytu, kierowana jest na eksport, głównie do Europy. W krótkiej perspektywie Chiny nie koncentrują się na optymalizacji cen zbytu, licząc na to, że po globalnej racjonalizacji mocy produkcyjnych to one będą głównym dostawcą szerokiej gamy petrochemikaliów dla Europy, w szczególności tych, które oferują krakery naftowe.

Racjonalizacja mocy produkcyjnych w Europie

W odpowiedzi na strukturalne wyzwania branży, w Europie postępuje proces racjonalizacji mocy produkcyjnych, który ma przynieść poprawę poziomów utylizacji istniejących instalacji i odbudowę marż. W ostatnich dwóch latach ogłoszono zamknięcie około 3 milionów ton mocy produkcyjnych olefin (głównie etylenu i propylenu), a także 8 milionów ton pozostałych produktów petrochemicznych. Redukcje dotyczą przede wszystkim kraje, takie jak Niemcy, Włochy, Holandia czy Wielka Brytania. W pierwszej kolejności likwidowane są najstarsze jednostki, charakteryzujące się najgorszą ekonomiką produkcji.

Każde zamknięcie europejskiej instalacji petrochemicznej przynosi chwilową ulgę tym producentom, którzy pozostali aktywni na rynku. Wyłączenie instalacji zwiększa co prawda import, ale jednocześnie tworzy przestrzeń dla europejskiej podaży. Niestety, ta poprawa sytuacji rynkowej nie dotyczy wszystkich producentów w równym stopniu.

ORLEN i projekt Nowa Chemia: strategiczna odpowiedź na wyzwania rynkowe

W kontekście globalnych i europejskich wyzwań branży petrochemicznej, ORLEN realizuje strategiczny projekt Nowa Chemia, budując nowy kraker naftowy do produkcji etylenu. Zgodnie z planem, po 2030 roku zastąpi on istniejące Olefiny II.

Nowy kraker naftowy w Płocku będzie najnowocześniejszą tego typu jednostką w Europie – zaprojektowany z myślą o większej efektywności i o około 30% niższej emisyjności w porównaniu do obecnie funkcjonującego krakera. Moce produkcyjne zostaną zoptymalizowane do efektywnego poziomu 740 tysięcy ton etylenu rocznie, a także obejmą produkcję propylenu i szeregu produktów ubocznych. Jest to istotna zmiana w porównaniu do obecnych Olefin II, których teoretyczne maksymalne moce wynoszą niespełna 700 tysięcy ton.

ORLEN oczekuje, że racjonalizacja mocy petrochemicznych w Europie, w połączeniu z racjonalizacją własnych planów inwestycyjnych, pozwoli na istotną poprawę poziomów utylizacji mocy produkcyjnych zarówno w Polsce, jak i na całym kontynencie.

Regionalne przewagi konkurencyjne polskiej petrochemii

Szanse dla polskiej petrochemii tworzy również rosnący popyt w regionie Europy Środkowej, który rozwija się w szybszym tempie niż w Europie Zachodniej. Prognozy wskazują na stopniowy wzrost udziału pierwszego z wymienionych regionów w konsumpcji kluczowych polimerów, takich jak polietylen, polipropylen, PVC i PET. Na korzyść rozbudowy łańcucha wartości wokół krakera naftowego w Polsce działa tzw. premia lądowa, wynikająca z konkurencyjności w obszarze logistyki. Płocki kraker jest jedyną instalacją produkującą etylen w naszym kraju, co daje ORLEN-owi unikalną pozycję rynkową.

Istotną przewagą krakerów naftowych nad etanowymi jest szerszy wachlarz produktów ubocznych. Blisko 50% uzysku z krakerów naftowych (pracujących na benzynie surowej) stanowią produkty uboczne: propylen, aromaty i frakcja C4 (butadien i buteny). Daje to strategiczną przewagę nad krakerami etanowymi, które mimo aktualnie niższego kosztu wsadu generują niemal wyłącznie etylen. Krakery oparte na etanie z gazu ziemnego w USA czy na Bliskim Wschodzie nie

mają przewagi konkurencyjnej wobec europejskiej produkcji w łańcuchu wartości takich produktów jak aromaty czy propylen.

ORLEN jest i pozostanie – po realizacji instalacji Nowa Chemia – stabilnym dostawcą produktów dla przemysłu w regionie. Ma to szczególnie duże znaczenie w niestabilnym otoczeniu geopolitycznym, z rosnącym ryzykiem nasilenia się wojen handlowych i zagrożenia dla globalnych łańcuchów dostaw.

Strategia przyszłości: wysokomarżowe produkty i zrównoważone wsady

Sama premia lądowa i optymalizacja mocy produkcyjnych nie wystarczą jednak do zapewnienia długoterminowej konkurencyjności w konfrontacji z globalnymi producentami, w szczególności z Chinami. Perspektywy dla Nowej Chemii będą kształtowane przez dwa istotne czynniki strategiczne: skupienie się na wysokomarżowych produktach chemicznych oraz pracę na atrakcyjniejszym wsadzie niż konkurencja, ze szczególnym uwzględnieniem recyklingu.

W programie Nowej Chemii ORLEN stawia na przetwarzanie monomerów do formy bardziej zaawansowanych produktów, w tym do postaci polimerów, realizowane we własnych instalacjach lub wspólnie z partnerami strategicznymi. ORLEN posiada unikalną przewagę w postaci pełnej integracji petrochemii z rafinerią (wsad benzyny surowej z własnej rafinerii) i systematycznie wydłuża łańcuch wartości w przód (downstream), w kierunku produktów o wyższej wartości dodanej. Równolegle ORLEN wyznaczył sobie ambitny cel osiągnięcia do 2035 roku przynajmniej 10% wsadów zrównoważonych w swojej strukturze sprzedaży. Cel ten będzie realizowany poprzez strategiczne inwestycje w recykling oraz w innowacyjne produkty pochodzenia biologicznego. W perspektywie długoterminowej postawi to produkty spółki na uprzywilejowanej pozycji wobec producentów spoza Europy, którzy nawet jeśli będą bazować na tanim wsadzie, to nie będzie on spełniał ani ewoluujących trendów konsumenckich, ani coraz bardziej restrykcyjnych regulacji europejskich.

ORLEN, w ramach trwającej obecnie prezydencji Polski w Radzie UE, aktywnie opowiada się za stworzeniem spójnych ram regulacyjnych dla wsparcia recyklingu chemicznego, które są niezbędne do produkcji pełnowartościowych, a jednocześnie zrównoważonych polimerów. Warto podkreślić, że krakery etanowe w USA i na Bliskim Wschodzie nie są obecnie przystosowane do zazielenienia wsadów w drodze recyklingu chemicznego, co daje europejskim producentom potencjalną przewagę w perspektywie długoterminowej⁵.

Dekarbonizacja jako element przewagi konkurencyjnej

Do celu w zakresie zrównoważonych wsadów należy dodać kompleksową strategię dekarbonizacyjną ORLEN-u, z jasno określonym zadaniem osiągnięcia

neutralności węglowej (net-zero) do 2050 roku. Koncern systematycznie obniża emisje na wszystkich etapach łańcucha wartości, odpowiadając na rosnące oczekiwania odbiorców, dla których ślad węglowy zakupionych produktów staje się coraz bardziej istotnym czynnikiem decyzyjnym.

Europejska branża petrochemiczna stoi przed bezprecedensowymi wyzwaniami strukturalnymi, które wymagają fundamentalnych zmian w strategiach biznesowych. Nadpodaż, niekonkurencyjność kosztowa oraz zmiana roli Chin na rynkach globalnych tworzą niezwykle wymagające środowisko konkurencyjne. W tym kontekście strategia ORLEN-u bazująca na czterech filarach – modernizacji technologicznej (projekt Nowa Chemia), optymalizacji mocy produkcyjnych, koncentracji na wysokomarżowych produktach oraz systematycznym zwiększaniu udziału zrównoważonych wsadów – tworzy solidne podstawy do budowy długoterminowej przewagi konkurencyjnej. Szczególnie istotnym elementem tej strategii jest integracja celów biznesowych z ambitnymi zamierzeniami w obszarze zrównoważonego rozwoju i dekarbonizacji.

Przyszłość europejskiej petrochemii będzie należeć do tych producentów, którzy potrafią skutecznie łączyć efektywność operacyjną z innowacyjnością technologiczną i środowiskową, dostosowując swoje modele biznesowe do ewoluujących oczekiwań konsumentów i regulatorów. ORLEN, poprzez konsekwentną realizację projektu Nowa Chemia, pozycjonuje się jako jeden z liderów tej transformacji na rynku europejskim.

Artykuł powstał na podstawie prezentacji przedstawionej na XXXI Sympozjum Naukowo-Technicznym CHEMIA 2025.

Przypisy

- ¹ Raport jest dostępny na stronie <https://future.orken.pl/pl/archiwalne-raporty>
- ² Koszt środowiskowy plastiku w dobrach konsumpcyjnych jest 3,8 razy niższy od kosztów alternatywnych materiałów, które byłyby potrzebne do zastąpienia plastiku. Trucost, Plastics and Sustainability: A Valuation of Environmental Benefits, Costs and Opportunities for Continuous Improvement, <https://www.americanchemistry.com/better-policy-regulation/transportation-infrastructure/corporate-average-fuel-economy-cafe-emissions-compliance/resources/plastics-and-sustainability-a-valuation-of-environmental-benefits-costs-and-opportunities-for-continuous-improvement>
- ³ Segment ten obejmuje przede wszystkim wytwarzanie etylenu (C2), propylenu (C3) oraz aromatów (C6+).
- ⁴ Bazujących na benzynie surowej (ang. naphtha) jako wsadzie do krakingu.
- ⁵ Przewaga ta może zostać zniwelowana przez krakery elektryczne, generujące ciepło procesowe z wykorzystaniem zielonej energii elektrycznej, zamiast spalania paliw kopalnych. Projekty te są realizowane przede wszystkim na Bliskim Wschodzie i w Azji, ze względu na duży potencjał rozwoju fotowoltaiki. W przyszłości mogą umożliwić produkcję petrochemiczną bez emisji z procesu krakingu parowego. Obecnie są na etapie pilotażu w małej skali. ■

TRANSFORMACJA CYFROWA I PRZEMYSŁ 5.0 W UTRZYMANIU RUCHU

dr inż. Julian Malaka

Wydział Mechaniczny Technologiczny, Katedra Automatykacji
Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania,
Politechnika Śląska

Cyfrowe rozwiązania w obszarze technologii produkcyjnych – poza zwiększaniem poziomu automatyzacji, wydajności czy bezpieczeństwa produkcji – stanowią źródła ważnych w kontekście diagnostyki danych, często pomijanych lub nie w pełni eksploatowanych. Przyjrzymy się zatem transformacji cyfrowej w UR od źródeł danych, przez Przemysłowy Internet Rzeczy, po konserwację predykcyjną.

W artykule podano przykłady konkretnych parametrów oraz sposobów monitorowania i przetwarzania danych możliwych do wdrożenia we współczesnych systemach produkcyjnych. Ukazano wpływ technologii informacyjnych, usieciowienia, a nawet maszynowej inteligencji na strategię utrzymania ruchu. Rozważono rolę tych rozwiązań w podnoszeniu komfortu pracy i wspomaganiu podejmowania decyzji (czyli szeroko rozumianą orientację na człowieka, stanowiącą filar Przemysłu 5.0) w obszarze konserwacji maszyn.

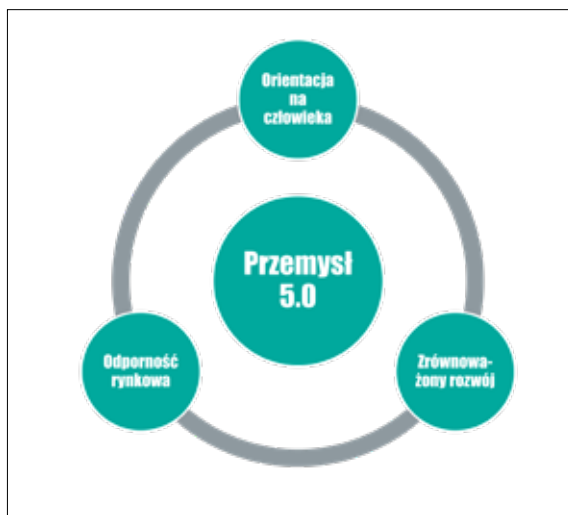
Koncepcja Przemysłu 5.0

W raporcie Komisji Europejskiej dotyczącym Przemysłu 5.0, który jest ewolucją koncepcji Przemysłu 4.0, wskazano trzy kluczowe filary dla współczesnych organizacji:

- orientacja na człowieka,
- odporność rynkowa,
- zrównoważony rozwój.

Aby przejść od idei do konkretnych decyzji strategicznych i operacyjnych konieczne jest podejście

Fot. 123rf



RYS. 1
Filary Przemysłu 5.0 (źródło: opracowanie własne na podstawie [2])

bazujące na danych i wnikliwych analizach, ze względu na skomplikowaną naturę współczesnych systemów technicznych i społecznych¹.

Obecne zmiany technologiczne obejmują cyfryzację i automatyzację, zbieranie danych, ich analizę za pomocą AI i uczenia maszynowego, wizualizację oraz prognozowanie w celu ulepszonej kontroli procesów i wiele innych zastosowań². Cyfryzacja wpłynęła na pracę operatorów maszyn i urządzeń, prowadząc do automatyzacji głównych zadań, takich jak konfiguracja, obsługa i kontrola jakości. Procesami, które (jeszcze – przypuszczenie autora) nie podlegają (pełnej) automatyzacji, są: serwisowanie, naprawa i konserwacja³.

DR INŻ. JULIAN MALAKA

Przedsiębiorca, audytor i trener audytorów ADMA (ADvanced MANufacturing), autor i redaktor merytoryczny opracowań dot. rozwoju przemysłu, prelegent podczas wydarzeń konferencyjnych i medialnych o zasięgu krajowym oraz międzynarodowym organizowanych m.in. przez: PARP, NCBR, BGK, PNTTE, fundacje, izby, parki, centra i inne jednostki działające na rzecz rozwoju przedsiębiorczości. Współtwórca (w zakresie koncepcji i zawartości merytorycznej) interaktywnych narzędzi wsparcia przedsiębiorców, trener, szkoleniowiec w zakresach Przemysłu 4.0 i 5.0, cyfryzacji, automatyzacji i robotyzacji produkcji oraz technik napędowych, nauczyciel akademicki, badacz, autor publikacji i prelegent konferencji naukowych w obszarach budowy i eksploatacji maszyn oraz inżynierii mechanicznej, autor publikacji popularnonaukowych dot. zagadnień przemysłowych, pracownik zakładów przemysłowych.

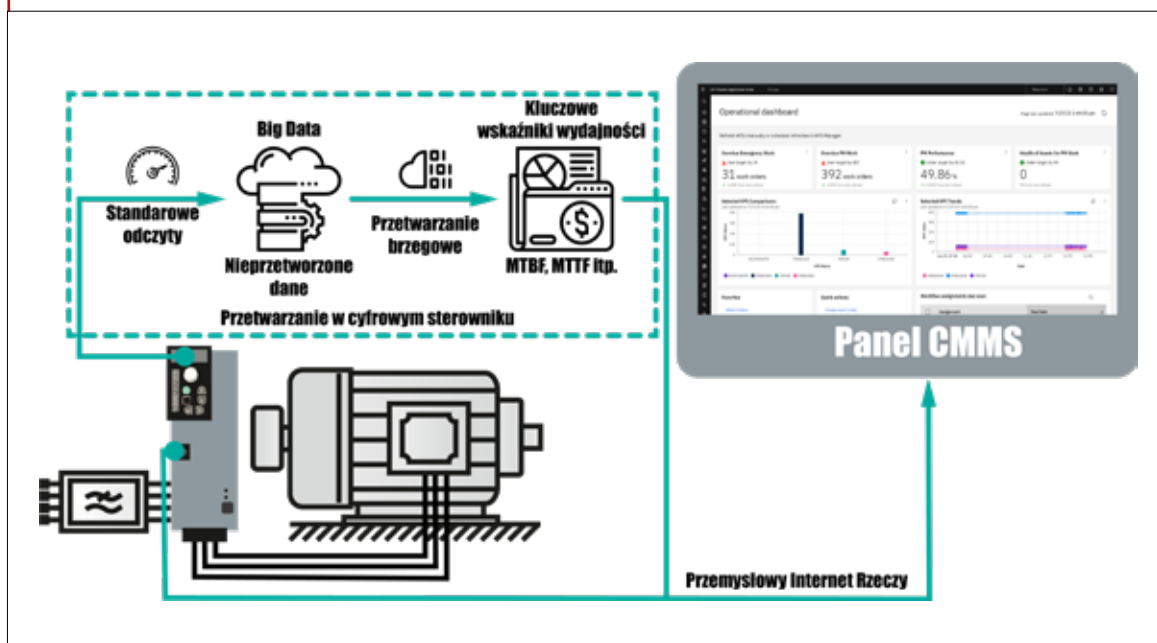


Fot. zasoby własne autora

U źródeł rozwoju – informacje technologiczne czy technologie informacyjne?

Sięgnijmy do przykładu osadzonego w środowisku przemysłowym – w diagnostyce napędów maszyn technologicznych. Współczesne cyfrowe sterowniki urządzeń wykonawczych (silników, siłowników, zaworów) oraz monitorujących, nierzadko połączone w ramach przemysłowych sieci komunikacyjnych,

RYS. 2
Schemat systemu IIoT (źródło: opracowanie własne na podstawie [4] oraz [5])



bywają skarbnicą użytecznych informacji, o niewykorzystanym w pełni potencjale diagnostycznym. Rozwój technik mikroprocesorowych i brzegowego przetwarzania danych pozwala zbliżyć się do koncepcji Przemysłowego Internetu Rzeczy (ang. IIoT – *Industrial Internet of Things*) – nawet z użyciem (wydawałoby się) podstawowych środków automatyzacji i cyfryzacji procesów. Wpisujące się w te założenia wybrane rozwiązania sterowniczo-diagnostyczne zaproponowano i zweryfikowano w ramach badań laboratoryjnych, czego rezultat opisano w publikacji [4].

”

Piąta rewolucja przemysłowa oznacza ewolucję operacji technologicznych, zwłaszcza w kierunku bardziej zorientowanym na człowieka

Autorzy podali metody obliczania wskaźników związanych z efektywnością napędu elektrycznego. Proces ten może być wykonywany bezpośrednio w kontrolerze napędu, a wyniki – przesyłane do innych urządzeń za pośrednictwem IIoT. Badano m.in. użyteczność i czytelność próbek parametrów zasilania zebranych w przemienniku częstotliwości w celu określenia kluczowych wskaźników wydajności (ang. KPI – *Key Performance Indicator*) napędu⁴.

Wyniki rozważań dostarczają praktycznych wskazówek, które umożliwiają przekształcenie standardowego sterownika napędu w węzeł przetwarzania brzegowego. Powstające w sterowanym cyfrowo procesie napędowym duże zbiory danych (ang. *big data*) są przetwarzane bezpośrednio przy źródle ich powstawania.

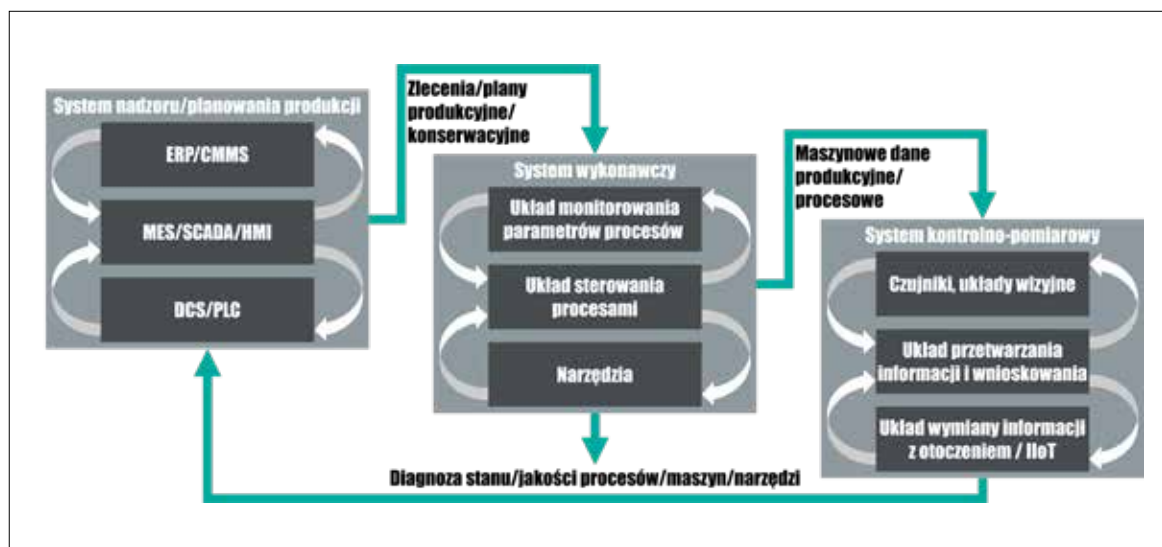
Procedury obliczeniowe i komunikacyjne, możliwe do zaimplementowania w przemienniku częstotliwości, poszerzają pulę informacji dostępnych w Przemysłowym Internecie Rzeczy. Stanowią one bazę do testowania różnych konfiguracji napędów elektrycznych, zorientowanych na efektywność energetyczną (jest to ważny wątek dot. zrównoważonego rozwoju w Przemysle 5.0). Wykorzystanie urządzenia jako węzła może sprawić, że będą odpowiednio dostosowane do aplikacji związanych z konserwacją i zarządzaniem. Elementem orientacji na człowieka jest przystosowanie generowanych w ten sposób informacji do potrzeb analitycznych paneli operatorskich (ang. *dashboard*)⁴.

Zarządzanie w sieci rzeczy

Zautomatyzowane systemy wspierające utrzymanie ruchu (ang. CMMS – *Computerised Maintenance Management Systems*) są dziś kluczowe dla obiegu informacji diagnostycznych. Wykorzystują sygnały z różnych czujników fizycznych, chemicznych i elektrochemicznych, takich jak sondy temperatury, wilgotności, przyspieszenia, ciśnienia, natężenia przepływu oraz zaawansowane kamery rejestrujące promieniowanie niewidzialne dla ludzkiego oka. Urządzenia cyfrowe, od stacjonarnych paneli operatorskich, po mobilne sprzęty, wspierają prezentację danych, alarmowanie o problemach i ich lokalizację. Dzięki łączności z systemami monitorowania i sterowania (standardowo realizowanej przez Przemysłowy Internet Rzeczy) oraz narzędziom analitycznym (takim jak big data i chmura obliczeniowa) możliwe jest szybkie podejmowanie decyzji i działań zaradczych, nawet zdalnie⁶.

Systemy CMMS często generują wiele danych, które mogą być nieprzydatne z powodu niewłaściwej ilości danych wejściowych, nierzetelności informacji lub niedostosowania systemu. Optymalizacja systemu CMMS na etapie wdrożenia i modyfikacji jest kluczowa. Wdrażając CMMS należy określić cele, takie jak:

RYS. 3
Schemat przepływu informacji w zarządzaniu utrzymaniem ruchu (źródło: opracowanie własne na podstawie [7])





Na drodze ku doskonałości

Bezpieczeństwo, elastyczność, dekarbonizacja



Mezap

Grupa Mostostal Puławy

Główny zakres produkcji stanowi wykonawstwo, modernizacja i naprawa aparatury i urządzeń dla przemysłu chemicznego, petrochemicznego i energetycznego, tj:

- zbiorniki ciśnieniowe i walczaki,
- kotły wodne i parowe,
- wymienniki ciepła płaszczowo-rurowe,
- reaktory, aparaty kolumnowe,
- mieszalniki, wyparki, separatory.

Ponadto wykonujemy:

- obróbkę skrawaniem,
- obróbkę cieplno-chemiczną,
- usługi antykorozyjne,
- przeglądy i remonty urządzeń dźwignicowych, wózków widłowych i wag,
- zawiesia z lin stalowych.

Działalność swoją opieramy na uprawnieniach i przepisach polskiego Urzędu Dozoru Technicznego (UDT), niemieckiego Technischer Überwachungs-Verein (TÜV), europejskich norm EN- 13445, EN-12952 i Dyrektywy PED 2014/68/UE oraz amerykańskiego The American Society of Mechanical Engineers (ASME). Posiadamy zintegrowany system zarządzania zgodny z wymogami norm PN-EN ISO 9001, PN-EN ISO 14001, PN-ISO 45001 oraz PN-EN ISO 3834-2 który daje dodatkową gwarancję dobrej jakości naszych wyrobów i usług. Posiadamy również Certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji potwierdzający spełnienie wymagań wg normy PN-EN 1090-1.



poprawa wydajności pracy, usprawnienie funkcjonowania działu utrzymania ruchu, skrócenie czasu eliminowania awarii i analiza awaryjności maszyn. Dostępność danych stała się priorytetem. Rozwój narzędzi zarządzania i sterowania, ich automatyzacja i autonomizacja, umożliwiają szybkie podejmowanie decyzji dzięki sztucznej inteligencji. Dążenie do udoskonalania procesów i adaptacyjności maszyn sprawia, że projektanci muszą przewidywać różne

okoliczności użytkowania urządzeń i ich komunikację z innymi systemami⁷.

Lekcje z przeszłości i plany na przyszłość

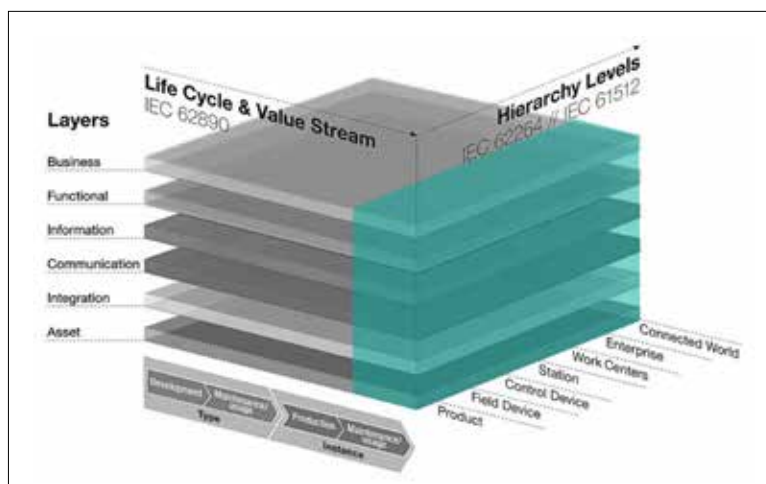
W trwającej rewolucji przemysłowej kluczową zmianą jest coraz większa integracja branż. Istotny problem to jednak brak standaryzacji w integracji informacji. Nie można pominąć roli człowieka jako kluczowego interesariusza w systemach produkcyjnych, jego zdolności kognitywnych i adaptacyjnych w kontekście transformacji cyfrowej. Współczesne sieci komunikacji M2M (ang. *machine-to-machine*, *man-to-machine* lub *mobile-to-machine*) wymagają czytelnych źródeł kompleksowej informacji. Sprawna komunikacja jest kluczowa przy projektowaniu i realizacji transformacji, a narzędzia wizualne są przy tym ważną pomocą. Wizualizacja systemu powinna obejmować kluczowe elementy i powiązania w różnych fazach analizy systemów, zapewniając reprezentację wszystkim zainteresowanym. Z takimi założeniami w erze Przemysłu 4.0 zaproponowano model architektury referencyjnej Przemysłu 4.0 (ang. RAMI 4.0 – *Reference Architectural Model Industrie 4.0*), który klasyfikuje jego kluczowe komponenty. RAMI 4.0 umożliwia rozłożenie złożonych powiązań na podsystemy, klastry lub moduły. Końcowe produkty czy maszyny będące już w użytku są reprezentowane w obszarze zarządzania produktem, gdzie ukazuje się:

- działania posprzedażowe,
- działania konserwacyjne,
- optymalizację,
- aktualizację,
- recykling⁸.

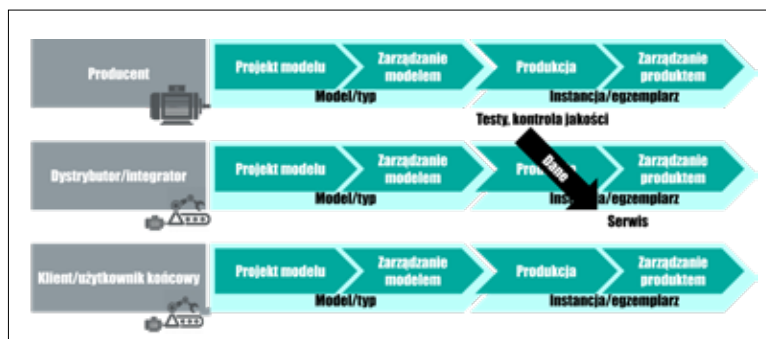
Odpowiednio użyte techniczne środki i metody opracowane z myślą o czwartej rewolucji przemysłowej, w tym wskazane narzędzie wizualne, wspierają dążenie do ideałów Przemysłu 5.0: orientacji na człowieku, odporności rynkowej i zrównoważonego rozwoju.

Za konkretnym planem (np. konserwacji maszyn) powinny stać logiczne argumenty, odrobione lekcje i sprawdzone metody, a nie intuicja i działania doraźne. Dopiero takie podejście można określić inteligentnym (ang. *smart*), co przekłada się na możliwości analizowania i kształtowania efektywności (a zatem konkurencyjności) produkcji.

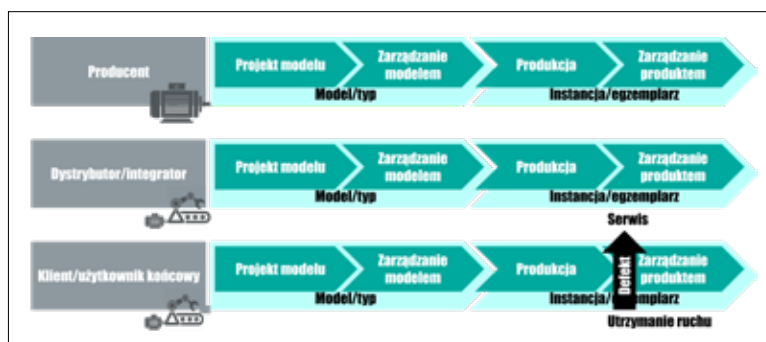
W głównym nurcie rozwoju utrzymania ruchu pozostaje konserwacja zapobiegawcza (ang. PdM – *Predictive Maintenance*). Polega ona na monitorowaniu części maszyn i analizie sygnałów, aby identyfikować pogorszenie się krytycznych parametrów. Uwzględnia drgania, wydzielanie ciepła, hałas oraz stężenie substancji identyfikowane np. termowizyjnie. Wymaga specjalistycznej wiedzy do określenia bezpiecznych poziomów działania instalacji. Realizuje się to w systemach ekspertowych, które pozwalają wyciągać wnioski o rozpoznawalnych zdarzeniach lub przewidywać je z pewnym prawdopodobieństwem. Sztuczna



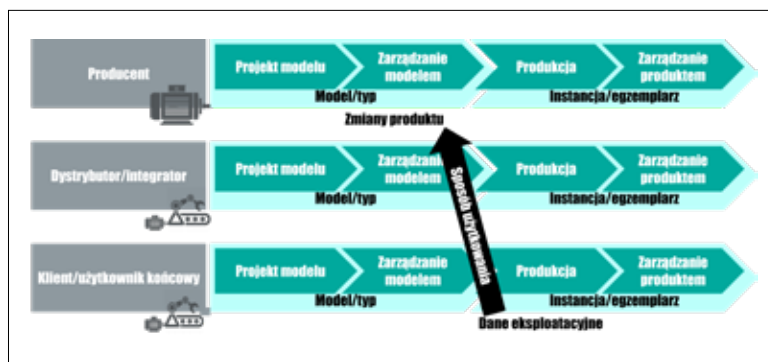
RYS. 4 Schemat przepływu informacji w zarządzaniu utrzymaniem ruchu (źródło: opracowanie własne na podstawie [8])



RYS. 5 Przykład działań w obszarze konserwacji i utrzymania ruchu zmapowanych w jednym z wymiarów RAMI 4.0 (źródło: opracowanie własne na podstawie [9])



RYS. 6 Przykład działań w obszarze konserwacji i utrzymania ruchu zmapowanych w jednym z wymiarów RAMI 4.0 c.d. (źródło: opracowanie własne na podstawie [9])



RYS. 7
Przykład działań w obszarze konserwacji i utrzymania ruchu zmapowanych w jednym z wymiarów RAMI 4.0 c.d. (źródło: opracowanie własne na podstawie [9])

inteligencja (ang. AI – *Artificial Intelligence*) pomaga znaleźć zależności między symptomami, zagrożeniami, trendami rozwojowymi sytuacji oraz skutecznymi sposobami reagowania. Predictive Maintenance jest alternatywą dla konserwacji prewencyjnej (ang. PM – *Preventive Maintenance*), gdzie wskaźniki takie jak średni czas bezawaryjnej pracy (ang. MTBF – *Mean Time Between Failures*) czy średni czas do naprawy (ang. MTTR – *Mean Time To Repair*) są określane stałymi wartościami, bez bieżącego powiązania z rzeczywistym stanem maszyny. Może to prowadzić do niepotrzebnych czynności konserwacyjnych lub braku odpowiednio wczesnego działania, powodując przestoje⁶.

”

W trwającej rewolucji przemysłowej kluczową zmianą jest coraz większa integracja branż

Sztuczna inteligencja, połączona z Internetem Rzeczy i predykcijną konserwacją, pozwala budować zintegrowane rozwiązania zdolne do przewidywania awarii i dokładniejszego określania potencjalnych problemów. Obejmuje to systemy samouczące się, które zwiększają przewidywalność parametrów w odniesieniu do warunków operacyjnych oraz zmienności środowiskowej¹⁰.

Piąta rewolucja przemysłowa oznacza ewolucję operacji technologicznych, zwłaszcza w kierunku bardziej zorientowanym na człowieka, podkreślając współpracę między ludźmi a maszynami. Zaawansowana automatyzacja i AI współpracujące z pracownikami na

hali produkcyjnej zwiększają kreatywność, zdolności rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji. Celem tego podejścia jest optymalizacja procesów wytwórczych poprzez wykorzystanie technologii do wspierania, a nie zastępowania pracowników, co sprzyja bardziej elastycznemu i adaptacyjnemu środowisku produkcyjnemu².

AI ma ogromny potencjał do rewolucjonizowania produkcji, jednak jej skuteczna integracja wymaga starannego rozważenia wyzwań operacyjnych i etycznych. W rozważaniach nad Przemysłem 4.0/5.0 podkreśla się znaczenie tworzenia ról i ram wspierających przejrzyste, uczciwe i efektywne praktyki produkcyjne. Etyczna i efektywna integracja AI w produkcji nie tylko może zwiększyć wydajność operacyjną i rynkową odporność, ale także zapewnić zrównoważone podejście do postępu technicznego i orientację na człowieku¹¹.

Literatura i przypisy

- Commission: Directorate-General for Research and Innovation, Renda, A., Schwaag Serger, S., Tataj, D., Morlet, A. et al., Industry 5.0, a transformative vision for Europe – Governing systemic transformations towards a sustainable industry, Publications Office of the European Union, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/17322>
- Hans J. Pasma, Stewart W. Behie, The evolution to Industry 5.0 / Safety 5.0, the developments in society, and implications for industry management, Journal of Safety and Sustainability, Volume 1, Issue 4, 2024, Pages 202-211, ISSN 2949-9267, <https://doi.org/10.1016/j.jsasus.2024.11.003>.
- Commission: Directorate-General for Research and Innovation, ERA industrial technologies roadmap on human-centric research and innovation for the manufacturing sector, Publications Office of the European Union, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/0266>
- Hetmańczyk, M.P.; Malaka, J. Frequency Converter as a Node for Edge Computing of Big Data, Related to Drive Efficiency, in Industrial Internet of Things. Appl. Sci. 2021, 11, 9784. <https://doi.org/10.3390/app11219784>
- Predictive maintenance with IBM Maximo Application Suite, dostęp online: 24.03.2025 r., <https://www.ibm.com/products/maximo/predictive-maintenance>
- Malaka J.: UR w nurcie przemysłu przyszłości, Chemia Przemysłowa, BMP, nr 2, 2022, s. 56-59.
- Fidali M., Malaka J., Jamrozik W.: Systemy informatyczne w przedsiębiorstwie i ich integracja, W: Przewodnik po technologiach Przemysłu 4.0 / Fidali Marek (red.), 2021, Elamed Media Group, ISBN 978-83-66984-07-3, s. 127-151.
- Introduction to the „RAMI 4.0 Toolbox“, dostęp online: 24.03.2025 r., https://dsse.at/rami/downloads/Introduction_V2.1.pdf
- Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0). An Introduction, dostęp online: 24.03.2025 r., https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a2-schweichhart-reference_architectural_model_industrie_4.0_rami_4.0.pdf
- Hosni, Houssem. (2024). Predictive Maintenance in the Era of Industry 5.0: Challenges and Opportunities. Journal of Materials and Engineering. 03. 376-382. 10.61552/JME.2025.04.004.
- Ejjami, Rachid & Boussalham, Khaoula. (2024). Industry 5.0 in Manufacturing: Enhancing Resilience and Responsibility through AI-Driven Predictive Maintenance, Quality Control, and Supply Chain Optimization. International Journal For Multidisciplinary Research. 6. 10.36948/ij-fmr.2024.v06i04.25733. ■

Autoryzowany partner w Polsce:



www.hydro-leszno.pl



The One-off.

Our process pumps for the chemical industry are unique solutions specially for our customers. They always ensure we achieve what we are capable of and what is required. Find out more at www.eggerpumps.com

EGGER



Fot. 123rf

CYFROWA REWOLUCJA NA H(F)ALI

Krzysztof Radziwon

partner, lider Sektora Produkcyjnego, Deloitte

W ostatnich latach zakłady produkcyjne na całym świecie przechodzą dynamiczne zmiany związane z wdrażaniem koncepcji Industry 4.0. Automatyzacja, cyfryzacja i wykorzystanie zaawansowanych technologii na halach produkcyjnych zmieniają nie tylko sposób wytwarzania, ale też podejście do tak kluczowego obszaru, jakim jest utrzymanie ruchu.

W tradycyjnym modelu dominowały, a w wielu zakładach ciągle dominują, działania oparte o bieżące reagowanie na incydenty i awarie, klasyczna gospodarka remontowa zgodna z wytycznymi producentów konkretnych maszyn oraz sztywno planowane przeglądy prewencyjne. Dziś coraz więcej firm stawia na rozwiązania bazujące na danych i bardziej zaawansowanych algorytmach, które owe dane analizują, np. w poszukiwaniu anomalii. W kolejnym kroku mogą to być również narzędzia wykorzystujące sztuczną inteligencję, umożliwiające przewidywanie,

szybsze diagnozowanie i zapobieganie problemom, zanim one nastąpią.

Od reaktywności do przewidywania i przeciwdziałania – zmieniająca się filozofia utrzymania ruchu

Dotąd utrzymanie ruchu w zakładach przemysłowych opierało się głównie na dwóch modelach: reaktywnym (naprawiamy, gdy coś się zepsuje) oraz prewencyjnym (przeprowadzamy regularne przeglądy i wymiany części według harmonogramu). Oba po-

dejsia mają istotne wady – pierwsze prowadzi do nieplanowanych przestojów, a drugie często generuje niepotrzebne koszty związane z serwisem urządzeń, które niekoniecznie wymagały interwencji.

W dobie Industry 4.0, ze wsparciem dostępnych technologii, możliwe jest wykorzystanie rozwiązań mających za zadanie przewidywać wystąpienie awarii. Dzięki integracji danych z maszyn, czujników, systemów ERP i MES oraz analizie tych informacji za pomocą algorytmów uczenia maszynowego czy też docelowo silników AI, możliwe jest przewidywanie awarii z wystarczającym wyprzedzeniem, aby podjąć odpowiednie działania serwisowe tylko wtedy, gdy są one rzeczywiście potrzebne.

Kluczowe technologie Industry 4.0 w utrzymaniu ruchu

W kolejnych kilku punktach chciałbym przybliżyć parę kluczowych technologii będących częścią szerokiego spektrum dostępnych narzędzi, które można stosować w celu poprawy efektywności procesów utrzymania ruchu.

1. Predictive Maintenance – predykcyjne utrzymanie ruchu.

O Predictive Maintenance napisano już wiele, więc tylko wspomnę o tym temacie. To jedno z najbardziej rozpoznawalnych i praktycznych zastosowań Industry 4.0. Maszyny wyposażone w czujniki IoT monitorują w czasie rzeczywistym różnorodne parametry – drgania, temperaturę, ciśnienie, hałas czy zużycie energii. Dane te są przesyłane do chmury lub systemów lokalnych, gdzie analizuje je oprogramowanie opierające się najczęściej na algorytmach uczenia maszynowego (ML). Systemy te potrafią nie tylko wykrywać anomalie, ale także przewidzieć, kiedy może dojść do awarii. Umożliwia to wcześniejsze zaplanowanie konserwacji – bez zakłócania produkcji i przy niższych kosztach.

2. Cyfrowe bliźniaki (Digital Twins).

Digital Twin to wirtualna reprezentacja fizycznego obiektu – maszyny, urządzenia, a nawet całego zakładu. Mogłoby się wydawać, że nie jest to rozwiązanie dla utrzymania ruchu, niemniej potencjał cyfrowych bliźniaków zdecydowanie można wykorzystać w tym obszarze. Na podstawie danych zbieranych w czasie rzeczywistym bliźniak jest w stanie odwzorować aktualny stan techniczny obiektu i umożliwić przeprowadzanie symulacji, testowanie scenariuszy awarii oraz analizowanie skutków wprowadzanych zmian. W praktyce oznacza to lepsze planowanie napraw, szybsze diagnozowanie przyczyn problemów oraz możliwość zdalnej pracy inżynierów utrzymania ruchu.

3. Systemy CMMS zintegrowane z IoT.

Nowoczesne systemy zarządzania utrzymaniem ruchu (CMMS) to narzędzia, które nie tylko wspierają zarządzanie harmonogramem przeglądów, zgłoszeniami i częściami zamiennymi, ale też coraz

KORZYŚCI Z WDROŻENIA NOWOCZESNYCH ROZWIĄZAŃ W UTRZYMANIU RUCHU



Fot. 123rf

Firmy, które zdecydowały się na implementację narzędzi Industry 4.0 w obszarze utrzymania ruchu, wskazują na szereg konkretnych korzyści:

- Redukcja przestojów – nawet o 30-50%, dzięki lepszemu przewidywaniu wystąpienia awarii i planowaniu interwencji.
- Oszczędność kosztów – unikanie zbędnych przeglądów i lepsze zarządzanie częściami zamiennymi, w tym planowanie stanu zapasów części zamiennych.
- Poprawa trwałości parku maszynowego – zapewnienie optymalnych warunków pracy dla maszyn, co spowalnia proces ich zużywania.
- Poprawa produktywności – mniej niespodziewanych przerw oznacza lepsze wykorzystanie zasobów produkcyjnych.

częściej są zintegrowane z danymi z maszyn i czujników. Dzięki temu mogą automatycznie tworzyć zgłoszenia serwisowe, przypisywać zadania technikom, generować raporty i analizować efektywność działań serwisowych. Dodatkowo integracja z systemami MES i ERP umożliwia synchronizację planów serwisowych z harmonogramami produkcyjnymi, co pozwala unikać niepotrzebnych przestojów.

”

Korzyści płynące z cyfrowej transformacji utrzymania ruchu są niepodważalne

4. Rozszerzona rzeczywistość (AR) i mobilne aplikacje serwisowe.

Technologie AR, chociażby ze względu na rosnącą dostępność, stanowią coraz częściej testowane i wykorzystywane narzędzie w działach utrzymania ruchu. Dzięki nim technik serwisowy, korzystając z tabletu czy też okularów AR, może zobaczyć na

ekranie urządzenia interaktywne instrukcje krok po kroku, dane historyczne maszyny czy wizualizację potencjalnych błędów. Co równie ważne, zwłaszcza w organizacjach wielozakładowych rozproszonych geograficznie, możliwe jest połączenie się z ekspertem-technikiem znajdującym się w innej lokalizacji, który może „na żywo” wskazywać działania, jakie należy wykonać. Tego typu narzędzia zwiększają efektywność, skracają czas przestojów i ułatwiają szkolenie nowych pracowników.

5. Monitoring zużycia energii i stanu technicznego maszyn.

Narzędzia do zarządzania energią pozwalają na dokładne analizowanie, które maszyny zużywają więcej energii niż zazwyczaj, co może być sygnałem zbliżającej się awarii lub niskiej wydajności urządzenia. Połączenie takich analiz z systemami predykcyjnymi daje potężne możliwości w zakresie optymalizacji działania parku maszynowego.

Wyzwania i ograniczenia

W tej dyskusji nie da się jednak pominąć wyzwań związanych z wdrożeniem omawianych technologii:

- Relatywnie wysoki koszt inwestycji początkowej – zbudowanie i wdrożenie cyfrowego bliźniaka zakładu produkcyjnego czy implementacja nowego systemu CMMS to koszt zwykle znaczący. Nie jest łatwo podać uzasadnienia biznesowego dla takiej inwestycji. Często jednak – do czasu. Do czasu krytycznej awarii.
- Konieczność przeszkolenia personelu – bariera związana z umiejętnościami pracowników jest często niezwykle trudna do zaadresowania i wymaga czasu. Mieć rozwiązanie to jedno, a potrafić z niego korzystać to drugi, często ważniejszy czynnik.
- Integracja nowych systemów z istniejącą infrastrukturą – zwłaszcza w sytuacji, kiedy środowisko informatyczne służy nam już od dłuższego czasu, dołożenie kolejnego komponentu w zupełnie

innych technologiach to nie tylko kłopot z wdrożeniem i integracją, ale też dodatkowe koszty utrzymania tego rozwiązania.

- Bezpieczeństwo danych i cyberzagrożenia – większa integracja to również w oczach wielu otwarta furtka do świata cyberzagrożeń. Zapominamy, że istnieją one bez integracji z innymi systemami. Myślenie o bezpieczeństwie na etapie projektowania rozwiązań (security by design) powinno być stałym elementem procesów inwestycyjnych.

Szukając efektywności i produktywności na niezwykle konkurencyjnym rynku, w perspektywie kilku lat przedsiębiorstwa będą coraz bardziej integrowały systemy UR z resztą cyfrowego ekosystemu. Utrzymanie ruchu stanie się jeszcze bardziej autonomiczne i inteligentne, dzięki czemu działy techniczne będą mogły działać szybciej, efektywniej i proaktywnie.

Jak może wyglądać przyszłość?

- Postępująca automatyzacja decyzji serwisowych – systemy same będą nie tylko wykrywać usterki, ale też zamawiać części, planować zasoby i przydzielać zadania technikom.
- Zaawansowana robotyzacja serwisu – zrobotyzowane inspekcje, mobilne roboty konserwacyjne czy autonomiczne drony do przeglądów infrastruktury.
- Wzrost roli analityki predykcyjnej i preskrypcyjnej – nie tylko przewidywanie awarii, ale również proponowanie najlepszego sposobu zapobiegania jej.
- Cyfrowe ekosystemy serwisowe – współpraca z dostawcami, producentami maszyn i ekspertami zewnętrznymi w ramach jednej platformy danych.

Utrzymanie ruchu w dobie Industry 4.0 przechodzi dynamiczną transformację – od roli pomocniczej do kluczowego elementu strategii produkcyjnej. Dzięki coraz większej dostępności zaawansowanych technologii, takich jak cyfrowe bliźniaki, zaawansowane algorytmy ML/AI czy rozszerzona rzeczywistość, zakłady produkcyjne mogą nie tylko unikać kosztownych przestojów, ale też skutecznie planować serwis i dbać o maksymalną efektywność pracy parku maszynowego.

Choć wdrożenie tych rozwiązań wymaga inwestycji, czasu i odpowiedniego przygotowania zespołów, to korzyści płynące z cyfrowej transformacji utrzymania ruchu są niepodważalne. Firmy, które zdecydują się na ten krok wcześniej, mogą zyskać przewagę konkurencyjną, większą niezawodność produkcji oraz bardziej przewidywalne koszty operacyjne. Industry 4.0 nie jest już jedynie wizją przyszłości – to rzeczywistość, która właśnie kształtuje nowy standard zarządzania utrzymaniem ruchu. ■

EFEKTYWNIEJ I PROAKTYWNEJ
Dzięki coraz większej dostępności zaawansowanych technologii zakłady produkcyjne mogą unikać kosztownych przestojów, skutecznie planować serwis czy poprawić efektywność pracy parku maszynowego



Fot. 123rf

Orbit 60

następna generacja zabezpieczeń i monitoringu maszyn

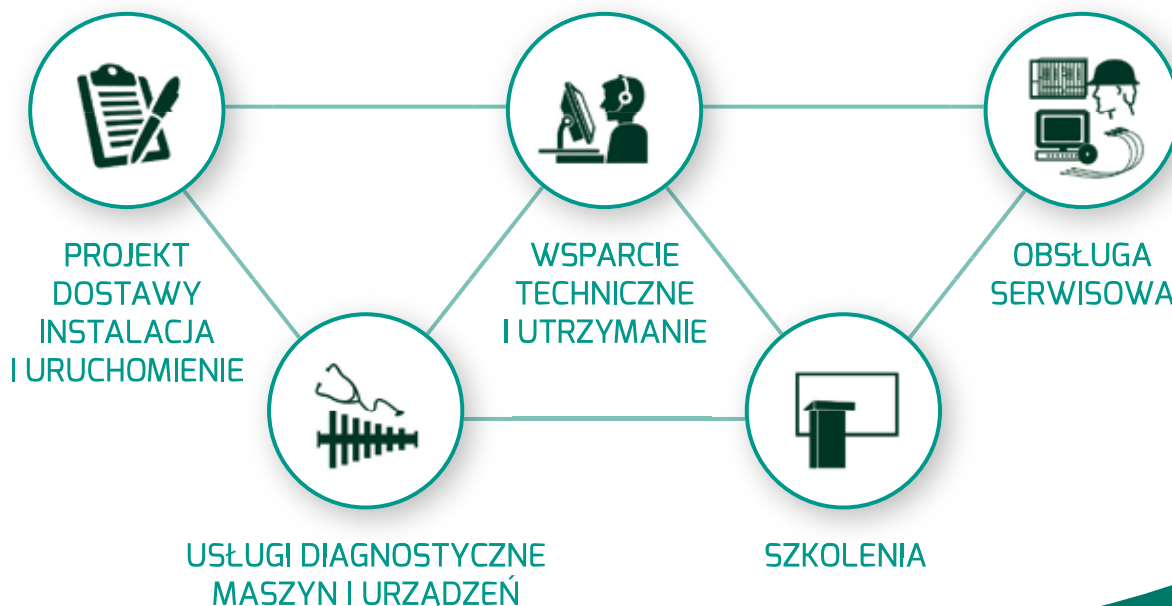
Orbit 60 jest obecnie najbardziej zaawansowanym systemem zabezpieczeń pracy maszyn, zbudowanym w oparciu o 60 lat unikalnego specjalistycznego doświadczenia firmy Bently Nevada. Orbit 60 to więcej niż tylko zabezpieczenia – to także monitorowanie stanu maszyn w sposób zintegrowany, a jednocześnie cyberbezpieczny. Używaj Orbit 60 wyłącznie do zabezpieczeń, samego monitorowania lub obu tych funkcji.

Wybierz Orbit 60 dla podniesienia bezpieczeństwa i ciągłości pracy Twojego majątku produkcyjnego.

Bently Nevada
CELEBRATING OVER



Years of
Innovation



**SYSTEMY ZABEZPIECZEŃ
I OCENY STANU TECHNICZNEGO
MASZYN I URZĄDZEŃ**



EnergoMechanika

EnergoMechanika Sp. z o.o.
ul. Czerniakowska 26B/25
00-714 Warszawa, Poland
e-mail: biuro@energomechanika.com
tel.: +48 22 355 29 18



energomechanika.com



Channel Partner



fot. 123rf

CYFROWE PODEJŚCIE DO UTRZYMANIA RUCHU

Kinga Skrzek

specjalista w Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości

Współczesny przemysł chemiczny i rafineryjny stoi przed wyzwaniem nie tylko zwiększenia efektywności operacyjnej, ale również minimalizacji przestojów i optymalizacji kosztów utrzymania ruchu. Kluczową rolę w osiągnięciu tych celów odgrywa cyfryzacja, która wprowadza nowe metody zarządzania konserwacją urządzeń i przewidywania awarii.

Strategie predykcyjnego utrzymania ruchu (ang. *Predictive Maintenance* – PdM) oraz opartego na stanie technicznym (ang. *Condition-Based Maintenance* – CBM) pozwalają na optymalizację procesów i redukcję nieplanowanych postojów. Technologie takie jak: Internet Rzeczy (IIoT), sztuczna inteligencja, analiza danych w chmurze oraz cyfrowe bliźniaki rewolucjonizują sposób, w jaki zakłady chemiczne zarządzają swoimi instalacjami i urządzeniami. CBM, opierając się na monitorowaniu rzeczywistego stanu technicznego urządzeń, pozwala na podejmowanie decyzji o konserwacji na podstawie rzeczywistego zużycia i kondycji. Integracja tych rozwiązań z systemami zarządzania produkcją i analizą danych zapewnia skuteczne monitorowanie i optymalizację operacyjną.

Diagnostyka predykcyjna

Jednym z kluczowych aspektów cyfryzacji utrzymania ruchu jest diagnostyka predykcyjna, umożliwiająca wykrywanie potencjalnych awarii na długo przed ich wystąpieniem. Dzięki zastosowaniu zaawansowanych czujników i systemów monitorujących możliwe jest zbieranie danych o stanie maszyn w czasie rzeczywistym.

Czujniki wibracyjne, termograficzne oraz ultradźwiękowe analizują parametry pracy pomp, kompresorów i reaktorów, dostarczając cennych informacji o zużyciu elementów i pojawiających się nieprawidłowościach. Systemy SCADA i IIoT umożliwiają gromadzenie oraz analizę tych danych w sposób ciągły, a algorytmy uczenia maszynowego pozwalają na pre-

dykcję potencjalnych problemów. Dzięki temu możliwe jest zoptymalizowanie harmonogramów konserwacji i uniknięcie kosztownych przestojów.

Cyfrowe bliźniaki jako narzędzie optymalizacji procesów

Kolejnym krokiem w cyfrowej transformacji utrzymania ruchu jest wdrażanie cyfrowych bliźniaków, czyli wirtualnych modeli fizycznych urządzeń i instalacji. Pozwalają one na symulację procesów w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych, co umożliwia lepsze zarządzanie cyklem życia maszyn i optymalizację parametrów pracy.

Dzięki integracji „digital twin” z systemami zarządzania produkcją (ang. *Manufacturing Execution Systems* – MES) oraz systemami planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP) możliwe jest precyzyjne modelowanie wpływu różnych scenariuszy operacyjnych na wydajność zakładu. W przemyśle chemicznym cyfrowe bliźniaki pozwalają na m.in. przewidywanie degradacji katalizatorów, modelowanie przepływów surowców oraz symulację awaryjnych scenariuszy eksploatacyjnych.

Automatyzacja i efektywność energetyczna w zakładach chemicznych

Wdrożenie cyfrowych technologii w utrzymaniu ruchu wiąże się także z koniecznością optymalizacji zużycia energii i mediów technologicznych, takich jak para, woda czy gazy procesowe. Inteligentne systemy zarządzania energią (ang. *Energy Management Systems* – EMS) wykorzystują dane operacyjne do identyfikacji obszarów o wysokim jej zużyciu i wdrażania strategii oszczędnościowych.

W zakładach chemicznych i rafineryjnych dużą rolę odgrywa automatyzacja procesów, w tym optymalizacja pracy pomp, wymienników ciepła czy reaktorów. Algorytmy optymalizacyjne mogą automatycznie regulować parametry pracy urządzeń, zmniejszając ich energochłonność przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej efektywności produkcji. Systemy zarządzania obciążeniem pozwalają na dynamiczne dostosowanie zużycia energii w zależności od zmieniającego się zapotrzebowania.

Wdrażanie innowacji i cyfrowych narzędzi w zakładach chemicznych – studia przypadków

Wdrożenie innowacji cyfrowych w przemyśle chemicznym nie jest jednak wolne od wyzwań. Integracja nowych systemów z istniejącymi infrastrukturami często wymaga dużych nakładów inwestycyjnych i zmiany podejścia do zarządzania danymi. Ponadto konieczne jest dostosowanie technologii do rygorystycznych norm bezpieczeństwa oraz przepisów środowiskowych obowiązujących w branży chemicznej.

Przykłady wdrożeń cyfrowych w zakładach chemicznych pokazują, że systemy predykcyjnego utrzymania ruchu pozwalają na redukcję kosztów konserwa-

cji o nawet 20-30%, jednocześnie zwiększając niezawodność maszyn. Wykorzystanie cyfrowych bliźniaków do symulacji pracy reaktorów chemicznych pozwoliło na skrócenie cyklu produkcyjnego i zmniejszenie zużycia energii. Z kolei wdrożenie inteligentnych systemów zarządzania mediami technologicznymi umożliwiło ograniczenie strat surowców i poprawę efektywności operacyjnej.

”

Sztuczna inteligencja oraz zaawansowane algorytmy analityczne będą w stanie przewidywać awarie na podstawie złożonych wzorców i zależności

Rozwój cyfrowego UR w kontekście Przemysłu 4.0 i 5.0

Rozwój cyfryzacji w przemyśle chemicznym i rafineryjnym wpisuje się w szerszy kontekst Przemysłu 4.0 i 5.0, gdzie inteligentne systemy operacyjne stają się standardem. W przyszłości jeszcze większą rolę odegrają technologie samouczące się, zdolne do automatycznego dostosowywania strategii konserwacyjnych do dynamicznych warunków pracy zakładów.

Sztuczna inteligencja oraz zaawansowane algorytmy analityczne będą w stanie przewidywać awarie na podstawie złożonych wzorców i zależności, których nie jest w stanie wykryć człowiek. Rozwój technologii 5G oraz chmury obliczeniowej pozwoli na jeszcze szybszą analizę danych i przesyłanie ich w czasie rzeczywistym, co dodatkowo zwiększy efektywność systemów utrzymania ruchu.

W perspektywie kolejnych lat możemy spodziewać się dalszej integracji cyfrowych bliźniaków z systemami sztucznej inteligencji. Spowoduje to niemal autonomiczne zarządzanie konserwacją urządzeń. Cyfrowa transformacja utrzymania ruchu stanie się kluczowym elementem strategii zwiększania konkurencyjności i efektywności przedsiębiorstw chemicznych w dobie nowoczesnych technologii.

W czasie transformacji cyfrowej wdrażanie zaawansowanych systemów monitoringu, analizy danych i predykcji awarii staje się niezbędnym elementem zwiększającym efektywność, niezawodność i bezpieczeństwo procesów produkcyjnych. ■

OD DIAGNOZY DO ŚWIADOMEJ STRATEGII

Damian Truszkowski

Engineering Manager, QEMETICA S.A.

Obecne wymagania dla przemysłu w Europie są bezprecedensowe: regulacje środowiskowe, zielony ład, opłaty klimatyczne, globalna konkurencja, presja na optymalizację kosztów. W tym kontekście, efektywne utrzymanie ruchu przestaje być jedynie funkcją wsparcia, a staje się strategicznym filarem sukcesu przedsiębiorstwa.

Niezawodność parku maszynowego bezpośrednio przekłada się na ciągłość produkcji, bezpieczeństwo pracowników, jakość finalnych produktów i – co kluczowe – rentowność całej organizacji. Tradycyjne, reaktywne podejście do utrzymania ruchu (UR), skoncentrowane głównie na „gaszeniu pożarów” i naprawianiu awarii obecnie okazuje się niewystarczające. Generuje ono nieprzewidziane przestoje, wysokie koszty napraw, straty produkcyjne i potencjalne zagrożenia.

Świadomi wyzwań, w Qemetice podjęliśmy decyzję o transformacji działu UR. Naszym celem jest proaktywne podejście, oparte na dążeniu do niezawodności.

Chcemy nie tylko naprawiać, ale przede wszystkim zapobiegać awariom, optymalizować strategię konserwacji i maksymalizować dostępność parku maszynowego. Artykuł opisuje naszą, wciąż trwającą, podróż od diagnozy początkowych problemów, przez budowanie fundamentów organizacji, do świadomej strategii.

Krok 1: Diagnoza stanu wyjściowego – zrozumieć, by usprawnić

Każda skuteczna transformacja zaczyna się od rzetelnej diagnozy oraz urealnienia punktu startowego. To on, w przyszłości, posłuży nam do faktycznej

oceny skuteczności wdrażanych zmian. Przeprowadziliśmy analizę istniejących procesów UR, oceniając ich dojrzałość, efektywność i zgodność z najlepszymi praktykami.

Zidentyfikowaliśmy kluczowe słabości:

- zbyt dużo działań reaktywnych,
- niewystarczające planowanie,
- „silosy” organizacyjne,
- niejednolite podejścia do zarządzania UR w poszczególnych obszarach zakładu,
- ograniczone wykorzystanie danych ze względu na niewykorzystanie systemu CMMS.

Na podstawie tej diagnozy podjęliśmy fundamentalne decyzje kierunkowe. Kluczową zmianą w Qemetice było rozdzielenie funkcji planowania i niezawodności od funkcji nadzoru. Stworzyliśmy dedykowany zespół, którego głównym zadaniem jest analiza danych. Na jej podstawie zespół optymalizuje plany działań prewencyjnych, wdraża innowacyjne narzędzia diagnostyki prewencyjnej, a tym samym każdego dnia pracuje nad zrealizowaniem celów wyznaczonych w długoterminowej strategii firmy. Równocześnie zaprojektowaliśmy kluczowe procesy UR (m.in. planowanie, harmonogramowanie, zarządzanie zleceniami, zarządzanie bazą urządzeń), przypisując każdemu z nich jasno zdefiniowanego właściciela odpowiedzialnego za jego efektywność. Aby przełamać organizacyjne „silosy”, poprzez działania wewnętrzne dopasowane do odpowiednich kierunków strategicznych, wyznaczmy wspólne cele oraz określamy wskaźniki efektywności dla działów UR i Produkcji, pracując nad budową kultury współodpowiedzialności za wyniki operacyjne.

Krok 2: Analiza krytyczności – koncentracja zasobów na kluczowych aktywach

Kluczowe jest alokowanie posiadanych zasobów tam, gdzie przyniosą największe korzyści. W tym celu przeprowadziliśmy kompleksową analizę krytyczności dla ponad 5000 urządzeń i maszyn w naszym parku maszynowym. Proces ten rozpoczęliśmy od warsztatów z interdyscyplinarnym zespołem ekspertów wewnętrznych (Produkcja, UR, BHP, Środowisko, Jakość, Energetyka, Doskonałość Operacyjna), podczas których wypracowaliśmy spójną metodykę oceny. Zdefiniowaliśmy 10 kluczowych kryteriów, obejmujących m.in.: wpływ na bezpieczeństwo pracowników (BHP), środowisko, a także jakość produktu, szacowany czas odstawienia urządzenia w przypadku awarii oraz możliwość redundancji.

Następnie, dedykowane zespoły wydziałowe, wykorzystując ustaloną metodykę, oceniły każde z urządzeń. Wyniki tej analizy – mapa krytyczności naszego majątku – stały się filarem do priorytetyzacji działań UR i dalszych prac:

- przygotowania dedykowanych planów prewencyjnych dla krytycznych aktywów,

MAMY SOLIDNE FUNDAMENTY

– Droga do niezawodności to w Qemetice proces ciągły, ale dzięki dotychczasowym działaniom zbudowaliśmy solidne fundamenty pod stabilną i efektywną produkcję – podkreśla **Damian Truszkowski**, Engineering Manager, QEMETICA S.A.



fot. zasoby własne autora

- skupienia zaawansowanej diagnostyki (np. analizy wibracji, termowizji) na urządzeniach o najwyższej krytyczności,
- priorytetyzacji prac utrzymaniowych w bieżącym harmonogramowaniu.

Krok 3: Zarządzanie zmianą – angażowanie zespołu w proces transformacji

Zmiany techniczne i procesowe nie przyniosą oczekiwanych rezultatów bez zaangażowania ze strony pracowników. Dlatego w całym procesie bardzo istotny był i jest dla nas aspekt zarządzania zmianą. Rozumielśmy, że transformacja UR to nie tylko nowe procedury i narzędzia, ale przede wszystkim zmiana sposobu myślenia i codziennej pracy. Nasze działania w tym obszarze obejmowały:

- Cykl dedykowanych szkoleń i warsztatów – pracownicy zostali przeszkoleni w zakresie nowych procesów (np. planowania i harmonogramowania, obiegu zleceń pracy), obsługi zaktualizowanego systemu CMMS/SAP PM.

”

Kluczową zmianą w Qemetice było rozdzielenie funkcji planowania i niezawodności od funkcji nadzoru

- Regularne spotkania komunikacyjne – zaplanowaliśmy i nadal realizujemy cykl spotkań, podczas których informujemy o celach transformacji, postępach prac, napotykanym wyzwaniach i oczekiwanych korzyściach. Jest to przede wszystkim przestrzeń do zadawania pytań, wyrażania obaw, dzielenia się sugestiami. Tylko w oparciu o bezpieczną interzespołową platformę do dialogu można osiągnąć otwartość komunikacyjną wśród zespołów oraz ich zaangażowanie.
- Budowanie kultury zaufania i otwartej komunikacji – zachęcamy pracowników do aktywnego

**TRANSFORMACJA
UR**
to nie tylko
nowe procedury
i narzędzia, ale
przede wszystkim
zmiana sposobu
myślenia
i codziennej pracy



foto: 123rf

udziału w procesie doskonalenia, zgłaszania pomysłów i wskazywania obszarów wymagających poprawy. Ich doświadczenie i wiedza są kluczowe dla skutecznego wdrożenia zmian. Tylko pracownicy, którzy będą czuli, że mają realny wpływ na to, jak zmienia się firma, wezmą odpowiedzialność za realizację celów.

- Rola liderów zmiany – kluczową rolę w procesie adaptacji odegrał nowo powstały zespół Planowania i Niezawodności. Jego członkowie, działając jako ambasadorowie nowego podejścia, aktywnie wspierali swoich kolegów, wyjaśniali wątpliwości i promowali korzyści płynące z wdrażanych zmian.

Dalsze kroki

Dzięki wdrożeniu tych połączonych elementów stworzymy samonapędzający się cykl poprawy niezawodności naszych aktywów.

Mamy teraz:

- jasną mapę drogową – zdefiniowane i udokumentowane procesy UR, klarowne role i zakresy odpowiedzialności;
- ustalone priorytety – wyniki analizy krytyczności pozwalają nam efektywnie alokować zasoby i koncentrować się na najbardziej istotnych aktywach;
- zaangażowany i przeszkolony zespół – pracownicy rozumieją cele transformacji i uczestniczą w nowych procesach;
- narzędzia oparte na danych – coraz lepiej wykorzystujemy system CMMS/SAP PM do podejmowania świadomych decyzji.

Przed nami dalsze wyzwania, w tym utrwalanie nowej kultury organizacyjnej, ciągła optymalizacja procesów i rozszerzanie wdrożenia strategii prewencyjnych na kolejne obszary majątku. Pierwsze wskaźniki KPI są już monitorowane, a plany prewencyjne stopniowo obejmują coraz większą część urządzeń krytycznych.

” Transformacja utrzymania ruchu w Qemetice to nie jednorazowy projekt, ale ciągła podróż ku doskonałości operacyjnej

Krok 4: Wykorzystanie systemu CMMS/SAP PM

Nowoczesne utrzymanie ruchu opiera się na danych. Dlatego równolegle z reorganizacją i zmianą kultury pracy skupiliśmy się na pełniejszym wykorzystaniu możliwości naszego systemu CMMS, którym jest SAP PM. Obecnie może on już pełnić rolę centralnego repozytorium danych o stanie technicznym majątku oraz być głównym narzędziem wspierającym podejmowanie decyzji opartych na danych, a nie przecuciach. Działania obejmowały stworzenie procesu planowania i harmonogramowania prac w oparciu o system oraz dostosowanie go do pozostałych procesów w UR.

Podróż ku doskonałości operacyjnej

Transformacja utrzymania ruchu w Qemetice to nie jednorazowy projekt, ale ciągła podróż ku doskonałości operacyjnej. Dzięki przeprowadzonym zmianom w organizacji, procesach i wdrożeniu działań obszarze niezawodności budujemy dział UR, który nie tylko sprawnie reaguje, ale przede wszystkim skutecznie zapobiega problemom. Minimalizując przestoje, optymalizując koszty i gwarantując bezpieczeństwo wzmacniamy konkurencyjność Qemetiki na rynku. Udowadniamy, że ambitne cele są osiągalne dzięki determinacji, współpracy i konsekwentnemu działaniu. Jesteśmy na dobrej drodze. ■

MODERNIZACJA I BUDOWA INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH Z RSTECHNOLOGY

O firmie

RStechnology to wiodący polski producent instalacji, maszyn i urządzeń ze stali nierdzewnej, dostarczający rozwiązania dla wielu różnych branż, w tym m.in. dla przemysłu chemicznego. Zaufali nam liczni producenci i wytwórcy, wśród nich jest Sarzyna Chemical Sp. z o.o., dla której zrealizowaliśmy rozbudowę i modernizację instalacji do produkcji żywic poliestrowych nienasyconych na terenie zakładów chemicznych w Nowej Sarzynie.

Zakres realizacji projektu

Przeprowadzona modernizacja, polegała na rozbudowie istniejącej instalacji o dodatkowy reaktor wraz z infrastrukturą towarzyszącą (skraplacz, kolumna destylacji, kub kolumny destylacyjnej) i która znacząco wpłynęła na usprawnienie procesów produkcyjnych i zwiększenie efektywności zakładu.

Serce instalacji – reaktor chemiczny o pojemności roboczej 30m³ – został zaprojektowany z uwzględnieniem specyfiki procesów technologicznych. Aparat wyposażono w nowoczesne układy mieszania i systemy kontroli temperatury i ciśnienia, co zagwarantowało wysoką jakość finalnego produktu, a całość została wykonana z materiałów konstrukcyjnych, odpornych na działanie substancji chemicznych. Dodatkowo reaktor wyposażono w układ grzewczo-chłodzący – składający się z wężownicy wewnątrz aparatu i płaszcza na pobocznicy reaktora.

Zastosowanie takiego układu grzewczo-chłodzącego w aparacie, ma kilka istotnych zalet i funkcji m.in. dla procesu technologicznego, tj.:

- **Kontrola temperatury:** Wężownica umożliwia precyzyjne kontrolowanie temperatury w reaktorze. Odpowiednia temperatura wpływa na szybkość reakcji, wydajność oraz selektywność produktów.
- **Stabilizacja procesu:** Utrzymanie stałej temperatury pozwala na stabilizację procesu. Dzięki temu można uniknąć niepożądanych reakcji ubocznych.
- **Zwiększenie efektywności energetycznej:** Odpowiednie zarządzanie temperaturą pozwala na optymalne wykorzystanie energii, co prowadzi do obniżenia kosztów operacyjnych.
- **Zwiększenie wydajności produkcji:** Utrzymywanie odpowiednich warunków termicznych zwiększa wydajność reakcji chemicznych i wpływa na ogólną efektywność procesu produkcyjnego.
- **Minimalizacja ryzyka:** Kontrola temperatury i odpowiednia regulacja układu grzewczo-chłodzącego minimalizują ryzyko awarii i zagrożeń związanych z niekontrolowanymi reakcjami chemicznymi.
- **Możliwość recyrkulacji:** Zastosowanie odpowiednich systemów umożliwia recyrkulowanie cieczy grzewczej lub chłodzącej, co wpływa na zwiększenie efektywności całego układu.



Wraz z reaktorem dostarczyliśmy również kolumny destylacyjne – aparaty o wysokiej wydajności, pozwalające na efektywne rozdzielanie i oczyszczanie substancji chemicznych. Użycie kolumny destylacyjnej jest istotne dla uzyskania wysokiej jakości produktów końcowych. Konstrukcja urządzeń zapewnia maksymalną wydajność przy minimalnym zużyciu energii. Zastosowano aparat o pojemności 0,45m² i długości ok. 6000mm z wypełnieniem strukturalnym.

Całość modernizacji uzupełnia skraplacz, czyli wymiennik płaszczowo-rurowy poziomy, w którym powierzchnia wymiany ciepła wynosi 120m², zaprojektowany z myślą o optymalnym odzysku ciepła i wysokiej sprawności kondensacji. Skraplacz pozwala nam na ograniczenie strat energetycznych w procesie produkcji.

Korzyści dla klienta

Przeprowadzona modernizacja przyczyniła się do:

- **Zwiększenia wydajności linii produkcyjnej w danej grupie produktów o ponad 30%**
- **Podniesienia jakości produktu końcowego** dzięki precyzyjnemu sterowaniu parametrami procesów
- **Redukcji zużycia energii i ograniczenia emisji**, co wpisuje się w globalne trendy zrównoważonego rozwoju
- **Zwiększenia bezpieczeństwa operacyjnego** poprzez zastosowanie systemów monitoringu i automatyzacji procesów

Podsumowanie

Instalacja do produkcji żywic poliestrowych jest złożonym procesem technologicznym, który wymaga odpowiedniego wyposażenia oraz przestrzegania norm i zasad bezpieczeństwa. Jakość i niezawodność naszych rozwiązań potwierdza zgodność budowy konstrukcji maszyn i urządzeń wg norm i certyfikatów Unii Europejskiej. Realizacja projektu stanowi przykład, jak poprzez inwestycje w nowoczesne urządzenia i technologie można osiągnąć wymierne korzyści. Nasza współpraca z Sarzyna Chemical Sp. z o.o., pokazuje, że dzięki innowacyjnym podejściom możliwe jest połączenie efektywności i zrównoważonego rozwoju.

**JEŻELI ISTNIEJE SPOSÓB, ABY ZROBIĆ COŚ LEPIEJ
- ZNAJDIEMY GO DLA WAS!**

EWOLUCJA KOMPETENCJI INŻYNIERSKICH

Tomasz Mackiewicz

kierownik Grupy Badawczej Inżynierii Mechanicznej,
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny

Zarządzanie kompetencjami inżynierskimi staje się kluczowym elementem strategii każdej organizacji dążącej do utrzymania swojej konkurencyjności i innowacyjności.

Współczesny rynek pracy, zwłaszcza w sektorze inżynieryjnym, podlega nieustannym przemianom napędzanym przez czwartą rewolucję przemysłową. Postępująca automatyzacja, rozwój sztucznej inteligencji oraz globalne zmiany gospodarcze i geopolityczne wymuszają na przedsiębiorstwach i pracownikach ciągłe dostosowywanie się do nowych realiów. Według raportu „Future of Jobs 2023”, opublikowanego przez World Economic Forum, do 2027 roku maszyny będą odpowiadać za 42% zadań w przedsiębiorstwach, podczas gdy obecnie jest to 34%. Taki wzrost automatyzacji oznacza, że tradycyjne umiejętności techniczne, choć nadal istotne, nie są już wystarczające. Pracodawcy coraz częściej poszukują inżynierów posiadających kompetencje miękkie oraz zdolność do adaptacji w zmieniającym się środowisku pracy.

Kluczowe kompetencje przyszłości

Analiza przeprowadzona przez World Economic Forum wskazuje na zestaw umiejętności, które będą najbardziej pożądane w nadchodzących latach. Wśród nich znajdują się:

1. Analityczne myślenie: umiejętność logicznego analizowania sytuacji i podejmowania decyzji opartych na danych.
2. Kreatywne myślenie: zdolność do generowania innowacyjnych rozwiązań i pomysłów.
3. Odporność, elastyczność i zwinność: przystosowanie się do dynamicznych zmian i radzenie sobie ze stresem.
4. Motywacja i samoświadomość: świadomość własnych mocnych i słabych stron oraz chęć ciągłego doskonalenia.



Fot. 123rf

5. Ciekawość i nauka przez całe życie: gotowość do ciągłego poszerzania wiedzy i umiejętności.
6. Umiejętność obsługi technologii: biegłość w korzystaniu z nowoczesnych narzędzi i systemów informatycznych.
7. Niezawodność i dbałość o szczegóły: precyzja i dokładność w wykonywaniu zadań.
8. Empatia i aktywne słuchanie: zrozumienie potrzeb innych oraz efektywna komunikacja.
9. Przywództwo i wpływ społeczny: zdolność do inspirowania i kierowania zespołami.
10. Kontrola jakości: zapewnienie, że produkty i usługi spełniają określone standardy.

Strategie zarządzania kompetencjami w organizacjach

Aby skutecznie zarządzać kompetencjami inżynierskimi, organizacje powinny:

- Identyfikować luki kompetencyjne – regularne analizy pozwalają na określenie obszarów wymagających wzmocnienia.
- Inwestować w szkolenia i rozwój – zapewnienie pracownikom dostępu do programów podnoszących kwalifikacje, zwłaszcza w obszarach, takich jak sztuczna inteligencja czy analiza danych.
- Promować kulturę ciągłego uczenia się – zachęcanie do zdobywania nowych umiejętności i dzielenia się wiedzą w ramach zespołu.
- Wspierać rozwój kompetencji miękkich – szkolenia z zakresu komunikacji, przywództwa czy zarządzania stresem.
- Monitorować trendy rynkowe – śledzenie zmian w branży pozwala na proaktywne dostosowywanie strategii rozwoju kompetencji.

Technologie kształtujące przyszłość inżynierii

Współczesne środowisko pracy inżynierów jest kształtowane przez kilka kluczowych technologii:

- Automatyzacja i robotyzacja – wzrost zastosowania systemów autonomicznych, robotów przemysłowych oraz sztucznej inteligencji zmienia sposób pracy inżynierów, redukując rutynowe obowiązki, ale jednocześnie zwiększając zapotrzebowanie na ekspertów potrafiących zarządzać i programować te systemy.
- Big Data i analiza danych – przetwarzanie ogromnych zbiorów danych pozwala na lepszą optymalizację procesów produkcyjnych, diagnostykę urządzeń oraz przewidywanie awarii. Inżynierowie muszą znać narzędzia analityczne, języki programowania (np. Python, R) oraz podstawy uczenia maszynowego.
- Internet Rzeczy (IoT) – systemy sensorów i inteligentnych urządzeń pozwalają na pełną automatyzację procesów oraz monitorowanie w czasie rzeczywistym. Kompetencje w zakresie integracji i analizy danych IoT stają się coraz bardziej poszukiwane.

ROLA INSTYTUCJI BADAWCZYCH W KSZTAŁTOWANIU KOMPETENCJI

Fot. Sieć Badawcza Łukasiewicz



– Instytucje, takie jak Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu nowoczesnych kompetencji inżynierskich. Poprzez prowadzenie badań naukowych, współpracę z przemysłem oraz oferowanie programów szkoleniowych wspierają rozwój zarówno obecnych, jak i przyszłych inżynierów. Dzięki temu możliwe jest tworzenie innowacyjnych rozwiązań odpowiadających na wyzwania współczesnego świata – podkreśla **Tomasz Mackiewicz**, kierownik Grupy Badawczej Inżynierii Mechanicznej w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny.

- Nowoczesne materiały i nanotechnologie – rozwój inżynierii materiałowej, m.in. w zakresie kompozytów czy nanomateriałów, zmienia podejście do projektowania i produkcji w wielu branżach.

Kluczowe kompetencje inżynierskie do 2027 roku

Jak wskazuje World Economic Forum, obok klasycznych kompetencji technicznych rosnące znaczenie zyskują umiejętności związane z analizą danych, zarządzaniem zmianą oraz pracą w interdyscyplinarnych zespołach. Oto zestaw umiejętności, które według World Economic Forum będą kluczowe w najbliższych latach:

- Analityczne i krytyczne myślenie – kluczowe w rozwiązywaniu problemów technicznych i optymalizacji procesów.
- Adaptacyjność i zdolność do nauki – dynamiczny rozwój technologii wymaga nieustannego uczenia się i poszerzania kompetencji.
- Kompetencje cyfrowe – programowanie, analiza danych oraz umiejętność korzystania z nowoczesnych narzędzi IT.
- Umiejętność rozwiązywania problemów i innowacyjność – kreatywne podejście do pro-

jektowania systemów i rozwiązywania wyzwań inżynierskich.

- Współpraca i komunikacja w zespołach interdyscyplinarnych – współczesne projekty inżynierskie wymagają integracji wiedzy z różnych dziedzin.
- Zarządzanie projektami i zespołami – umiejętność koordynowania prac, stosowanie metodologii Agile, Lean czy Six Sigma.

Jak skutecznie zarządzać kompetencjami inżynierskimi w organizacji?

Efektywne zarządzanie kompetencjami w firmach inżynierskich powinno obejmować następujące obszary.

1. Identyfikacja i mapowanie kompetencji.
Kluczowym elementem strategii HR w sektorze technologicznym jest systematyczna analiza luk kompetencyjnych. Przedsiębiorstwa powinny regularnie przeprowadzać audyty kompetencji, aby określić, które umiejętności są niedostatecznie rozwinięte w organizacji.
2. Programy szkoleniowe i rozwój zawodowy.
Warto wdrożyć dedykowane ścieżki rozwoju dla inżynierów, obejmujące m.in.: szkolenia techniczne, czyli doskonalenie umiejętności w zakresie AI, IoT, programowania PLC, robotyki, inżynierii materiałowej; szkolenia miękkie, polegające na umiejętności zarządzania, negocjacji, komunikacji międzykulturowej oraz mentoring i coaching poprzez wymianę doświadczeń między starszymi i młodszymi inżynierami.

”

Do 2027 roku maszyny będą odpowiadać za 42% zadań w przedsiębiorstwach, podczas gdy obecnie jest to 34%

3. Wykorzystanie narzędzi cyfrowych do zarządzania kompetencjami.
Coraz więcej organizacji wdraża platformy HR Tech, które monitorują rozwój kompetencji pracowników, rekomendują szkolenia i analizują potrzeby rekrutacyjne.
4. Kultura ciągłego uczenia się (Lifelong Learning).
Kształtowanie środowiska sprzyjającego innowacyjności i samokształceniu to jeden z filarów długoterminowego sukcesu organizacji inżynierskich.

Przyszłość inżynierii – wyzwania i perspektywy

Rozwój kompetencji inżynierskich nie jest już jedynie kwestią indywidualnych predyspozycji, lecz

staje się strategicznym elementem przewagi konkurencyjnej firm. Kluczowe wyzwania, z jakimi mierzą się organizacje, to:

- integracja sztucznej inteligencji i automatyzacji w procesach inżynierskich,
- zarządzanie zespołami rozproszonymi i globalizacja rynku pracy,
- rozwój gospodarki o obiegu zamkniętym i zielonych technologii.

Przedsiębiorstwa, które skutecznie wdrożą strategię zarządzania kompetencjami i zainwestują w rozwój swoich inżynierów, będą miały przewagę w nadchodzącej dekadzie.

Specyfika branży chemicznej

Branża chemiczna odgrywa kluczową rolę w gospodarce, dostarczając surowce i produkty niezbędne w wielu sektorach, takich jak farmacja, rolnictwo czy przemysł spożywczy. W Polsce sektor chemiczny jest jednym z największych działów przemysłu, generując znaczący udział w PKB kraju.

Wyzwania kompetencyjne w sektorze chemicznym

W raporcie Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości z 2020 roku, dotyczącym branży chemicznej, wskazano na kilka kluczowych wyzwań związanych z kompetencjami:

- niedobór wykwalifikowanej kadry – firmy chemiczne często zgłaszają trudności w rekrutacji specjalistów z odpowiednimi kwalifikacjami,
- potrzeba ciągłego doskonalenia – ze względu na szybki rozwój technologiczny pracownicy muszą regularnie aktualizować swoją wiedzę i umiejętności,
- znaczenie umiejętności miękkich – współpraca z różnymi interesariuszami – zarówno wewnętrznymi, jak i zewnętrznymi – wymaga od inżynierów rozwiniętych kompetencji komunikacyjnych i interpersonalnych.

Transformacja rynku pracy wymaga nowego podejścia do zarządzania kompetencjami inżynierskimi. Organizacje muszą kłaść nacisk na interdyscyplinarność, cyfryzację oraz rozwój umiejętności miękkich. Współpraca z instytutami badawczymi, inwestycja w szkolenia oraz wdrażanie nowoczesnych narzędzi HR są niezbędne dla utrzymania konkurencyjności w erze Przemysłu 4.0. Branża chemiczna w Polsce stoi przed koniecznością dynamicznego dostosowywania się do zmieniających się warunków rynkowych i regulacyjnych. Kluczowe wyzwania kompetencyjne obejmują rozwój umiejętności związanych z transformacją ekologiczną, cyfryzacją, a także współpracę między nauką a przemysłem w celu kształcenia wykwalifikowanej kadry zdolnej sprostać współczesnym wymaganiom. ■

TWÓJ PARTNER

w armaturze przemysłowej



STEVI® Vario
Zawory regulacyjne



STEVI® Smart
Zawór regulacyjny
3-drogowy



SAFE
Zawory bezpieczeństwa



CONA®
Odwadniacze



ZETRIX®
Przepustnice potrójnie
mimośrodowe

Armatura ARI z myślą o kliencie.

Jeden partner gwarantujący szybkość dostaw, dużą elastyczność i optymalny koszt. ARI-Armaturen jest firmą będącą projektantem, producentem i dystrybutorem armatury i komponentów do pary i kondensatu a także armatury przeznaczonej do przemysłu chemicznego i petrochemicznego. Nasza szeroka oferta dotycząca armatury przemysłowej obejmuje obszary regulacji i odcięcia przepływu, bezpieczeństwa i odwadniania. Zawsze oferujemy naszym klientom najlepsze rozwiązanie z 20000 starannie dobranych produktów w 200000 wariantach.

Poznaj naszą rodzinną firmę z ponad 70-letnim doświadczeniem oraz zapoznaj się z naszą innowacyjną, wysokiej jakości i niezawodną armaturą.



75 years
ARI-Armaturen



Your valve made by ARI®
ari-armaturen.com

ARI-Armaturen Albert Richter GmbH & Co. KG
D-33750 Schloß Holte-Stukenbrock
Tel. +49 (0)5207 / 994-0 · info.sales@ari-armaturen.com

OD BABY BOOMERA DO ZETKI

Kadrowy alfabet, czyli krótka instrukcja obsługi najmłodszego pokolenia inżynierów

Gniewosz Marszałek

dyrektor techniczny, Basell Orlen Polyolefins Sp. z o.o.

Wymiana pokoleń od zawsze jest tematem wielu dyskusji, sporów, dywagacji, często rodzi obawy lub nieporozumienia. Każdy na pewno miał możliwość słyszeć, od bardziej doświadczonych, jak to „za ich czasów było...”, ale to oczywiste, że młodsze pokolenie robi coś inaczej... Po swojemu...

To, co zwraca uwagę i definiuje dzisiejsze czasy, to tempo postępujących zmian i ogromne różnice w postrzeganiu świata pomiędzy ludźmi, których dzieli czasem tylko dekada lub mniej. Czy jest zatem możliwe przygotowanie się do nadejścia tego mocno zdemonizowanego „pokolenia Z”?

Oczywiście że tak, ale po kolei...

Zacznijmy od krótkiego porównania poszczególnych grup wiekowych funkcjonujących na dzisiejszym

ryнку pracy, ze szczególnym zwróceniem uwagi na najmłodsze pokolenie. Ustalmy również jedną rzecz: granice czasowe dotyczące poszczególnych pokoleń są bardzo subiektywne. Nie jest możliwe ustalenie konkretnych progów, dat w związku z początkiem nastania kolejnego pokolenia, gdyż to proces bardzo płynny, dodatkowo determinowany również przez szereg innych zmiennych. Niemniej przyjmuje się, że obecne na rynku pracy grupy wiekowe dzielą się na tzw. baby boomerów, pokolenia X, Y zwane niekiedy



foto: 123rf

	Charakterystyka	Doświadczenia	Ambicje	Technologia	Kariera	Komunikacja
2012 1997 1996	Pokolenie Z Narodziny: 1997 – 2012 Wiek w 2025: 13-28	Spowolnienie gospodarcze Dane w chmurze Globalne ocieplenie smartfony	Bezpieczeństwo i Stabilność	Technoholicy zależni od technologii Wrodzona biegłość	Jedna praca na całe życie	Urządzenia osobiste Interakcja z urządzeniem
1980 1979	Pokolenie Y Narodziny: 1965 – 1996 Wiek w 2025: 29-45	PlayStation Social media Inwazja na Irak Relity show	Wolność i elastyczność	Cyfrowi tubylcy	Praca dla życia nie życie dla pracy	Smartfon Wiadomości online
1965 1964	Pokolenie X Narodziny: 1946 – 1979 Wiek w 2025: 46-60	Koniec zimnej wojny Zmiany ustrojowe Pierwszy PC walkman	Work-life balance	Cyfrowi imigranci	Karierowicze	Komputer osobisty SMS, Email
1946	Baby Boomers Narodziny: 1946 – 1964 Wiek w 2025: 61-79	Zimna Wojna Lądowanie na Księżycu Woodstock Skupienie na rodzinie	Bezpieczeństwo zatrudnienia	Cyfrowi odkrywcy i inicjatorzy	Życie dla pracy	Telefon, spotkanie twarzą w twarz

RYS. 1
Rozkład pokoleń
w odniesieniu do
lat [1]

milinialsami, oraz najmłodsze pokolenie Z. Zostało jeszcze wyodrębnione pokolenie alfa, ale z uwagi na fakt, że na rynek pracy wkroczy ono dopiero za kilka lat, zostanie w tym artykule pominięte.

Obecni seniorzy, często odliczający czas do emerytury, ale w wielu zespołach szacowni mentorzy, to pokolenie BB (baby boomers), czyli osoby urodzone w okresie tuż po wojnie do połowy lat 60. (1946-1964 roku). Przyjmuje się, że roczniki należące do pokolenia BB są pierwszym w skali świata pokoleniem, mogącym licznie dożyć starości. To ludzie, którzy na rynku pracy zaczynają stanowić już zdecydowaną mniejszość^{2,3}; przyjmuje się, że w Polsce mamy obecnie około 15%¹ zatrudnionych w tym przedziale wiekowym. Dla tej grupy pokoleniowej, z uwagi na doświadczenia lat powojennych i trud odbudowy po światowej zawierusze oraz szereg wyzwań i ograniczeń lat młodości, najważniejszy jest etos pracy, duże przywiązanie do pracodawców, ale także zdobywanie z doświadczeniem coraz wyższych szczebli kariery. Pokolenie to bardzo ceni sobie stabilność i bezpieczeństwo zatrudnienia, jest przy tym bardzo lojalne wobec pracodawcy. BB motywuje uznanie za osiągnięcia, stabilne wynagrodzenie i możliwość pozostania w jednym miejscu pracy przez dłuższy czas. Należy zaznaczyć, że to temu pokoleniu zawdzięczamy rozwój komputerów, wszelkiej elektroniki i początek jej implementacji w środowisku pracy.

Drugą grupą funkcjonującą na rynku pracy są przedstawiciele pokolenia X, czyli osób urodzonych pomiędzy 1965 a 1979 rokiem. Stanowią obecnie blisko jedną czwartą rynku pracy¹. Dla nich ważna jest równowaga między życiem zawodowym a prywatnym, niezależność, rozwój zawodowy i stabilność finansowa. Ludzie z tego pokolenia są zazwyczaj bardzo mocno zorientowani na cel oraz często kwestionują autorytety. Głównymi motywatorami napędzającymi ich do pracy są premie, benefity pozapłacowe oraz możliwość awansu. „Ikisy” są bardzo zaawansowane w wykorzystaniu komputerów.

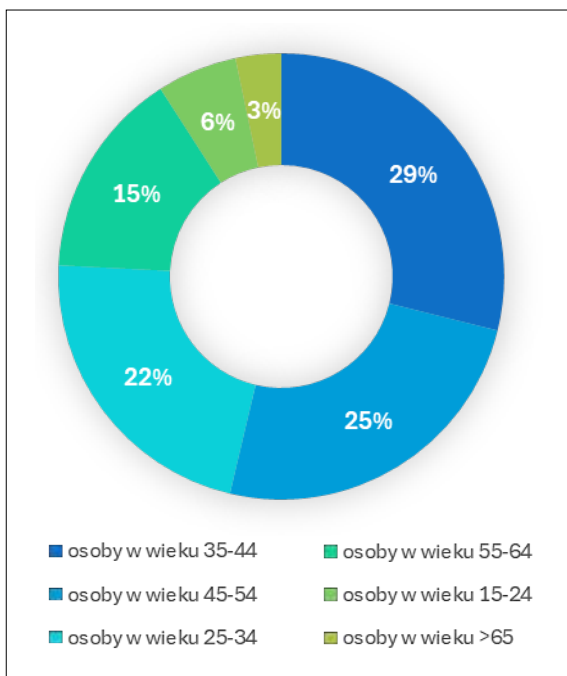
Pokolenie Y to dzisiejsi 30-latkowie o ugruntowanej już pozycji zawodowej i pewnym doświadczeniu. Są skoncentrowani na sobie i możliwościach rozwoju. Cieszy ich szybki sukces i nowe możliwości, pracują by żyć, ceniąc swój wolny czas. Szukają pracy, która daje poczucie celu i możliwości rozwoju. Cenią elastyczność, technologie i atmosferę. Motywują ich szkolenia, rozwój osobisty oraz uznanie za innowacyjność. Stanowią blisko 30%¹ czynnych zawodowo.

”

Koegzystencja pokoleń i ich bliska współpraca po pierwsze jest nieunikniona, ale nader wszystko daje szereg korzyści dla zarządzających i samych przedsiębiorstw

Pokolenie Z to „dzieci dobrobytu”, urodzone po przemianach ustrojowych (po 1990 roku), kiedy to czas ich wczesnego dzieciństwa zbiegł się z budową gospodarki wolnorynkowej w Polsce. Wychowani w duchu tolerancji i przedsiębiorczości cenią swobodę, elastyczność i możliwości świata on-line, który często jest alternatywą lub światem równoległym dla rzeczywistości. Dla tego pokolenia ważny jest work-life balance, ale istotne są również elastyczne formy zatrudnienia, a nader wszystko komfort psychiczny. Liczy się atmosfera w pracy i wsparcie ze strony przełożonych, ale to wynagrodzenie stanowi dla nich priorytet. Fakt ten potwierdziło blisko 47%⁴ „zetek” w ogólnopolskim badaniu „Work War Z”, w którym wzięło udział ponad 12 tysięcy przedstawicieli tego pokolenia. „Zetki” są gotowe angażować się w pracę, ale warunkują motywację od warunków finansowych, stabilności zatrudnienia

RYS. 2
Struktura wiekowa
rynku pracy w Polsce
w 2024 roku [2]



oraz relacji z zespołem. Istotna jest zatem odpowiednia kultura organizacyjna i strategia rozwoju zawodowego.

Pokolenia a rozwój technologii

Można zauważyć, że podział na poszczególne pokolenia jest mocno skorelowany z rozwojem technologii. Generacja BB, chociaż jako pierwsze pokolenie wprowadzała informatyzację do przedsiębiorstw, tylko częściowo przyswoiła to, co technologia oferuje. Pokolenie X aktywnie wdrażało technologie w swoje życie, dla „igreków” technologia jest znaczącym elementem życia; „zetki” nie mogą bez niej żyć. Współpraca między różnymi pokoleniami jest bardzo inspirująca, ale wymaga dużo uwagi i uwagi z powodu specyficznych cech.

Każde z obecnych na rynku pracy pokoleń wnosi unikalne wartości i potrzeby, co sprawia, że zarządzanie wielopokoleniowymi zespołami jest dużym wyzwaniem, ale też ogromną szansą na stworzenie sprawnej i efektywnej organizacji. Oznacza to konieczność budowania strategii motywacyjnych, które łączą stabilność i tradycję (ważne dla starszych grup) z elastycznością, innowacyjnością i możliwościami rozwoju (często preferowanymi przez młodsze pokolenia).

Analizując wcześniejszą charakterystykę pokoleń można zauważyć wiele różnic cechujących poszczególne z nich. Różnice te budują wyzwania, ale również generują szereg wspomnianych korzyści. Wśród najważniejszych wydają się komunikacja, technologia i wartości:

- komunikacja: w jej przypadku punktem uwagi jest różny sposób i styl komunikacji. Młodsze generacje, jak „zetki”, często korzystają z technologii i komunikatorów, podczas gdy starsze mogą preferować bardziej bezpośredni kontakt;
- technologia: młodsze pokolenia z reguły lepiej

odnajdują się w nowoczesnych technologiach, co może powodować frustracje u starszych pracowników;

- priorytety i wartości: różnice w podejściu do pracy mogą prowadzić do napięć. Na przykład baby boomersi mogą postrzegać młodsze pokolenia jako mniej zaangażowane, podczas gdy X i Y – mogą uznawać starszych za zbyt skoncentrowanych na tradycyjnych metodach pracy.

Co w zamian? Otóż jest wiele korzyści płynących z tych różnic.

- perspektywa: różne pokolenia wnoszą różnorodne doświadczenia i punkty widzenia, co sprzyja innowacjom,
- mentoring: starsze grupy mogą dzielić się doświadczeniem, a młodsze – wprowadzać nowe technologie i sposoby pracy,
- zróżnicowane kompetencje: kombinacja wiedzy tradycyjnej i nowoczesnych umiejętności technologicznych pozwalająca na bardziej wszechstronne podejście do projektów.

Jak najefektywniej wykorzystać najmłodsze pokolenie?

Zarządzanie najmłodszym pokoleniem inżynierów wymaga zrozumienia ich unikalnych cech, ale również potrzeb i oczekiwań, a następnie dostosowania do nich zarówno sposobu pracy organizacji z poziomu struktury, jak i rozwiązań kadrowo-biznesowych łączących oczekiwania „zetek” z resztą zespołu. Kluczowymi obszarami wydają się:

Elastyczność i równowaga, czyli zapewnienie możliwości pracy zdalnej lub hybrydowej oraz ustalenie jasnych granic między pracą a życiem prywatnym, wspierające work-life balance. Oczywiście nie wszystkie stanowiska i środowiska pracy pozwalają na pełną swobodę z korzystania z pracy zdalnej, ciężko jest bowiem sterować zdalnie procesem w przemyśle chemicznym, cukrowni czy oczyszczalni ścieków. Niemniej będą występowały stanowiska i obszary, jak na przykład praca inżyniera utrzymania ruchu, technologa czy inżyniera budownictwa, pozwalające na pewną swobodę w tym zakresie. I być może to właśnie nie permanentna, ale okazjonalna możliwość pracy z domu pozwoli na osiągnięcie elastyczności dla pracowników z tego pokolenia. Wartością dodaną płynącą z takiej możliwości jest oczywiście sam fakt dokonywania wyboru sposobu pracy przez pracownika.

Niestety, ten sposób niesie ze sobą szereg wyzwań dla organizacji, ale przede wszystkim dla liderów, którzy w efektywny sposób muszą z jednej strony umiejętnie stawiać cele, a z drugiej efektywnie rozliczać z ich wykonania pracownika, ale także cały zespół.

Technologia i innowacje to nic innego, jak wykorzystanie naturalnej zdolności do pracy z nowoczesnymi technologiami oraz przestrzeń do eksperymentowania i wprowadzania nowości w projektach. Jak wcześniej

USŁUGI DLA PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO

- chemiczne czyszczenie i trawienie urządzeń (w tym urządzeń ciśnieniowych podlegających UDT)
- czyszczenie hydrodynamiczne instalacji przemysłowych
- outsourcing gospodarki smarowniczej i utrzymania ruchu
- dekontaminacja instalacji procesowych
- analizy olejów i diagnostyka maszyn
- dystrybucja środków smarnych



Certified Lubrication & Tribology Specialists

Swagelok®

Central Fluidsystems

Swagelok Polska jest autoryzowanym centrum obsługi i sprzedaży firmy Swagelok, światowego lidera w dziedzinie rozwiązań dla układów przepływowych.

Szeroka gama produktów Swagelok obejmuje złączki, zawory, rurki, węże, reduktory ciśnienia, filtry, urządzenia pomiarowe, cylindry, dedykowane systemy do poboru prób, dystrybucji gazu. Oferujemy również partnerstwo i wsparcie techniczne w zakresie rozwiązań dla naszych klientów.

Realizujemy m.in. szkolenia techniczne, usługi na obiektach, terenowe wsparcie inżynieryjne, a także globalne wsparcie projektowe.



PRZEMYSŁ



Naftowy i gazowy



Energetyczny



Chemiczny i petrochemiczny



Czysta energia i wodór



Badania i rozwój

NASZE USŁUGI

Szkolenia techniczne

Wsparcie techniczne

Usługi na obiektach

Inżynieria polowa

Globalne wsparcie projektowe

Swagelok Polska | Central Fluidsystems Sp.z o.o.

ul. Graniczna 186/9, 54-516 Wrocław

info@centralfluid.pl; tel: +48 717 079 150



zaznaczono, wyjątkowa zwinność technologiczna najmłodszego pokolenia stanowi chyba jego najważniejszy atut. Z powodu dużej dynamiki zmian w tym zakresie, jak również z faktu, że młode pokolenie dorastało w już czasach silnie działającego prawa Moore'a, bardzo mocno może ono wyprzedzać swoich starszych kolegów w biegłości i zaawansowaniu w posługiwaniu się komputerami. Umiejętne wykorzystanie tej zalety poprzez pozwolenie młodym na korzystanie z najnowszych technologii pozwala na pracę w naturalnym środowisku „zetek”, a dla firmy otwiera często nowe możliwości, dając naturalnego kierownika projektu w obszarze AI czy Big Data Analysis. Konieczne jest jednak zauważenie dużo większej dynamiki życia pokolenia Z, co może wywierać presję natychmiastowego działania organizacji w niektórych sytuacjach, stanowiąc zaczyn do konfliktów na tle komunikacyjnym.



Podział na poszczególne pokolenia jest mocno skorelowany z rozwojem technologii

Rozwój i mentoring, czyli tak w zasadzie możliwość rozwoju, szkoleń, warsztatów i programów rozwojowych połączonych z mentoringiem, gdzie starsi inżynierowie mogą dzielić się doświadczeniem, a młodszy wnoszą świeże spojrzenie. Chęć rozwoju, poszerzania kompetencji i wiedzy powoduje, że ten obszar z jednej strony pozwala na doskonałe wykorzystanie wiedzy i ogromnego doświadczenia starszych pokoleń, a z drugiej umożliwia sam dialog i współpracę międzypokoleniową uwspółcześniając dotychczasowe wzorce, metody i sposoby pracy. Taka współpraca często nadaje zupełnie nowy, cyfrowy wymiar dotychczasowej rutynie firmowej. Wykorzystanie mentoringu tworzy równocześnie platformę do dalszej kooperacji, budując więź między „zetką” a mentorem.

Transparentność i cel – tworzenie, a następnie komunikowanie jasnych celów z przedstawieniem ich znaczenia dla firmy oraz zespołu. Dodatkowo „zetki” zwracają również dużą uwagę na odpowiedzialność społeczną biznesu i chcą pracować dla przedsiębiorstw i organizacji podzielających ich wartości, zwykle dbając też o kwestie środowiskowe. Bycie transparentnym może niekiedy stanowić wyzwanie, ale w dzisiejszych czasach dojrzałe organizacje nie powinny mieć już żadnego problemu w tym obszarze, zwłaszcza jeśli wewnętrzna komunikacja jest jasna, konkretna, spójna i oprócz spraw ważnych dla firmy uwzględnia również dobro ogółu, otoczenia i społeczeństwa. Należy pamiętać,

że pokolenie Z ceni pracę, która ma sens i wpływ na otoczenie.

Informacja zwrotna i uznanie – to co prawda uniwersalne obszary niezależnie od grupy wiekowej, ale w przypadku „zetek” ten obszar jest o tyle istotny, że silnie koreluje zarówno z rozwojem, jak i głównym motywatorem tego pokolenia. Regularne udzielanie konstruktywnej informacji zwrotnej i jednocześnie docenianie osiągnięć umożliwia zarówno weryfikację bieżących osiągnięć, celów, jak i budowanie w „zecie” poczucia docenienia, co poprzez celebrację najmniejszych nawet sukcesów zwiększa jej zaangażowanie. Dodatkowo należy pamiętać, że pokolenie to oczekuje od swoich pracodawców jasnej komunikacji i ustanowienia regularnych kanałów otrzymywania informacji zwrotnej, np. tygodniowe spotkania podsumowujące.

Atmosfera i współpraca, a nie konkurencja i wyścig szczurów, tak charakterystyczne dla wcześniejszych lat, są ostatnim istotnym obszarem, który należy zaznaczyć w przypadku „zetek”. Promowanie otwartej komunikacji i integracji z zespołem pozwala stworzyć środowisko pracy oparte na współpracy i wzajemnym szacunku, a należy pamiętać, że ponad 15% ankietowanych we wspomnianym wcześniej raporcie ten właśnie aspekt postawiło na liście rzeczy skutecznie zwiększających efektywność tego pokolenia.

Jak widać, najmłodsze pokolenie nie jest wcale ani takie straszne, ani takie roszczeniowe jak się ogólnie przedstawia. Wręcz przeciwnie – zauważyć można wiele cech wspólnych z trochę starszymi pracownikami z pokolenia X i Y. Różnic między milleniasami a zetkami jest naprawdę niewiele, a wiele natomiast oczekiwań pokolenia Z względem środowiska pracy uznajemy w dzisiejszych czasach za zupełnie normlane, a nawet pożądane przez wszystkich zatrudnionych. Dodatkowo należy zauważyć, że koegzystencja pokoleń i ich bliska współpraca po pierwsze jest nieunikniona, ale nader wszystko daje szereg korzyści dla zarządzających i samych przedsiębiorstw. Dzięki tej różnorodności organizacje mogą korzystać z bogactwa doświadczenia starszych pracowników, jednocześnie czerpiąc korzyści ze świeżych spojrzeń i dynamicznego podejścia młodszych generacji. Także jak widać, nie taka „zetka” straszna, jak jest przedstawiana...

Przypisy

- ¹ <https://www.pewresearch.org/short-reads/2020/04/28/millennials-overtake-baby-boomers-as-americas-largest-generation/>
- ² Główny Urząd Statystyczny.
- ³ Struktura demograficzna polskiego rynku pracy - najnowsze dane Głównego Urzędu Statystycznego, Ariel Drabiński, The Opportunity Institute for Foreign Affairs, 13.05.2024.
- ⁴ Raport Work War Z. ■

INŻYNIER POSZUKIWANY!

– Borykamy się dziś z poważnymi trudnościami związanymi z pozyskiwaniem młodej kadry inżynierskiej z uwagi na to, że osoby po studiach dość rzadko chcą wiązać swoją przyszłość z pracą dla przemysłu. Znalezienie nowych specjalistów to duże wyzwanie, zwłaszcza w utrzymaniu ruchu – mówi **Mirosław Ikier**, dyrektor Biura Techniki w ORLEN S.A., oraz **Krzysztof Adamkiewicz**, dyrektor Wydziału Inżynierii Utrzymania Ruchu w ORLEN S.A.

Aleksandra Grądzka-Walasz: Jakie są dzisiaj oczekiwania wobec specjalistów utrzymania ruchu w przemyśle? W jakim kierunku UR będzie się w przyszłości rozwijać?

Mirosław Ikier: Myślę, że te oczekiwania są niezmiennie i dobrze znane od dawna. Oczekuje się od nas – jeżeli mówimy o przemyśle rafineryjnym czy petrochemicz-

nym – przede wszystkim zapewnienia wymaganej dostępności operacyjnej instalacji produkcyjnych, na rzecz których pracujemy. Musimy to zapewnić – po pierwsze – w oparciu o optymalnie wykorzystany budżet CAPEX, a po drugie – z zachowaniem wymogów bezpieczeństwa zarówno w aspekcie procesowym, jak i kwestii środowiskowych.

MIROSŁAW IKIER
dyrektor Biura Techniki w ORLEN S.A.



KRZYSZTOF ADAMKIEWICZ
dyrektor Wydziału Inżynierii Utrzymania Ruchu w ORLEN S.A.



Natomiast jeżeli chodzi o trendy, kierunki rozwoju UR, to z pewnością w najbliższych latach będziemy zauważać coraz szersze włączanie sztucznej inteligencji w procesy maintenance. Będziemy też z pewnością obserwować dalszy rozwój narzędzi predykcyjnych w utrzymaniu ruchu. Wiedza, jaką uzyskamy dzięki nowoczesnym narzędziom na podstawie wczesnej diagnostyki stanu technicznego urządzenia, będzie w przyszłości podstawą do podejmowania decyzji w procesach utrzymania ruchu, np. czy nadal eksploatować urządzenie, wykonać konserwację, czy je wyłączyć i przekazać do remontu. To zresztą już się w pewnym zakresie dzieje.

”

W najbliższych latach będziemy obserwować coraz szersze włączanie sztucznej inteligencji w procesy maintenance

Gdzie jest miejsce na wspomnianą sztuczną inteligencję?

MI: Jak wspomniałem, obecnie w utrzymaniu ruchu mamy coraz więcej możliwości korzystania z narzędzi, które pomagają nam podejmować pewne decyzje. Posiadamy też coraz więcej informacji na temat bieżącego stanu maszyn czy urządzeń i to bez ich wyłączania, wykonania kosztownego przeglądu lub przestoju instalacji.

Zakładamy, że w przyszłości AI pomoże nam w szybszym, bardziej precyzyjnym analizowaniu całego zestawu danych, które otrzymujemy w ramach predykcyjnego utrzymania ruchu. Posiadamy już narzędzia, które funkcjonują w oparciu o procesy predykcyjne, korzystamy z nich, choć stopień ich zintegrowania nie jest taki, jak tego byśmy oczekiwali. Tu właśnie widzimy ogromną rolę, jaką w przyszłości będzie odgrywać AI.

Możecie panowie podać przykłady systemów, o których mówicie?

Krzysztof Adamkiewicz: Obecnie systematycznie rozwijamy wykorzystanie rozwiązań typu AMS – Asset Management Software w procesach zarządzania majątkiem. Budujemy również Kompleksowy System Zarządzania Korozją, który w przyszłości pozwoli nam online reagować na zmiany wsadów i korygować ich wpływ na potencjalną degradację eksploatowanego majątku.

Dodam, że jesteśmy zobligowani do planowania postojów remontowych z uwzględnieniem wymagań prawnych, czyli przepisów UDT. Obecnie, wprowadzając razem z Urzędem Dozoru Technicznego program

RBI, zyskaliśmy większą elastyczność w podejściu do planowania terminów rewizji wewnętrznych aparatów. Ponadto mamy możliwość korzystania z badań zastępujących klasyczne rewizje wewnętrzne, a przez to możemy skupić się bardziej na urządzeniach najbardziej narażonych na procesy degradacyjne.

Jeżeli chodzi o diagnostykę predykcyjną, o której już wspominaliśmy, to obszarem, gdzie te procesy w naszej firmie zostały najbardziej rozwinięte są niewątpliwie maszyny wirujące. Obecnie pracujemy nad tym, aby działania te rozszerzyć na obszar mechaniki statycznej.

Złożone systemy utrzymania ruchu, zaawansowane narzędzia diagnostyczne oraz całokształt działań z planowaniem i realizacją remontów... Do tego wszystkiego potrzebni są specjaliści. Jak dzisiaj ORLEN rozwiązuje problemy związane z dostępnością inżynierów oraz zapewnieniem ich kompetencji?

KA: Jak już wspominaliśmy na początku naszej rozmowy, znalezienie nowych specjalistów dla utrzymania ruchu to duże wyzwanie.

A kogo szukacie?

KA: Przede wszystkim osób, które byłyby otwarte i chętne do zdobywania nowej wiedzy oraz gotowe do trudnej, choć bardzo satysfakcjonującej pracy. Mimo tego, że w coraz większej mierze pracujemy w oparciu o narzędzia informatyczne, nie jest to praca wyłącznie przy komputerze, a bardzo często działanie w bezpośrednim kontakcie z urządzeniami na obiektach produkcyjnych, gdzie czasami nawet trzeba się pobrudzić.

Od dość dawna największe problemy pojawiają się w związku z pozyskiwaniem specjalistów, inżynierów branży automatycznej, następnie elektrycznej czy maszyn wirujących. Nieco lepiej jest jeżeli chodzi o inżynierów mechaników. Jeden ze sposobów pozyskiwania młodej kadry inżynierskiej to rozwój współpracy z uczelniami.

MI: Oczekiwaliśmy tego, żeby do pracy w naszej organizacji zgłaszali się kompetentni inżynierowie. I tu nie chodzi o to, aby „na start” mieli wieloletnie doświadczenie, gdyż o to trudno, jeśli ktoś dotąd nie pracował w wielkim przemyśle. Jesteśmy gotowi również na zatrudnianie inżynierów bez doświadczenia zawodowego lub z niewielkim doświadczeniem, licząc się z koniecznością przeprowadzenia ich szkoleń i wdrożenia do zawodu. Ważne, aby były to osoby posiadające odpowiedni poziom teoretycznej wiedzy inżynierskiej w swojej branży oraz determinację do osobistego rozwoju i stawiania czoła codziennym trudnym wyzwaniom.

Specyfika pracy w utrzymaniu ruchu w ORLEN S.A. sprawia, że – przynajmniej na razie – nie ma kierunków studiów, które przygotowywałyby inżynierów bezpośrednio do pracy w tym obszarze. Dlatego stawiamy na doskonalenie w zawodzie i zdobywanie twardych kompetencji już w toku zatrudnienia. Współpracujemy



fot. 123rf

W RAFINERII ORLEN

brakuje wykwalifikowanych specjalistów z branży automatycznej, elektrycznej czy wirującej – nieco lepiej jest w przypadku inżynierów mechaników

z głównymi uczelniami technicznymi w Polsce w tym zakresie i ciągle zachęcamy studentów i absolwentów do zainteresowania się naszą ofertą pracy.

Być może chodzi też o inne pokolenie studentów...

MI: Nie chcę powielać stereotypów, ale być może rzeczywiście dzisiejsi studenci chyba nie są do końca zdecydowani, jaką ścieżkę rozwoju zawodowego zamierzają w życiu wybrać. Ten brak zdecydowania potencjalnych pracowników nie jest naszym sprzymierzeńcem, tym bardziej, że w naszej ocenie do wyszkolenia inżyniera do samodzielnej pracy operacyjnej w utrzymaniu ruchu potrzeba nie mniej niż trzech lat.

Jednakże chcemy podkreślić, że w tym okresie, kiedy nowy pracownik zdobywa niezbędne doświadczenie, ma on również możliwość otrzymania wsparcia przełożonych oraz bardziej doświadczonych kolegów. Pracodawca oferuje ponadto możliwość skorzystania ze szkoleń oraz uczestnictwa w wielu projektach podnoszących kompetencje.

W ORLEN S.A. nowy pracownik ma możliwość wyboru różnych wsparć w postaci benefitów i programów socjalnych. Dla inżynierów, którzy pochodzą z odległych rejonów kraju i chcą zamieszkać w Płocku, proponujemy wsparcie finansowe przez okres dwóch lat na wynajem mieszkania.

Podsumowując, zagadnienia utrzymania ruchu w przemyśle to nie tylko aspekty o charakterze czy-

sto inżynierskim, ale również konieczność sprostania problemom zasobowym i kompetencyjnym.

Może wspomniana sztuczna inteligencja wypełni w przyszłości te braki w liczbie inżynierów?

KA: Wiążemy duże oczekiwania i nadzieje związane z funkcjonowaniem sztucznej inteligencji. Mamy jednak świadomość, że wiele aspektów procesów utrzymania ruchu będzie nadal przebiegać w tzw. tradycyjnej formie. W wielu sytuacjach fizyczna obecność specjalisty i jego bezpośredni kontakt z urządzeniem nadal będą niezbędne. AI może tu pomóc, ale nie zastąpi człowieka.

MI: Na pewno w obszarach takich jak analiza danych i planowanie sztuczna inteligencja będzie szybsza, bardziej wydajna niż inżynier i wykona prace bardziej kompleksowo. Jeżeli jednak chodzi o utrzymanie ruchu, to nie unikniemy tego, że inżynier, inspektor będzie musiał podejść do urządzenia, zobaczyć je, ocenić stan i na tej podstawie przedsięwziąć kolejne kroki – czasem wykorzystując różne systemy wsparcia oraz AI. Ale ten bezpośredni kontakt inżyniera z urządzeniem zawsze będzie wymagany.

*Rozmawiała Aleksandra Grądzka-Walasz,
redaktorka magazynu Kierunek Chemia
i portalu kierunekchemia.pl*



Realizuje prace w **Polsce i za granicą**
Od początku swojej historii w grupie
KCH / Keramchemie (Niemcy)
Od roku 2010 razem z KCH w grupie
Steuler jednym z niemieckich liderów
Światowego rynku zabezpieczeń
chemoodpornych

STEULER-KCH POLSKA Sp. z o.o.

ul. W. Witosa 64B

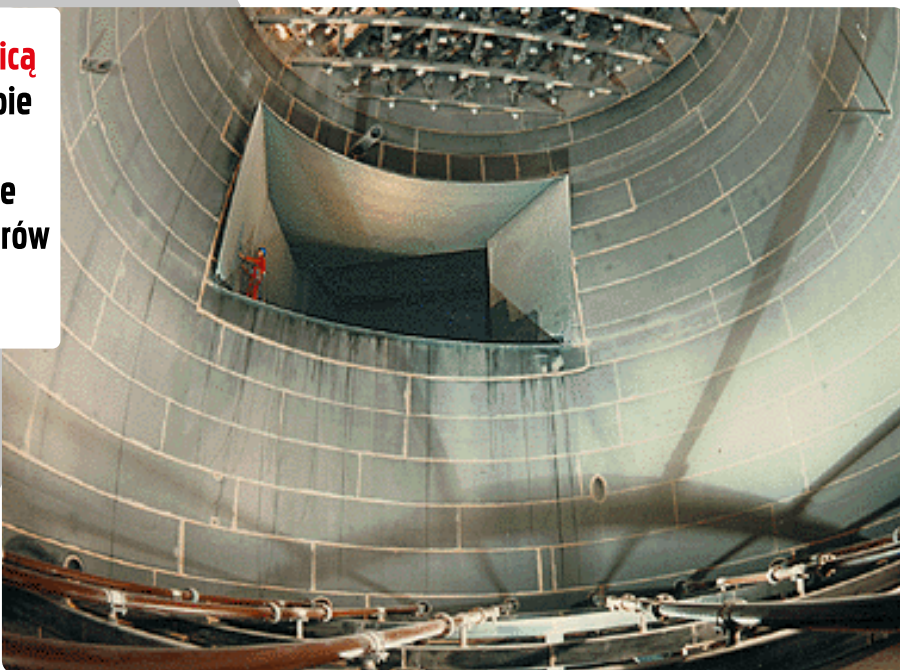
25-561 Kielce

tel. (0-41) 368 41 01

e-mail: biuro@steuler-kch.pl

www.steuler-kch.pl

Rok założenia 1994



Wykonujemy zabezpieczenia:

- instalacji odsiarczania spalin
- instalacji chemicznych
- innych instalacji przemysłowych,
cystern, zbiorników, rurociągów, itd.

Stosujemy:

- wykładziny gumowe
- wymurówki (kwaso- i ognioodporne)
- pokrycia żywiczne, laminaty, plastiki
- zabezpieczenia kominów przemysłowych



Nasí pracownicy sà w całej Europie. Byli takżé w Chinach,
Malezji, Australii, na Madagaskarze...

Innowacyjne opracowania materiałowe naszych
partnerów strategicznych, nasze **wieloletnie**
doświadczenie w zakresie technik nakładania powłok
oraz **niezawodność w realizacji projektów** czynią naszą
firmę jednym z **wiodących przedsiębiorstw** oferujących
kompleksowe zabezpieczenia chemoodporne.

oferujemy:

- projektowanie - dostawy materiałów - wykonawstwo

INNOWACYJNOŚĆ OTWARTA

jako sposób rozwoju technologicznego i produktowego

dr inż. Arkadiusz Majoch

dyrektor Biura Badań i Rozwoju Petrochemii i Rafinerii Przyszłości, ORLEN S.A.

Innowacyjność Otwarta, której znaczenie wyrażone może być wieloma definicjami, w zależności od tego, w jakim środowisku poszukujemy dla niej zakotwiczenia lub dla jakich organizacji ma być zwymiarowana, jest jednym z pierwszych naturalnych podejść do rozwoju i poszukiwania nowości w otoczeniu konkurencyjnym.

To poszukiwanie nowości wyrażane jest potrzebą usprawnień i satysfakcją ich wprowadzania, przy czym – co ważne – sposób, w jaki jest ono realizowane, wykorzystuje dostępne możliwości środowiska działalności: zarówno te pozostające w granicy odpowiedzialności w organizacji, jak i te, do których ma się dostęp na zewnątrz jej struktury. W ten sposób działanie innowacyjne podmiotów niejako rozszerza się i inspiruje do nowatorskiego myślenia oraz kreatywnego rozwoju otaczających je zewnętrznych firm (partnerów rozwoju innowacji), których charakter innowacyjny jest potencjalnie interesujący i może pozytywnie oddziaływać na potrzeby konkretnych kierunków i wdrażanie produktów ciekawych dla przemysłu.

Tworzona zależność liderów gospodarczych w danej dziedzinie aktywności organizacyjnej i gospodarczej (technologia, produkcja, organizacja/funkcjonowanie, marketing) może silnie oddziaływać na inne, wśród których możliwe jest poszukiwanie rozwiązań innowacyjnych. Takie podejście ma szczególne znaczenie, gdy dojrzałe podmioty biznesowe dochodzą do

skali działalności w wymiarze regionalnym i szerszym, w której zapewnienie równomiernego wysycenia oczekiwanym poziomem innowacyjności jest wyzwaniem.

Nakłady na innowacje w Polsce

Kluczem do sukcesu jest poszukiwanie rozwiązań innowacyjnych i produktów możliwych do zakupu w ramach Innowacyjności Otwartej (IO), gdzie można upatrywać sposobu na zwiększenie ogólnej charakterystyki innowacyjności w naszym kraju. Polska nadal znajduje się poniżej oczekiwań nakładów na innowacje do wartości produktu krajowego brutto. Poziom zmiany inwestowania w projekty innowacyjne w 2021-22 jest poniżej danych za dziesięć lat, liczonych od 2012 r. jako dana średnia i nie przekracza 10%. Mimo że w ostatnich latach prawie trzykrotnie zwiększyła się liczba udzielanej międzynarodowej ochrony patentowej z tytułu realizacji projektów innowacyjnych, nie znalazło to odzwierciedlenia w wartości poziomu inwestowania w innowacje i podmioty innowacyjne – prawie 50% spadek wartości inwestycji kapitałowych.



Fot. 123rf

Współpraca z podmiotami zewnętrznymi

Innowacyjność Otwarta ma szeroki wymiar działania, który rozwija podstawowe ujęcie innowacyjności w przedsiębiorstwach. Podparta jest współpracą z podmiotami zewnętrznymi zaliczanymi do świata nauki, ale bardzo często rozszerzona o młode podmioty wynalazcze, takie jak startupy czy osoby prywatne działające nowatorsko. Współpraca ta wymaga ujawnienia i dzielenia się wiedzą, jaka jest wypracowana w organizacji poszukującej rozwiązań w przestrzeni otwartej. W ramach IO wiedza źródłowa jest udostępniana, a wypracowane rozwiązania przekazywane poprzez współpracę, crowdsourcing czy licencjodawanie. Współpraca i pozyskiwanie pomysłów z otoczenia stają się strategią rozwoju innowacji w dojrzałych podmiotach.

Przewidywać należy, że proces wdrażania rozwiązań innowacyjnych opracowanych w obszarze IO powinien być szybszy niż przy podejściu zamkniętym, a ryzyka rozkładać się winny na uczestników procesu. Istotne jest, że różne podmioty o zasięgu globalnym, w zależności od przyjętej strategii rozwoju, wybierają podejście tradycyjne, otwarte, ale – co ważne – w zależności od potrzeb dokonują doboru narzędzi w taki sposób, że dochodzi do wykorzystania obydwu sposobów. W rezultacie przekłada się to na rozwój innowacyjności i utrzymania potencjału konkurencyjnego.

Bez względu na wybór sposobu w strategii rozwoju podmiotów zachowane jest podejście do wypracowywania rozwiązań na zidentyfikowane potrzeby rozwoju zawarte w zbiorowości pomysłów i idei projektowych. To pierwszy element w funkcjonujących metodykach projektowych, często wykorzystywanych w procesie wspierania decyzji i nadzorowania postępu projektów innowacyjnych.

Realizacja projektów B+R w ORLEN S.A.

W ORLEN S.A. funkcjonuje narzędzie, które wpisuje się w podejście systemowe opisujące kryteria oraz sekwencje działań w ramach procesu decyzyjnego; co istotne, podstawowymi kryteriami dla projektów badawczo-rozwojowych (B+R) są: wymóg innowacyjności, wykonalność wdrożeniowa oraz doświadczenie zespołu realizującego (zarówno wewnętrznego, jak i zewnętrznego). Pomimo że własna metodyka B+R promuje te, dla których pozyskano dofinansowanie, to w większości przypadków realizacja projektów B+R w ORLEN S.A. jest finansowana z własnych środków. W ujęciu danych statystycznych, opisujących innowacyjność polskich przedsiębiorców w poprzednich latach, takie aktywne w zakresie realizacji projektów i wdrażania innowacji podejście preferuje ok. 70% podmiotów zabezpieczających budżet i realizujących innowacyjne przedsięwzięcia w kraju. Warto zaznaczyć, że nie bez znaczenia pozostaje fakt, iż są to podmioty, w których wszyscy managerowie rozumieją i działają w kierunku pogłębienia innowacyjności w zarządzanych obszarach, co przekłada się na silne wspieranie

świadomości o znaczeniu innowacyjnego podejścia do realizacji zadań większości pracowników.

Działania innowacyjne wymagają konsekwentnego planowania i determinacji w rozwijaniu przedsiębiorstw, które rozumieją rolę innowacji w ich rozwoju, unikaniu ryzyka zmian i znaczeniu pozycji konkurencyjnej. Dla podmiotów innowacyjnych poszukiwanie innowacji wiąże się bezpośrednio z wykonaniem rozwoju strategicznego, opisanego w dokumentach korporacyjnych. Dla ORLEN S.A. takim dokumentem jest ostatnio zaprezentowana Strategia Grupy Kapitałowej 2035. Osiągnięcie kamieni milowych w zakresie głównych strumieni strategii jest możliwe także dzięki zastosowaniu innowacyjnych rozwiązań wpisujących się w tematykę zarówno celu dekarbonizacyjnego osiągnięcia neutralności emisyjnej w 2050 r., jak i celów pośrednich związanych z inwestycjami w odnawialne źródła energii. Warte podkreślenia jest to, że GK ORLEN, w obecnej konfiguracji swojej działalności, intensyfikuje działania zgodnie ze wskazanymi kluczowymi kierunkami rozwoju, przejawiającymi się również w zakresie tzw. globalnych trendów/falach innowacji (z ang. *Innovation waves*). Obecnie jesteśmy już w okresie schyłku zakresu piątej fali, zaplanowanej na 30 lat, oraz w fazie wzrostowej dla kolejnej, szóstej fali (krótszej o 5 lat) globalnych kierunków innowacji, dla której wyznacznikami są:

- technologie wykorzystujące i rozwijające sztuczną inteligencję,
- wykorzystanie robotów i czystych technologii podyktowane wyzwaniem klimatycznymi,
- zmieniające się oczekiwania klientów podstawowych dóbr konsumpcyjnych.

”

Polska nadal znajduje się poniżej oczekiwań nakładów na innowacje do wartości produktu krajowego brutto

Wybrany wyznacznikiem dla nowych technologii w Grupie Kapitałowej względem strategii są np.:

- osiągnięcie 12,8 GW w turbinach wiatrowych (szczególnie na morzu),
- rozwijanie mocy przetwarzania surowców alternatywnych (10%) względem wsadów pochodzących z ropy naftowej na instalacje petrochemiczne w ramach recyklingu chemicznego i wykorzystanie surowców odnawialnych,
- 25% (wzg. wymagań RED III) odnawialnych źródeł energii przeznaczonych na cele transportu,

**CENTRUM
BADAWCZO-
ROZWOJOWE**
Od kilku lat ORLEN
S.A. realizuje
zadania intensywnej
budowy ekosystemu
innowacji,
dla którego
wyznacznikiem
było m.in. oddanie
i rozruch infrastruktury
Centrum Badawczo-
Rozwojowego
w Płocku



- 4 mln ton/rok ditlenku węgla wychwyconych i zmagazynowanych w technologii podziemnego składowania.

W każdym z tych zakresów szczegółowych celów strategicznych wskazuje się na nowe technologie, nie stosowane dotychczas w Polsce w zaprezentowanej skali i/lub konfiguracji.

Ekosystem innowacji

Od kilku lat ORLEN S.A. realizuje zadania intensywnej budowy ekosystemu innowacji, dla którego wyznacznikami były: pierwsze inwestycje kapitałowe spółki ORLEN Venture Capital, uruchomienie własnego akceleratora Skylight, zaangażowanie w pozyskiwanie rozwiązań z wytypowanych startupów, oraz oddanie i rozruch infrastruktury Centrum Badawczo-Rozwojowego w Płocku.

Wyróżnione inwestycje powstały w otoczeniu wieloletnich prac projektowych i wdrożeń ORLEN S.A i podjęto je jako wykonanie w zakresie wygenerowanego potencjału innowacyjnego w wymiarze Grupy Kapitałowej. W zakresie projektów B+R dominowało podejście Innowacyjności Otwartej, w której partnerzy zewnętrzni, często jako konsorcjanci wspólnych inicjatyw badawczych, wykonywali zadania kończące się zarówno wdrożeniem, jak i potwierdzeniem innowacyjności. W przypadku większości z kilkudziesięciu projektów realizowanych w spółce, obszar B+R ORLEN jest właścicielem biznesowym, co przekłada się m.in. na odpowiedzialność za wykonanie zaplanowanych wskaź-

ników rezultatu. Poniżej przedstawiono przykładowe tematy w dedykowanych projektach, poświęconych:

1. opracowaniu własnych dualnych czujników do bezpośredniego i ciągłego pomiaru korozji w procesach przetwarzania ropy naftowej,
2. wprowadzeniu zrównoważonych strumieni surowcowych do instalacji rafineryjnych z przeznaczeniem jako komponent paliw transportowych,
3. wytwarzaniu i długoterminowym składowaniu specjalnej bazowej benzyny silnikowej jako elementu systemu zapewnienia strategicznych zapasów i rezerw paliw,
4. wdrożeniu ekologicznych asfaltów o dedykowanych właściwościach fizykochemicznych, pozytywnie wpływających na środowisko naturalne w okolicy dróg,
5. testowaniu i wdrożeniu własnych katalizatorów uwodornienia w dedykowanym węźle produkcyjnym instalacji produkcji kwasu tereftalowego,
6. wdrożeniu systemu produkcji wodoru w jednostce elektrolizera stałotlenkowego w skojarzeniu z odnawialnym źródłem energii,
7. budowie pierwszej w Polsce demonstracyjnej instalacji typu Power to Gas,
8. opracowaniu niskotemperaturowych czujników do wykrywania wodoru w atmosferze innych gazów, w tym zawierających metan.

W każdy z tych projektów angażują się polskie podmioty naukowe, a wypracowane rozwiązania dedykowane są dla ORLEN S.A. Infrastruktura badaw-



Duoball Valve INTEC K200-S-FS

Duoball Valve - podwójne bezpieczeństwo w tej samej długości zabudowy

Duoball to innowacyjny kurek kulowy znacząco zwiększający bezpieczeństwo instalacji groźnych substancji takich jak tlenek etylenu bez konieczności przebudowy rurociągów.

- | | | |
|------------------------------|---|--|
| » Dwie kule | » Przyłącza do płukania | » Kule pływające lub ułożyskowane |
| » Większe bezpieczeństwo | » Najmniejsza możliwa przestrzeń martwa | » Miękkie lub metalowe gniazda |
| » Podwójne Odcięcie i Drenaż | » Poduszka azotowa | » Szczelność kl. A EN 12266 |
| » Sprawdzona technologia | » Łatwa automatyzacja | » Długość zabudowy wg EN 558-1 szer. 1 |
| » Monitoring przecieku | | |
| » Monitoring ciśnienia | | |



Zakres średnic:	DN15 do DN200
Ciśnienie nominalne:	PN16 do PN40
Temperatura nominalna:	-10°C do +400°C

NPS 1/2" do NPS 8"
Class 150 do Class 300
-10°C do +400°C

Armatura sterująca układami technologicznymi, dozowanie, pomiar oraz filtracja



POMPY DOZUJĄCE

ZAWORY

FILTRY PRZEMYSŁOWE



cza ORLEN S.A. oraz wykwalifikowana kadra naukowa stanowią podstawę dla wypracowania nowatorskich rozwiązań przeznaczonych do wdrożenia w nowym ekosystemie ORLEN S.A.

Program NEON

Narzędziem dedykowanym do realizacji projektów B+R w wymiarze Innowacyjności Otwartej jest program NEON. Obecnie uruchomiono III edycję konkursu, tzw. NEON III, w ramach którego podmioty naukowe prowadzące działalność B+R+I i ich konsorcja z prywatnymi wynalazcami, lub samodzielne prywatne podmioty, mogą aplikować o dofinansowanie dla idei projektowych mieszczących się w zagadnieniach tematycznych konkursu. Odpowiedzialność za część wdrożeniową rezultatów projektu wybranego w trybie konkursowym jest po stronie ORLEN S.A., co powoduje, że od momentu realizacji projektu będzie miała miejsce intensywna współpraca i dialog w zakresie osiągniętych kamieni milowych i monitorowanie stopnia wyrażalności rezultatów.

Tematyka NEON wynika zarówno z potrzeb biznesowych, jak i strategicznych w GK ORLEN, dlatego oprócz opracowania technologii wpisujących się w proces wytwarzania innowacyjnych produktów paliwowych, dla których widzimy wzrost zapotrzebowania, ważne jest zagospodarowanie ditlenku węgla w kierunku paliwowym, jak i chemicznym (inne niż metanol i eter dimetylowy). W przypadku samego ditlenku węgla, stanowiącego składnik gazów poprocesowych, poszukujemy technik jego wydzielania i wychwytu, także z powietrza.

W ramach NEON oczekuje się, że zarówno technologie, jak i materiały użyte do ich wykonania będą innowacyjne oraz będą stanowiły wyróżnik proponowanych idei projektowych. Kwestie dekarbonizacji wiążą się również z zapewnieniem produkcji i dostępności nowoczesnych paliw, w tym wodoru. Zagadnienia tematyczne NEON III zostały opracowane tak, aby innowacyjne metody wytwarzania wodoru z różnych źródeł, w tym odpadowych, oraz stacje tankowania wodoru do pojazdów ciężkich i dla kolejnictwa, były oczekiwanym tematem wniosków aplikacyjnych.

Przewidziano także miejsce dla projektów, w których wskaźnikiem rezultatu będą założenia do modyfikacji instalacji produkcyjnych Grupy ORLEN wraz z infrastrukturą pomocniczą. W ramach realizacji tego

zagadnienia poszukuje się rozwiązania pozwalającego na efektywne zagospodarowanie ciepła odpadowego lub produkcyjnego, obecnie traconych do otoczenia, w obszarze Aromatów (Paraxylen + Ekstrakcja Aromatów), Krakingu Katalitycznego, Hydroodsiarczania Gudronu lub innych, wykorzystywanych w przemyśle przerobu węglowodorów.

Dedykowane zagadnienie dotyczy także projektów poświęconych efektywności energetycznej w przemyśle, w tym integracji energetycznej procesów produkcyjnych. Zaproponowane rozwiązania mają służyć modyfikacji lub zmianie aparatów czy maszyn wirujących zużywających parę technologiczną (które charakteryzują się niską sprawnością) na wysokosprawne

układy zasilane energią elektryczną. Alternatywnym rozwiązaniem do powyższego może być technologia

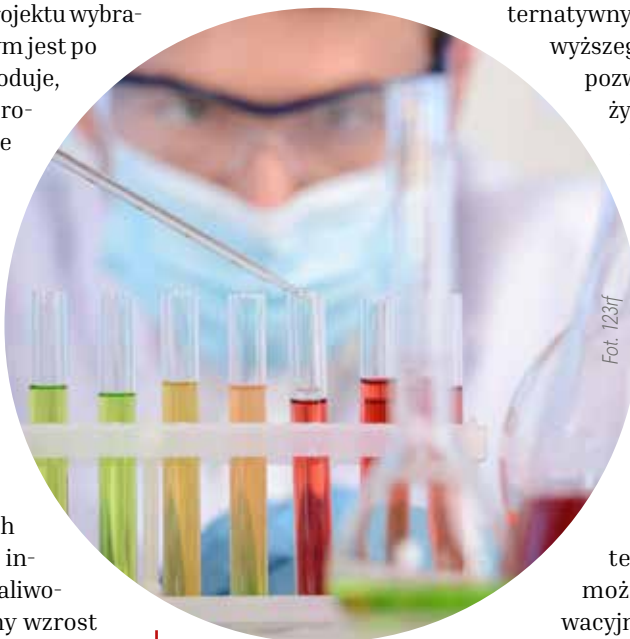
pozwalająca na redukcję zużycia pary technologicznej poprzez integrację nośników energii. NEON

to także narzędzie wspierające naukę w rozwijaniu i realizacji zadań B+R w ramach wniosków o dofinansowanie, w których tematyka cyfryzacji procesów jest obszaruowo zaadresowana.

Kolejne zagadnienie tematyczne, do którego można aplikować, to innowacyjne systemy monitoringu i predykcji stanu turbiny – narzędzie do optymalizacji prac konserwacyjnych i przeglądów lądowych czy morskich farm wiatrowych, poprzez zastosowanie inteligentnych systemów monitoringu i diagnostyki.

Oczekiwanym rezultatem projektów zgłoszonych do tego zagadnienia powinny być m.in.: aplikacja w fazie deweloperskiej – po testach cząstkowych z odebraną częściową funkcjonalnością, oraz testy na danych archiwalnych wskazanej instalacji produkcyjnej. W zakresie rozwiązań cyfrowych oczekuje się, że zostaną też przedstawione idee w formie wniosków na innowacyjne systemy monitoringu i predykcji produktywności turbiny – narzędzie do celów bilansowania energii produkowanej przez farmy wiatrowe i zagospodarowania nadwyżki energii w formie magazynowania lub produkcji zielonego wodoru.

Jest bardzo prawdopodobne, że ogłoszony konkurs jest ostatnim w formule porozumienia z jednostką pośredniczącą, dlatego warto aplikować i skorzystać z tej formy współpracy z ORLEN. ■



Fot. 123/f

NEON

to narzędzie dedykowane realizacji projektów B+R w wymiarze Innowacyjności Otwartej, które polega na wsparciu badań naukowych oraz prac rozwojowych dla przemysłu rafineryjno-petrochemicznego. Obecnie uruchomiono III edycję konkursu, tzw. NEON III

ZAKUPY I UTRZYMANIE RUCHU

Bez współpracy nie ma sukcesu

Przemysław Pytel

kierownik Zespołu Zakupów Usług Rafineryjnych, Biuro Zakupu Robót i Usług, Rafineria Gdańska Sp. z o.o.

Współpraca między działem zakupów a pionem utrzymania ruchu odgrywa fundamentalną rolę w zapewnieniu efektywności operacyjnej. Przyjrzyjmy się więc wyzwaniom komunikacyjnym, które mogą pojawić się podczas tej współpracy, a także najlepszym praktykom umożliwiającym optymalizację procesów zakupowych i remontowych w kontekście przemysłowym.

Wtak dynamicznym środowisku jak to rafinerijne, niezawodność produkcyjna jest kluczowa. Do jej osiągnięcia niezbędna jest ścisła współpraca pomiędzy pionem utrzymania ruchu a działem zakupów. Aby skutecznie realizować cele organizacyjne obie jednostki muszą działać w zgodzie, opierając swoje działania na wzajemnym zaufaniu, precyzyjnej komunikacji i wspólnych celach. Procesy zakupowe usług utrzymania ruchu mają istotny wpływ na terminowość i jakość wykonywanych zadań, a tym samym na ciągłość produkcji, bezpieczeństwo pracy oraz uzyskiwane wyniki finansowe.

Wyzwania komunikacyjne między zakupami a UR

Jednym z istotnych wyzwań we współpracy pomiędzy działem zakupów a utrzymaniem ruchu są różnice w postrzeganiu priorytetów oraz specyfika używanego języka. Dział zakupów skupia się przede wszystkim na prawidłowym przebiegu procesów zakupowych, optymalnym gospodarowaniu budżetem, ograniczaniu ryzyk związanych z kontraktami oraz przestrzeganiu obowiązujących procedur zakupowych. Natomiast pracownicy działu UR szczególną uwagę zwracają na aspekty techniczne zamawianych usług, szybkość ich wykonania oraz pewność, że w sytuacjach kryzysowych otrzymają niezwłoczne wsparcie serwisowe. Tego typu różnice, choć całkowicie naturalne, mogą prowadzić

do nieporozumień i utrudnień komunikacyjnych, które w konsekwencji wpływają negatywnie na ogólną efektywność funkcjonowania firmy.

W praktyce najczęściej spotykane problemy w komunikacji między zespołami wyglądają następująco:

- Różne rozumienie tych samych zagadnień – przykładowo pojęcie „terminowa realizacja” dla działu zakupów oznacza przestrzeganie uzgodnionych warunków kontraktowych, natomiast dla pracowników utrzymania ruchu – głównie szybkość reakcji i realizacji usługi w sytuacji awaryjnej.
- Odmienna terminologia techniczna i operacyjna – dział zakupów posługuje się przede wszystkim językiem formalnym, proceduralnym i prawnym, podczas gdy utrzymanie ruchu operuje terminami ściśle technicznymi i inżynierskimi.
- Brak pełnego zrozumienia specyfiki pracy drugiej strony – pracownikom działu zakupów może brakować wiedzy na temat specyfiki procesów remontowych czy utrzymania ruchu, a z kolei osoby z UR często nie mają świadomości ograniczeń proceduralnych oraz formalnoprawnych, jakimi kieruje się pion zakupów.

Aby usprawnić komunikację między tymi dwoma obszarami warto rozważyć wdrożenie następujących działań:

- Regularne spotkania międzyszybowe – organizowanie cyklicznych warsztatów roboczych i spotkań statusowych, na których zespoły będą mogły bezpośrednio dzielić się swoimi oczekiwaniami, problemami oraz szybko rozwiązywać bieżące niejasności.
- Ustalenie wspólnych zasad komunikacji – stworzenie słownika kluczowych pojęć technicznych oraz zakupowych, który ujednolici terminologię i stanie się obowiązującym standardem w kontaktach między działami.
- Szkolenia krzyżowe – okresowe szkolenia dla pracowników działu zakupów obejmujące podstawy zagadnień technicznych związanych z instalacjami rafineryjnymi oraz dla zespołu utrzymania ruchu dotyczące procedur zakupowych, przetargowych i zasad zawierania umów.
- Wdrożenie cyfrowych narzędzi komunikacyjnych – uruchomienie dedykowanych platform elektronicznych umożliwiających bieżącą wymianę informacji, szybkie zgłaszanie problemów, monitorowanie realizacji usług oraz usprawnienie obiegu dokumentów.

Przeprowadzenie powyższych działań pozwoli na skuteczniejsze wzajemne zrozumienie różnic w priorytetach, wspomóc transparentną wymianę informacji oraz przyczyni do budowania kultury współpracy. Dzięki temu możliwe będzie szybsze podejmowanie decyzji, zwiększenie efektywności realizowanych projektów, a także lepsze dopasowanie procesów zakupowych do rzeczywistych potrzeb operacyjnych firmy.

Modelowe podejście do kontraktowania usług utrzymania ruchu

Efektywne kontraktowanie usług remontowych i serwisowych stanowi jedno z kluczowych wyzwań dla działów zakupowych współpracujących z pionem UR. Aby proces ten przebiegał optymalnie i w sposób maksymalizujący korzyści dla przedsiębiorstwa, konieczne jest wypracowanie modelowego podejścia. Powinno ono obejmować nie tylko dobór właściwych kryteriów oceny dostawców, lecz także zastosowanie odpowiednich narzędzi wspierających ten proces.

Przy wyborze wykonawców usług utrzymania ruchu konieczne jest uwzględnienie szeregu istotnych kryteriów, do których należą przede wszystkim:

- Cena całkowita (TCO – całkowity koszt posiadania) – uwzględniająca m.in. koszty przestojów i reklamacji.
- Doświadczenie i referencje – potwierdzone realizacjami w branży.
- Terminowość – oceniana na podstawie historii realizacji.
- Stabilność finansowa – zapewniająca ciągłość współpracy.
- Elastyczność – zdolność do szybkiego reagowania i adaptacji.

”

Jednym z istotnych wyzwań we współpracy pomiędzy działem zakupów a utrzymaniem ruchu są różnice w postrzeganiu priorytetów oraz specyfika używanego języka

Warto też skorzystać z modelowych praktyk w kontraktowaniu, takich jak:

- Umowy ramowe – skracają procedury, zapewniają lepsze warunki i priorytet w sytuacjach kryzysowych.
- Kontrakty z KPI – jasno zdefiniowane wskaźniki jakości, powiązane z systemem bonusów i kar.
- Aukcje elektroniczne – zwiększają przejrzystość i przyspieszają wybór dostawcy.
- Platformy VMS – wspierają zarządzanie relacjami z dostawcami i ocenę ich efektywności.
- Zespoły cross-funkcyjne – łączą kompetencje techniczne UR i zakupowe, umożliwiając kompleksową ocenę ofert.

Wdrożenie powyższych praktyk oraz dostępnych narzędzi cyfrowych znacząco usprawnia proces kontraktowania usług z zakresu UR. Umożliwia także wła-

ściwą selekcję dostawców oraz zwiększa efektywność realizowanych usług przy zachowaniu odpowiedniej kontroli kosztowej i jakościowej.

Rola zakupów w planowaniu i zarządzaniu usługami remontowymi

Dział zakupów odgrywa istotną rolę nie tylko w kontraktowaniu usług, ale również we wspieraniu utrzymania ruchu w zakresie planowania i realizacji działań remontowych. Efektywna współpraca między tymi pionami wpływa na lepszą koordynację harmonogramów, ograniczenie ryzyk przestojów oraz wzrost efektywności operacyjnej. Poniżej podano obszary, o które warto zadbać z góry i pamiętać przy każdym rozpoczynaniu procesu zakupowego:

- Wczesne zaangażowanie w planowanie remontów – udział zakupów już na etapie harmonogramowania umożliwia lepsze przygotowanie przetargów i unikanie opóźnień wynikających z formalnych ograniczeń.
- Zarządzanie ryzykiem kontraktowym – poprzez odpowiednio skonstruowane umowy (KPI, gwarancje, odpowiedzialność), zakupy minimalizują ryzyka związane z nieterminową realizacją usług.
- Dostosowanie procedur do specyfiki remontów – elastyczne procesy zakupowe powinny uwzględniać potrzeby UR, w tym możliwość szybkiego reagowania w sytuacjach awaryjnych, przy jednoczesnym zachowaniu zgodności z przepisami i politykami wewnętrznymi.
- Koordynacja harmonogramów – regularne spotkania operacyjne z udziałem UR i zakupów

DZIAŁ ZAKUPÓW

odgrywa istotną rolę nie tylko w kontraktowaniu usług, ale również we wspieraniu utrzymania ruchu w zakresie planowania i realizacji działań remontowych



umożliwiają synchronizację terminów realizacji i dopasowanie działań dostawców do rzeczywistych potrzeb operacyjnych.

- Wykorzystanie narzędzi cyfrowych (CLM, VMS) – systemy te wspierają bieżące zarządzanie kontraktami, monitoring realizacji usług, analizę ryzyk i przewidywanie potrzeb remontowych.
- Relacje strategiczne z dostawcami – budowanie partnerskich relacji z kluczowymi wykonawcami zwiększa elastyczność operacyjną, ułatwia negocjacje oraz sprzyja dopasowaniu usług do specyfiki instalacji.

Dział zakupów, działając proaktywnie i we współpracy z UR, powinien pełnić funkcję partnera biznesowego – nie tylko realizując zakupy, ale wspierając cały cykl zarządzania usługami remontowymi. Taka postawa przekłada się na ograniczenie ryzyk, wzrost efektywności operacyjnej oraz realną wartość dodaną dla organizacji.

Monitorowanie jakości usług i ocena wykonawców – dobre praktyki

Skuteczne zarządzanie usługami remontowymi wymaga nie tylko właściwego kontraktowania, ale również systematycznego monitorowania jakości ich realizacji oraz regularnej oceny dostawców. Tylko w ten sposób możliwe jest budowanie trwałych relacji z partnerami i zapewnienie stabilnej pracy instalacji przemysłowych.

Poniżej przedstawione są kluczowe zasady i dobre praktyki w zakresie monitorowania jakości usług oraz oceny wykonawców w branży rafinerijnej:

- Wprowadzenie i stosowanie Kluczowych Wskaźników Efektywności (KPI), np. takich jak:
 - Terminowość realizacji usług – mierzona jako procent usług wykonanych zgodnie z harmonogramem.
 - Zgodność jakościowa – oceniana na podstawie liczby reklamacji zgłaszanych do wykonawców względem liczby zrealizowanych usług.
 - Czas reakcji na awarie – mierzony jako średni czas od zgłoszenia awarii do podjęcia skutecznych działań naprawczych.
 - Wskaźnik powtarzalności awarii – odsetek awarii powtarzających się na tej samej instalacji lub urządzeniu w określonym czasie od wykonania remontu lub serwisu.
 - Stopień realizacji uzgodnionego zakresu prac – wskaźnik procentowy mierzący kompletność realizacji umów.
- Systematyczne audyty wykonawców.
Audyty – zarówno dokumentacyjne, jak i terenowe – pozwalają weryfikować zgodność usług z wymaganiami jakościowymi, technologicznymi i BHP.
- Cyfrowe narzędzia wspomagające monitoring jakości usług.
Zastosowanie specjalistycznych platform umożliwia stałą kontrolę nad jakością realizacji kontraktów.



Esco Couplings SRL

EXPERTISE DRIVEN | CUSTOMER FOCUSED | SUSTAINABLE THINKERS

Esco Couplings – Solutions for industry

ESCO Couplings jest belgijską firmą z ponad 70-letnią tradycją w dostarczaniu rozwiązań z obszaru przeniesienia napędu. Wysoka specjalizacja w produkcji sprzęgieł dla przemysłu ciężkiego oraz petrochemicznego gwarantuje długi okres użytkowania oraz bezpieczeństwo pracy.



escogear – sprzęgła zębate

- Przenoszone momenty do 10,000,000 Nm
- Maksymalne średnice wałków do Ø1130mm
- Wysoki współczynnik bezpieczeństwa
- Zminimalizowane wibracje
- Duży wybór produktów katalogowych
- Projekty indywidualne wg wymagań klienta



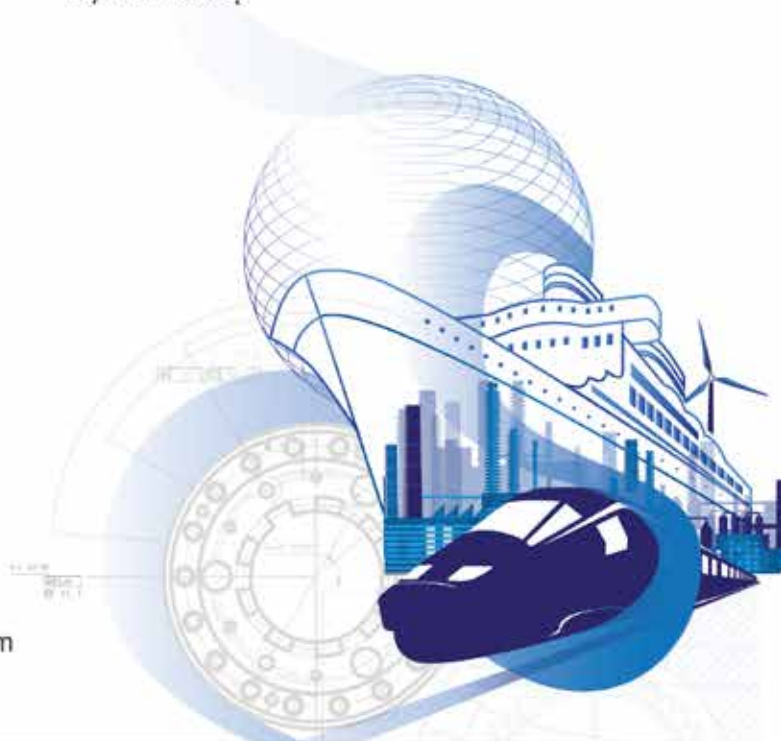
escodisc – sprzęgła membranowe

- Przenoszone momenty do 260 000 Nm
- Maksymalne średnice wałków do Ø370mm
- Zgodne z API 610, API 671
- Wykonanie z izolacją elektryczną
- Rozwiązanie Anti-fly
- Bezobsługowe, bezluzowe z wydłużoną żywotnością



escofil – sprzęgła do chłodni kominowych

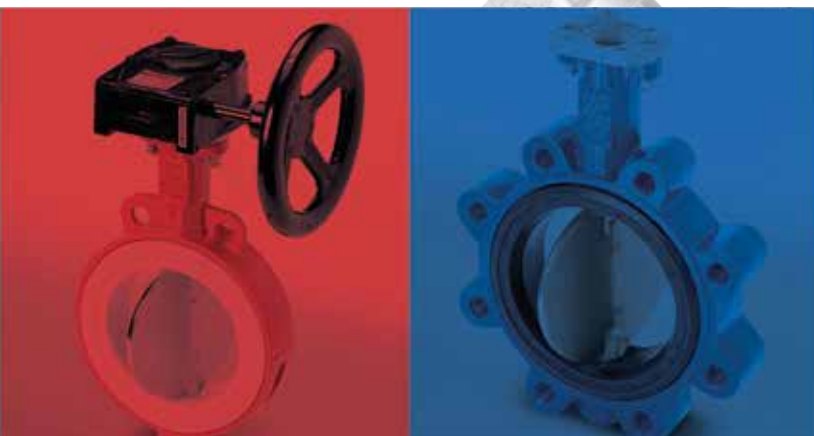
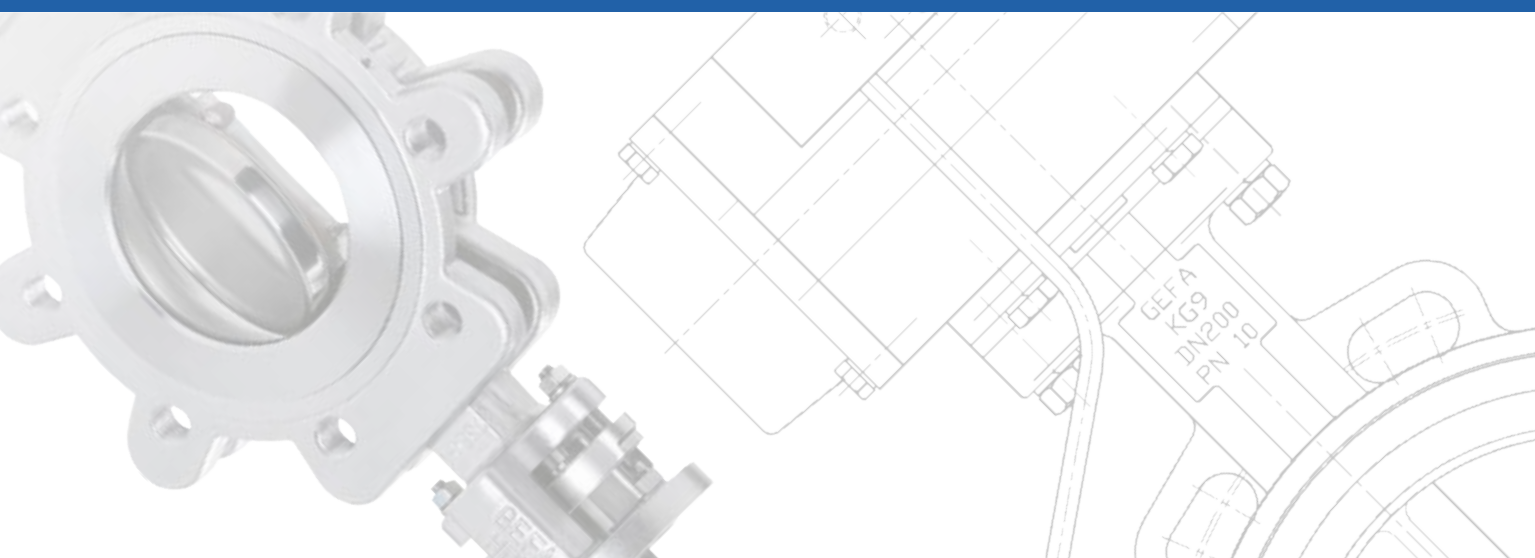
- Wał wykonany z włókna szklanego lub karbonu
- Płyty wykonane ze stali nierdzewnej
- Membrany wykonane z kompozytu
- Przenoszone momenty do 3 672 Nm
- Maksymalne średnice wałków do Ø106mm
- Długości sprzęgła (DBSE) do 6299mm



Armatura przemysłowa

www.hydro-tech.pl

www.gefa.pl



Przykłady takich narzędzi to:

- systemy zarządzania kontraktami (Contract Lifecycle Management – CLM),
 - systemy klasy CMMS (Computerized Maintenance Management System),
 - dashboards (kokpity zarządcze).
- d. Ocena okresowa wykonawców (Supplier Performance Review).
- Okresowe przeglądy efektywności dostawców to kluczowa praktyka w efektywnym zarządzaniu jakością usług. Tego typu ocena powinna odbywać się cyklicznie i być przeprowadzana wspólnie przez dział zakupów oraz UR. Elementy oceny okresowej mogą obejmować m.in.:
- analizę wyników KPI za ostatni okres współpracy,
 - podsumowanie zgłaszanych reklamacji, ich charakteru oraz szybkości usuwania usterek,
 - ocenę elastyczności dostawcy w przypadku sytuacji awaryjnych,
 - sprawdzenie stopnia przestrzegania procedur bezpieczeństwa oraz standardów technicznych,
 - wyznaczenie planów poprawy w przypadku zidentyfikowanych problemów.
- e. Feedback 360° i wspólne omówienie wyników. Wymiana informacji między działami i dostawcami sprzyja transparentności oraz wspiera ciągle doskonalenie współpracy.
- f. System motywacyjny oparty o jakość usług. Zastosowanie mechanizmów premiujących jakość oraz zgodność wykonywania usług ze standardami bezpieczeństwa (na przykład takich jak system bonusowy dla dostawców spełniających lub przekraczających oczekiwania jakościowe oraz terminowe) znacząco zwiększa motywację wykonawców do utrzymywania wysokiego poziomu realizacji usług remontowych.

Zintegrowany system monitorowania jakości i oceny dostawców, wsparty narzędziami cyfrowymi i dobrymi praktykami współpracy, umożliwia efektywne zarządzanie usługami UR. Przekłada się to na lepszą kontrolę kosztów, wyższą jakość wykonania oraz ograniczenie ryzyk operacyjnych.

Studium przypadku – ogólny przykład efektywnej współpracy

Wieloletnie doświadczenie w obszarze zakupów usług remontowych i serwisowych, zdobyte w środowisku zakładu rafineryjnego, jednoznacznie potwierdza, że fundamentem skutecznej realizacji projektów remontowych jest trwała i dobrze zorganizowana współpraca pomiędzy działem zakupów a pionem utrzymania ruchu. Budowanie takiej współpracy nie jest jednorazowym działaniem – to proces wiążący się z ciągłym monitorowaniem, doskonaleniem oraz elastycznym dostosowywaniem się do dynamicznych warunków

zarówno po stronie operacyjnej, jak i technologicznej. Doświadczenia z praktyki pokazują, że nawet najbardziej efektywne rozwiązania organizacyjne wymagają cyklicznego przeglądu i dostosowań, by odpowiadać na zmieniające się potrzeby oraz oczekiwania interesariuszy. Takie podejście przekłada się na wymierne efekty – skrócenie czasu realizacji remontów, poprawę jakości usług oraz optymalizację kosztów w procesach zakupowych. W ramach procesu ciągłego doskonalenia współpracy kluczowe znaczenie mają:

- utrzymywanie aktywnych zespołów cross-funkcyjnych: zakupy – UR,
- regularna rewizja standardów współpracy operacyjnej,
- rozwijanie cyfrowych narzędzi wspierających koordynację działań,
- ocena i weryfikacja jakości współpracy z dostawcami,
- gotowość do zmian i adaptacji do nowych uwarunkowań rynkowych i technicznych.

”

Efektywne kontraktowanie usług remontowych i serwisowych stanowi jedno z kluczowych wyzwań dla działów zakupowych

Z perspektywy praktyka zakupowego mogą z pełnym przekonaniem stwierdzić, że osiągnięcie trwałej efektywności operacyjnej możliwe jest wyłącznie poprzez konsekwentne budowanie partnerskich relacji z UR, opartych na zaufaniu, transparentności i wzajemnym zrozumieniu procesów. Tylko taka postawa – wsparta systematycznością i otwartością na rozwój – generuje realne korzyści biznesowe i zwiększa odporność organizacji na zmienność otoczenia.

Podsumowując, skuteczność współpracy działu zakupów i utrzymania ruchu opiera się przede wszystkim na bezpośredniej i czystej komunikacji, jasno określonych celach oraz wzajemnym zaufaniu. Niezbędne są regularne, wspólne spotkania w celu omawiania potrzeb i oczekiwań oraz proaktywne podejście do rozwiązywania konfliktów. Zaleca się również regularne warsztaty komunikacyjne, wspólne tworzenie standardów współpracy oraz wdrażanie cyfrowych systemów wspierających zarządzanie kontraktami i procesami zakupowymi, które pozwalają w pełni wykorzystać potencjał wynikający z partnerskiej współpracy obu pionów. ■

FIZYKOCHEMICZNE OBLICZE SKUTECZNEGO SMAROWANIA

Joanna Jankowska

inżynier odpowiedzialny za systemy smarowania w ORLEN S.A.

Smarowanie odgrywa olbrzymią rolę w niemal każdym procesie produkcyjnym i na każdym jego etapie. Przyjrzymy się mu bliżej.

Smarowanie z technicznego punktu widzenia to wprowadzenie substancji smarnej, zwanej środkiem smarnym, pomiędzy współpracujące powierzchnie skojarzenia trącego.

Przemysłowe oleje smarujące zbudowane są głównie z oleju bazowego wzbogaconego o określony pakiet dodatków, uzależniony od dedykowanego typu. Smary natomiast w swoim składzie zawierają dodatkowo zagęszczacz, stosowany w zależności od różnych właściwości.

Środki smarne wykorzystywane do smarowania skojarzeń trących urządzeń stanowią głównie oleje smarne, smary plastyczne i smary stałe. Dzielą się one na: mineralne – z przerobu ropy (niekompatybilne z syntetycznymi) oraz syntetyczne – z monomerów.

Podstawowe funkcje środka smarnego:

- zmniejszenie tarcia,
- ograniczanie zużycia elementów konstrukcyjnych urządzenia,

- ograniczanie korozji,
- usuwanie zanieczyszczeń,
- odprowadzanie ciepła,
- przenoszenie mocy.

Wymagania stawiane środkom smarnym:

- muszą odznaczać się wymaganą smarnością,
- nie mogą reagować z materiałami konstrukcyjnymi urządzeń, z którymi kontaktują się w skojarzeniu trącym,

- powinny zachować swoje właściwości użytkowe, w możliwie najdłuższym okresie pracy,
- powinny zachowywać wymagane właściwości użytkowe w całym zakresie temperatur i ciśnień występujących w trakcie pracy skojarzenia trącego,
- w warunkach eksploatacyjnych nie mogą stwarzać zagrożenia pożarowego,
- nie powinny wykazywać oddziaływań toksycznych czy mutagennych oraz zawierać składników zagrożających środowisku naturalnemu,
- ich cena powinna być możliwie niska.

GŁÓWNE CELE SMAROWANIA:

1. uzyskanie tarcia płynnego poprzez zastąpienie zewnętrznego tarcia suchego wewnętrznym tarcim środka smarnego,
2. zmniejszenie oporów tarcia,
3. zmniejszenie procesu zużywania elementów konstrukcyjnych eksploatowanych zespołów.



Brak możliwości jednoczesnego spełnienia wszystkich powyższych warunków jest głównym powodem obecności szerokiej gamy produktów smarnych na rynku.

Dlaczego analizy laboratoryjne są tak ważne?

Bieżące analizy oleju pozwalają użytkownikowi używać kontrolę nad bezpieczeństwem ciągłości i kosztami produkcji, kosztami postojowymi, remontowymi, częściami zamiennymi czy też zakupu i utylizacji środków smarnych oraz planowaniem i strategią produkcji [1].

Monitorowanie stanu oleju w układach smarowania maszyn krytycznych jest kluczową kwestią w zapobieganiu awarii. Kondycję eksploatowanego środka smarnego obrazują parametry fizykochemiczne, dodatki uszlachetniające, pierwiastki zużyciowe oraz zanieczyszczenia.

Wygląd oleju

Wygląd oleju określany jest wzrokowo, na podstawie odniesienia do wzornika barw ASTM (skala ASTM od 0,5 – najjaśniejsza, do 8,0 – najciemniejsza). Powinien być klarowny, o typowym dla danego rodzaju środka

TAB. 1
Grupy olejów
bazowych wg API
(źródło: zasoby
własne autora)

Grupa API	Opis	Zalety	Wady
Grupa I	mineralne rafinowane rozpuszczalnikowo	niska cena, dobra rozpuszczalność dodatków, wysoki współczynnik lepkości	niska stabilność oksydacyjna, słaba deemulgowalność
Grupa II	mineralne produkowane przez hydrokraking	wysoka trwałość chemiczna, wysoki współczynnik lepkości i deemulgowalność	niska rozpuszczalność dodatków, ograniczenia lepkości
Grupa III	mineralne głęboko rafinowane, hydrokrakowane, hydroizomerowane, izoodparafinowane	takie jak w przypadku grupy II, jednak nieco lepsze	takie jak w przypadku grupy II, ale nieco gorsze
Grupa IV	PAO lub SHC (polialfaolefiny) syntetyzowane z ropy naftowej lub innego gazu węglowodorowego	Dobre ogólne właściwości w większości zastosowań	Słaba rozpuszczalność, dość wysoka cena
Grupa V	PAG (glikol polialkilenowy), diester, ester polioliu, ester fosforanowy	Każdy z olejów posiada wyjątkowe własności w którejś kategorii, np. wysoki wskaźnik lepkości	Jednak w innych kategoriach, np. pod względem odporności na hydrolizę wypada słabo

FOT. 1
Barwa
eksploatowanego
oleju
(źródło: ORLEN S.A.)



smarnego zabarwieniu. Pociemnienie barwy oleju w stosunku do świeżego świadczy o postępującym procesie jego starzenia lub termicznego rozkładu. Ciemniejszy kolor może również być skutkiem zbyt długiego użytkowania lub działania za wysokiej temperatury. Zmieniona barwa świadczy także o odmyciu osadów po oleju wcześniej użytkowanym, który był zbyt niskiej jakości w stosunku do wymagań maszyny. Z kolei wygląd mleczny wskazuje na powstawanie nieszczelności i dostawanie się wody lub innych nierozpuszczalnych cieczy eksploatacyjnych, np. olejów PAG. Zmętnienie oleju może również być oznaką tworzenia się pochodzących z dodatków osadów.

Lepkość kinematyczna

Lepkość kinetyczna, zwana też bezwzględna, to najważniejsza własność środka smarnego, nadająca wytrzymałość powłoce olejowej, określana w temperaturze 40 i 100°C, mierzona w praktyce centystokesem [cSt] za pomocą wiskozymetrów kapilarnych wg normy PN-EN ISO3104:2021-03. Należy pamiętać, że klasa lepkości jest indywidualnie zalecana dla każdego urządzenia w DTR. W tabeli 2 przedstawiono zmiany lepkości kinematycznej w zależności od warunków eksploatacyjnych.

TAB. 2
Wpływ warunków
na lepkość olejów
(źródło: ORLEN S.A.)

Warunki	Wpływ na lepkość
Temperatura	Lepkość oleju smarującego wzrasta wraz ze spadkiem temperatury i spada wraz z jej wzrostem
Zmiany chemiczne	W miarę utleniania się oleju, jego lepkość wzrasta z powodu większego ciężaru cząsteczkowego produktów ubocznych utlenienia (wyjątek stanowią estry)
Zanieczyszczenie powietrzem	Pienienie oleju powoduje wzrost lepkości olejów smarowych
Zanieczyszczenie wodą	Niewielkie ilości zanieczyszczenia wodnego w oleju stworzą stabilne emulsje zwiększające jego lepkość
Zanieczyszczenie paliwem	Rozcieńczenie oleju smarującego paliwem obniża jego lepkość
Sadza	Wraz ze wzrostem obecności sadzy w oleju wzrasta również lepkość, co niekiedy może ukrywać utratę lepkości spowodowaną zanieczyszczeniem paliwem
Zanieczyszczenia krzyżowe	Główna przyczyna istotnych zmian wpływających na obniżenie lepkości, wzrost lepkości następuje poprzez zanieczyszczenie innym olejem z wyższą klasą lepkości, natomiast obniżenie rozpuszczalnikami, czy inną substancją

Wskaźnik lepkości

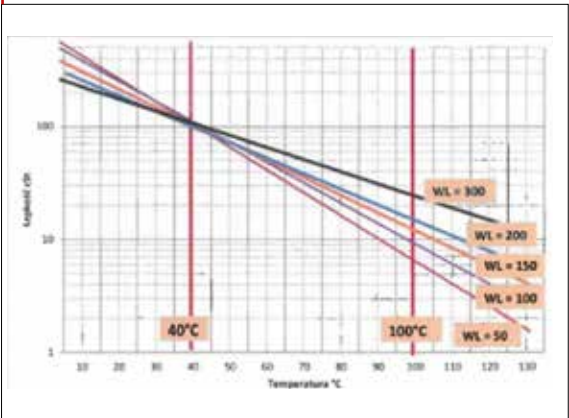
Obok lepkości ważną własnością reologiczną jest wskaźnik lepkości (*viscosity index*). To parametr charakteryzujący zmiany lepkości olejów wraz ze zmianą temperatury, obliczany i wyznaczany według normy PN-ISO2909:2009, na podstawie lepkości w 40 i 100°C. Zmiana wskaźnika lepkości w stosunku do wyjściowego może świadczyć o zmniejszeniu efektywności dodatków poprawiających własności reologiczne oleju pod wpływem wody, wymuszeń termicznych albo procesów utlenienia. Wskaźnik ten charakterystyczny jest dla różnych typów olejów – tutaj znaczenie ma baza olejowa oraz rodzaj zastosowanych dodatków uszlachetniających.

Wskaźnik lepkości w zależności od oleju bazowego obrazuje schemat (rys. 1).

Liczba kwasowa

Liczba kwasowa (TAN – *total acid numer*) jest parametrem istotnym dla wszystkich rodzajów środków smarnych – to ilość zasady wyrażona w miligramach wodorotlenku potasu (KOH) niezbędna do zobojętnienia wszystkich kwasów zawartych w 1 gramie produktu, przy miareczkowaniu w znormalizowanych warunkach. W wyniku procesu utleniania, degradacji oleju

RYŚ. 1
Wykres obrazujący zależność wskaźnika lepkości (źródło: ORLEN S.A.)



Bezpieczne opróżnianie, magazynowanie i dozowanie z DULCODOS SAFE IBC

**Maksymalne
bezpieczeństwo pracy**

Łatwy w obsłudze

**Całkowite opróżnianie
pojemnika IBC**

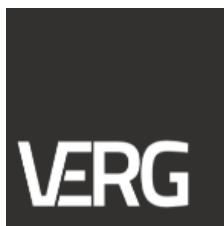


**Bezpieczne opróżnianie, magazynowanie
i dozowanie chemikaliami**

ProMinent Dozotechnika sp. z o.o.
ul. Jagiellońska 2B
55-095 Mirków k/Wrocławia
tel. 663 300 400
e-mail: biuro@prominent.com

www.prominent.pl





SPRZEDAŻ WYPOŻYCZALNIA VERG SERWIS I USŁUGI

www.verg.pl

Lider wśród dostawców specjalistycznych urządzeń i maszyn wykorzystywanych w przemyśle ciężkim głównie w branży petrochemicznej, gazowniczej oraz stoczniowej. **Bogata oferta asortymentu** pozwala na zapewnienie kompleksowych rozwiązań w zakresie napraw czy utrzymania ruchu infrastruktury krytycznej i przesyłowej.

W naszym portfolio znajdują się:

- Urządzenia do testowania i regenerowania zaworów przemysłowych
- Urządzenia do skręcania i napinania połączeń gwintowanych, hydraulika siłowa
- Klucze z napędem akumulatorowym dynamometryczne
- Wtyki do testów wysokociśnieniowych instalacji, zaślepianie rurek wymienników metodą mechaniczną
- Urządzenia do czyszczenia gwintów wewn. oraz zewn.
- Urządzenia do wiercenia oraz stopowania hermetycznego instalacji/rurociągów
- Urządzenia do obróbki mobilnej

W NASZEJ
OFERCIE
ZNAJDUJE SIĘ
ASORTYMENT
WIODĄCYCH
PRODUCENTÓW



WYPOŻYCZALNIA ZE SZKOLENIEM Z OBSŁUGI

Gdy potrzebne jest szybkie wsparcie sprzętowe, zdarzył się nieplanowany postój czy awaria, lub gdy chcesz przetestować urządzenie przed zakupem, WYPOŻYCZALNIA Verg stanowi najlepsze rozwiązanie. Zasoby VERG Rental to największa flota urządzeń w Polsce, gdzie znajdują się m.in.:

- » obrabiarki mobilne,
- » klucze dynamometryczne hydrauliczne nasadowe i kasetowe,
- » pompy hydrauliczne,
- » napinacze hydrauliczne,
- » rozpieraki mechaniczne oraz hydrauliczne do kotłowni,
- » urządzenia do osiowania połączeń kotłowniczych,
- » docieraczki do zaworów,
- » stacje do testowania zaworów.

VERG SERWIS I USŁUGI

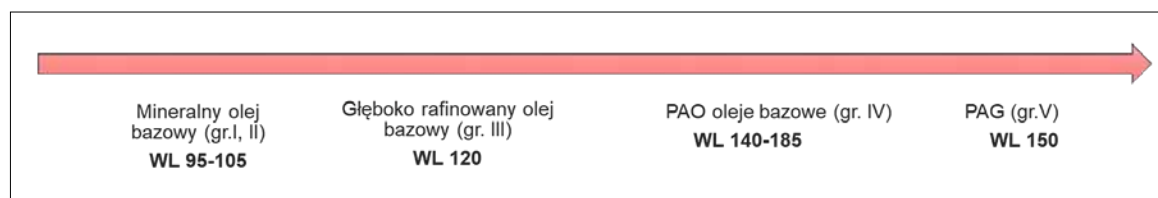
Zapewniamy kompleksową obsługę połączeń kotłowniczych. Oferujemy usługi w zakresie rozkręcania bądź denapinania połączeń śrubowych, demontażu, wymiany uszczelek, osiowania kotłowni, montażu i skręcania dynamometrycznego lub napinania śrub.

Świadczymy usługi mobilnej obróbki skrawaniem, z zachowaniem wymogów tolerancji wykonawczych, identycznych jak w przypadku zastosowania maszyn stacjonarnych. Wykonujemy również usługi z zakresu kalibracji narzędzi dynamometrycznych o zakresie do 68000 Nm.



VERG Sp. z o.o.

Leśna 8 | 83-010 Straszyn | tel.: +48 58 380 04 75
sales@verg.pl | NIP: 5833196716



RYS. 2
Wzrost wskaźnika lepkości
(źródło: ORLEN S.A.)

następuje zwiększenie wartości liczby kwasowej, która może być skutkiem korozji wewnętrznych elementów maszyn. Bezpieczny wzrost liczby kwasowej od wartości wyjściowej nie powinien przekraczać 10%. Najpopularniejsza wartość TAN dla olejów smarujących umieszczona jest w przedziale 0,06-0,3 mgKOH/g wg normy ASTM D664-18e2 – jej poziom wynika bezpośrednio z technologii zastosowanych dodatków uszlachetniających.

Słonność do pienia

W monitorowaniu stanu oleju ważna jest również słonność do pienia, wyrażana objętością i trwałością powstającej piany w oleju [cm³]. Metoda jej pomiaru bazuje na próbce umieszczonej w termodynamicznym cylindrze pomiarowym i napowietrzanej w ciągu 5 minut osuszonym powietrzem atmosferycznym. Po wykonaniu pomiaru należy odczekać 1, 5 lub 10 minut, w zależności od wymagań normy, i ponownie zmierzyć objętość powstałej piany. Objętość zmniejszona po danym czasie nazywana jest trwałością piany.

Analizy słonności do pienia wykonywane są w tzw. sekwencjach:

- sekwencja I – pomiar w temperaturze 25°C,
- sekwencja II – pomiar w temperaturze 90 lub 95°C,
- sekwencja III – pomiar w temperaturze 25°C wykonywany dla próbki po pomiarze 90 lub 95°C.

Słonność do pienia jest jednym z najważniejszych parametrów jakościowych dla olejów do turbin gazowych i parowych, a jej wartość powinna być jak najmniejsza. Powstająca w oleju piana zmniejsza intensywność smarowania skojarzeń trących z uwagi na minimalizację dopływu oleju do smarowanych elementów, może również powodować jego przelewanie się poprzez system odpowietrzający.

Deemulgowalność (w 54°C)

Zdolność oleju do wydzielania wody (deemulgowalność) wg normy PN-ISO6614.2010 to istotny parametr głównie w przypadku środków smarnych narażonych na działanie wilgoci, tj. oleje do turbin gazowych, parowych i wodnych. Polega na energicznym mieszaniu równych części wody i oleju, następnie mierzony jest czas potrzeby do całkowitego oddzielenia się dwóch cieczy. Wynik to objętość oleju/objętość emulsji (w minutach). Im większa zdolność olejów do rozdzielania faz woda-olej, tym lepiej.

Produkty rozkładu niektórych składników oleju, a także dolewki niewłaściwych środków smarnych,



RYS. 3
Membelary MPC podczas analizy laboratoryjnej
(źródło: ORLEN S.A.)

mogą powodować pogorszenie jakości oleju w tym zakresie – im gorsza deemulgowalność eksploatowanego oleju, tym trwalsze emulsje olejowo-wodne i intensywniejsze zużycie smarowanych elementów urządzeń oraz niższa trwałość oleju. Warto pamiętać, że wraz ze wzrostem lepkości deemulgowalność maleje.

MPC Index

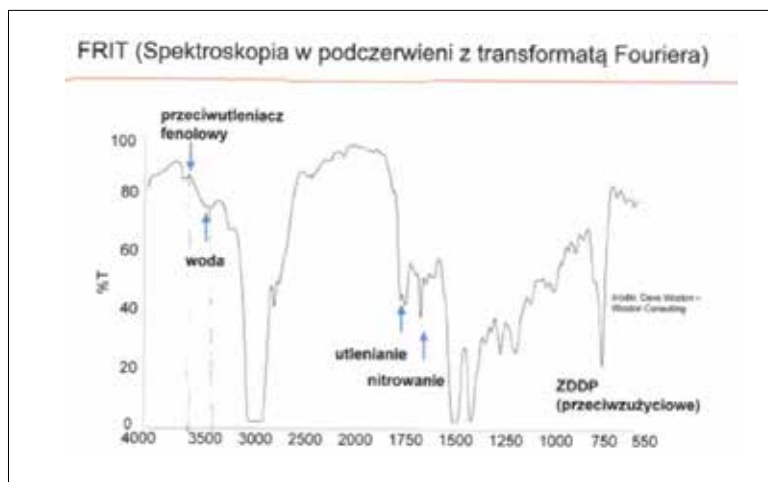
Kolejnym wskaźnikiem mierzonym dla wszystkich rodzajów środków smarnych jest MPC Index (Membrane Patch Colorimetry), który określa ryzyko tworzenia nierozpuszczalnych osadów w układzie olejowym, a jego analizę wykonuje się zgodnie z normą ASTM D7843.

Spreparowana próbka oleju zostaje przefiltrowana przez membranę filtracyjną, którą następnie poddaje się ocenie kolorymetrycznej. Wskaźnik MPC jest wyznaczany na podstawie spektralnego pomiaru barw wg skali CIE Lab w odfiltrowanym osadzie z próbki – im wskaźnik wyższy, tym większe ryzyko występowania osadów w układzie olejowym (bezpieczny poziom wskaźnika MPC – do 15).

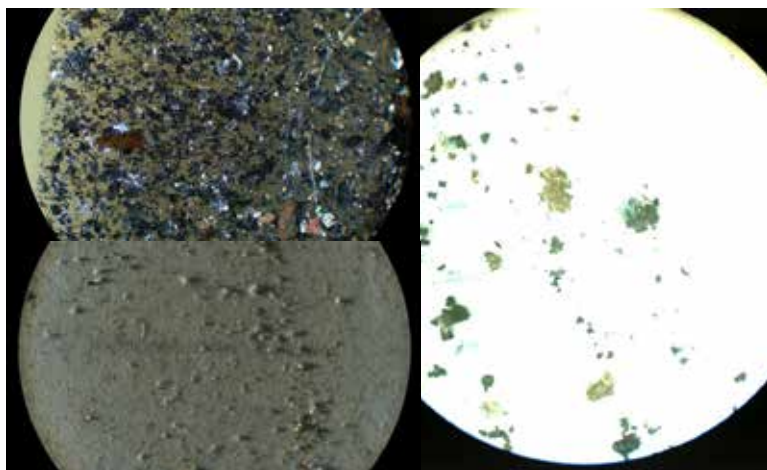
Składniki, na podstawie których wskaźnik zostaje wyznaczony (luminancja), kierunkują na procesy degradacji oleju i pośrednio wskazują na wytypowanie właściwego remedium.

Temperatura zapłonu (tygiel zamknięty)

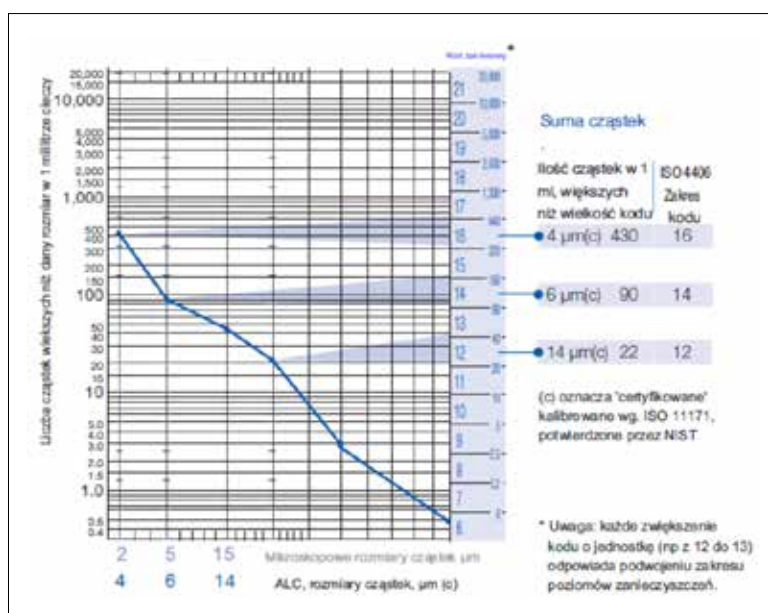
Badanie temperatury zapłonu (jest to najniższa temperatura, przy której produkt ogrzewany w znormalizowanych warunkach wydzieli ilość par wystarczającą do wytworzenia z powietrzem mieszaniny zapalającej się po zbliżeniu płomienia) polega na określeniu minimalnej temperatury zapłonu oleju znajdującego się w tyglu zamkniętym, przy użyciu inicjatora zapłonu. Wg normy PN-EN ISO 2719, ASTM D93, zakres temperaturowy oznaczenia wynosi 50-400°C. Obniżona jej wartość świadczy o obecności w oleju substancji lotnych, będących zanieczyszczeniami procesowymi lub rezultatem niewłaściwej pielęgnacji oleju. Jej spadek może informować również o rozcieńczeniu, zmieszaniu



RYS. 4
Widmo FRIT w zależności od wpływu grup funkcyjnych związków (źródło: ORLEN S.A.)



RYS. 5
Sączki pod mikroskopem – oleje pozaklasowe (źródło: ORLEN S.A.)



RYS. 6
Wykres obrazujący zanieczyszczenia wg ISO 4406 (źródło: ORLEN S.A.)

oraz zjawiskach związanych z krakowaniem (rozpadem) wiązań międzycząsteczkowych – znaczne obniżenie temperatury zapłonu stanowi zagrożenie pożarowe.

Spektroskopia w podczerwieni – widmo FRIT

Czystość chemiczną oleju smarującego określa spektroskopia w podczerwieni [A/cm, %]. Dzięki porównaniu widma oleju referencyjnego z widmem próbki oleju z eksploatacji można określić np.: zawartość wody, zawartość inhibitora fenolowego, oksydację, nitrację, sulfację, zawartość sadzy, glikol, paliwo, zgodność z próbką referencyjną czy rozróżnić bazę olejową. Ponadto wykrywa zanieczyszczenia, dodatki oraz stan oleju bazowego, pozwala mierzyć wiele składników jednocześnie.

Poszczególne molekuły występujące w oleju absorbują typowe dla siebie światło podczerwone. Na podstawie różnicy między „ślepa” oraz wiązką po przejściu przez olej powstaje inferogram, który poddany matematycznym przekształceniom transformacji Fouriera daje widmo IR. Analiza może być stosowana dla wszystkich rodzajów olejów i smarów.

Klasa czystości oleju

Klasa czystości oleju określana jest dla wszystkich rodzajów olejów (z wyjątkiem PAG) na podstawie oznaczania składu granulometrycznego cząstek zanieczyszczeń stałych, przypadających na określone przedziały wymiarowe ich średnic. Badanie polega na przefiltrowaniu 100 ml analizowanego oleju przez membranę filtracyjną oraz ocenie klasy czystości oleju za pomocą mikroskopu wg normy 4407 lub automatycznie za pomocą licznika cząstek wg normy ISO 4406.

Klasa czystości oleju wyznaczana jest za pomocą kodu ISO odpowiadającego liczbie cząstek większych niż 4,6,14 μm w 1 ml badanej próbki. Im wartość liczbowo niższa, tym klasa jest lepsza.

Zawartość wody

Zawartość wody, która w układzie olejowym stanowi zanieczyszczenie o bardzo dużej szkodliwości dla eksploatacji, określana jest kulometryczną metodą Karla Fischera, wg norm PN-EN ISO 12937, ASTM D6304, PB 07.31.00 i stosowana dla wszystkich rodzajów olejów. Zakres oznaczenia zawartości wody wynosi 1-10.000 ppm (0,0001-0,1%) i nie może przekraczać określonych dla danego typu oleju limitów.

Stopień jej peyoratywności zależy z kolei od rodzaju produktu, warunków jego stosowania oraz postaci wody zawartej w produkcie** (wolna/zemulgowana/rozpuszczona):

- woda rozpuszczona – może wpływać negatywnie na żywotność przyspieszając utlenianie i degradując dodatki,
- woda zemulgowana – zwiększa zużycie maszyn poprzez korozję, kawitację i osłabienie filmu olejowego. Skraca również żywotność oleju przez utlenianie, degradację i wymywanie dodatków,

ZAWODNIONA PRÓBKĄ OLEJU



fot. ORLEN S.A.

Dopuszczalne wartości wody:

- oleje elektroizolacyjne 0,003% (30 ppm)
- oleje do sprężarek chłodniczych – 0,01% (100 ppm)
- oleje turbinowe – 0,2%
- oleje hydrauliczne – 0,2%
- oleje maszynowe – 0,5%
- oleje przekładniowe – 0,5%

- woda wolna/wydzielona – wskazuje, że olej osiągnął punkt nasycenia dla wody rozpuszczonej i zemulgowanej; jest najłatwiejsza do usunięcia.

Zawartość pierwiastków chemicznych

W przypadku przemysłowych środków smarnych zachodzi konieczność oznaczania zawartości w stężeniach śladowych pierwiastków chemicznych, które odgrywają istotną rolę w ocenie stanu technicznego maszyn.

RYS. 7

Zawartość pierwiastków w procesach zużyciowych, w dodatkach uszlachetniających oraz zanieczyszczeniach (źródło: ORLEN S.A.)

Pierwiastki zużyciowe	Dodatki uszlachetniające	Zanieczyszczenia
• Żelazo (Fe) • Miedź (Cu) • Chrom (Cr) • Cyna (Sn) • Glin (Al) • Nikiel (Ni) • Ołów (Pb) • Wanad (V) • Srebro (Ag)	• Wapń (Ca) • Magnez (Mg) • Cynk (Zn) • Fosfor (P) • Bar (Ba) • Molibden (Mo)	• Krzem (Si) • Potas (K) • Sód (Na) • Lit (Li) • Tytan (Ti)

ŹRÓDŁA, PRZYCZYNY I MIEJSCA GROMADZENIA SIĘ ZANIECZYSZCZEŃ:

- przenikanie przez uszczelnienia olejowe stojaków i zbiorników w trakcie eksploatacji;
- pozostałości brudu w rurociągach, stojakach tożyskowych i szczelinach;
- przenikanie do otwartych stojaków tożyskowych i zbiorników – okresowe przeglądy stanu technicznego podzespołów połączone z ich rozłączaniem, a także okresowe dolewki oleju do układów, czyli rozhermetyzowanie i wnoszenie zanieczyszczeń zarówno z otoczenia, jak i w uzupełnianym oleju;
- erozja przy dużej prędkości przepływu;
- recyrkulacja z zabrudzonych układów oczyszczających podczas nieodpowiednio prowadzonej pielęgnacji systemów olejowych;
- powstawanie nowych zanieczyszczeń z produktów ubocznych, głównie procesów korozyjnych;
- górne powierzchnie rurociągów spływowych w zbiornikach, gdzie wkrapla się woda i zwiększa ilość produktów korozji;
- adhezyjne ścieranie, gdy dochodzi do styku powierzchni dwóch ciał;
- kawitacja w punktach dławienia i przy niewłaściwych warunkach przepływu w przewodach ssawnych – problem zdolności oleju do wydzielania powietrza;
- abrazja (ścieranie) powodowana przez bardzo małe, mikronowe cząstki, uderzające o powierzchnie robocze przy przepływie przez szczeliny, które w wyniku wielokrotnych uderzeń powodują zmęczeniowe wyłamywanie cząstek tych powierzchni;
- w procesie starzenia na ściankach kolektorów, w zbiorniku, w kieszeniach i martwych polach układu odkłada się duża ilość szlamowych, smolistych produktów starzenia i rozkładu oleju, które nie niszczą układu w sposób mechaniczny, ale katalizują procesy starzenia oleju i są agresywne w stosunku do metalu [3].



fot. 123rf

TAB. 3

Przyczyny i skutki utraty własności środków smarnych (źródło: ORLEN S.A.)

Problem	Skutki
Zbyt wysoka lepkość	Wysoka temperatura pracy, zwiększone zużycie energii, skrócona trwałość użytkowa oleju, zwiększone napowietrzanie
Zbyt niska lepkość	Nadmierne zużycie, wysoka temperatura pracy, zwiększona wrażliwość na zanieczyszczenia, awaria
Zły rodzaj środka smarnego	Przyspieszone zużycie elementów konstrukcyjnych maszyn, zmniejszona skuteczność substancji smarującej, nienormowane zużycie
Zanieczyszczenie cząstkami stałymi	Nadmierne zużycie elementów maszyn, awaria
Zanieczyszczenie wilgocią	Zwiększone zużycie mechaniczne, korozja, skrócona żywotność urządzeń, zagrożenie stabilności filmu olejowego, awaria
Zbyt niski poziom oleju	Nadmierne napowietrzanie/pienienie
Degradacja środka smarnego	Zwiększona wrażliwość na zanieczyszczenie cząstkami stałymi, brak odpowiedniego smarowania, awaria

Badanie środków smarnych pod kątem zawartości pierwiastków pozwala na stwierdzenie, czy w układzie smarnym zachodzą podwyższone procesy zużyciowe. Umożliwia też ocenę dynamiki zużycia maszyn, śledzenie poziomu dodatków uszlachetniających oraz wykrywanie obecności ewentualnych zanieczyszczeń.

Dodatki uszlachetniające – poprawiają własności użytkowe środków smarnych, ich zawartość maleje w czasie eksploatacji oraz w wyniku procesów utleniania, rozkładu termicznego, a niekiedy także oddziaływania wody.

Pierwiastki zużyciowe – są rezultatem zachodzących procesów zużywania metalowych powierzchni skojarzeń trących. Ich powolne zwiększenie świadczy o naturalnych procesach zużywania elementów maszyn, natomiast zwiększona zawartość tych metali w oleju katalizuje procesy utleniania i termicznego rozkładu składników oleju. Zaobserwowane gwałtowne zwiększenie zawartości pierwiastków zużyciowych jest już najczęściej spowodowane awarią.

Zanieczyszczenia – pierwiastki te są pochodzenia zewnętrznego, pochodzą z kurzu lub piasku oraz zanieczyszczeń innym środkiem smarnym.

Program konserwacji i badania oleju

Aby program konserwacji zapobiegawczej przy zastosowaniu analizy oleju był skuteczny, należy ana-

lizy realizować w certyfikowanym i akredytowanym laboratorium i robić to regularnie:

- pierwsze badanie – powinno być wykonane przed zalaniem układu. Zaletą takiego rozwiązania jest, że będą znane parametry wejściowe oleju, co pozwoli nam lepiej oceniać ich zmiany podczas eksploatacji. Następnie następuje napełnienie układu olejem. Gdy napełniany jest nowy układ lub układ po remoncie, warto wiedzieć, czy procedury czyszczenia i płukania spełniły swoją rolę i czy na początku olej jest wolny od zanieczyszczeń mechanicznych;
- drugie badanie – wykonuje się je w początkowej fazie użytkowania oleju, po pewnym okresie cyrkulacji, tak aby jego parametry się ustabilizowały;
- kolejne próbki/badania – powinny być przeprowadzane okresowo, najlepiej przy okazji czynności obsługowych. Najlepszą praktyką prowadzenia analiz badania klasy czystości i zawartości wody w oleju jest wykonywanie ich raz na miesiąc, natomiast parametrów fizykochemicznych – w interwale czasowym raz na trzy miesiące. Celem tych badań jest ustalenie, czy czynności obsługowe spełniają swoją rolę i czy prawidłowo działają urządzenia oczyszczające. Przy okazji trzeba pamiętać o dokładnym przyjrzeniu się charakterowi zanieczyszczeń na filtrach i wirówkach. Może to wskazywać, czy zanieczyszczenia pochodzą z wewnątrz systemu, czy też ze źródeł zewnętrznych. Po stwierdzeniu obecności zanieczyszczeń, bez względu na ich pochodzenie, należy zlokalizować ich źródło i wyeliminować możliwość ich przedostawania się [4].

Literatura

- [1] „Przemysłowe środki smarne” poradnik Total 2003.
- [2] Poradnik „Pall”.
- [3] „Analiza oleju a konserwacja zapobiegawcza”, Utrzymanie ruchu 2005, 1-5.
- [4] „O czym mówi olej? cz.II”, Utrzymanie ruchu 2007, 1. ■

BY ZAPOBIEC AWARII

fot. zasoby własne autorki



– Monitorowanie stanu oleju w układach smarowania maszyn krytycznych jest kluczową kwestią w zapobieganiu awarii – podkreśla **Joanna Jankowska**, starszy specjalista w ORLEN S.A.



NIEZAWODNE ROZWIĄZANIA ZAWOROWE DLA PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO

Bray Cx Line – seria zaworów zaprojektowanych specjalnie dla wymagających zastosowań w przemyśle chemicznym. Odporność na agresywne media, długa żywotność i wysoka szczelność to nasze priorytety.



Wykładane PTFE

2-Cx



Miękkouszczelniane

3-Cx



Dwu-mimośrodowe

4-Cx



Potrójnie-mimośrodowe

Tri Lok®-Cx



Zawory Kulowe

KM 20/21

Bray DIGI-ID™

Bray DIGI-ID™ – cyfrowy system identyfikacji umożliwiający szybki dostęp do dokumentacji zaworu. Wystarczy zeskanować kod QR, aby uzyskać dane techniczne, instrukcje serwisowe i certyfikaty.



NIEZAWODNY POMIAR POZIOMU I CIŚNIENIA w wymagających warunkach

VEGA

VEGA

Kontakt z agresywnymi chemicznie mediami, ekstremalne wahania temperatur i strefy zagrożenia wybuchem to wyzwania charakterystyczne dla przemysłu chemicznego. VEGA oferuje niezawodne rozwiązania do pomiaru poziomu i ciśnienia właśnie w takich warunkach.

Czujniki VEGA, dzięki wysokiej wytrzymałości, odporności chemicznej i dokładności pomiarów, gwarantują maksymalne bezpieczeństwo procesów w przemyśle chemicznym.

Niezawodność to podstawa bezpieczeństwa

W przemyśle chemicznym wiele procesów przebiega w sposób ciągły i wymaga stałego monitorowania. Jeśli czujniki ulegną awarii, mogą wystąpić poważne konsekwencje – od przerw w produkcji, po zagrożenie bezpieczeństwa. Czujniki często działają w ekstremalnych warunkach, takich jak wysokie temperatury, wysokie ciśnienie lub obecność agresywnych chemikaliów. Muszą nie tylko dostarczać precyzyjnych danych, ale także funkcjonować niezawodnie, aby minimalizować ryzyko: awarii w procesach i kosztownych przestojów.

VEGA bazuje na solidnych i sprawdzonych rozwiązaniach, które spełniają wymogi przemysłu che-



W PRZEMYŚLE
CHEMICZNYM
czujniki często działają
w ekstremalnych
warunkach

fol. VEGA



CZUJNIKI VEGA
posiadają wyjątkową
stabilność
długoterminową

micznego. Przetworniki ciśnienia VEGABAR czy sondy poziomu VEGAPULS oferują redundancję i mechanizmy ochronne działające w przypadku awarii w ramach tzw. drugiej linii obrony. Koncepcja „Second Line of Defence” zapewnia dodatkowe uszczelnienie procesu. Czujniki posiadają także funkcję autodiagnostyki, co pozwala na reagowanie z wyprzedzeniem i zapobieganie ewentualnym przestojom w procesie.

Wiele czujników VEGA jest również zaprojektowanych zgodnie z międzynarodową normą IEC 61508. Zapewnia ona, że przyrządy mogą być używane w aplikacjach o znaczeniu krytycznym dla bezpieczeństwa. Czujniki VEGA osiągają poziom bezpieczeństwa do SIL2 i mogą być stosowane redundantnie, aby spełnić wymagania SIL3, jeśli to konieczne.

Ponieważ warunki w procesach chemicznych charakteryzują się dużą zmiennością, czujniki VEGA są zaprojektowane do stabilnych i dokładnych pomiarów również przy dużej dynamice zmian. Nowoczesne metody pomiarów radarowych są praktycznie niewrażliwe na wahania temperatury, zmiany ciśnienia i właściwości mediów. Oznacza to stabilne pomiary w najbardziej wymagających procesach.

Długoterminowa stabilność – nawet w ekstremalnych warunkach

Wysokiej jakości materiały i starannie opracowane komponenty zapewniają czujnikom VEGA wyjątkową stabilność długoterminową. W przetwornikach ciśnienia VEGABAR z serii PRO stosuje się ceramiczne cele pomiarowe CERTEC®, o wysokiej wytrzymałości, odporności na dryft i ścieranie. Ceramiczne cele pomiarowe wymagają mniejszej liczby ponownych kalibracji niż cele metalowe i zapewniają dokładność pomiarów również przy dużych wahanach temperatur czy wpływach mechanicznych. Doskonale radzą sobie nawet w wymagających procesach przetwarzania wodoru.



VEGA
oferuje przyłącza
procesowe
dostosowane do
specyficznych
wymagań klientów

Odporność chemiczna dzięki materiałom wysokiej jakości

W przemyśle chemicznym czujniki często wchodzi w kontakt z agresywnymi mediami, takimi jak kwasy, zasady lub inne substancje żrące. Szybko atakują one konwencjonalne materiały, uniemożliwiając prawidłowe działanie czujników. Aby uzyskać niezawodny pomiar czujniki muszą być wykonane z materiałów odpornych na działanie chemikaliów. Uszkodzenia korozyjne mogą zmniejszyć dokładność pomiaru, a tym samym zagrażać bezpieczeństwu operacyjnemu systemu produkcyjnego.

VEGA gwarantuje, że odporność chemiczna jej czujników spełnia wysokie wymagania przemysłu. Materiały, takie jak Alloy C22, stal nierdzewna, tytan, a także specjalne powłoki PTFE i PFA, chronią czujniki przed agresywnymi chemikaliami. Te połączenia materiałów oferują doskonałą odporność na korozję i mogą wytrzymać kontakt nawet z wysoce reaktywnymi substancjami. Przetwornik ciśnienia VEGABAR, czujniki poziomu VEGAPULS i VEGAFLEX lub sygnalizatory poziomu VEGASWING to przykłady rozwiązań zaprojektowanych do szczególnie wymagających zadań pomiarowych.

Dedykowane rozwiązania pomiarowe do trudnych aplikacji

VEGA oferuje również specjalne konfiguracje czujników obejmujące obudowy i przyłącza procesowe dostosowane do specyficznych wymagań klientów.

Przetwornik ciśnienia VEGABAR 82 jest wyposażony w „drugą linię obrony”, która zawiera dodatkową ochronę w postaci gazoszczelnego uszczelnienia dla szczególnie toksycznych środowisk. Te środki ochronne zapobiegają wydostawaniu się niebezpiecznych lub toksycznych substancji do środowiska i zapewniają długoterminową stabilność czujnika. Poprzez staranny dobór materiałów oraz rygorystyczne testy VEGA zapewnia, że czujniki są wyposażone do użytku w ekstremalnych warunkach i działają dokładnie i niezawodnie przez długi czas.

Długoterminowa stabilność czujników to szczególnie istotna kwestia w przypadku złożonych i ciągłych procesów w przemyśle chemicznym, gdzie konserwacja jest kosztowna i ogranicza dostępność systemu. Wytrzymałe czujniki do pomiaru poziomu i ciśnienia zapewniają nie tylko niezawodne monitorowanie procesów, ale także ograniczają ryzyko przestoju oraz podnoszą bezpieczeństwo całej instalacji. Wysoką jakość czujników VEGA potwierdza 3-letnia gwarancja. ■



fot. 123rf

POMPOWANIE AMONIAKU DO WYSOKICH CIŚNIEŃ

dr inż. Grzegorz Peczkis, dr hab. inż. Grzegorz Przybyła,
prof. dr hab. inż. Wojciech Adamczyk, inż. Marta Iwachów
Politechnika Śląska

Pompowanie amoniaku w instalacjach przemysłowych wymaga oceny poszczególnych elementów pomp z uwagi na konflikty reakcji amoniaku z metalami i tworzywami. To istotne zagadnienie, gdyż amoniak może stać się kluczowym nośnikiem energii w przyszłości, szczególnie w kontekście przechowywania wodoru. Wskazuje na to rozwój technologii jego spalania zarówno w silnikach spalinowych, jak i w turbinach gazowych oraz ogniwach paliwowych.

W artykule zaprezentowano podstawowe problemy i sposoby ich zapobiegania w praktycznej realizacji pompowania wysokociśnieniowego amoniaku na potrzeby spalania go w silnikach spalinowych. Przedstawiono kilka wybranych informacji zweryfikowanych pracami w Laboratorium Silników Spalinowych Politechniki Śląskiej z zakresu pompowania amoniaku, w szczególności do ciśnień bliskich 20 MPa, przy niewielkich,

nieprzekraczających 15 l/h wydajnościach. We wstępie zawarto podstawowe informacje ze współczesnych osiągnięć techniki pompowania amoniaku. Przedstawiono obserwacje z badań laboratoryjnych i wybrane wyniki z pomiarów pompowych.

Amoniak, jakkolwiek może być paliwem uzyskanym bez udziału paliw kopalnych (i jako taki traktowany jako „czysty”), jest w rzeczywistości toksyczny i jego użytkowanie musi odbywać się przy bezwzględnym

przestrzeganiu zasad techniki. Jego zweryfikowane badaniami laboratoryjnymi właściwości w trakcie spalania np. w silnikach tłokowych czynią go energetycznie atrakcyjnym wobec innych paliw alternatywnych.

Ograniczenia w pompowaniu amoniaku

Jako substancja toksyczna amoniak nie powinien wydostawać się do otoczenia, chociaż naturalnie występuje w przyrodzie w ilościach śladowych. Magazynowany w butlach ciśnieniowych w stanie gazowym, bądź w butlach z czynnikiem separującym w stanie ciekłym, jest bezpieczny dla otoczenia. Już niewielkie stężenia amoniaku w powietrzu (dopuszcza się 35 ppm krótkotrwałych ekspozycji) są szybko identyfikowane z powodu przykrego zapachu. Zapach drażniący jest powodem do ewakuacji bądź skorzystania z natrysku wodnego, co dobrze neutralizuje amoniak. Po zmieszaniu z wodą, kiedy to wydziela się ciepło, amoniak uznaje się za względnie bezpieczny i jest konfekcjonowany w pojemnikach z tworzyw sztucznych, sprzedawany na stacjach benzynowych jako adBlue (32,5% roztwór amoniaku w wodzie).

Temperatura wrzenia w warunkach normalnych wynosi $t_v = -33,4^{\circ}\text{C}$, prężność par w ciśnieniu bezwzględnym to blisko $p = 0,6\text{MPa}$, a temperatura samozapłonu $t_z = 651^{\circ}\text{C}$. Zakres ilości amoniaku w powietrzu, w którym może dojść do zapłonu, zawiera się w przedziale $x = 15\% \div 28\%$. Amoniak wchodzi w reakcje z miedzią, cynkiem i mosiądzem. W uszczelnieniach nie stosuje się gum typu NBR, EPDM itp., zastępując je kauczukiem fluorowym (tzw. Viton). Praca z amoniakiem wymaga ubrań ochronnych, masek z filtrami, rękawic, obuwia gumowego, dobrej wentylacji pomieszczeń i zainstalowanych natrysków wodnych z możliwością szybkiego uruchamiania zraszania otoczenia pracy. Zdrowy rozsądek pracowników jest jak najbardziej pożądany.

Publikacje w literaturze

Przedstawiamy kilka wybranych, w opinii autorów ciekawych obserwacji, na które natrafiliśmy się w trakcie przeglądu literatury. Załączono również wykaz kilku naukowych artykułów, w jakich znajduje się szczegółowy opis badań nad amoniakiem, prowadzonych przez autorów niniejszego opracowania.

Amoniak może stać się kluczowym nośnikiem energii w przyszłości, szczególnie w kontekście przechowywania wodoru. Wskazuje na to rozwój technologii spalania amoniaku zarówno w silnikach spalinowych, jak i w turbinach gazowych oraz ogniwach paliwowych. Istniejące wyzwania obejmują konieczność lepszego modelowania kinetyki spalania amoniaku oraz opracowanie strategii minimalizacji emisji NO_x (Olivier Herbinet, 2022). Zalety i wyzwania związane z wykorzystaniem amoniaku jako paliwa w silnikach spalinowych, ze szczególnym uwzględnieniem jego właściwości energetycznych i emisji, trudności dotyczące niskiej prędkości spalania amoniaku, jego toksyczności oraz potrzeby opracowania

odpowiednich systemów magazynowania i dystrybucji opisano w (Cova-Bonillo, 2024).

Ciekły amoniak jest idealnym paliwem o zerowej emisji dwutlenku węgla dla silników spalinowych. Wtrysk wysokociśnieniowy to kluczowa technologia w organizacji spalania amoniaku; charakterystyka wysokociśnieniowego wtrysku ciekłego amoniaku jest przedmiotem badań. Zachowanie rozpylacza może ulec zmianie, gdy wysokociśnieniowy wtryskiwacz oleju napędowego wykorzystuje ciekły amoniak jako paliwo. W badaniach (Fangi i inni, 2023) zastosowano szybkie obrazowanie za pomocą metody DBI do zbadania penetracji cieczy, szerokości i prędkości końcówki rozpylania ciekłego amoniaku wtryskiwanego pod wysokim ciśnieniem do 100 MPa. W warunkach eksperymentalnych uwzględniono warunki wrzenia bez rozpryskiwania i z rozpryskiwaniem. Do oceny wyników wykorzystano również symulację. Podczas wrzenia bezpłomieniowego model Hiroyasu zapewniał lepszą dokładność niż model Siebersa.

”

Praca z amoniakiem wymaga ubrań ochronnych, masek z filtrami, rękawic, obuwia gumowego, dobrej wentylacji pomieszczeń i zainstalowanych natrysków wodnych z możliwością szybkiego uruchamiania zraszania otoczenia pracy

W warunkach wrzenia błyskawicznego stwierdzono zjawisko, w którym penetracja cieczy i prędkość końcówki natrysku były silnie tłumione w początkowej fazie procesu wtrysku, co jest „zjawiskiem oporu natrysku”. „Zjawisko oporu rozpylania” zaobserwowano, gdy ciśnienie otoczenia było niższe niż 0,7 MPa podczas 0-0,05 ms ASOI i było silnie związane ze stopniem przegrzania. Kształt aerozoli w pobliżu dyszy zmieniał się gwałtownie przy 0,05 ms ASOI, wskazując, że silna kawitacja wewnątrz dyszy, spowodowana efektem unoszenia iglicy, jest kluczową przyczyną „zjawiska oporu rozpylania” (Fang i inni, 2023).

W opisanym (Yu Z, 2024) badaniu opracowano nieizotermiczny model symulacji ściśliwego przepływu kawitacyjnego ciekłego amoniaku w wysokociśnieniowym wtryskiwaczu, uwzględniający właściwości przemiany fazowej. Model został zweryfikowany przy użyciu danych eksperymentalnych z istniejącej literatury. Zbadano proces kawitacyjnej przemiany fazowej ciekłego amoniaku w dyszy wtryskiwacza oraz różnice w rozkładzie kawitacji między amoniakiem a olejem napędowym. Wyniki wskazują, że wraz ze wzrostem ciśnienia wtrysku frakcja objętościowa pary amoniaku

rośnie liniowo, podczas gdy frakcja objętościowa oleju napędowego wykazuje szybki początkowy wzrost, po którym następuje tendencja spadkowa. Pod względem współczynnika przepływu amoniak jest niższy niż olej napędowy, chociaż obie wartości zbiegają się przy wyższych ciśnieniach wtrysku. Przy ciśnieniu niskim ciepło pochłaniane przez kawitacyjną przemianę fazową amoniaku przewyższało ciepło generowane przez szybkie tarcie przepływu amoniaku o ściankę dyszy, co prowadziło do spadku temperatury na jej wlocie. I odwrotnie, przy wysokim ciśnieniu wtrysku temperatura amoniaku na ścianie dyszy wzrasta o ponad 20 K, co powoduje gwałtowny wzrost ciśnienia pary nasyconej i znacznie nasila efekt kawitacji.

W porównaniu do amoniaku, olej napędowy doświadczył wyższego wzrostu temperatury w dyszy, ale wykazywał mniejsze zmiany ciśnienia pary nasyconej, przez co wpływ temperatury na kawitację był mniej wyraźny. Wyższa gęstość i lepkość oleju napędowego skutkowała niższymi prędkościami przepływu w porównaniu do amoniaku, co prowadziło do bardziej rozwiniętej kawitacji w dolnym obszarze ściany dyszy i tworzyło obszar wyższego ciśnienia na górnej ścianie, który był bardziej oddalony od wlotu dyszy i hamował tam rozwój kawitacji. Wyniki badań stanowią teoretyczne wsparcie dla projektowania wtryskiwaczy ciekłego amoniaku (Yu Z, 2024).

Jednym z kluczowych aspektów związanych z podawaniem amoniaku do silników jest jego właściwe wtryskiwanie. Badania nad wysokociśnieniowym wtryskiem ciekłego amoniaku wskazują na trudności wynikające z jego niskiej temperatury wrzenia, co prowadzi do przedwczesnej ewaporacji paliwa w trakcie wtrysku. W warunkach niskiego ciśnienia otoczenia amoniak może podlegać zjawisku flash boiling (błyskawiczne wrzenie), co wpływa na charakterystykę rozpylania. Badania eksperymentalne wykazały, że w warunkach flash boiling początkowa faza wtrysku jest hamowana przez powstawanie dużych ilości pary wewnątrz dyszy, co prowadzi do „zjawiska oporu rozpylania”. Efekt ten występuje, gdy ciśnienie otoczenia znajduje się poniżej 0,7 MPa, a jego główną przyczyną jest intensywna kawitacja związana z ruchem iglicy wtryskiwacza. Efektywność atomizacji strugi paliwa ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia równomiernego spalania i ograniczenia emisji spalin, dlatego konieczna jest odpowiednia konstrukcja dysz wtryskiwaczy oraz precyzyjna regulacja ciśnienia wtrysku (Ning Wang, 2024).

Pompowanie amoniaku pompami wyporowymi. Wyniki badań własnych

Spalanie amoniaku w silnikach tłokowych, co można zdradzić już na wstępie, w laboratoryjnej praktyce odbywa się zupełnie przyzwoicie. Spalanie przebiega względem wodoru stosunkowo wolno, bez tendencji do nagłych eksplozji. W klasycznych silnikach spalinowych, po niewielu modyfikacjach

konstrukcyjnych uzyskano pożądane parametry termodynamiczne. Przebiegający wolno proces spalania preferuje niskie prędkości obrotowe silników. Przechowywanie tego paliwa, jego transport oraz gęstość energetyczna czynią go technicznie możliwym do zasilania dużych silników spalinowych np. na statkach lub pracujących jako chwilowe jednostki wytwórcze itp. Faktycznym problemem, wymagającym jeszcze rozwiązania, jest minimalna, nieprzekraczająca 1% ilość amoniaku w spalinach, która z uwagi na wymogi ochrony środowiska oraz toksyczność amoniaku nie jest zadowalająca. Amoniak wytwarzany obecnie w kraju na potrzeby produkcji nawozów sztucznych pozyskuje się masowo z gazu ziemnego. Technicznie możliwe jest jego wytwarzanie z wodoru pochodzącego z hydrolizy (OZE) oraz dwutlenku węgla, ewentualnie można go pozyskać szczątkowo z procesów biologicznych.

Handlowo, na potrzeby badań, amoniak zakupowano w butlach dwuczynnikowych, w których towarzyszył mu dwutlenek węgla, a sam amoniak był dostępny w stanie ciekłym z nadciśnieniem. Nadciśnienie można nieznacznie podnosić podgrzewając butle dedykowanymi kocami grzewczymi. W praktyce pozwala to na uzyskiwanie ciśnienia amoniaku do 1,2 MPa. Okazało się to bardzo ważne w trakcie badań, ponieważ amoniak w temperaturze otoczenia chętnie zmienia stan skupienia na gazowy, co uniemożliwia jego pompowanie. Można albo utrzymywać podwyższone ciśnienie, albo stan ciekły podtrzymywać, obniżając temperaturę pompowanego amoniaku.

W założeniu poprzedzającym badania pompowania amoniaku znalazło się sprawdzenie możliwości jego pompowania na potrzebę spalania w silniku spalinowym z wtryskiwaczami. Zaproponowane rozwiązanie powinno zapewniać mobilność modułu pompowania i w miarę możliwości niewielkie gabaryty.

Już wstępne poszukiwania istniejących rozwiązań wskazywały, że do pompowania amoniaku w zadanych parametrach używane są przekładnie tłokowe napędzane sprężonym powietrzem, tzw. boostery. Po wstępnych analizach rynku postanowiono zakupić takie urządzenie produkcji amerykańskiej. Po kilkutygodniowej wymianie informacji wytwórca odstąpił od ofertowania produktu, powołując się na chwilowe problemy techniczne. Urządzenie takie katalogowo kosztuje około 30 tys. USD. W praktyce jego stosowanie przy niewielkich silnikach będzie utrudnione z powodu konieczności wytwarzania dużej ilości sprężonego powietrza, które go napędza. Czołowe laboratorium w Londynie, w jednej z jednostek naukowych badających silnik spalinowy zasilany amoniakiem, stosuje takie właśnie urządzenia.

Przystąpiono do poszukiwań klasycznych konstrukcji pomp, które można wykorzystać. Z uwagi na bardzo małe wydajności oraz wysokie ciśnienia w zasadzie zrezygnowano z pomp wirowych, skupiając się na wyporowych.

FOT. 1

Pompa zębata używana w badaniach. W prawym górnym rogu obudowa do dodatkowego uszczelnienia



Krajowy producent pomp dostarczył oraz czynnie wspierał technicznie badania na pompie wporowej zębatej, używanej do napędów hydraulicznych (fot. 1). Pompę doposażono w uszczelnienie mechaniczne, zakładając możliwość jego zdublowania oraz wypełnienia komory pośredniej pomiędzy uszczelnieniami dwutlenkiem węgla pod ciśnieniem wyższym niż ciśnienie pompowania. Uzyskana z pompowania ciecz miała trafić do zbiornika, akumulatora, który wytlumiłby ewentualne drgania ciśnienia. Kontrolowany z uwagi na wielkość nadciśnienia amoniak w postaci płynnej trafiałby do wyzwalanych elektromagnetycznie wtryskiwaczy. Wielkość nadciśnienia oraz czas ich otwarcia decydują o ilości paliwa dostarczonego do spalania w silniku. Zbudowano stanowisko badawcze, w którym pompę zębatą napędzał silnik zasilany przez przemiennik częstotliwości.

Badania szybko wykazały, że na obecnym etapie techniki nie jest to dobry kierunek. Pompa podejmowała pracę i na tłoczeniu otrzymywaliśmy żądane

ciśnienie, proces ten jednak trwał 2-3 sekundy. Prawdopodobną przyczyną przerwania strumienia pompowanej fazy ciekłej był intensywny wzrost temperatury pompy, która nie posiadała naturalnego chłodzenia czynnikiem pompowanym. W niecałe 30 sekund temperatura podnosiła się do 90°C na kadłubie pompy i przerywano próby z uwagi na ograniczenia temperaturowe uszczelnień. Próby stosowania chłodzenia blokiem wodnym wydłużały czas pracy pompy, ale nie dawały szans na ciągłą realizację procesu pompowania.

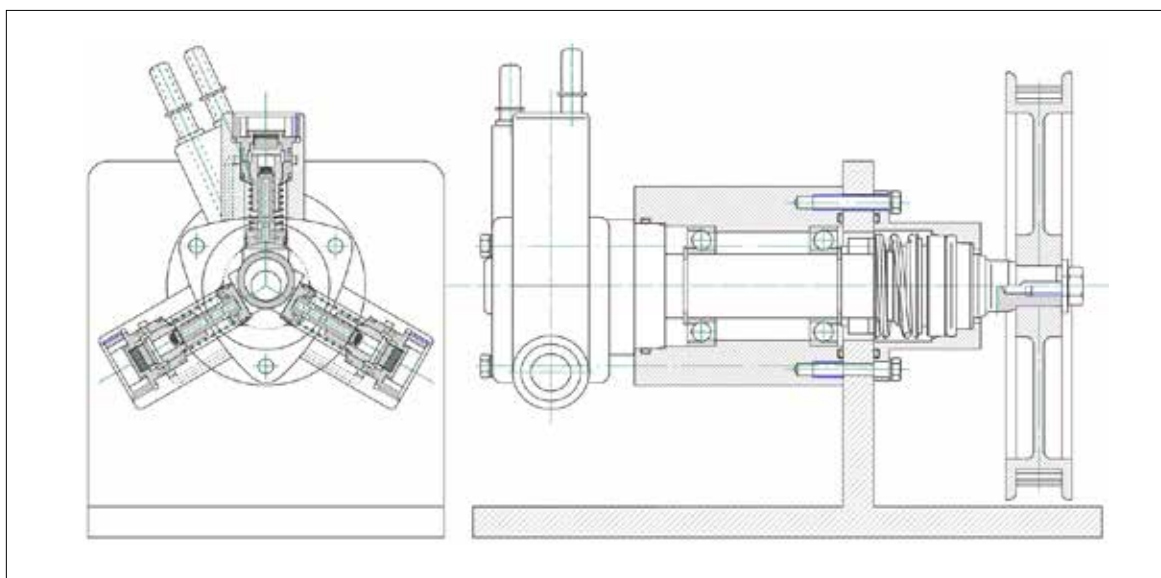
Proponowane rozwiązanie chłodzenia pompy ciekłym azotem zarzucono mając na względzie wymóg pracy mobilnej zestawu pompowego, który miał pracować na ciągniku rolniczym. Podobnie niesatysfakcjonujące efekty odnotowano podnosząc ciśnienie płynnego amoniaku na ssaniu pompy ponad ciśnienie jego wrzenia w danych warunkach. Proces pompowania również ulegał przerwaniu.

Dalsze poszukiwania skupiono na pompach tłoczkowych i membranowych stosowanych jako wtryskowe w silnikach spalinowych. Membranowe szczelnie separują przestrzeń pompowanego medium od napędu; wykonywane są jako połączenie gumowej membrany zakończonej płytką metalową. W pompach tego typu o ich przydatności do użytkowania decyduje w praktyce szczelność membrany. Oryginalne membrany, jako części do remontu uszkodzonych pomp, nie są dostępne na rynku. Zamienniki produkcji tureckiej oraz włoskiej nie wytrzymują tylu cykli pracy co oryginalne. Zastosowanie pompy do celów pompowania amoniaku wymagałoby dokładnego przebadania użytego do produkcji membrany elastomeru oraz dostępu do elementów zamiennych. Z tego powodu rozwój w tym kierunku nie był możliwy.

Skupiono się na badaniu pompy tłoczkowej, trzysiekcyjnej, niemieckiej, stosowanej w samochodach produkcji włoskiej. Przedstawiona schematycznie na

RYS. 1

Schemat konstrukcji pompy tłoczkowej trójsekccyjnej używanej w badaniach w dwóch uproszczonych rzutach

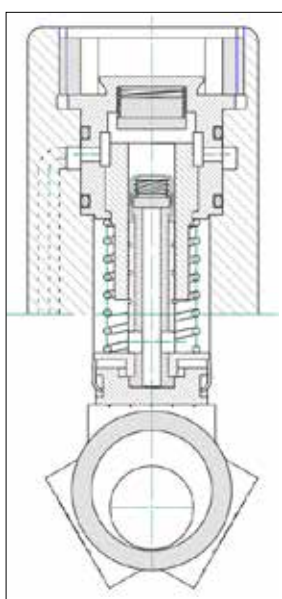



FOT. 2

Elementy robocze jednej sekcji pompowej. Od lewej: cylinder, drażony tłoczek uszczelniony na zewnętrznej średnicy, sprężyna tłoczka, panewka pośrednia współpracująca z mimośrodem na wale pompy


FOT. 3

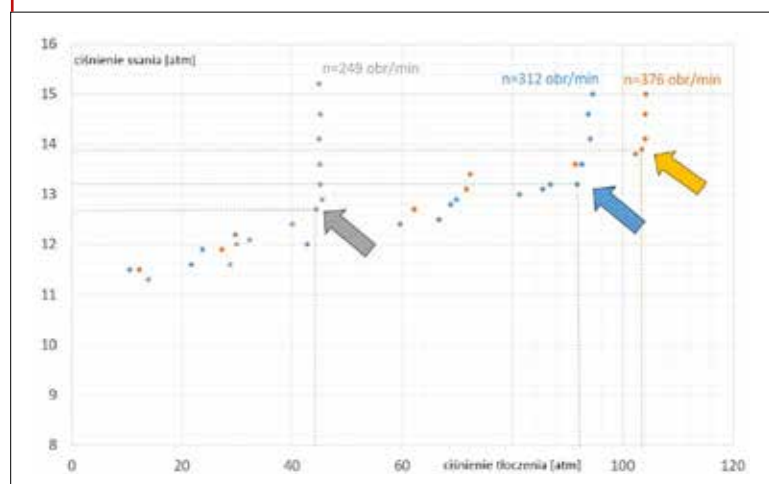
Złożenie jednej sekcji tłoczącej


RYS. 2

Schemat pojedynczej sekcji tłoczącej

RYS. 3

Zmierzone punkty rozpoczęcia stabilnej pracy tłoczenia amoniaku dla wybranych prędkości obrotowych wału pompy

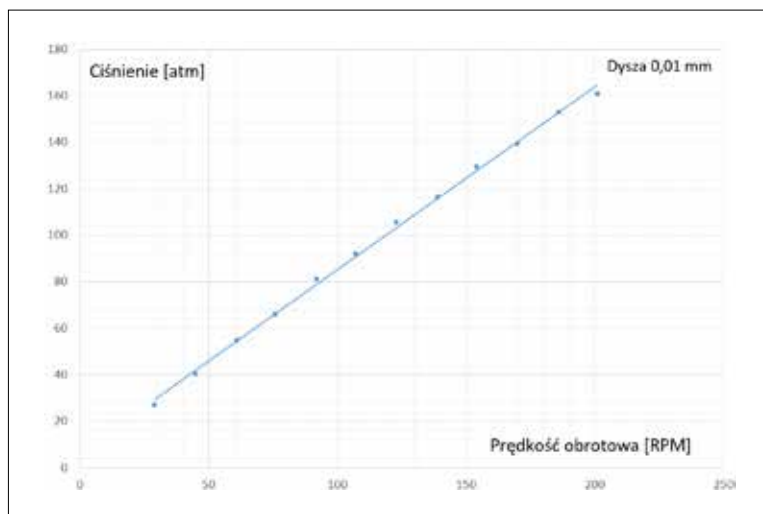


rysunku 1 pompa odzwierciedla konstrukcję badanej pompy. Pokazano również złożenie jednej sekcji pompowej (fot. 2, 3 oraz rys. 2). Trzy identyczne w konstrukcji sekcje pompy napędzane są naprzemiennie obracającym się mimośrodowo, łożyskowanym wałem oraz uszczelnionym w kadłubie pompy. Do celów badawczych dodano dodatkowe uszczelnienie oraz przedłużono wał napędowy. Badana pompa miała pracować z nadciśnieniem na ssaniu sięgającym do 0,15 MPa. Za pomocą koła zębatego, poprzez pas zębaty, pompę napędzano silnikiem elektrycznym trójfazowym, zasilanym poprzez przemiennik częstotliwości.

Zakupione, używane pompy tego samego typu demontowano celem oceny ich stanu i wyboru sekcji, których poszczególne elementy nie wykazywały wyeksploatowania (potocznie zużycia). Demontaż przeprowadzano zestawem wykonanych do tego zadania zaślepek za pomocą sprężonego powietrza. Uniknięto w ten sposób mechanicznej ingerencji w poszczególne, filigranowe elementy pompy, które po montażu ponownie poprawnie wykonywały swoją pracę. Wstępną poprawność działania zmontowanych pomp wykonywano na oleju napędowym, porównując otrzymane parametry ze znanymi charakterystykami.

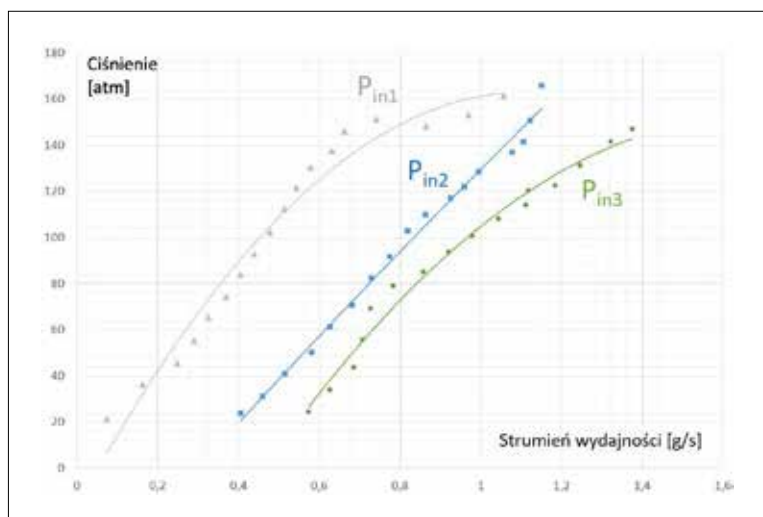
Każda z sekcji pompy pracuje w ruchu posuwisto-zwrotnym wydrążonego w środku tłoczka uszczelnionego na zewnątrz szczelinowo z cylindrem. Pompowana ciecz napływa przez środek tłoczka do przestrzeni, która w czasie unoszenia tłoczka do góry zamykana jest płytką. Płytką szczelnie zamyka przestrzeń tłoczną z cieczą pod wpływem ciśnienia oraz siły od niewielkiej sprężynki, która znajduje się ponad nią. Zamknięta ciecz jest tłoczona i przepływa naprzemiennie z trzech kanałów do wspólnego króćca tłocznego pompy.

Na podstawie wykonanych badań ustalono minimalne ciśnienie, przy jakim realizowany jest w pompie stabilny i powtarzalny proces pompowania amoniaku. Na rys. 3 pokazano strzałkami przyjęte umownie, powtarzalne granice minimalnych parametrów pompowania amoniaku dla różnych prędkości obrotowych wału napędowego pompy. Faktycznym problemem uzyskiwania niewielkich wydajności przy wysokich ciśnieniach była konieczność stosowania dyszy na tłoczeniu pompy o średni-



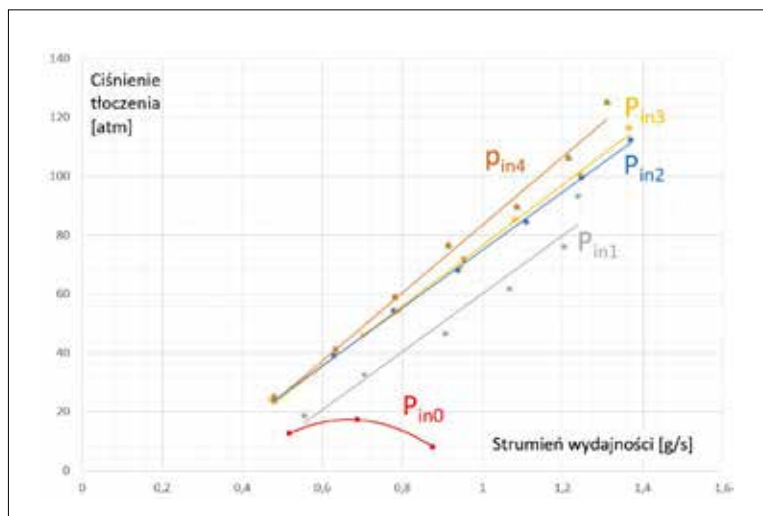
RYS. 4

Zależność pomiędzy prędkością obrotową watały pompy i ciśnieniem na jej tłoczeniu dla wybranej dyszy 0,1 mm



RYS. 5

Zamierzone strumienie wydajności pompowanego amoniaku w zależności od wielkości nadciśnienia zasilania pompy dla dyszy 0,1 mm



RYS. 6

Zamierzone strumienie wydajności w zależności od nadciśnienia na zasilaniu pompy oraz niewystarczającym nadciśnieniem dla dyszy 0,2 mm

cach od 0,1 mm. Pokazane na rys. 4, 5, 6 przykładowe zmiany parametrów pompowania dotyczą używania dyszy o średnicach 0,1-0,35 mm. W celu uzyskiwania parametrów pośrednich stosowano dysze w zabudowie szeregowej, gdzie pompowany amoniak pokonywał dwie kolejne dysze. Dysze czasami zatykały się, a pompowanie ustawało. Pompa nie ulegała zniszczeniu z uwagi na zastosowania zaworu przelewowego kierującego pompowany strumień na ssanie po przekroczeniu założonego ciśnienia granicznego. Próby używania zaworów iglicowych do regulacji parametrów pompy, z uwagi na ich stosunkowo duże przekroje przepływowe wobec stosowanych dysz, nie dały zadowalających rezultatów.

”

Już wstępne poszukiwania istniejących rozwiązań wskazywały, że do pompowania amoniaku w zadanych parametrach używane są przekładnie tłokowe napędzane sprężonym powietrzem, tzw. boostery

Pomiary przepływu realizowano dedykowanymi, sprawdzonymi w pracy na amoniaku przepływomierzami Coriolisa. Ciśnienie mierzono czujnikami tensometrycznymi i podobnie jak pozostałe parametry – temperaturę i prędkość obrotową pompy przesyłano poprzez kartę A/C i archiwizowano w komputerze.

Przy pompowaniu tym typem pompy tłokowej nie wystąpił gwałtowny wzrost temperatury. Przepływowi amoniaku przez dysze towarzyszy znane zjawisko spadku temperatury. Pompowano czysty amoniak bez dodatku środka smarnego, którym może być np. olej napędowy. Po okresach kilkugodzinnej eksploatacji, wyznaczanych opróżnieniem butli zasilających w amoniak, pompy tego typu czasami nie podejmowały ponownie pracy. Demontowane części nie wykazywały oznak nadmiernego zniszczenia.

Na elementach uszczelniających tłoczek poruszający się w cylindrze powstawał minimalny osad, który powodował zawieszanie się tłoczka w cylindrze i brak pompowania. Sprężyna dociskająca tłoczek do krzywki mimośrodowej nie gwarantowała wystarczającej siły. Mechaniczne usunięcie osadu przywracało możliwość dalszej pracy pompy po jej montażu. W trakcie prowadzonych prób nie doszło do wycieku amoniaku przez zdublowane uszczelnienie. Pompowany amoniak wstępnie kierowany był do zbiornika z wodą, tworząc

BEZPIECZNA EKSPLOATACJA

Przy poważnym i odpowiedzialnym prowadzeniu eksploatacji pomp do amoniaku, ich praca nie jest niebezpieczna dla otoczenia



roztwór. W dalszych pracach magazynowano go w butlach i spalano w silniku tłokowym na stanowisku stacjonarnym w trakcie wyznaczonych programem eksperymentów prób.

W trakcie prowadzonych przez trzy lata badań nie doszło do zdarzeń niebezpiecznych. Przy poważnym i odpowiedzialnym prowadzeniu eksploatacji pomp ich praca nie jest niebezpieczna dla otoczenia. Wycieki amoniaku do otoczenia następowały w chwilach demontażu poszczególnych elementów stanowiska badawczego celem przeprowadzenia w nim zmian. Ewentualne pompowanie amoniaku w instalacjach przemysłowych wymaga oceny poszczególnych elementów pomp z uwagi na opisane we wstępie konflikty reakcji amoniaku z metalami i tworzywami. Pojazd lekki do prac rolniczych, na którym zabudowano eksperymentalny układ napędowy zasilany amoniakiem, z powodzeniem i ku uciesze badających jeździł i nie były to chwilowe sukcesy, co czasami zdarza się w nauce. Zagłębianiu się w prowadzone badania towarzyszyła narastająca świadomość własnych ograniczeń wobec pozornie prostych problemów technicznych, potwierdzając przytaczaną przez świętej pamięci prof. Macieja Zarzyckiego tezę, że proste jest tylko to, co jest nam dobrze znane.

Literatura

- [1] E. Nadimi, G. Przybyła, T. Løvås, W. Adamczyk, Effects of biodiesel injector configuration and its injection timing on performance, combustion and emissions characteristics of liquid ammonia dual direct injection engine, Journal of the Energy Institute, Volume 114, 2024, 101605, <https://doi.org/10.1016/j.joei.2024.101605>.
- [2] Proniewicz, M., Petela, K., Szlęk, A., and Adamczyk, W.

(January 22, 2024). "Life Cycle Assessment of Selected Ammonia Production Technologies From the Perspective of Ammonia as a Fuel for Heavy-Duty Vehicle." ASME. J. Energy Resour. Technol. March 2024; 146(3): 030905. <https://doi.org/10.1115/1.4064371>.

- [3] E. Nadimi, G. Przybyła, T. Løvås, G. Peczkis, W. Adamczyk, Experimental and numerical study on direct injection of liquid ammonia and its injection timing in an ammonia-biodiesel dual injection engine, Energy, Volume 284, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129301>.
- [4] E. Nadimi, G. Przybyła, M. Lewandowski, W. Adamczyk, Effects of ammonia on combustion, emissions, and performance of the ammonia/diesel dual-fuel compression ignition engine, Journal of the Energy Institute, Volume 107, 2023, 101158, <https://doi.org/10.1016/j.joei.2022.101158>.
- [5] E. Nadimi, G. Przybyła, D. Emberson, T. Løvås, Ł. Ziółkowski, W. Adamczyk, Effects of using ammonia as a primary fuel on engine performance and emissions in an ammonia/biodiesel dual-fuel CI engine, International Journal of Energy Research, Volume 46(11), 15347-15361, 2022, <https://doi.org/10.1002/er.8235>.
- [6] M. Proniewicz, K. Petela, A. Szlęk, G. Przybyła, E. Nadimi, Ł. Ziółkowski, T. Løvås, W. Adamczyk, Energy and Exergy Assessments of a Diesel-, Biodiesel-, and Ammonia-Fueled Compression Ignition Engine, International Journal of Energy Research, 2023, art. no. 9920670 <https://doi.org/10.1155/2023/9920670>.
- [7] Cova-Bonillo, A. (2024). Ammonia as a Potential Clean Fuel for Engines. *MariNH₃, Clean green ammonia*.
- [8] Fang, Y., Ma, X., Zhang, Y., Li, Y., Zhang, K., Jiang, C., Shuai, S. (2023, Vol.16). Experimental Investigation of High-Pressure Liquid Ammonia Injection under Non-Flash Boiling and Flash Boiling Conditions. *Energies*, str. 2843.
- [9] Ning Wang, T. L. (2024). Characteristics of high-pressure ammonia spray combustion under diesel-like conditions. *Applied Thermal Engineering*.
- [10] Olivier Herbinet, P. B. (2022). On the use of ammonia as a fuel – A perspective. *Fuel Communications*, str. Volume 11.
- [11] Yu Z, W. L. (2024). Simulation study on the cavitation flow characteristics of liquid ammonia in the nozzle under high-pressure injection conditions. *International Journal of Engine Research*.

Źródła rysunków i fotografii – zasoby własne autorów ■



SYSTEM KONTROLI SZCZELNOŚCI ZAWORÓW

VALVE SENSE IS-VS1A.1

Niezawodna jakość

System kontroli Valve Sense do wykrywania nieszczelności w zaworach łączy w sobie czujniki emisji akustycznej ze smartfonem 5G z serii IS540.1 oraz oprogramowaniem firmy Senseven. Intuicyjna obsługa, automatyczne wykrywanie nieszczelności, kompleksowe zarządzanie danymi i wysokiej jakości procesor do szybkiego przetwarzania danych sprawiają, że jest to unikatowe na rynku narzędzie do utrzymania ruchu w najbardziej wymagających obszarach przemysłowych.

WEJDŹ NA WWW.EX-MOBILE.TECH I DOWIEDZ SIĘ WIĘCEJ

USZKODZENIA PRZEKŁADNI ZĘBATYCH

Jak się przed nimi strzec?

dr inż. Ryszard Nowicki

niezależny ekspert w zakresie systemów zabezpieczania maszyn i urządzeń, diagnostyki stanu technicznego maszyn oraz systemów wspomagania UR na poziomie przedsiębiorstwa i koncernu

Wiele maszyn roboczych wraz z napędem (tu: agregaty) wykorzystuje różnego typu przekładnie mechaniczne – najczęściej zębate. Jakie techniki drganiowe stosuje się współcześnie, by ocenić ich stan techniczny?

Co roku miliony przekładni zębatach sprzedanych jest na świecie w branży samochodowej, a także wdrażane są dziesiątki tysięcy przekładni przemysłowych, w takich branżach jak: ropa i gaz, petrochemia, energetyka, chemikalia, cukier, stal, górnictwo, cement, tworzywa sztuczne. To właśnie na tych ostatnich przekładniach skupimy się w artykule.

Systemy monitorowania a konstrukcja agregatu

Różne maszyny prezentują różną ważność w skali przedsiębiorstwa. W przypadku tych o wyższej krytycz-

ności wymaga się monitorowania ich stanu technicznego systemem on-line. Jeśli agregat krytyczny wykorzystuje przekładnię, także i ona winna być objęta stosownymi pomiarami¹. Przekładnie różnią się konstrukcyjnie, co przekłada się na zróżnicowa-

fol. 123rf

nie wymagań dla poprawnej konfiguracji systemu monitorowania stanu technicznego. Możemy wyróżnić agregaty:

- ze zintegrowanymi przekładniami – wykorzystujące one napędy o niewielkich mocach² (np. w wentylatorach chłodniczych) oraz o mocach większych³, np. tak jak to ma miejsce w przypadku sprężarek przekładniowych;
- z wydzielonymi przekładniami – takie przekładnie mogą charakteryzować się wałami o stałym pozycjonowaniu; najczęściej ich osie są równoległe, ale zdarzają się też takie, które mają osie wałów ustawione kątowno, lub których wały zmieniają w czasie pracy położenie w przestrzeni – jak ma to miejsce w przypadku przekładni planetarnych.

Elementem, na jaki koniecznie trzeba zwrócić uwagę, patrząc na podstawowe zróżnicowanie konstrukcyjne przekładni (wpływa to na wybór technik wykorzystywanych w systemach monitorowania), jest rodzaj łożysk oraz zróżnicowanie prędkości roboczych wałów. Łożyska mogą być toczne (na ogół w przekładniach o mniejszych mocach) lub ślizgowe (gdy transmitowane są większe moce). Prędkości wałów różnią się zdecydowanie w przypadku reduktorów oraz przekładni przyspieszających. Do tego maszyna robocza może pracować z jakąś wymaganą stałą prędkością lub może swą prędkość adaptować do bieżących wymagań linii produkcyjnej. Od dawna wiadomo, że maszyny działające ze zmienną prędkością są trudniejsze w procesie oceny stanu technicznego niż stałobrotowe.

We wspomaganiu UR coraz częściej na świecie stosowane są takie technologie sztucznej inteligencji (AI/SI), jak m.in.: ML, LLM, NLP, DL, ANN, RL, AGI, GAN. W przypadku wiodących producentów intensyfikacja ich wykorzystywania w najbliższej przyszłości będzie dramatycznie rosła. Aby jednak ten wzrost zaistniał, to w pierwszej kolejności niezbędne jest posiadanie pomiarowych baz danych.

Cele stawiane systemowi monitorowania

Monitorowanie przekładni może pomagać w rozpoznawaniu najbardziej typowych dla nadzorowanej konstrukcji uszkodzeń, służy automatycznemu zabezpieczeniu w celu ograniczenia skutków nagłej awarii oraz daje możliwość diagnozowania wczesnego stadium pogarszania stanu technicznego.

W tym ostatnim przypadku system diagnostyki może:

- być ograniczony do akwizycji danych i ich specjalizowanego przetwarzania, a tak zgromadzony materiał podlega ocenie specjalistów,
- być rozszerzony o oprogramowanie ekspertowe wspomagające specjalistów w procesie diagnozowania,
- uwzględniać dodatkowo stosowanie narzędzi typowych dla AI [1].

Powyższe rozwiązania są warunkiem stosowania UR wykorzystującego świadomość stanu technicznego (CBM).

W przypadku zaawansowanych wdrożeń PRZEMYSŁU 4.0 można się także liczyć z potrzebą wejścia przedsiębiorstwa – dla wybranych grup maszyn – na poziom preskryptywnego UR. Rola człowieka w procesie diagnozowania ulega tu bardzo znacznemu ograniczeniu, a nawet jest on z tego procesu całkowicie eliminowany.

”

Dobry monitoring drganiowy dużej przekładni dwuwałowej może wymagać stosowania 10 czujników drgań

Monitorowanie przekładni zębatych łożyskowanych tocznie

W klasycznym systemie monitorowania przekładni zębatych używane są pomiary drgań mechanicznych, temperatury węzłów łożyskowych, a w niektórych przypadkach – także położenia.

Dla pomiarów drgań mechanicznych wystarczające jest stosowanie sejsmicznych czujników drgań – najlepiej piezoelektrycznych. Pomiary winny być uzupełnione o pomiar fazy (Keyphasor®) mogący realizować także drugą funkcjonalność, którą jest informacyjny pomiar prędkości obrotowej.

W związku z faktem, że agregaty z przekładniami posiadają co najmniej dwa ciągi wirników obracających się z różnymi prędkościami, to każdy z nich powinien być wyposażony w znacznik fazy, który niekoniecznie musi być zainstalowany na przekładni. W najlepszym rozwiązaniu ciąg wirników z napędem posiada znacznik fazy zainstalowany w węźle DE napędu (np. turbina, silnik elektryczny), a dla ciągu wirników z napędzaną maszyną (np. pompa, sprężarka, generator) znaczników jest zainstalowany w rejonie łożyska wału wyjściowego przekładni.

Dla przekładni wysokiej ważności w każdym węźle łożyskowym winna być zainstalowana para czujników drgań w orientacji V-H (pion-poziom). Dodatkowo, jeśli w przekładni występują siły poosiowe, to w węzłach, w których znajdują się łożyska oporowe, celem jest zainstalowanie także czujnika na kierunku A (tzn. osiowym). W przypadkach, w których konstrukcja nie posiada tocznych łożysk oporowych czujniki na kierunku A najlepiej instalować w węzłach łożysk przysprzęgłowych przekładni.

Z powyższego wynika, że dobry monitoring drganiowy dużej przekładni dwuwałowej może wymagać

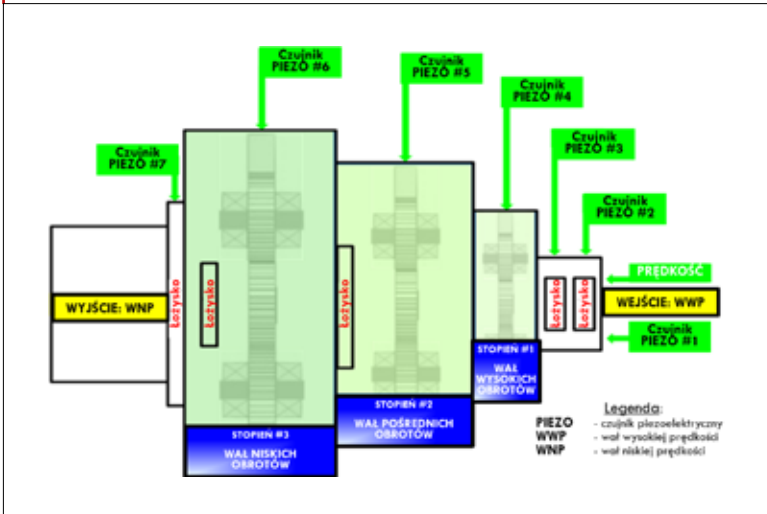


RYS. 1
System monitorowania ORBIT DCM dla złożonych przekładni zębatych z łożyskami tocznymi
(źródło: zasoby autora)

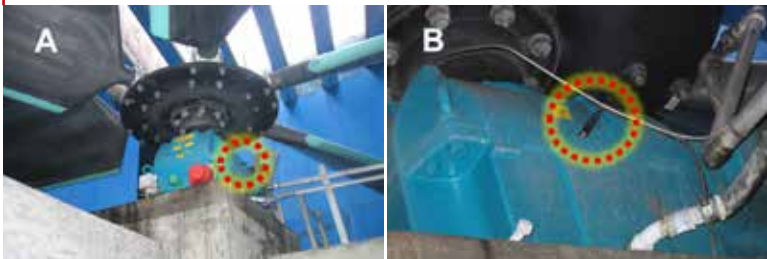
RYS. 2
Grupa przekładni planetarnych [6]



RYS. 3
Sposób oczyunkowania 3-stopniowej przekładni planetarnej [5]



RYS. 4
(A) wentylator chłodni z przekładnią kątową z zainstalowanym czujnikiem drgań; (B) zbliżenie na czujnik
(źródło: zasoby autora)



stosowania 10 czujników drgań. W przypadku przekładni wielowalowych liczba ta może być jeszcze większa. Firma NVMS⁴ opracowała metodykę monitorowania bardziej złożonych przekładni zębatych z łożyskami tocznymi – w tym tych wykorzystywanych w turbinach wiatrowych. Stosuje w tym celu czujniki piezoelektryczne podłączone do systemu monitorowania ORBIT DCM, jak pokazany na rys. 1 [5]. Na rysunku 2 widać z kolei grupę trzystopniowych przekładni planetarnych, które zostały objęte monitorowaniem z pomocą systemu ORBIT DCM, a na rysunku 3 – scenariusz rozmieszczenia czujników dla tej przekładni.

”
W przypadku maszyn o wyższej krytyczności konieczne jest monitorowanie ich stanu technicznego systemem on-line

Liczba czujników drgań ulega redukcji w miarę obniżania się krytyczności agregatu. I tak np. dla przekładni kątowej wykorzystywanej w chłodziach wentylatorowych może wystarczyć stosowanie 1-2 czujników, tak jak to pokazano na rys. 4. Wraz z czujnikami drgań w węzłach łożyskowych winny być instalowane czujniki temperatury. Powinny one realizować pomiar w strefie hipotetycznie największego obciążenia łożyska, bowiem tam należy się statystycznie spodziewać wystąpienia uszkodzenia i w konsekwencji wzrostu temperatury. Ważne, aby pomiar temperatury łożysk był realizowany poprzez bezpośredni kontakt sensora z pierścieniem zewnętrznym w sposób zapewniający stały nacisk sprężysty – jak zalecone w [3] i opisane w [7].

RYS. 5
Pomiar temperatury łożyska (źródło: zasoby autora)



Coriolis Flow Meters

L-Cor Series





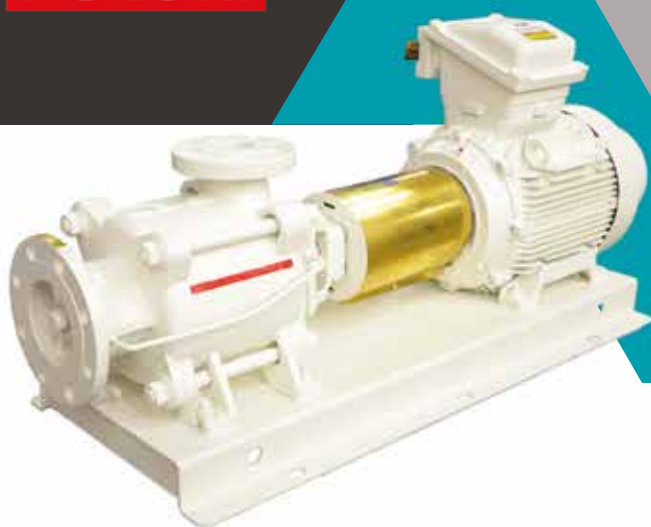
HYDRO-VACUUM[®] S.A.

1862

www.hv.pl

Wielostopniowe pompy wirowe typu WHG

**PRODUKT
POLSKI**



Pompa WHG jest wielostopniową pompą odśrodkową o **obniżonym zapasie antykawitacyjnym NPSH**, z krążeniowym stopniem samozasysającym i wirnikiem wstępnym.

Pompa WHG samoistnie zasysa ciecz ze zbiornika położonego poniżej osi pompy. Umożliwia pompowanie mediów 2-fazowych, w których obok cieczy mogą pojawić się pary, gazy. Przy pompowaniu gazów ciekłych zalecana praca z napływem.

Niska wartość NPSH, porównywalna z innymi podobnymi pompami dostępnymi na rynku, umożliwia **pompowanie cieczy z większych głębokości** a w przypadku gazów ciekłych z **niższym wymaganym napływem**.

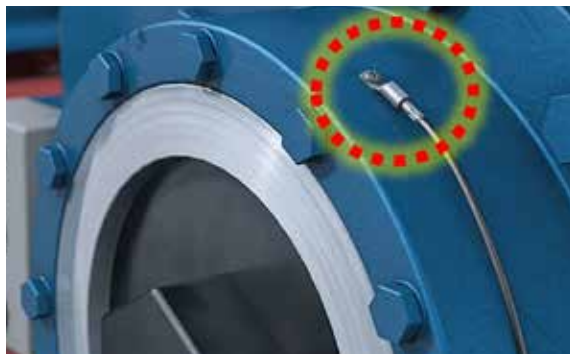
Rozwiązania techniczne zastosowane w pompie WHG zaowocowały **wyższą sprawnością** niż pompy krążeniowe, oraz **zwiększoną wydajnością**.

Główne zastosowanie

Instalacje przetwarzania

- destylatów
- rozpuszczalników
- paliw
- ciekłych gazów





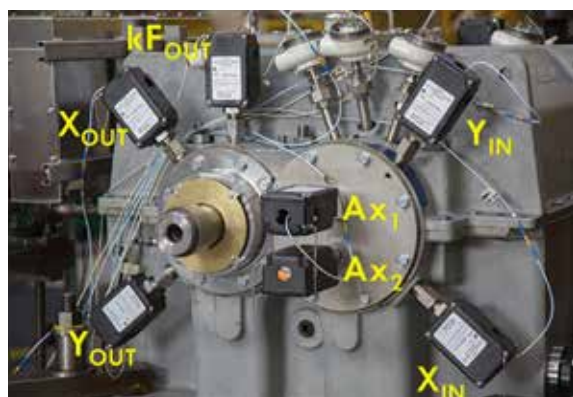
RYS. 6
Pomiar temperatury
węzła łożyskowego
[8]

Zauważmy, że w licznych przypadkach deprecjonuje się wartość CBM, kierując się nie tyle poprawnością, co łatwością (i niskim kosztem) instalacji czujnika na maszynie. Na rys. 6 pokazano sensor temperatury mocowany na obudowie łożyska. Jest on podatny na zmienność temperatury otoczenia i charakteryzuje się opóźnieniem czasowym w rozpoznawaniu uszkodzenia. Wrażliwość pomiaru jest tym mniejsza, im (i) większy stosunek masy obudowy do masy łożyska oraz (ii) im bardziej odległe jest miejsca generowania ciepła w łożysku od sensora.

Monitorowanie przekładni zębatych łożyskowanych ślizgowo

Przekładnie łożyskowane ślizgowo na ogół transmitują większe momenty obrotowe niż to ma miejsce w przypadku przekładni łożyskowanych tocznie. Mimo tego, że dla monitorowania stanu technicznego przekładni łożyskowanych ślizgowo konieczne jest stosowanie podobnych pomiarów jak dla tych łożyskowanych tocznie, to wymagania poprawności instalowania czujników są znacznie większe. I tak:

- dla pomiarów drgań potrzeba pary wiroprowadowych sond bezkontaktowych (umożliwiają one pomiary w dziedzinie przemieszczeń drgań); sondy także wymagają wzajemnie prostopadłego montażu, natomiast nie muszą być zorientowane V-H. Na rys. 7 pokazano zaawansowany proces instalacji czujników wiroprowadowych z jednej strony przekładni, w tym m.in. pomiarów XY dla wału wyjściowego (X_{OUT} - Y_{OUT}) oraz napędzanego (X_{IN} - Y_{IN});



RYS. 7
Widok przekładni
łożyskowanej
ślizgowo podczas
instalacji czujników
(źródło: zasoby
autora)

RYS. 8
Różnicowanie
obciążenia węgów
łożyskowych
(źródło: zasoby
autora)

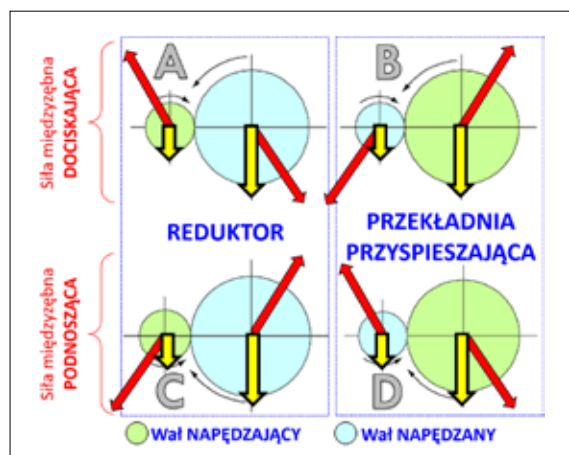
- niezależnie od czujników bezkontaktowych na przekładniach tych wymaga się instalowania przynajmniej dwóch czujników akcelerometrycznych, umożliwiających analizę sygnału w paśmie częstotliwości przekraczającym co najmniej pierwszą harmonikę częstotliwości ząbienia f_z (literatura zaleca analizy w paśmie do $3,2 \cdot f_z$);
- oba ciągi wirników winny być wyposażone w czujniki fazy kF ; na rys. 7 widać kF_{OUT} dla ciągu wirników na wyjściu z przekładni.

W przypadku takich przekładni często pojawia się konieczność monitorowania położenia osiowego wirników. Na rys. 7 pokazano dwa uchwyty (oznaczone jako Ax_1 i Ax_2) sond bezkontaktowych monitorujących stan techniczny łożyska oporowego.

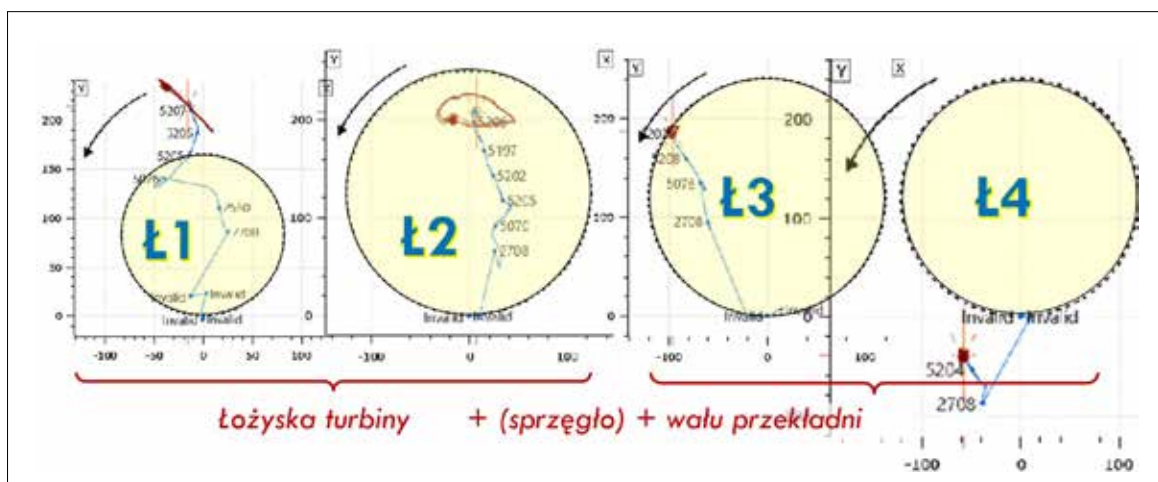
Natomiast oprócz poosiowych pomiarów położenia duże znaczenie mogą mieć pomiary położenia czopów na kierunku promieniowym – co jest także możliwe z pomocą czujników XY. Wyniki tych pomiarów stanowią podstawę do oceny stanu technicznego łożysk ślizgowych, mogą również informować o stopniu nieprawidłowości wzajemnego położenia współpracujących kół zębatych.

O ile w przypadku łożysk tocznych wystarcza stosowanie pojedynczego czujnika temperatury, a jego lokalizacja na obwodzie łożyska jest lekko zdeterminowana, o tyle przy łożyskach ślizgowych należy bezwzględnie przestrzegać ich zorientowania kąтового, a liczba tych czujników zależy od gabarytów łożysk [3] – w przypadku tzw. łożysk długich pomiar powinien być realizowany w dwóch płaszczyznach. Także segmenty łożyska oporowego winny być wyposażone w sensory temperatury [2].

Szczegółowe wymagania dla pomiarów temperatury łożysk ślizgowych z poziomą osią wirnika zawarto w [3], natomiast nie są one do końca relewantne dla przekładni. Na rys. 8 pokazano siły w łożyskach będące konsekwencją siły międzyzębnej (kolor czerwony) oraz prezentujące siły ciężkości wirników (kolor żółty). Wytyczne w [3] uwzględniają jedynie skutek sił ciężkości. W przypadku przekładni jej producent



RYŚ. 9
Charakterystyki
SCL wałów
szybkobrotowych
(źródło: zasoby
autora)



winien określić miejsce hipotetycznie najcieńszego filmu olejowego, w którym powinien być realizowany pomiar temperatury w celu możliwie najlepszej kontroli stanu technicznego.

Pomocniczość systemu diagnostyki

Omówiony zostanie teraz przykład danych diagnostycznych prezentujący anomalię w pracy agregatu, a także dający podstawę domniemania kierunku dalszego uszkodzania.

Turbina o mocy kilku MW i obrotach nominalnych ~5200 RPM napędza poprzez reduktor maszynę roboczą (3000 RPM) (scenariusz jak na rys. 8C). Na rys. 9 pokazano charakterystyki SCL (SCL = zmiana położenia czopa w łożysku) wału turbiny oraz zasprzęglonego z nim wału przekładni w trakcie nabierania obrotów. Koła na wykresach informują o nominalnych luzach wybranych łożysk, które pomierzono w czasie odbioru maszyny. Luzy te dla łożysk Ł2...Ł4 wynoszą ~240 µm, a dla łożyska Ł1 jedynie 150 µm.

Po osiągnięciu obrotów nominalnych czop Ł2 zajmuje pozycję „normalną”: przemieszcza się nieco w prawo (co jest typowe dla wirnika z obrotami CCW = obroty przeciwne do ruchu wskazówek zegara) oraz w pionie, na wysokość nieco mniejszą niż połowa pionowego luzu łożyskowego. Natomiast bardziej intrygujące jest zachowanie czopa Ł1, bowiem dochodzi do kontaktu bezpośredniego

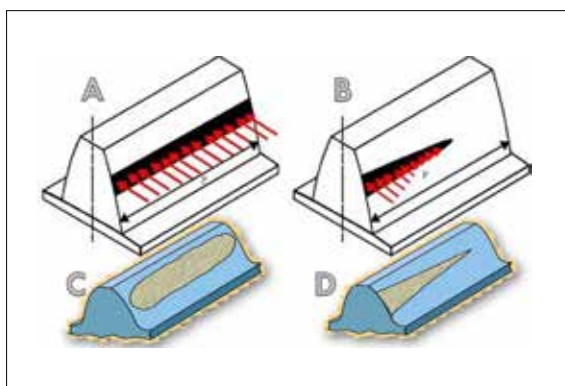
z górną częścią łożyska. Następnie (wciąż jeszcze bez obciążania maszyny) obydwie czopy nadal przemieszczają się do góry: Ł1 przycierając łożysko na głębokości ~50...60 µm, natomiast Ł2 wznosi się (wciąż jeszcze w ramach dostępnego luzu łożyskowego) o ~100 µm.

W tym samym czasie czopy wałów wolnoobrotowych nie wykazywały anomalii charakterystyk SCL: czopy przekładni Ł5 i Ł6 wzniosły się zgodnie na wysokość ~105 µm, a generatora (także zgodnie) na ~155 µm. Intrygujące było natomiast zachowanie czopów Ł3 i Ł4. Czop Ł3 zajął pozycję w górnej połowie luzu łożyskowego (~160 µm), po czym także, podobnie do czopów Ł1 i Ł2, przemieszczał się do góry w czasie obrotów nominalnych i wszedł w kontakt z górną częścią łożyska. Całkowicie odmienne było zachowanie czopa Ł4. Z charakterystyki wynika (zakładając, że poprawnie dobrano punkt referencyjny położenia spoczynkowego 0-0), że przytarł on dół łożyska na głębokość ~90 µm i w czasie całego rozruchu zajmował pozycję poniżej spoczynkowego położenia początkowego o ~50 µm. Dane pozwalają stwierdzić przekoszenie we wzajemnym ustawieniu kół przekładni ~0,3 mm.

W górnej części rys. 10 pokazano po lewej stronie rozkład obciążenia zęba mający miejsce w przypadku kół współpracujących osiowo, a po prawej – rozosiowanych, natomiast w części dolnej – skutki zużycia dla tak współpracujących zębów.

Częściowe obciążenie zębów (rys. 10D) prowadzi do ich jednostronnego przeciążenia, które wstępnie skutkuje asymetrycznym kształtem naruszenia struktury powierzchni zęba, a po jakimś czasie – fragmentarycznym zmęczeniem zęba, prowadzącym do jego częściowego wykruszenia. Na rys. 11 pokazano przykłady takich uszkodzeń.

RYŚ. 10
Rozkład obciążenia
zębów (u góry)
i jego skutek
(na dole) dla kół
współpracujących
(C) współosiowo
i (D) rozosiowanych
(źródło: zasoby
autora)



W kilku miejscach artykułu przywołano normę [3]. Należy pamiętać, że formułuje one wymagania minimalne (np. pomiary XY są wymagane w niej jedynie dla pojedynczego łożyska każdego wału przekładni).

RYS. 11
Częściowe
wykruszenie zębów
spowodowane
asymetrią obciążenia
(źródło: zasoby
autora)



Proszę się zastanowić, jak wyglądałaby ocena stanu przekładni w diskutowanym powyżej przykładzie, gdyby służby UR nie posiadały danych zaprezentowanych na rys. 9 dla Ł4.

Remonty środków produkcji realizowane są coraz częściej na warunkach outsourcingu. Zastanówmy się, jak bardzo kompletnie można ocenić poprawność remontu przekładni krytycznej, nie posiadając rzetelnej dokumentacji pomiarowej. Oczywiście, w szeregu przypadków pomocne w ocenie mogą być przyrządy przenośne. „W szeregu” nie znaczy jednak „we wszystkich”. Przypadkowa instrumentalizacja oraz najczęściej prowadzone *ad hoc* pomiary, a także cząstkowe pomiary w trybie on-line, nie dają żadnych podstaw do organizacji baz danych, które mogłyby być w dłuższym horyzoncie czasowym podstawą do predykcyjnego UR, a tym bardziej do wejścia na poziom UR wspomagane przez sztuczną inteligencję.

Literatura

- [1] Sushmita Das, All You Need To Know About AI-Driven Gearbox Diagnostics in Gear Maintenance, December 17, 2024, www.geartechnologyindia.com
- [2] Nowicki R., Morozov N., Thrust bearing temperature monitoring of a vertical hydro-turbine-generators, 1st World Congress on Condition Monitoring, London, 13-16 JUNE 2017, Paper #174, pp 15.
- [3] API STD 670, Machinery Protection Systems, 5th edition, NOV 2014.
- [4] Predictive AI to Cut Gearbox Failure Downtime, Case Study, www.canvass.io
- [5] Blogs / Planetary Gearboxes drive some of your most critical assets, so how are you monitoring them?, JAN 29, 2025, www.nvms.com.au
- [6] Blogs / Complex Gearbox Monitoring, MAY 22, 2024, www.nvms.com.au
- [7] Nowicki R., Pomiary temperatury łożysk: SZCZEGÓŁY DOTYCZĄCE POPRAWNOŚCI INSTALACJI CZUJNIKÓW, IUR Zakładów Przemysłowych, Nr 4, 2016, 64...75.
- [8] <https://www.ifm.com/ee/en/shared/landingpages/ship-automation/monitoring-of-drives-and-rudder-propellers>

Przypisy

- ¹ Czasami można spotkać agregaty, które jedynie częściowo zostały wyposażone w systemy monitorowane. Np. monitorowana jest maszyna, a pominięto jej napęd. Miały miejsce w Polsce inwestycje, w których monitorowaniem obejmowano silnik elektryczny i maszynę, natomiast nie włączano do niego znajdującej się między nimi przekładni. Podejście takie nie jest poprawne, bowiem zawodność przekładni jest statystycznie wyższa niż zawodność silnika.
- ² W tej publikacji przyjmuje się, że są to moce w przedziale kilku, kilkuset kW.
- ³ Przyjmuje się, że są to moce od 1 MW wzwyż.
- ⁴ www.nvms.com.au ■

Reklama

Ponad 65 lat doświadczenia w produkcji zaworów kulowych najwyższej jakości, dla najbardziej wymagających zastosowań.

- Rozwiązania dla przemysłu chemicznego, papirniczego, stoczniowego i spożywczego
- Prosta i trwała konstrukcja ze stali, duplexu, tytanu, aluminium i innych
- Szybka dostawa z magazynu – nawet w przeciągu tygodnia
- Poznaj nasze zawory kulowe, zaprojektowane dla trudnych aplikacji oraz nasze innowacyjne zawory probiercze z flanszami spawanymi, zapobiegające nagromadzeniu się medium.



NOWOŚĆ!
Jouka Jolevel -
zawór odcinający do
przetworników ciśnienia

Tam gdzie pomiar musi być
odizolowany od procesu

Zawory z
gniazdem
metalowym dla
mediów
powodujących
korozję



Zawory
probiercze do
różnych
zastosowań



Wyłączny przedstawiciel w Polsce:
SPINEX SPINKIEWICZ SJ
spinex.com.pl

Dowiedz się więcej na: jouka.fi

JOUKA
Valves you can trust



Fot. 123rf

SYMBIOZY PRZEMYSŁOWE

Klara Ramm

Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie

Gospodarka o obiegu zamkniętym obejmuje odzysk wody, biogenów, energii i innych substancji na wielu poziomach działalności usług wodociągowo-kanalizacyjnych i przemysłu. Powstają tu więc symbiozy, których celem jest wykorzystywanie i odzyskiwanie zasobów naturalnych tak długo, jak to tylko możliwe.

W naturze symbioza to zjawisko ścisłego współżycia przynajmniej dwóch organizmów, które przynosi korzyść każdej ze stron (lub jednej, a drugiej nie szkodzi).

Symbioza przemysłowa

Jest koncepcją, w której różne przedsiębiorstwa i organizacje współpracują w celu optymalnego

zastosowania zasobów naturalnych, materiałów, energii, wody czy odpadów. Polega ona na tworzeniu powiązań między firmami, które pozwalają jednej organizacji efektywnie wykorzystywać odpady lub produkty uboczne innej. Nadrzędnym celem symbiozy przemysłowej jest ograniczanie wpływu działalności gospodarczej na środowisko poprzez minimalizowanie emisji zanieczyszczeń i zużycia zasobów

naturalnych. Ponadto symbiozy mają ograniczać ilości wytwarzanych odpadów głównie poprzez ich ponowne wykorzystanie lub odzysk z nich cennych substancji. Kolejnym celem jest poprawa efektywności materiałowej i energetycznej w procesach przemysłowych. Działanie symbioz ma także wpływ na koszty funkcjonowania przemysłu dzięki współdzieleniu zasobów lub zmniejszenie wydatków na składowanie odpadów.

Funkcjonowanie symbiozy przemysłowej rozpoczyna się od identyfikacji zasobów, które mogą być ponownie użyte przez inne firmy. Przedsiębiorstwa analizują swoje procesy produkcyjne w celu znalezienia potencjalnych materiałów, jakie można wykorzystać w innych miejscach. Na przykład elektrownia produkująca nadmiar pary wodnej może dostarczać ją do pobliskiej fabryki jako źródło energii cieplnej. Podobnie, odpady organiczne z przemysłu spożywczego mogą być przetwarzane na biogaz w zakładach przetwórczych. Kluczowym elementem symbiozy przemysłowej jest więc tworzenie stałych powiązań między firmami. Współpraca ta często wymaga zaangażowania lokalnych władz lub organizacji zajmujących się koordynacją takich działań. Powiązania te mogą obejmować nie tylko wymianę materiałów, ale także korzystanie ze wspólnej infrastruktury, jak systemy oczyszczania, rurociągi czy sieci energetyczne. Proces symbiozy przemysłowej wymaga również efektywnego przetwarzania odpadów, co pozwala na ich ponowne użycie. Odpady, takie jak osady ściekowe, mogą być przekształcane na nawozy lub wykorzystywane jako paliwo w cementowniach. Innym przykładem jest stosowanie popiołów z elektrowni do produkcji cementu, co pozwala ograniczyć potrzebę wydobycia surowców naturalnych.

Symbioza przemysłowa rozwija się również dzięki zaawansowanym badaniom i monitoringowi. Współpraca między przedsiębiorstwami umożliwia testowanie nowych technologii i metod przetwarzania, które mogą poprawić efektywność procesów np. poprzez usuwanie mikroplastiku z wody technologicznej lub odzyskiwanie cennych pierwiastków chemicznych ze ścieków przemysłowych.

Wdrażanie symbiozy przemysłowej składa się z kilku etapów. Na początku przeprowadzana jest analiza regionalnych zasobów w celu zidentyfikowania możliwości współpracy. Następnie opracowuje się infrastrukturę wspierającą wymianę zasobów, a przedsiębiorstwa negocjują zasady kooperacji. Ważnym elementem jest również monitorowanie i optymalizacja całego systemu, aby maksymalnie wykorzystać dostępne zasoby.

Symbioza przemysłowa przynosi liczne korzyści ekonomiczne, ekologiczne i społeczne. Przedsiębiorstwa mogą znacząco zmniejszyć koszty surowców i gospodarki odpadami, jednocześnie przyczyniając się do ochrony środowiska poprzez ograniczenie emisji zanieczyszczeń i zmniejszenie eksploatacji zasobów

naturalnych. Współpraca tego typu wspiera także rozwój innowacyjnych technologii przetwarzania i recyklingu oraz buduje bardziej zrównoważone środowisko biznesowe.

Wzorcowy Kalundborg

Jednym z najbardziej spektakularnych przykładów symbiozy przemysłowej jest wciąż rozwijany system w duńskim mieście Kalundborg, które rozrasta się i staje centrum przemysłowym Danii (<https://www.symbiosis.dk/en/>). Jest to miasto portowe, stolica gminy o tej samej nazwie. Znajduje się w fiordzie Kalundborg, na północny zachód od Zelandii i na północ od Wielkiego Bełtu.

”

Wdrażanie symbiozy przemysłowej przyczynia się do oszczędności zasobów, redukcji odpadów, korzyści ekonomicznych oraz ochrony środowiska

Symbioza obejmuje tu partnerstwo szesnastu publicznych i prywatnych firm. Od 1972 roku współpracują nad rozwijaniem pierwszej na świecie symbiozy przemysłowej skoncentrowanej na gospodarce o obiegu zamkniętym. Na początku lokalne przedsiębiorstwa zaczęły wymieniać się zasobami, aby obniżyć koszty i zwiększyć efektywność swojej działalności. Z czasem stały się zorganizowaną siecią, która dziś funkcjonuje jako wzorcowy przykład gospodarki o obiegu zamkniętym. Strumień odpadów w jednej firmie staje się zasobem w innej, co przynosi korzyści zarówno środowisku, jak i gospodarce. W lokalnym partnerstwie następuje dzielenie się zasobami i ponowne ich wykorzystywanie, oszczędzając pieniądze i minimalizując ilość odpadów. Ponieważ przedsiębiorstwa są fizycznie połączone, nadwyżka zasobów jednej firmy dodaje wartości innej. Obecnie ponad 30 różnych strumieni nadwyżek zasobów przepływa między firmami. Elektrownia, rafineria, fabryki chemiczne i gmina współdzielą zasoby. Na przykład para wodna wytwarzana przez elektrownię jest używana do ogrzewania miasta i w procesach przemysłowych. Popioły z tego zakładu wykorzystuje się w produkcji cementu. Woda i ścieki także są używane przez różne zakłady.

Symbioza w Kalundborg, według jej twórców, rozwija i wzmacnia lokalną społeczność oraz wspiera zieloną transformację. Warto wspomnieć, że istotny wpływ na omawiany proces miała decyzja (z 2021 r.) operatora transportu kontenerowego, firmy Maersk, o przeniesieniu działalności z portu w Kopenhadze do portu w Kalundborgu.

Omawiana symbioza staje się także ważnym centrum badawczym i rozwojowym, dzięki możliwości eksperymentowania i sprawdzania innowacyjnych rozwiązań. Twórcy podkreślają korzyści symbiozy przemysłowej, czyli ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i zmniejszenie eksploatacji surowców naturalnych.

”

W symbiozie przemysłowej różne przedsiębiorstwa i organizacje współpracują w celu optymalnego wykorzystania zasobów naturalnych, materiałów, energii, wody czy odpadów

Na przykładzie rozwiązań w Kalundborg, w ramach projektu Interreg dla Regionu Morza Bałtyckiego oraz Horyzontu 2020, opracowano wytyczne do oceny gotowości danego regionu do tworzenia symbiozy przemysłowej.

Kluczowych interesariuszy symbiozy przemysłowej w Kalundborg przedstawiono w ramce.

Symbioza na świecie

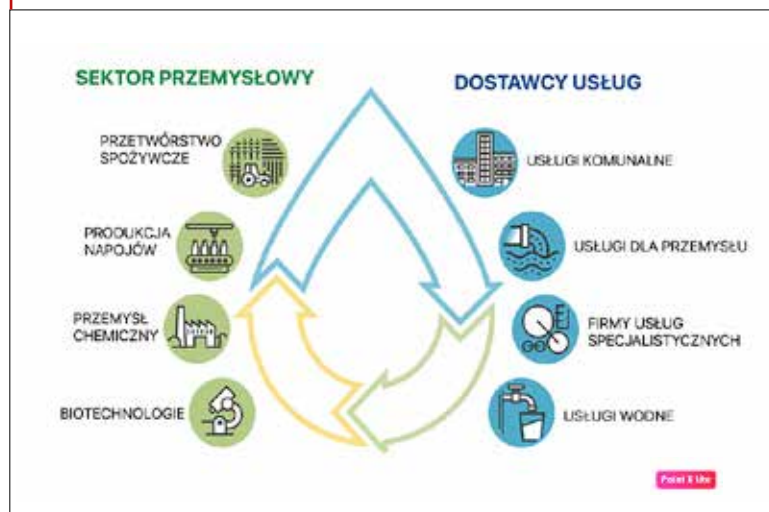
Interesujące rozwiązania na świecie prezentuje tabela 1.

Polskie symbiozy

W Polsce symbiozy wciąż nie są zbyt popularne, jednak ich przykłady już istnieją. To mniejsze lub większe rozwiązania mające na celu dzielenie się zasobami

RYS. 1

Idea organizacji symbiozy przemysłowej według projektu Ultimate Horyzont 2020
Opracowanie własne na podstawie <https://ultimatewater.eu/the-project/>



KLUCZOWI INTERESARIUSZE SYMBIOZY W KALUNDBORG



Fot. 123rf

- Elektrownia Asnaes. Wytwarza parę wodną, którą dostarcza do lokalnych zakładów przemysłowych, rafinerii ropy naftowej i miasta Kalundborg. Popioły powstające w procesie spalania są wykorzystywane jako surowiec do produkcji cementu.
- Rafineria Statoil. Dostarcza gazy procesowe do elektrowni Asnaes, które są używane jako paliwo. Wody procesowej i ciepła odpadowego z rafinerii używa się w innych zakładach.
- Producent płyt gipsowo-kartonowych Gyproc. Do wytwarzania płyt gipsowo-kartonowych zakład wykorzystuje odpady gipsowe powstające w procesach odsiarczania gazów spalinowych z elektrowni Asnaes.
- Biosolutions Denmark. Zakłady biotechnologiczne produkujące enzymy i insulinę dostarczają odpady organiczne używane jako nawóz w rolnictwie. Zakład również korzysta z pary wodnej powstającej w elektrowni.
- Oczyszczalnia ścieków. Woda odzyskana ze ścieków jest wykorzystywana przez przemysł w procesach technologicznych.
- Gmina Kalundborg – odgrywa kluczową rolę, integrując działania różnych podmiotów oraz zapewniając infrastrukturę do wymiany zasobów. Miasto korzysta z ciepła odpadowego i pary do ogrzewania budynków mieszkalnych.

Nazwa	Państwo	Obszar działania	Współdzielone zasoby	Wskazywany efekt
Symbioza Kalundborg [1]	Dania	Usługi komunalne, przemysł chemiczny, transport morski	Woda, ścieki, para wodna, materiały	Zmniejszenie zużycia wody, redukcja emisji
Port i kompleks przemysłowy Rotterdam [2]	Holandia	Port, budownictwo, ogrzewnictwo	Woda, ścieki, energia, dwutlenek węgla	Ograniczenie zużycia wody i poprawa jej jakości w regionie, redukcja emisji
Wspólnota przemysłowa Gujarat (GIDC) [3]	Indie	Kompleksowa obsługa zakładów przemysłowych (gaz, telekom, wodociągi, kanalizacja, energetyka, drogi)	Woda i ścieki, infrastruktura	Zmniejszenie zapotrzebowania na wodę, efekt skali poprzez koncentrację przemysłu
Obszar Rozwoju Ekonomiczno-Technologicznego Tianjin [4]	Chiny	800 małych i średnich przedsiębiorstw	Energia, materiały, woda i ścieki oraz wiedza i kompetencje	Oszczędności w zużyciu wody, zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska, rozwój kompetencji
Park przemysłowy Map Ta Phut Industrial Estate [5]	Tajlandia	Port, terminal, petrochemia	Woda, ścieki	Oszczędność wody w regionie podatnym na niedobór wody
Kompleks przemysłowy Ulsan [6]	Korea Południowa	Usługi komunalne, energetyka	Odpady, energia, woda, infrastruktura, administracja, dane	Zwiększona wydajność gospodarowania wodą w gęsto uprzemysłowionym obszarze, odzysk energii z odpadów
Tuas Nexus [7]	Singapur	Wodociągi i kanalizacja	Recykling wody i odzyskiwanie energii	Wsparcie dla celu Singapuru, jakim jest samowystarczalność wodna
Alberta Industrial Heartland [8]	Kanada	Przemysł energetyczny i petrochemiczny	Urządzenia do uzdatniania wody, woda, ścieki	Zmniejszenie zużycia wody

TAB. 1

Rozwiązania w zakresie symbiozy przemysłowej na świecie

(źródło: [1] <https://www.symbiosis.dk/en/>, [2] <https://hollandcircularhotspot.nl/case/port-of-rotterdam-cooperation-on-a-local-level/>, [3] <https://gdc.gujarat.gov.in>, [4] <https://www.switch-asia.eu/project/industrial-symbiosis-in-tianjin-binhai-new-area/>, [5] <https://www.ieat.go.th/en/about-the-industrial-port>, [6] https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-09/Kim%20Jung-hoon_presentation_Plenary%201_GIC%202016.pdf, [7] <https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/tuas-nexus-singapore-s-first-integrated-water-and-solid-waste-treatment-facility-begins-construction>, [8] <https://industrialheartland.com>)

między przemysłem a przedsiębiorstwami wodociągo-wo-kanalizacyjnymi. Najciekawszą symbiozą wydaje się Słupski Klaster Bioenergetyczny, skoncentrowany na współdzieleniu energii, ciepła i paliw. Wiąże podmioty energetyki rozproszonej, których celem jest powołanie społeczności energetycznej tworzącej wspólny rynek usług energetycznych i wykorzystującej lokalne źródła energii odnawialnej. W budowę klastra bardzo aktywnie angażują się Wodociągi Słupsk widząc potencjał w produkcji energii i ciepła ze ścieków oraz odpadów generowanych w oczyszczalni.

Innym inspirującym przykładem może być symbioza w Tychach. Oczyszczalnia ścieków Tychy Urbanowice produkuje tak duże ilości biogazu, że zabezpieczają nie tylko potrzeby własne obiektu, ale także kompleksu basenów miejskich.

Poza sektorem wodociągów i kanalizacji symbioza przemysłowa w Polsce zyskuje na znaczeniu jako strategia promująca efektywne wykorzystanie zasobów poprzez współpracę między przedsiębiorstwami. Na przykład województwo małopolskie uczestniczyło

w projekcie wspierania polityk publicznych w dążeniu do gospodarki o obiegu zamkniętym przez promowanie symbiozy przemysłowej. W ramach projektu opracowano metodykę gromadzenia danych. Z kolei w Parku Przemysłowym Boruta w Zgierzu pracuje się nad przekształceniem tradycyjnego parku przemysłowego w ekoprzemysłowy (wdrażając zasady symbiozy przemysłowej).

Wdrażanie symbiozy przemysłowej przyczynia się do oszczędności zasobów, redukcji odpadów, korzyści ekonomicznych oraz ochrony środowiska, wspierając tym samym rozwój gospodarki o obiegu zamkniętym. Integracja wymiarów ekonomicznych, środowiskowych i społecznych w działalności przemysłowej jest coraz częściej postrzegana jako warunek konieczny dla zrównoważonego społeczeństwa. Dlatego warto rozwijać takie inicjatywy. ■

PROJEKT OMNIBUS. CZY ZMIENI ESG?

Szymon Jarosz

Katedra Technologii i Ekologii Wyrobów, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

Unia Europejska planuje uproszczenie regulacji ESG w zakresie zrównoważonego rozwoju. Jakie zatem proponuje zmiany regulacyjne w pakiecie nowelizacji Omnibus i jak nowe wymagania wpłyną na łańcuch wartości w sektorze chemicznym?

Raportowanie zrównoważonego rozwoju (ang. sustainability reporting) polega na ujawnianiu informacji o działaniach firmy w obszarach środowiskowych, społecznych i ładu korporacyjnego – zbiorczo określanych jako ESG. Dla przedsiębiorstw sektora chemicznego ma to szczególne znaczenie ze względu na duży wpływ ich działalności na otoczenie. Branża chemiczna generuje znaczne emisje gazów cieplarnianych i cechuje się wysoką energochłonnością, przez co znajduje się pod lupą regulatorów i opinii publicznej. Spełnianie wymogów ESG staje się kluczowe dla utrzymania zaufania klientów, inwestorów oraz zapewnienia zgodności z przepisami [1].

Unia Europejska w ostatnich latach przyjęła dwa ważne akty prawne w tym obszarze: CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), rozszerzającą obowiązki raportowania ESG, oraz CSDDD (Corporate

Sustainability Due Diligence Directive), ustanawiającą wymogi należytej staranności w zakresie zrównoważonego rozwoju. W artykule przedstawione zostaną kluczowe obowiązki wynikające z tych dyrektyw, planowane zmiany regulacyjne w pakiecie Omnibus, wpływ nowych wymagań na łańcuch wartości w sektorze chemicznym.

Obecne wymagania – CSRD i CSDDD

CSRD to dyrektywa UE dotycząca raportowania informacji o zrównoważonym rozwoju, która zastąpiła wcześniejsze regulacje (NFRD). Obowiązek publikacji corocznego raportu ESG obejmuje obecnie wszystkie duże spółki (tj. spełniające kryteria >250 pracowników lub >40 mln EUR przychodów) oraz wszystkie spółki giełdowe, z wyjątkiem mikroprzedsiębiorstw. Szacuje się, że na podstawie tych kryteriów raportowanie będzie dotyczyć ponad 50 tysięcy przedsiębiorstw w UE.

fol. 123rf

CSRD wprowadza zasadę podwójnej istotności – firmy muszą raportować zarówno wpływ czynników ESG na swoją działalność, jak i swój własny wpływ na społeczeństwo i środowisko. Zakres ujawnianych informacji jest bardzo szeroki i obejmuje wszystkie istotne kwestie ESG, zgodnie z Europejskimi Standardami Sprawozdawczości Zrównoważonego Rozwoju (ESRS). Raporty podlegają niezależnej weryfikacji (na poziomie limited assurance).

Pierwsze raporty zgodne z CSRD mają zostać opublikowane w 2025 roku (za rok 2024) przez firmy wcześniej objęte NFRD, a kolejne przedsiębiorstwa zostaną stopniowo włączone w latach 2026-2028 [2].

CSDDD to dyrektywa UE ustanawiająca obowiązek korporacyjnej należytej staranności. Uchwalona w 2024 r. nakłada na największe przedsiębiorstwa obowiązek identyfikowania i przeciwdziałania negatywnym skutkom ich działalności dla praw człowieka oraz środowiska, zarówno we własnych operacjach, jak i w całym łańcuchu wartości. Firmy objęte CSDDD (m.in. zatrudniające ponad 1000 pracowników i osiągające ponad 450 mln EUR obrotu) muszą wdrożyć proces due diligence – od mapowania ryzyk i naruszeń, przez wprowadzenie odpowiednich polityk i procedur, po monitorowanie skuteczności działań. Wymaga się także, by spółki te posiadały plan transformacji klimatycznej w kierunku neutralności klimatycznej do 2050 r. [3].

Nowe propozycje regulacyjne Omnibus – planowane zmiany

W lutym 2025 r. Komisja Europejska zaproponowała pakiet nowelizacji określany jako Omnibus, mający na celu uproszczenie wymagań oraz zmniejszenie obciążeń administracyjnych, szczególnie dla małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP), przy jednoczesnym skoncentrowaniu regulacji na największych spółkach. Jedną z kluczowych zmian jest podniesienie progów kwalifikujących do obowiązkowego raportowania zgodnie z dyrektywą CSRD. Nowe regulacje obejmowałyby jedynie firmy zatrudniające powyżej 1000 pracowników oraz o obrotach przekraczających 50 mln EUR lub sumie bilansowej powyżej 25 mln EUR. W rezultacie liczba zobowiązanych do raportowania przedsiębiorstw zmniejszyłaby się z ponad 50 tysięcy do mniej niż 7 tysięcy, a mniejsze podmioty zostałyby zwolnione z obowiązku raportowania, z możliwością dobrowolnego stosowania uproszczonego standardu VSME [4].

Kolejna istotna propozycja zmiany dotyczy przesunięcia terminów raportowania (tzw. mechanizm „stop-the-clock” – przyjęty przez Parlament Europejski 3 kwietnia 2025). Firmy, które zgodnie z obecnymi przepisami miały rozpocząć raportowanie w latach 2026-2027, zyskają dodatkowe dwa lata, co oznacza, że ich pierwsze raporty zgodne z CSRD mają być publikowane dopiero w 2028 lub 2029 roku. W odniesieniu do raportowania w łańcuchu dostaw wprowadzono zasadę ograniczenia zakresu wymaganych informacji. Duże spółki nie mogłyby wymagać od MŚP oraz

firm zatrudniających poniżej 1000 pracowników do dostarczania danych wykraczających poza uproszczony standard VSME, co miało na celu ograniczenie efektu kaskadowego przenoszenia obowiązków raportowych na mniejszych dostawców [5].

Nowelizacja zakłada również zniesienie obowiązkowych sektorowych standardów ESRS oraz rezygnację z planowanego wprowadzenia pełnego audytu rozszerzonego. Oznacza to, że raporty ESG nadal podlegałyby jedynie ograniczonemu zapewnieniu (limited assurance), co redukuje koszty i nakłady administracyjne dla firm objętych regulacjami [4].

Wpływ regulacji na dostawców i mniejsze podmioty

Choć małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP) formalnie nie są bezpośrednio objęte dyrektywami CSRD ani CSDDD, nowe regulacje oddziałują na nie pośrednio poprzez wymagania stawiane im przez większych kontrahentów [6]. Duże koncerny chemiczne, realizując własne obowiązki ESG, oczekują od dostawców spełnienia określonych kryteriów, np. dostarczania danych środowiskowych (jak ślad węglowy produktów) czy przestrzegania standardów etycznych. Dla wielu

Reklama



Silnik ognioszczelny w klasie sprawności IE4 (Ex db eb, IIC)
z chłodzeniem obcym, do zasilania z prądu przemiennego

Cantoni®
GROUP

Silniki elektryczne
od 0,04 kW do 7000 kW
m.in. do przemysłu petrochemicznego

BESEL®
CELMA indukta®
since 1920
since 1878

EMIT®
ELFA®

www.cantonigroup.com

mniej niż dostawców oznacza to konieczność podniesienia jakości działania, co bywa wyzwaniem z uwagi na ograniczone zasoby i złożoność nowych wymogów.

W sektorze chemicznym już teraz funkcjonują inicjatywy ułatwiające ten proces, np. *Together for Sustainability* (TfS), w ramach której wyniki audytów dostawców są współdzielone pomiędzy uczestniczące koncerny, co ogranicza powielanie ocen. Planowane w pakiecie Omnibus ograniczenie wymagań informacyjnych (*value chain cap*) dodatkowo powinno zapobiec nakładaniu na MŚP nadmiernych obciążeń raportowych. Mimo tych ułatwień, z czasem zrównoważony łańcuch dostaw stanie się normą – współpraca z dużymi odbiorcami będzie wymagać od mniejszych dostawców coraz większej transparentności i działań proekologicznych.

”

Wczesne dostosowanie się do wymogów ESG może przynieść nie tylko zgodność z prawem, ale i przewagi rynkowe

Przykładem firmy, która aktywnie zarządza wpływem swojego łańcucha dostaw oraz gromadzi informacje od swoich dostawców, jest AkzoNobel. Wdrożył on program *Supplier Carbon Scorecard* (SCS), dzięki któremu pozyskuje od dostawców szczegółowe dane o ich emisjach i planach dekarbonizacji. SCS zbiera m.in. informacje o śladzie węglowym dostarczanych surowców (*Product Carbon Footprint*) oraz strategiach redukcji emisji u dostawców, zgodnie z wytycznymi branżowymi TfS PCF. Inicjatywa ta ma zapewnić, że kluczowi dostawcy wspierają cel klimatyczny AkzoNobel – redukcję emisji o 50% do 2030 roku (względem poziomu z 2018) [7].

Dzięki SCS AkzoNobel gromadzi dane na temat pośrednich emisji Scope 3 w swoim łańcuchu wartości, co ułatwia jej raportowanie zgodne z CSRD. Program jednocześnie motywuje dostawców do ograniczania śladu węglowego, wpisując się w podejście nowych regulacji nastawionych na odpowiedzialność za cały cykl życia produktu. AkzoNobel ocenia swoich partnerów biznesowych nie tylko pod kątem ceny i jakości, ale także ich wyników z zakresu zrównoważonego rozwoju. Dostawcy są zobowiązani do uczestnictwa w ocenach *Together for Sustainability* (TfS) realizowanych przez firmę EcoVadis oraz w audytach na miejscu przeprowadzanych przez niezależne podmioty [8].

Po przeprowadzeniu oceny dostawcy powinni wdrażać działania naprawcze w obszarach wymagających poprawy, zgodnie z wynikami uzyskanymi w *scorecard*

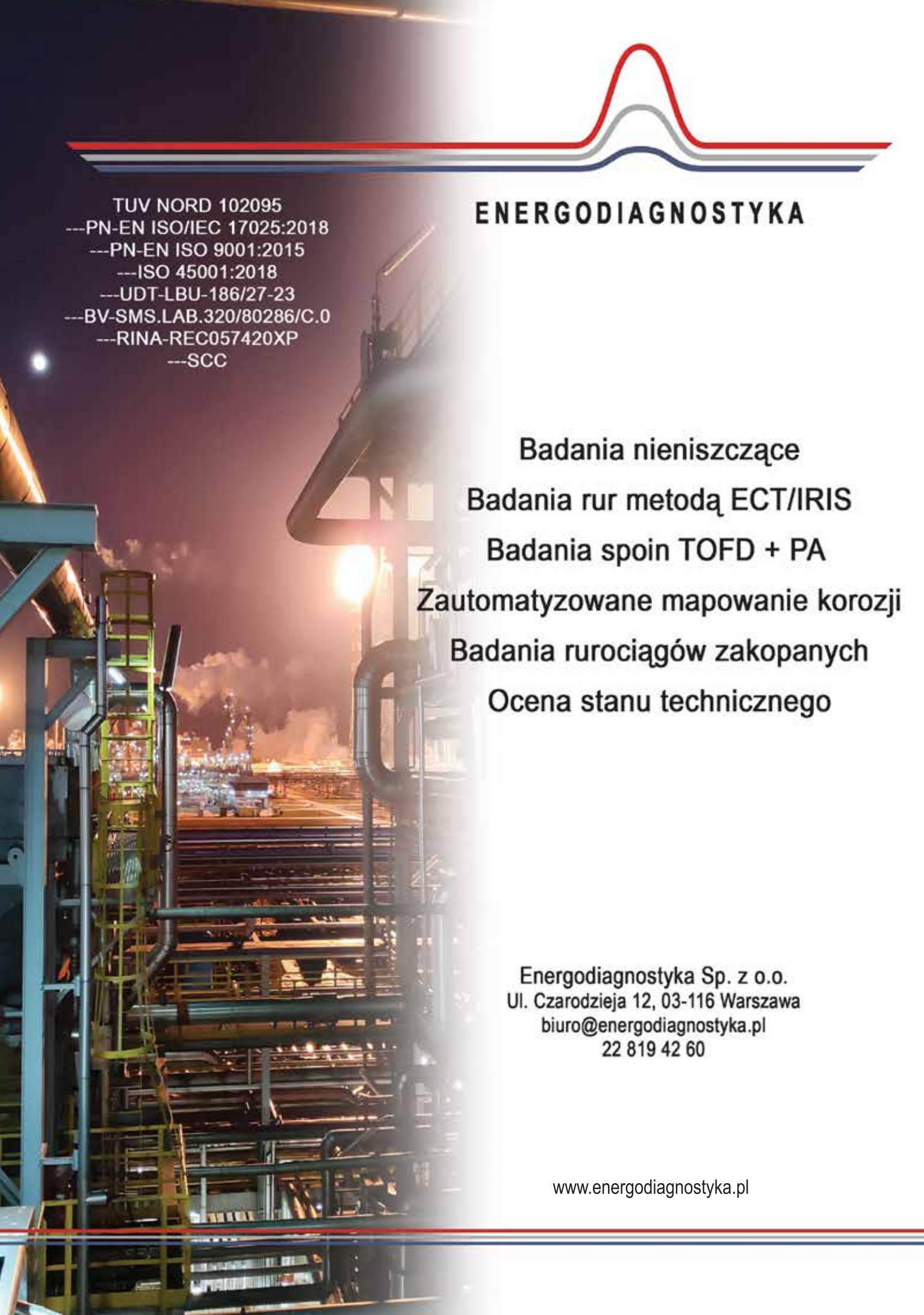
TfS lub w planie działań korygujących wynikającym z audytu. Regularna weryfikacja postępów odbywa się na podstawie systematycznych przeglądów. AkzoNobel wymaga, aby dostawcy osiągnęli ogólną ocenę EcoVadis na poziomie co najmniej 45 punktów oraz minimum 50 punktów w zakresie praw pracowniczych i praw człowieka [7].

Nowe regulacje unijne w obszarze ESG (CSRD i CSDDD) istotnie wpływają na sektor chemiczny, wymuszając większą transparentność i odpowiedzialność. Nawet po planowanych ułatwieniach w ramach Omnibus, największe firmy chemiczne będą musiały szczegółowo raportować swoje działania zrównoważone, a pośrednio zmiany odczują także ich liczni dostawcy (szczególnie z poziomu Tier 1, czyli bezpośrednich dostawców).

Doświadczenia liderów branży pokazują, że wczesne dostosowanie się do wymogów ESG może przynieść nie tylko zgodność z prawem, ale i przewagi rynkowe. W nadchodzących latach raportowanie zrównoważonego rozwoju stanie się integralną częścią prowadzenia biznesu chemicznego, przyczyniając się do budowy bardziej przyjaznej środowisku i odpowiedzialnej społecznie branży.

Literatura

- [1] Rada Unii Europejskiej. (2021). Rada zatwierdza wnioski dotyczące strategii UE w zakresie chemikaliów na rzecz zrównoważoności, <https://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2021/03/15/council-approves-conclusions-on-the-eu-chemicals-strategy-for-sustainability/>
- [2] Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej. (2022). Dyrektywa (UE) 2022/2464 z dnia 14 grudnia 2022 r. zmieniająca dyrektywę 2013/34/UE, dyrektywę 2004/109/WE, dyrektywę 2006/43/WE oraz rozporządzenie (UE) nr 537/2014 w odniesieniu do sprawozdawczości przedsiębiorstw w zakresie zrównoważonego rozwoju (*Corporate Sustainability Reporting Directive*). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2464>
- [3] Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej. (2022). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/0051 w sprawie należytej staranności przedsiębiorstw w zakresie zrównoważonego rozwoju (*Corporate Sustainability Due Diligence Directive*). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0071>
- [4] Komisja Europejska. (2025). Komisja upraszcza zasady dotyczące zrównoważonego rozwoju i inwestycji UE, przynosząc ponad 6 miliardów euro oszczędności administracyjnych. https://finance.ec.europa.eu/publications/commission-simplifies-rules-sustainability-and-eu-investments-delivering-over-eu6-billion_en
- [5] CSRIinfo. (2025). Pakiet Omnibus. <https://www.csriinfo.org/blog/pakiet-omnibus/>
- [6] Fundacja Instytut Przedsiębiorczości Społecznej. (2024). Czy MŚP odczują wpływ dyrektyw CSRD i CSDD na swoją działalność biznesową? <https://fips.pl/czy-msp-odczuja-wplyw-dyrektyw-csrd-i-csdd-na-swoja-dzialalnosc-biznesowa>
- [7] AkzoNobel. (2025). Responsible sourcing. <https://www.akzonobel.com/en/about-us/for-suppliers/sustainability-for-suppliers>
- [8] AkzoNobel. (2025). Annual report 2024. <https://www.akzonobel.com/content/dam/akzonobel-corporate/global/en/investor-relations-images/result-center/archive-annual-reports/2029-2020/AkzoNobel-annual-report-2024.pdf>



TUV NORD 102095
---PN-EN ISO/IEC 17025:2018
---PN-EN ISO 9001:2015
---ISO 45001:2018
---UDT-LBU-186/27-23
---BV-SMS.LAB.320/80286/C.0
---RINA-REC057420XP
---SCC

ENERGODIAGNOSTYKA

Badania nieniszczące

Badania rur metodą ECT/IRIS

Badania spoin TOFD + PA

Zautomatyzowane mapowanie korozji

Badania rurociągów zakopanych

Ocena stanu technicznego

Energodiagnostyka Sp. z o.o.
Ul. Czarodzieja 12, 03-116 Warszawa
biuro@energodiagnostyka.pl
22 819 42 60

www.energodiagnostyka.pl

REGENERACJA OLEJÓW PRZEPRACOWANYCH

Dominika Libuszevska
ORLEN Południe S.A.

Recykling i ponowne wykorzystanie surowców to kluczowe elementy zrównoważonego rozwoju przemysłu chemicznego. ORLEN Południe S.A. odgrywa ważną rolę w promowaniu tej idei. Jednym z obszarów działalności spółki jest regeneracja olejów przetworzonych w zakładzie w Jedliczu.

Na terenie zakładu ORLEN Południe S.A. (wchodzącego w skład Grupy Kapitałowej ORLEN) w Jedliczu znajduje się jedyna instalacja regeneracji olejów przetworzonych w Polsce, zdolna do przetwarzania 80 tysięcy ton tych substancji rocznie w kierunku wysokiej jakości głęboko rafinowanych olejów bazowych. Historia instalacji sięga 1963 roku, kiedy to rafineria w Jedliczu, jako pierwsza w kraju, rozpoczęła regenerację olejów odpadowych. W 1996 roku uruchomiono tam instalację destylacji olejów

przetworzonych, a w 2001 hydrrafinację, co stanowiło istotny krok w rozwoju technologii odzysku surowców wtórnych.

Olej przetworzony

Olej przetworzony to olej, który stracił swoje pierwotne właściwości użytkowe, zwykle w wyniku długotrwałego użytkowania lub kontaktu z zanieczyszczeniami. Zużyte oleje przemysłowe, takie jak oleje silnikowe, hydrauliczne i smarowe, po zakończeniu eksploatacji



W KIERUNKU GOZ

– Nowy punkt zbiórki olejów przetworzonych pozwoli na podniesienie wolumenu pozyskiwanego surowca i większe wykorzystanie naszej Instalacji Regeneracji Olejów Przetworzonych. To kolejny krok w kierunku rozwoju spółki zgodnie z zasadami gospodarki obiegu zamkniętego – podkreśla **Mikołaj Wierzbicki**, prezes zarządu ORLEN Południe.

stanowią poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Ich nieodpowiednia utylizacja może prowadzić do skażenia gleby i wód gruntowych, co w dłuższej perspektywie wpływa na degradację ekosystemów. W związku z tym ich odpowiednia regeneracja jest kluczowa z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ).

Pionierska instalacja w Jedliczu przez lata dostosowywała swoją technologię do zmieniających się norm środowiskowych i wymagań jakościowych. Obecnie stosuje się zaawansowane metody oczyszczania i rafinacji, pozwalające na przekształcenie zużytych olejów w pełnowartościowe surowce dla przemysłu.

Z odpadu do pełnowartościowych surowców

Podczas procesu oleje odpadowe przechodzą szereg etapów oczyszczania, które usuwają zanieczyszczenia mechaniczne, wodę oraz niepożądane substancje chemiczne. Ostatnim etapem determinującym proces regeneracji jest katalityczne uwodornienie nienasyconych węglowodorów. Efektem jest olej regenerowany, który spełnia wysokie normy jakościowe i może być wykorzystywany ponownie w różnych gałęziach przemysłu.

Proces rozpoczyna się od przyjęcia surowca pochodzącego ze skupów olejów odpadowych, warsztatów samochodowych czy zakładów przemysłowych. Każda partia dostarczonego oleju przechodzi wstępną kontrolę jakości, podczas której sprawdzany jest jego skład chemiczny. Analizowana jest m.in. zawartość chloru, poziom zanieczyszczeń stałych oraz obecność wody, co pozwala na selekcję surowca i jego odpowiednie przygotowanie do dalszej obróbki.

Na instalacji ORLEN Południe w Jedliczu stosuje się sprawdzone metody wstępnego oczyszczania na zasadzie dekantacji oraz późniejszej destylacji próżniowej, który przebiega według technologii VISCO-LUBE w dwóch etapach. Najpierw, podczas destylacji wstępnej, tzw. preflashu, w warunkach obniżonego ciśnienia eliminowane są resztki wody oraz frakcje najbardziej lotne. Następnie odwodniony olej kieruje się do odasfaltowania cieplnego i destylacji frakcjonowanej (TDA), gdzie następuje rozdział na poszczególne frakcje.

Unikatowa technologia hydrrafinacji

Tym, co wyróżnia instalację w Jedliczu na tle innych obiektów zajmujących się regeneracją olejów przetworzonych, jest unikatowa w skali Polski technologia hydrrafinacji (HOP). Proces ten polega na uszlachetnianiu olejów poprzez ich obróbkę wodorem w wysokiej temperaturze i pod wysokim ciśnieniem przy zastosowaniu specjalnie dobranych katalizatorów. Dzięki hydrrafinacji możliwe jest usunięcie resztkowych zanieczyszczeń, w tym związków siarki, tlenu i azotu, co z kolei przekłada się na poprawę właściwości użytkowych oleju, takich jak stabilność termiczna i odporność na utlenianie. Ponadto specjalnie dostosowany układ katalityczny pozwala na uwodornienie nienasyconych związków węglowodorowych, ich selektywną izomeryzację oraz kraking. Uzyskuje się w ten sposób wysokiej jakości oleje bazowe grupy I+ oraz niskosiarkowe oleje napędowe, które mogą być ponownie używane do produkcji środków smarnych, olejów silnikowych i innych substancji przemysłowych. Dzięki temu procesowi ORLEN Południe nie tylko ogranicza emisję szkodliwych substancji do środowiska, ale również dostarcza produkt o wysokiej wartości dodanej.

”

Pionierska instalacja w Jedliczu przez lata dostosowywała swoją technologię do zmieniających się norm środowiskowych i wymagań jakościowych

Wykorzystanie zaawansowanych technologii regeneracji pozwala na odzyskanie około 60% olejów przetworzonych w formie baz olejowych, natomiast pozostałe produkty znajdują zastosowanie w produkcji olejów opałowych oraz półproduktów używanych do produkcji asfaltów. Taki model działania znacząco redukuje ilość odpadów wymagających utylizacji oraz ogranicza potrzebę wydobycia surowców pierwotnych.

Punkt zbiórki w Trzebini

Spółka poszukuje nowych rozwiązań, pozwalających na zwiększenie efektywności całego procesu. Ostatnim jest uruchomienie przez ORLEN Południe punktu zbiórki oleju przetworzonego na terenie zakładu w Trzebini – dzięki temu łatwiej będzie pozyskiwać surowiec do regeneracji z terenu aglomeracji śląskiej. Zebrane w jednym punkcie oleje transportuje się następnie koleją do zakładu w Jedliczu, co usprawnia logistykę i minimalizuje wpływ transportu na środowisko.



Fot. ORLEN Południe S.A.

INSTALACJA REGENERACJI OLEJÓW PRZEPACOWANYCH W JEDLICZU
może przetwarzać 80 tysięcy ton olejów rocznie w kierunku wysokiej jakości głęboko rafinowanych olejów bazowych

Dodatkowe systemy wspierające

Obecnie trwają prace nad modyfikacją procesu, która umożliwi w przyszłości produkcję olejów bazowych grupy II. Działania te skupiają się głównie na sekcjach lepszego oczyszczenia olejów przepracowanych oraz modyfikacji w układzie katalitycznym. Dzięki takim inwestycjom ORLEN Południe aktywnie przyczynia się do zmniejszenia ilości odpadów i ogranicza negatywny wpływ przemysłu na środowisko. Regeneracja olejów odpadowych stanowi istotny element realizacji celów związanych z redukcją emisji gazów cieplarnianych (GHS) oraz poprawą efektywności energetycznej procesów przemysłowych.

Kompleks Instalacji Regeneracji Olejów Przepacowanych obejmuje nie tylko kluczowe jednostki produkcyjne, ale także dodatkowe systemy wspierające, takie jak: wytwórnia wodoru (kluczowa dla procesu hydrorefinacji), regeneracja aminy i odzysk siarki (zwiększające efektywność obiegu chemikaliów), stripping

wód kwaśnych (pozwalający na skuteczne oczyszczanie ścieków przemysłowych) oraz inne instalacje pomocnicze, w tym produkcja wody zdemineralizowanej.

Regeneracja olejów przepracowanych w ORLEN Południe to przykład skutecznego wdrażania zasad gospodarki o obiegu zamkniętym, ponieważ umożliwia ponowne wykorzystanie surowców odpadowych (zamiast utylizacji). Inicjatywa ta ogranicza negatywny wpływ na środowisko, redukuje emisję CO₂ oraz poprawia efektywność przemysłową. ORLEN Południe poprzez wymienione działania potwierdza swoją rolę w zakresie zrównoważonego rozwoju i innowacyjnych rozwiązań w przemyśle chemicznym. ■



Bezpieczeństwo wielowymiarowe



Specjalistyczne czyszczenie przemysłowe, wsparcie procesów produkcyjnych

- Podciśnieniowy załadunek materiałów sypkich, szlamów i cieczy
- Podciśnieniowy załadunek i transport materiałów niebezpiecznych
- Odkurzanie hal, kotłowni, silosów, konstrukcji nośnych, innych instalacji i pomieszczeń przemysłowych
- Dekontaminacja wielkogabarytowych zbiorników magazynowych
- Czyszczenie zbiorników, osadników, piaskowników, reaktorów
- Czyszczenie kanałów, rurociągów, instalacji procesowych
- Dekontaminacja wozów strażackich, zbiorników, gaśnic pianowych i stałych systemów gaśniczych
- Degazyfikacja – neutralizacja niebezpiecznych gazów
- Prace w strefach niebezpiecznych, w tym zagrożonych wybuchem
- Kompleksowe modernizacje i remonty zbiorników i rurociągów

POLIGENERACJA I ENERGIA Z ZIELONYCH MOLEKUŁ

Tomoho Umeda
prezes zarządu Hynfra P.S.A.

Fot. 123rf

Jaka jest przyszłość systemów produkcji i wykorzystania OZE – w tym odnawialnego wodoru i amoniaku – w kontekście produkcji ciepła i energii elektrycznej?

Wstęp do tego artykułu mógłby sugerować, że jestem promotorem wykorzystania wodoru na cele energetyczne. Mając na uwadze stan faktyczny rozwoju technologii i konsumpcję wodoru w gospodarce, nie ulega wątpliwości, że w dalszym ciągu dominujący charakter pierwiastek ten odgrywa w sektorze chemii. Jego wykorzystanie na cele energetyczne, choć odmieniane przez wszystkie przypadki w toku transformacji energetycznej, napotyka na szereg wyzwań: tak technologicznych, jak i funkcjonalnych. Aby wodór mógł faktycznie stać się nośnikiem energii czy jej magazynem, konieczne jest radykalne obniżenie kosztu finalnego energii elektrycznej. Żeby była jasność, nie chodzi o obniżenie jej kosztów w celu ekonomicznego wytwarzania tegoż wodoru, ale operowania nim jako najbliższym pierwiastkiem w dużej skali, co pociąga za sobą określone potrzeby energetyczne.

Kluczowy koszt energii

Pochłonięci dyskusjami na temat technologii elektrolizy często nie doceniamy tego pozostałego nakładu energetycznego,

**CHEMIA
EXTRA**

Nowa energia
dla przemysłu

jaki jest potrzebny w celu używania wodoru: czy to w roli surowca, czy nośnika energii. Kompresja jednej tony wodoru do standardowych ciśnień składowania 250-300 bar to 1 MWh dodatkowej energii potrzebnej na kompresję. Największe dostępne dziś kompresory, przystosowane do sprężania wodoru do ciśnień nawet 1000 bar, mają imponującą wydajność 100 000 Nm³/h, ale jednocześnie osiągają 12,6 MW mocy...

Przytaczam te dane po to, aby uświadomić, jak daleko jesteśmy od wielkoskalowego operowania wodorem jako nośnikiem energii i jak krytyczne znaczenie ma koszt energii w gospodarce, dla przybliżenia nas do tego momentu. Nie chodzi bowiem o samą jego produkcję, ale przetwarzanie siecią gazociągową z jednej lokalizacji do drugiej (o startach wynikających z redukcji ciśnienia np. na cele niskociśnieniowego magazynowania nawet nie wspominam). Jeśli miałyby się to odbywać w oparciu o zasady ekonomii, wówczas koszt energii koniecznej do zasilania tego procesu musi być odpowiednio niski. Ów koszt powinien być jeszcze niższy, jeśli chcielibyśmy używać wodoru jako magazynu energii elektrycznej *sensu stricte*, ponieważ efektywność tego procesu przy użyciu najwydajniejszych, komercyjnie dostępnych technologii nie przekracza aktualnie 30%. Dlatego właśnie koszt energii elektrycznej, która ma w tak dużym stopniu zostać utracona w procesie przekształcania jej na gaz i później konwersji tegoż na energię, musi stanowić „stratę akceptowalną”. Mówiąc o perspektywach rozwoju gospodarki wodorowej nie sposób zatem uciec od tematu energetyki i kosztu energii.

”

Obok biogazu i biomasy spełniającej coraz surowsze kryteria zrównoważonego rozwoju, to wodór odnawialny ma stanowić uzupełnienie i domknięcie procesu dekarbonizacji

Zacznę od zarysowania stanu faktycznego, w jakim znajduje się obecnie polska energetyka, jako punktu wyjścia dla rozważań dotyczących przyszłości OZE w wytwarzaniu ciepła oraz energii elektrycznej.

W ubiegłym roku 26% energii elektrycznej zostało wyprodukowane przez źródła odnawialne (44,6 TWh), przy malejącym udziale węgla w wytwarzaniu energii (63%). Jednocześnie, za GUS-em, należy przywołać imponujący 41% udział OZE w zużyciu energii brutto w elektroenergetyce i 23% w ciepłownictwie/chłodnictwie. W dalszym ciągu biomasa jest odpowiedzialna za ponad 70% udziału energii pierwotnej pozyskiwanej z OZE.

Mimo że moc OZE dobija do połowy mocy zainstalowanej w Polsce, to ze względu na charakterystykę profilu produkcji dominującego typu źródeł wytwarzania energii elektrycznej (PV) były one w 2022 r. odpowiedzialne w dalszym ciągu za zaledwie 6% w strukturze pozyskania energii pierwotnej. Dzieje się tak za sprawą ograniczonej możliwości korelacji profilu zużycia energii i jej wytwarzania przez ten typ źródeł oraz znaczącego (kilkunastokrotnego) wahania wydajności produkcji w ujęciu sezonowym. Dlatego, mimo że OZE oferują szereg zalet, do których należą najbardziej konkurencyjne koszty wytwarzania energii i brak emisji (a zatem brak ekspozycji na ryzyko regulacyjne ze strony UE), idą one w parze z niesterylizującym charakterem pracy.

Rynek energii – mrożenie cen i uchylone obligo

Na rynku energii mamy do czynienia z dwoma abnormatywnymi zjawiskami, które – choć wprowadzone w celu mitygowania skutków kryzysu energetycznego z 2022 r. – utrzymywane są do dzisiaj. Mam na myśli zarówno kolejną już odsłonę mechanizmu mrożenia cen energii w Polsce, jak i uchylone obligo giełdowe, wypaczające obraz rynku hurtowego.

Uderzenie w ekonomiczne podstawy rynku energii, przy jednoczesnym ingerowaniu w mechanizm kształtowania cen, skutkuje tym, że mamy jedno z najdroższych cen hurtowych prądu w Europie i to przy deprecjacji cen uprawnień do emisji (60-70 EUR/t), połączonej z wielokrotnym spadkiem cen samego paliwa (węgiel kosztuje wszak w granicach 110-115 USD/tonę, na rynkach ARA, w momencie pisania tego tekstu).

Najważniejszym wektorem pozostaje naturalnie transformacja energetyczna w kierunku nisko- i zeroemisyjnym, która odbywa się nie bez przeszkód i istotnych tarć – tak na gruncie krajowym, jak i europejskim. Wyzwania, z jakimi się mierzy, to nie tylko opór społeczny, ale też kwestie techniczne, z których najbardziej dokuczliwą jest konkurencja o dostęp do sieci elektroenergetycznej. Odmowy warunków przyłączenia w ubiegłym roku opiewały na 84 GW, rok wcześniej na 54 GW, a w roku 2021 na „zaledwie” 14,4 GW. Pokazuje to, że z jednej strony rosnące ceny energii stanowią zachętę dla prób rozwoju nowych projektów OZE, z drugiej zaś możliwości ich przyjęcia przez system stają się nie tylko coraz trudniejsze, ale też problem ten pęcznieje w coraz szybszym tempie. Skłania to Urząd Regulacji Energetyki do proponowania takich rozwiązań, jak aukcje na wolną moc przyłączeniową.

Powyższe pokazuje emancypację źródeł OZE, które nie potrzebują systemu wsparcia (aukcji), wszak do aukcji URE w ub. roku wystawiło 88 TWh energii, podczas gdy inwestorzy złożyli oferty na zaledwie 6,8 TWh (ok. 6%).

Ewolucja rynku energii

Obserwujemy zatem ewolucję rynku energii, który w ramach rozbijania monopolu państwa absorbuje



ROLA WODORU DZIS I JUTRO

Funkcja wodoru sprowadza się dzisiaj głównie do roli surowca w sektorze chemicznym i rafineryjnym czy reduktora w stalowym, natomiast w wizji Europy neutralnej dla klimatu jego znaczenie ma być znacznie szersze

najbardziej konkurencyjne technologie zarówno wytwórcze, jak i operacyjne – magazynów energii. Stanowią one jedną z najdynamiczniej rozwijających się gałęzi energetyki w ostatnich latach. Zdominowały ubiegłoroczną aukcję rynku mocy w takim stopniu, że PSE musiały posłużyć się Korekcyjnym Współczynnikiem Dyspozycyjności (redukcja z 96% do 57%), aby dopuścić jednostki gazowe do udziału w tym systemie wsparcia, mimo iż nie bronią się one ekonomicznie w rywalizacji z bateryjnymi magazynami energii. To wszystko dzieje się przy rosnącej presji dostępu do sieci przesyłowej i dystrybucyjnej dla czystych źródeł energii, którymi wiadomo, że magazyny energii będą się „żywić”, ponieważ to w trakcie ich dominującej generacji w systemie będziemy obserwowali coraz częstsze, ujemne ceny energii na rynku hurtowym.

Rynek energii z jednej strony rozwija się niezwykle dynamicznie (wzrost mocy zainstalowanej), z drugiej zaś buksuje w miejscu (odmowy dostępu do sieci),

ponieważ coraz bardziej ewidentny jest brak kompatybilności dotychczasowej architektury systemu z rozproszonym charakterem odnawialnych źródeł. Pomysły organizowania aukcji na moc przyłączeniową czy weryfikacji przy pomocy kamieni milowych rzeczywistych intencji inwestorów (warunki przyłączenia stały się w ciągu ubiegłych kilku lat towarem spekulacyjnym), stanowią remedium w rodzaju plastra na gorącą ranę. Mogą przynieść doraźną poprawę sytuacji, ale problemu jako takiego nie rozwiążą, ponieważ zużycie energii finalnej w gospodarce przekracza już dziś (przy obecnym poziomie PKB) 1000 TWh, z których mniej niż 20% pokrywane jest przez energię elektryczną. W toku transformacji energetycznej ogromna część z tego zapotrzebowania ma zostać pokryta przez energię elektryczną, jako jeden z wielu nośników energii, wolny od obciążeń regulacyjnych polityki klimatycznej. Trudno dzisiaj wyobrazić sobie, ile nowych źródeł OZE będzie koniecznych do

zainstalowania, aby pokryć takie potrzeby, natomiast nie ulega wątpliwości, że ta ścieżka została obrana, a reelekcja dotychczasowej szefowej KE wskazuje, że zielona transformacja UE nie jest trendem obliczonym na lata, tylko na wiele dekad.

Rynek wodoru

Obok biogazu i biomasy spełniającej coraz surowsze kryteria zrównoważonego rozwoju, to wodór odnawialny ma stanowić (obok energii elektrycznej) uzupełnienie i domknięcie procesu dekarbonizacji. Jak wspominałem na początku, jego funkcja dzisiaj sprowadza się głównie do roli surowca w sektorze chemicznym i rafineryjnym czy reduktora w stalowym, natomiast w wizji Europy neutralnej dla klimatu jego znaczenie ma być znacznie szersze.

”

Wykorzystanie wodoru na cele energetyczne, choć odmieniane przez wszystkie przypadki w toku transformacji energetycznej, napotyka na szereg wyzwań: tak technologicznych, jak i funkcjonalnych

Dzisiaj wodór wytwarzany jest w setkach instalacji w całej Europie, w rozproszeniu. Wynika to z wyzwań, jakie stawia operowanie tym gazem w dużych wolumenach na dalekich dystansach. Upowszechnienie wykorzystania wodoru warunkowane jest zatem nie tylko działaniami zorientowanymi na obniżenie kosztu energii elektrycznej, ale też rozwojem architektury rynku, która odzwierciedla racjonalność ekonomiczną operowania tym specyficznym produktem. Innymi słowy, próby uczynienia z wodoru substytutu gazu ziemnego pociągną za sobą nie tylko dużo większe koszty, ale również nie przybliżą nas do celów dekarbonizacyjnych w takim tempie, jakie jest możliwe do osiągnięcia, jeśli rynek wodoru ma „kwitnąć” równolegle do źródeł OZE. Zatem lokalnie i blisko odbiorcy. Nieprzypadkowo taka formuła pozwala rozwiązywać szereg palących dzisiaj problemów: stan sieci elektroenergetycznej, koszt pozyskania energii czy potrzebę dekarbonizacji ciepłownictwa, które w znacznej mierze musi zostać zelektryfikowane. Tak jak dla wytwarzania (i operowania) wodorem kluczowe znaczenie ma koszt energii używanej do tego procesu, tak samo duży jest jego wpływ na koszty ogrzewania poprzez zelektryfikowane ciepłownictwo. Istnieje tutaj naturalna symbioza interesu, która na dodatek posiada analogiczną strukturę rynku (rozproszoną). Wydaje się zatem racjonalne wykorzystanie tych zależności,

zwłaszcza w takich krajach jak Polska, czy – szerzej – Europa Środkowo-Wschodnia, aby komunalne systemy ciepłownicze stanowiły trampolinę dla oddolnego rozwoju rynku wodoru. Schemat po czasach demokracji ludowej w postaci scentralizowanych systemów ciepłowniczych stanowi zarówno wyzwanie w kontekście dekarbonizacji, jak i szansę na poprawę efektywności elektryfikacji czy rozwoju oddolnej gospodarki wodorowej.

Ewolucja rynku wodoru

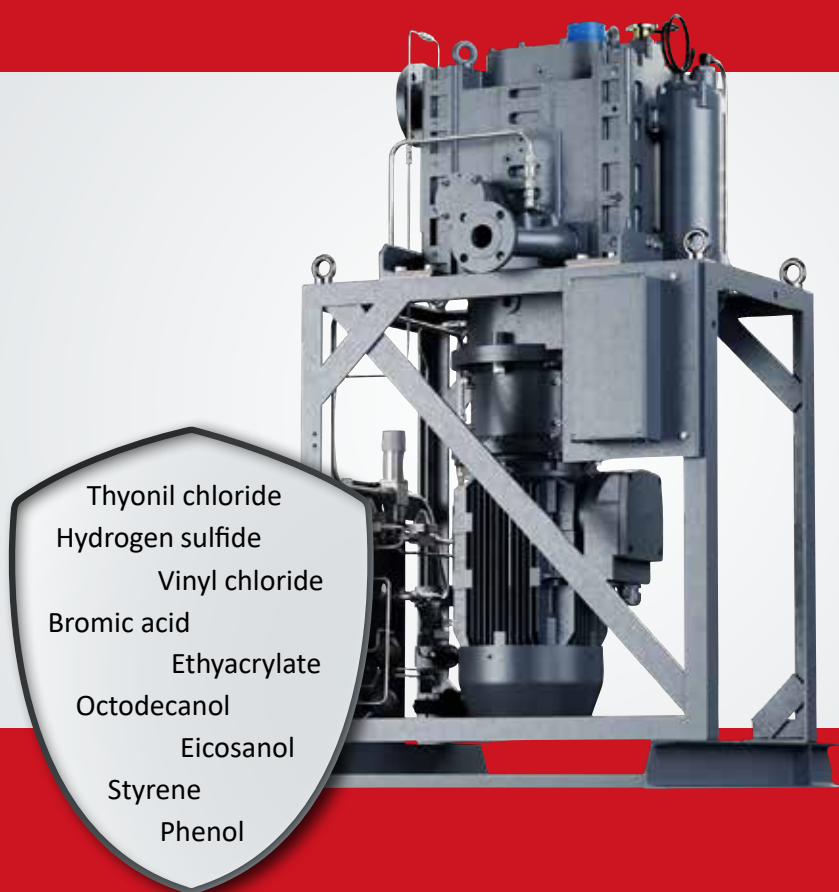
W ubiegłym roku na rynku wodoru można było wyróżnić trzy konstytuujące wydarzenia. Nie sposób nie zacząć od wyników aukcji Europejskiego Banku Wodoru, które przyniosły rozczerwające rezultaty dla większości zainteresowanych tym systemem wsparcia podmiotów. Okazało się bowiem, że pod płaszczykiem równych szans, Komisja Europejska umyła ręce od odpowiedzialności za formuły kosztowe wytwarzania wodoru. Zwycięskie projekty wniosły o kwoty, które w minimalnym nawet stopniu nie eliminują luki kosztowej pomiędzy wodorem wytwarzanym w sposób konwencjonalny (reformując gaz ziemny) a wodorem odnawialnym, jaki warunkował udział w aukcji. Każdy z uczestników, dysponując dowolnością w tym zakresie, mógł zaproponować własny model kalkulacji tego wskaźnika, co skończyło się intencjonalnym i spodziewanym zaniżeniem. Większość uczestników rynku wskazuje na konkurencyjne koszty wytwarzania wodoru z ponadprzeciętnie wysokiej efektywności OZE w krajach, takich jak Portugalia, Hiszpania czy Norwegia, jednak prawdziwą przyczyną takiego a nie innego rozstrzygnięcia jest dowolność kształtowania obliczeń wewnętrznych kosztów wytwarzania (a nie ceny dla klienta końcowego!).

Kolejnym istotnym zdarzeniem jest orzeczenie Europejskiego Trybunału Obrachunkowego z 17 lipca br., które stanowi krytykę dotychczasowych działań KE na polu rozwoju rynku wodoru odnawialnego. Trybunał wskazał, że regulacje powstają za długo, a ich efekty są zbyt zawiłe, aby umożliwić tak ambitne cele rozwojowe, jak te wyznaczone w komunikatach REpower EU (10 mln ton produkcji wodoru odnawialnego w UE w 2030 r. + 10 mln ton importu). Asygnowane środki oceniono jako daleko nieodpowiadające skali ambicji, co zresztą jest nawiązaniem do wartości pierwszej aukcji EHB (800 mln EUR).

Ostatnim z trzech wydarzeń jest draft regulacji dotyczący warunków kwalifikacji dla wodoru niskoemisyjnego, tzw. low-carbon. Znaczenie tego dokumentu, choć to na razie tylko robocza wersja, jest niesłychanie ważne, ponieważ ze względu na specyfikę technologii i rygorystyczne kryteria wytwarzania wodoru RFNBO, będzie on odgrywał bardzo istotną rolę uzupełniającą wszędzie tam, gdzie podaż wodoru „pierwszego wyboru” (odnawialnego) stanie się niewystarczająca. ■

Discover Edwards Vacuum expertise for handling challenging chemicals in hazardous environments.

- ✓ **Safety First:** ATEX-certified pumps designed for use in explosive atmospheres, ensuring compliance and safety in hazardous conditions.
- ✓ **Chemical Resilience:** Built with corrosion-resistant materials like PTFE or Hastelloy, enabling reliable performance with aggressive and reactive chemicals.
- ✓ **Efficiency and Precision:** Engineered for critical processes like vacuum distillation, drying, mixing, and gas recovery, delivering optimized results.
- ✓ **Versatility Across Industries:** Tailored solutions for petrochemicals, pharmaceuticals, fine chemicals, and manufacturing environments like paints, coatings, and adhesives.



ATEX certified



Visit our website
for more
information



Visit our webshop for
easy online vacuum
shopping.



Andrzej Szczęśniak

niezależny ekspert rynku gazu i paliw

Zielony Kompas Konkurencyjności

Komisja Europejska ogłosiła Kompas Konkurencyjności. To jeszcze żadna dyrektywa, tylko plan działania na nową kadencję. Z Kompasem związane są wielkie nadzieje sfer gospodarczych, które domagały się od Brukseli prowadzenia nie tylko polityki klimatycznej, ale także przemysłowej. Stąd zdecydowana deklaracja z Antwerpii, która zaowocowała raportem M. Draghiego – ten z kolei jest fundamentem Kompas.

Nie podzielałam tych nadziei, mam bowiem nieodparte poczucie déjà vu. Ponad 5 lat temu ta sama przewodnicząca Komisji ogłaszała „Green Deal”. Porównała tamto wydarzenie do „lądowania człowieka na Księżycu”, a celem było wygranie globalnej konkurencji w klimatycznych branżach gospodarki.

Podobnie było ze strategią lizbońską sprzed ćwierć wieku. Tam również zapowiadano, że gospodarka europejska maksymalnie wykorzysta innowacyjność, badania naukowe (szczególnie te przełomowe, cyfrowe) do przekształcenia Unii Europejskiej w najbardziej efektywną i dynamicznie rozwijającą się gospodarkę świata. Mieliliśmy prześcignąć Amerykę.

Jednak po latach ciągłych deklaracji o rozwoju, przodownictwie unijnej gospodarki, przemysłu, technologii... nic nie zostało „dowiezione”. Dzieje się coś wręcz przeciwnego. Owszem, jesteśmy liderem obniżania emisji, czyli „ratowania płonącej planety”, mamy świetne wskaźniki klimatyczne: 2,4 razy mniejsze emisje na mieszkańca i 1,8 mniejsze na jednostkę PKB niż USA. Zmniejszamy emisje o 30% szybciej niż w Chinach i 50% szybciej niż w Stanach. Jednak problem w tym, że korzyści z tego żadne, a rachunek za klimatyczną determinację Komisji – bardzo wysoki. Ale Ursula von der Leyen zapowiadała, że Unia osiągnie neutralność klimatyczną „bez względu na koszty”.

No, rzeczywiście, z kosztami to się nie liczymy. Za to degradacja przemysłu Europy postępuje. Od 2000 roku spadł on z pierwszego miejsca na globalnym pudle na trzecie – wyprzedziły nas Chiny i USA. Co gorsza, Unia nie potrafiła zająć pierwszego miejsca w technologiach cyfrowych, które przenikają całą gospodarkę i w których zwycięzca bierze wszystko. Nasze zapóźnienie w nich wobec Ameryki rośnie z prędkością światła. Nawet w materii, z której tak byliśmy dumni jako Europa – innowacyjności – zosta-

liśmy przez te lata daleko z tyłu. Rośnie też przepaść w produktywności pracy wobec konkurentów.

Europa oddała Chinom przywództwo jako producent urządzeń nowej energii, w których liderem była na przełomie wieków. Doszło do tego, że 97% instalowanych paneli słonecznych w Europie pochodzi z Państwa Środka. Na naszych oczach tracimy kolejne branże, jak energia wiatru czy samochody (76% rynku aut elektrycznych właśnie zajęli chińscy producenci).

Teraz Unia oficjalnie już mówi, że chce „odzyskać” konkurencyjność. Zaraz, zaraz... Ale nie słyszałem rzetelnej odpowiedzi: dlaczego ją utraciliśmy? Jakie czynniki do tego doprowadziły, jakie decyzje były błędne? Ponoć „mamy wszystko, co potrzeba do sukcesu” – jak mówi pani prezydent von der Leyen. Tym bardziej więc, posiadając wszystkie zasoby, ponieśliśmy porażkę. A któż się do niej przyczynił?

Dzisiejszej szefowej Komisji można zarzucić oczywisty fakt, że jej strategia sprzed pięciu lat doprowadziła do pogłębienia naszego zapóźnienia, że przegrywamy globalną konkurencję. A w Brukseli, zamiast rachunku sumienia i odejścia na ławkę rezerwowych, celebrować kolejne programy działania. Zero refleksji, co zostało źle zrobione, nie mówiąc już o wnioskach i wyciągnięciu konsekwencji. Dlatego uważam, że fundamenty tych nowych pomysłów są zgniłe. Nie wierzę, by ci sami ludzie, którzy są autorami europejskiej klęski technologicznej, byli w stanie wyprowadzić nas z tej pułapki. Gdy szef i zarząd zaliczą taką „wtopę”, tracąc pozycję na rynku, właściciele firmy żegnają się z nimi, nie zawsze uprzejmie. W demokracji o tym decyduje suweren – naród, pokazując przegranemu czerwoną kartkę wyborczą. W Unii Europejskiej ten mechanizm nie działa, o wyborze Komisji decydują jakieś niejasne siły, zakulisowe gry grup wpływu i nacisku, całkowicie nieprzejrzyste, choć Bruksela tak mocno walczy o „transparentność”.

Uff, swoje „J'accuse” wypowiedziałem.



WIĘCEJ FELIETONÓW
Andrzeja Szczęśniaka
na www.kierunekCHEMIA.pl

SIPOS
AKTORIK

DREHMO
VALVE ACTUATORS

auma®
Drives

auma®
Industry + Marine



Napęd zmiennoprędkościowy typu SEVEN



Napęd DREHMO ze sterownikiem i-matic



AUMA Support

Aplikacja umożliwia dostęp do wszystkich dokumentów dla danego urządzenia.

Pobierz bezpłatną aplikację AUMA Support skanując kod.



Napęd AUMA ze sterownikiem AC.2



AUMA Assistant

Aplikacja to mobilna wersja narzędzia AUMA CDT - pozwalająca sparametryzować sterowniki AC.2

Pobierz bezpłatną aplikację AUMA Assistant skanując kod.



Kompaktowe napędy ustawcze dedykowane do przemysłu



Napędy SVC



Napędy SGC



Napędy EQ



Napędy SDL

CENTRALA
AUMA Polska Sp. z o.o.
ul. Komuny Paryskiej 1 d
41-219 Sosnowiec
Tel. + 48 32 783 52 00
Fax + 48 32 783 52 08
www.auma.com.pl

Biuro regionalne
Zachód
ul. Turkusowa 2
62-300 Września
Tel. + 48 61 640 01 35
Fax + 48 61 640 01 35

Biuro regionalne
Wschód
ul. Poezji 19, pok. 104
04-994 Warszawa
Tel. + 48 22 612 67 60
Fax + 48 22 612 74 87

Biuro regionalne
Północ
ul. Dąbrowskiego 48
84-230 Rumia
Tel. +48 58 667 30 95
Fax + 48 58 667 30 96

EUROPEJSKI PAKIET DLA BRANŻY CHEMICZNEJ

Czy warto na niego czekać?

Mateusz Stańczyk

SMM Legal Maciak Mataczyński Czech sp.k.

Z jednej strony nowe, globalne zawirowania spowodowane wytoczoną przez USA jednostronną wojną z globalnym handlem i wymuszona odpowiedź Unii Europejskiej na taryfy. Z drugiej – zapowiedziany przez Komisję Europejską na IV kwartał 2025 „Pakiet dla przemysłu chemicznego” i pewne wskazówki odnośnie tego, co w nim może czekać branżę w oparciu o pakiet propozycji dla sektora automotive. Kolejny ciekawy rok regulacyjny przed nami.

Opublikowany w ostatnich dniach lutego przez Komisję Europejską „Pakt dla czystego przemysłu” (Clean Industrial Deal) zawiera dwa kluczowe przesłania. Pierwszym jest to, że cele klimatyczne w polityce przemysłowej nie ulegają zmianom. Z jednej strony, po głosach Dyrekcji Generalnej ds. Działań w dziedzinie Klimatu (DG CLIMA), wyrażanych na spotkaniach z biznesem od jesieni ubiegłego roku – nie powinno to nikogo zaskoczyć. Kategoryczność tego przekazu rzutuje jednak na dalszą ocenę inicjatyw nowej Komisji ujętych w CID: „Europa przyjęła

ambitne ramy, dzięki którym do 2050 r. jej gospodarka ma stać się gospodarką zdekarbonizowaną. Cel ten zostanie utrzymany, tak jak i cel pośredni na 2040 r. (...)” (CID, s. 2).

Drugie przesłanie to zapowiedź ofensywy legislacyjnej mającej poprawić konkurencyjność Europy, m.in. adresując ustalenia raportu Dragiego. Co ważne, ofensywa ta ma głównie polegać na nowych inicjatywach, a nie na rewizji dotychczasowych działań. Na marginesie – słowo „rewizja” pada w strategii ledwie pięć razy, w kontekście działań w obszarze finansowania



Fot. 123rf

i zamówień publicznych. Jest tak, pomimo że gospodarka europejska i szczególnie branża chemiczna istotnie odczuły ostatnie pięć lat. W tym czasie na pierwsze lata wdrażania Europejskiego Zielonego Ładu nałożyły się: pandemia COVID-19, wojna w Ukrainie oraz związany z polityką Rosji kryzys energetyczny. W wyniku m.in. tych czynników doszło do spadku wartości produkcji w branży chemicznej o ok. 10% względem roku 2019 (za KE/Eurostat, lipiec 2024).

Ważnymi działaniami o charakterze horyzontalnym, które należy obserwować, są: rewizja zasad dot. pomocy państwa (Clean Industrial Deal State Aid Framework; planowana na koniec Q2 2025), wdrożenie pakietu służącego zwiększeniu „przystępności” cen energii (Action Plan on Affordable Energy), pakiet regulacyjny mający przyspieszyć działania administracyjne przy procesach inwestycyjnych (Industrial Decarbonisation Accelerator Act; planowany na Q4 2025).

Innymi słowy, z perspektywy CID, o rewizji polityki klimatyczno-przemysłowej nie rozmawiamy. Dostrzega się za to trudności przemysłu – odpowiedzią na nie mają być: większa integracja rynku europejskiego, w szczególności w obszarze energii, zestaw inicjatyw na rzecz tańszej energii, zwiększenie dostępności finansowania (zwłaszcza innowacji), zwiększenie cyrkularności gospodarki, rynki i partnerstwa międzynarodowe oraz poprawa umiejętności społeczeństwa UE.

Co mogłoby się znaleźć w CIP, czyli przebiegi z pakietu dla branży automotive

W obszarze „ofensywy legislacyjnej” zawarto m.in. „Europejski pakiet dla branży chemicznej” (Chemicals Industry Package) – o inicjatywie tej pisałem szerzej w pierwszym tegorocznym numerze „Kierunku Chemia” (1/2025, s. 76 i n.). „Pakt dla czystego przemysłu” nie daje nam za wiele dodatkowych informacji o CIP. Wskazuje jedynie, że ma być przedstawiony do końca 2025 roku, że jest jednym z pięciu działań sektorowych (obok branży automotive, branży metalowo-hutniczej, transportowej i szeroko rozumianej bioekonomicznej) i że ma zawierać „inicjatywy mające zwiększyć konkurencyjność sektora i zmodernizować go, a także wspierać produkcję i innowacje w Europie” (CID, s. 27).

Pewnych wskazówek co do tego, jak może w większych szczegółach wyglądać CIP, dostarcza nam opublikowany 5 marca „Plan działania dla europejskiego przemysłu motoryzacyjnego” (Industrial Action Plan for the European automotive sector; AIAP), czyli pierwsze z pięciu zapowiadanych działań sektorowych.

Niektóre działania dla branży automotive są oczywiście specyficzne: stworzenie środowisk testowych i jednolitego rynku dla pojazdów autonomicznych, inicjatywy bateryjne, działania związane z cyberbezpieczeństwem pojazdów i większą dostępnością do danych czy infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych. Z perspektywy branży chemicznej, w oczekiwaniu na CIP, warto jednak uwagę poświęcić kilku innym ini-

cjatywom, które mogą mieć podobne zastosowanie w przypadku branży chemicznej.

Po pierwsze, Komisja zapowiada instytucjonalizację dialogu z branżą automotive poprzez stworzenie aliansu (European Connected and Autonomous Vehicle Alliance) wzorowanego na Chips Joint Undertaking. Dla przypomnienia – Komisja stworzyła szereg podobnych inicjatyw dla obszarów uznanych za strategiczne, takie jak półprzewodniki, baterie czy wodór. Partnerstwa te polegają na stworzeniu instytucji reprezentującej branżę w ujęciu europejskim, w celu stworzenia synergii w obszarze badawczym i inwestycyjnym. Partnerstwa takie podejmują również działania standaryzacyjne oraz mają przypisaną własną pulę środków w ramach budżetu Unii Europejskiej na działalność badawczo-rozwojową i rozwój branży. Powyższe inicjatywy prowadzą często później – jak to już przyjęto w AIAP dla branży automotive – do programów typu IPCEI (Important Project of Common European Interest; ważne projekty wspólnego europejskiego zainteresowania). To wielomiliardowe programy rozwojowe obejmujące cały łańcuch wartości na poziomie UE, w które są włączane poszczególne przedsiębiorstwa. Są współtworzone przez Komisję Europejską i państwa członkowskie, akceptowane pod względem prawnopomocowym przez KE i finansowane ze środków europejskich czy krajowych. Projekty przewidują preselekcję na poziomie krajowym, a następnie stworzenie całościowego programu badawczo-inwestycyjnego dla danej branży w Unii Europejskiej. Dotychczasowe doświadczenia udziału polskich podmiotów w takich inicjatywach są budujące (np. technologie bateryjne: Elemental, Eneris; technologie wodorowe: Orlen; rozwiązania chmurowe: CloudFerro, Atende, Oktawave). Czy branża chemiczna również może się spodziewać propozycji stworzenia europejskiego aliansu i własnego IPCEI? Moim zdaniem – tak.

”

Europa przyjęła ambitne ramy, dzięki którym do 2050 r. jej gospodarka ma stać się zdekarbonizowana

Po drugie, Komisja zapowiedziała wydzielenie w ramach programu badawczego Horyzont Europa 350 mln euro dla technologii bateryjnych i 1 mld dla branży automotive w ogólności, w ostatnim okresie programowania w tej perspektywie (2025-2027). Choć program Horyzont Europa jest dostępny dla wszystkich w UE, to inicjatywa ta doprowadzi do zawężenia preferencji co do przedmiotu badań i beneficjentów z korzyścią dla branży automotive w konkretnych naborach. Czy podobny scenariusz mógłby czekać branżę chemiczną? Myślę, że tak.

EUROPEJSKI PAKIET
DLA BRANŻY
CHEMICZNEJ

ma być
przedstawiony do
końca 2025 roku
i jest jednym z pięciu
zapowiedzianych
działań sektorowych
– w tym pakietu dla
branży automotive,
z którego kilka
wskazówek może
być punktem
odniesienia dla
chemii



Fot. 123rf

Po trzecie, Komisja zapowiada zwiększenie aktywności grupy Europejskiego Banku Inwestycyjnego (EIB) w obszarze skalowania nowych technologii w ramach programu TechEU oraz istniejącego programu InvestEU (tu mowa o 50 mld nowych inwestycji). Podobne działania były podejmowane w przeszłości w obszarze finansowania zielonych technologii i inwestycji w OZE. W ramach takich programów celowanych grupa EIB wprowadza określone preferencje przedmiotowe i odnośnie podmiotów finansowanych, dla których oferowane jest w pierwszej kolejności portfolio produktów EIB: inwestycje kapitałowe (poprzez Europejski Fundusz Inwestycyjny), finansowanie typu venture-debt, kredyty dla większych inwestycji (próg ok 50-60 mln euro), kredyty i gwarancje kredytowe udzielane na preferencyjnych warunkach poprzez krajowych pośredników finansowych. Czy podobne działanie mogłoby znaleźć zastosowanie w przypadku branży chemicznej? Tak.

Po czwarte, choć Komisja zapowiada utrzymanie celów klimatycznych dla branży automotive w zakresie standardów emisji CO₂, to proponuje interesujący mechanizm służący „elastyczności” wprowadzania norm emisji dla samochodów osobowych i dostawczych. Polega on na tym, że Komisja chce dopuścić brak realizacji celu w danym roku pod warunkiem „nadwykonania” celów w kolejnych latach w okresie 2025-2027. Czy podobna inicjatywa mogłaby mieć miejsce w odniesieniu do branży chemicznej? W tym wypadku nie ma prostego przełożenia pomiędzy tymi branżami, ale jest to ciekawy precedens, który mógłby być zastosowany np. w przypadku celów RFNBO przewidzianych na 2030 rok. Warto, by branża o to powalczyła.

Po piąte, Komisja proponuje pakiet rozwiązań służących zwiększeniu popytu na pojazdy zeroemisyjne, np. poprzez działania skierowane do flot korporacyjnych i przepisów dot. winiet. Czy Komisja również w przypadku branży chemicznej może jej ulżyć poprzez dodatkowe obowiązki po stronie odbiorców? Robiła tak wiele razy w przeszłości, może mieć to miejsce i w tym przypadku.

Po szóste, Komisja zapowiada wsparcie dla branży automotive w zakresie dostępności wykwalifikowanych kadr i przekwalifikowania tych istniejących. W końcu, po siódme, zapowiedziany jest szereg inicjatyw nastawionych na utrzymanie równowagi konkurencyjnej na rynku europejskim oraz działań ochronnych w międzynarodowej wymianie handlowej. Również te dwie ostatnie inicjatywy zasługiwałyby na rozważenie w przypadku branży chemicznej.

CIP – lepiej późno niż wcale?

Branża chemiczna boryka się z wieloma problemami wynikającymi z zawirowań ostatnich lat, zaś dodatkowe europejskie obostrzenia klimatyczne nie pomagały w zmaganiu z nimi. Oczekiwanie na konstruktywne podejście ze strony Komisji Europejskiej wymaga cierpliwości ze strony branży, a perspektywa ogłoszenia i przyjęcia rozwiązań jest na tyle odległa, że wiele aktualnych problemów może nie doczekać się wsparcia. Najważniejszy jednak na etapie przygotowania CIP jest w tym momencie aktywny dialog z Komisją Europejską, aby rozwiązać przynajmniej część wyzwań stojących przed branżą. Pakiet dla sektora automotive może być punktem odniesienia dla oczekiwań branży chemicznej. ■

System Sentry®



TECHNOLOGIA CHRONIĄCA ŚRODOWISKO

Bezprzewodowy czujnik ciśnienia i temperatury do systemów API Plan 53B.

Urządzenie to wykorzystuje ciągły odczyt ciśnienia i temperatury, aby umożliwić użytkownikowi monitorowanie stanu systemu 53B przy użyciu metod API 682 4-tej edycji.



- Zastępuje przetworniki temperatury i ciśnienia wymagane przez API 682, 4-tej edycji.
- Może być montowane w istniejących systemach bez konieczności usuwania istniejących systemów monitorowania ciśnienia lub temperatury.
- Certyfikacja ATEX, IECEx i Hazloc dla stref niebezpiecznych.
- Łączność bezprzewodowa Bluetooth®



CO Z TYM WODOREM?

Artur Szczelina

ekspert w obszarze inżynierii chemicznej, doświadczony menadżer ds. inwestycji i technologii, współautor udostępnionego przez Multiconsult Polska raportu nt. transformacji energetycznej



Fot. 123rf

Dyskusja na temat praktycznych zastosowań wodoru w energetyce trwa od wielu lat, a sam wodór pozostaje „paliwem przyszłości”. Czy jednak rzeczywiście ten najbardziej rozpowszechniony pierwiastek we wszechświecie ma szansę zastąpić tradycyjne paliwa kopalne? Można mieć wątpliwości.

Podstawowym wyzwaniem, jakie stawia przed nami wodór, jest fakt, że na Ziemi nie występuje on w postaci wolnej. Znajdziemy go przede wszystkim w wodzie, ropie naftowej i gazie ziemnym. To z kolei czyni wodór wtórnym źródłem energii – aby oddzielić go od np. tlenu, trzeba wydatkować energię. Co więcej, sama produkcja wodoru wymaga większej ilości energii niż jesteśmy w stanie otrzymać z tak pozyskanego pierwiastka. I choć istnieją różne technologie wytwarzania wodoru, wszystkie one natrafiają na to samo ograniczenie. Nawet zakładając całkowicie zieloną produkcję przy użyciu wyłącznie odnawialnych źródeł energii, wciąż bardziej uzasadnione ekonomicznie byłoby jej wykorzystanie do innych celów, np. ładowania samochodów elektrycznych.

Można argumentować, że do produkcji wodoru należałoby przekierowywać pojawiające się w systemie nadwyżki teoretycznie darmowej energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Jest to jakiś kierunek. Trzeba jednak pamiętać, że tak wyprodukowany wodór należy następnie zmagazynować i przetransportować. Tę operację utrudniają z kolei jego właściwości fizyczne, które sprawiają, że uwolniony wodór natychmiast ucieka w kosmos. Niezwykle drobna cząsteczka wodoru skutecznie umyka nie tylko ziemskiej grawitacji, ale jest również w stanie przenikać przez niemal każdy materiał. Nie stanowią dla niej bariery ani rury z tworzyw sztucznych, ani gumowe uszczelki. Ponadto, ze względu na niską gęstość (ok. 12 razy mniejszą niż powietrza), przewożenie wodoru cysternami samochodowymi jest wyjątkowo kosztowne i mało ekologiczne.

Skoro zatem magazynowanie i transport wodoru stawia przed nami wyzwania technologiczne, pozostaje wykorzystanie go niezwłocznie w miejscu wytworzenia. Tak też zużywana jest większa część aktualnej produkcji tego gazu, który trafia głównie do przemysłu chemicznego, gdzie wykorzystuje się go w produkcji nawozów amonowych. I tu pojawia się ciekawa alternatywa.

Alternatywa dla wodoru

Polska jest jednym z największych w Europie producentów żywności, a krajowe rolnictwo co roku zużywa ponad 8 mln ton nawozów mineralnych, w tym amonowych. Do ich produkcji potrzeba ok. 2 mld m³ gazu ziemnego, który przekształca się w amoniak – główny surowiec dla wszystkich nawozów azotowych. Zastosowanie wodoru w tym procesie mogłoby ograniczyć zużycie gazu ziemnego, a z Polski uczynić globalny hub amoniaku powstającego z zielonego wodoru.

Produkcja amoniaku opiera się na prostej reakcji azotu z wodorem. Ten pierwszy można bez problemu kupić na rynku lub wytworzyć w umiarkowanie skomplikowanym procesie z użyciem szeroko dostępnych urządzeń. Wyzwaniem byłoby tu pozyskanie wodoru z pominięciem gazu ziemnego. Pozostaje więc woda. Proces jej elektrolizy jest jednak bardzo kosztowny energetycznie – do otrzymania tą metodą jednego kilograma wodoru musimy bowiem zużyć 50 kWh energii. Jednak amoniak to produkt handlowy, notowany na światowych giełdach towarowych. Niewykluczone więc, że produkcja wodoru, szczególnie przy wykorzystaniu energii pozyskiwanej z OZE, będzie zdecydowanie bardziej korzystna ekonomicznie.

Tymczasem z rządu dochodzą sygnały, że inwestycje wodorowe nie doczekają się finansowania z Krajowego Planu Odbudowy na dotychczas zakładanym poziomie. Pod koniec marca br. ogłoszono przesunięcie kwoty 200 mln euro na inne cele związane ze wsparciem polskich firm. Wygląda na to, że nie znaleźli się chętni na pieniądze, które miały być przeznaczone na rozwój technologii związanych z wytwarzaniem, magazynowaniem i transportem wodoru. Tym bardziej należałoby poszukać alternatyw.

Globalny hub amoniakowy w Polsce

W Polsce produkcja amoniaku wynosi ok. 3 mln ton i wymaga zużycia ok. 3 mld m³ gazu ziemnego. Aby zastąpić taką ilość błękitnego paliwa, trzeba zastosować ok. 530 tys. ton wodoru, którego wytwarzanie wymagałoby 26,5 TWh energii elektrycznej (mniej więcej tyle, co zeszłoroczna produkcja z wiatraków na lądzie). Dla tego typu inwestycji szczególnie korzystne wydaje się położenie zakładów w Policach dysponujących niemal nieograniczonym dostępem do wody i niezamieszkałymi terenami, na których można byłoby budować farmy wiatrowe.

Przyjmując, że w Policach co roku zużywa się ok. 450 mln m³ gazu ziemnego, zastąpienie go wodorem wymagałoby 80 tys. ton surowca, do wytworzenia którego potrzeba byłoby 4 TWh energii elektrycznej. W polskich warunkach odpowiada to produkcji z 800 wiatraków o mocy 2 MW każdy (lub 100 turbin po 16 MW). Inwestycja, uzupełniona o urządzenia do elektrolizy wody, pozwoliłaby na produkcję amoniaku zarówno do produkcji nawozów azotowych, jak i w charakterze paliwa energetycznego, znacznie tańszego niż wodór jeśli chodzi o transport i magazynowanie.

Jak pokazują szacunki, wytwarzanie amoniaku w oparciu o wodór pozyskiwany z elektrolizy wody otwiera szerokie możliwości produkcyjne i handlowe dla Polski. Police mogłyby stać się producentem nawozów azotowych, niezależnym od wahań cen gazu ziemnego. Dodatkowo, olbrzymia farma wiatrowa to inwestycja zapewniająca nawet 15 tys. miejsc pracy, która w przypadku braku popytu na nawozy mogłaby dostarczać energię do sieci.

Nawet tak pobieżna kalkulacja zastąpienia gazu ziemnego wodorem pokazuje, z jakimi problemami będzie musiała się zmierzyć Unia Europejska w ciągu najbliższej dekady, starając się zastępować kurczące się źródła gazu ziemnego. W przypadku energii elektrycznej czy ciepła, gaz ziemny ma alternatywy, jak choćby atom czy OZE. Brak jednak prostych „zamienników” dla produkcji nawozów sztucznych, których stosowanie jest absolutnie niezbędne dla rozwoju naszej gospodarki.

Co dalej z wodorem?

Już w ciągu 10 najbliższych lat Unia Europejska będzie musiała zdecydować, czym zastąpić gaz ziemny przy braku własnych źródeł. Wielu z nadzieją patrzy w kierunku wodoru, jednak aby myśleć o nim jako

ARTUR SZCZELINA

Od 40 lat zaangażowany w realizację różnorodnych inwestycji w przemyśle stalowym, chemicznym, ropy i gazu, farmaceutycznym oraz spożywczym. Wdrażał zastosowanie gazów przemysłowych w Polsce, odpowiadał za budowę instalacji do skraplania, magazynowania



Fot. zasoby własne autora

i transportu tlenu, azotu, argonu oraz za ich zastosowanie w technologii. Aplikował technologie wodorowe w przemyśle szklarskim i petrochemicznym. Koordynował budowę i pracę zakładów przemysłowych prowadzących przetwórstwo plastików dla przemysłu samochodowego i elektronicznego, produkcję materiałów izolacyjnych oraz dodatków do paliw.

Realizował budowę zbiorników paliw i rurociągów, a także instalacji ochrony środowiska. Posiada dyplom MBA.

o paliwie przyszłości, musielibyśmy najpierw uporać się z ograniczeniami wiążącymi się z jego produkcją, magazynowaniem i wykorzystaniem na skalę przemysłową. Te zaś wydają się na obecną chwilę wykluczać wodór jako paliwo wykorzystywane na skalę masową. Istnieją alternatywy dla gazu ziemnego, brak jednak prostych rozwiązań dla produkcji nawozów sztucznych, których stosowanie jest dziś niezbędne w produkcji rolnej. W niedalekiej przyszłości Polska mogłaby stać się światowym hubem amoniaku powstającego z zielonego wodoru.

”

Inwestycje wodorowe nie doczekają się finansowania z Krajowego Planu Odbudowy na dotychczas zakładanym poziomie

Ten kierunek rozwoju inwestycji wodorowych otrzymał właśnie kolejny impuls do rozwoju. W ostatnim czasie niemiecki koncern Liebherr zaprezentował koncepcję silnika przemysłowego zasilanego amoniakiem, który uznano za obiecujące paliwo do zastosowań przemysłowych. Dzięki temu, że amoniak może pełnić rolę nośnika wodoru, ograniczone zostają koszty jego transportu i magazynowania.

Wygląda więc na to, że wodór jeszcze długo pozostanie paliwem przyszłości. Może jednak odegrać znacznie ważniejszą rolę w polskiej gospodarce. ■

BIOGAZOWNIE

w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym

dr hab. inż. Agnieszka Urbanowska, prof. PWR

Politechnika Wrocławska, Katedra Gospodarki Wodno-Ściekowej i Technologii Odpadów

Zgodnie z zasadami czystej produkcji odpady powinny być traktowane jako surowce. W tym też celu podejmowane są działania pozwalające na zmniejszenie ich ilości oraz odzyskiwanie cennych substancji w nich zawartych. Jedną z najefektywniejszych metod temu służących jest obecnie beztlenowe przekształcanie biologiczne, pozwalające na produkcję zielonej energii w postaci biogazu oraz nawozów organicznych.

Fot.: 123rf

Zmiana strategii ochrony środowiska w kierunku tzw. „czystej produkcji” wynika z rosnącego zanieczyszczenia wód, gleby i powietrza oraz ograniczonej dostępności surowców nieodnawialnych. Wdrożenie takiego podejścia obejmuje działania zapobiegające powstawaniu zanieczyszczeń, redukcję ich ilości oraz produkcję wyrobów, które mogą być ponownie wykorzystane. Koncepcja „czystej produkcji” idealnie współgra z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), w której odpady są przekształcane w surowce do wytwarzania nowych, wartościowych produktów [1,2]. Realizacja tych zasad przyczynia się do zmniejszenia zużycia zasobów naturalnych, ograniczenia zużycia energii oraz redukcji ilości odpadów, co sprzyja ochronie środowiska i wspiera zrównoważony rozwój.

Pierwsze idee związane z GOZ pojawiły się już w latach 60. XX wieku. W 1966 roku Boulding [3] zaprezentował koncepcję zrównoważonego gospodarowania podkreślając konieczność równowagi między środowiskiem a gospodarką. Dekadę później, w 1976 roku, Stahel i Reday [4] opracowali strategię zamkniętej pętli, która miała na celu zarówno zapobieganie powstawaniu odpadów, jak i bardziej efektywne wykorzystanie zasobów.

Współczesne podejście do GOZ obejmuje nie tylko minimalizację odpadów, ale także innowacje w procesach produkcji i konsumpcji. Wprowadzanie technologii pozwalających na efektywną regenerację surowców i ich ponowne wykorzystanie otwiera nowe możliwości dla gospodarki. W tym modelu przedsiębiorstwa stają się bardziej elastyczne, zyskując przewagę konkurencyjną, a społeczeństwo korzysta

z bardziej zrównoważonych produktów i usług. GOZ promuje także budowanie lokalnych łańcuchów dostaw i ograniczanie transportu, co dodatkowo redukuje emisję gazów cieplarnianych.

”

Zmniejszająca się dostępność surowców nieodnawialnych wymusza zmianę strategii ochrony środowiska w kierunku czystych produkcji

Model gospodarki liniowej a model gospodarki cyrkularnej

Dynamiczny wzrost ilości odpadów sprawia, że tradycyjny model gospodarki liniowej, obejmujący cykl życia produktu od wydobycia surowców do ich utylizacji, przestaje być wystarczający w obliczu współczesnych wyzwań środowiskowych. W modelu liniowym surowce są wykorzystywane tylko raz, co prowadzi do ich szybkiego wyczerpywania oraz generowania dużych ilości odpadów, których zagospodarowanie staje się coraz trudniejsze. W odpowiedzi na te problemy coraz większą uwagę zwraca się na model GOZ.

W tym podejściu surowce i materiały



są wielokrotnie wprowadzane do obiegu, co pozwala maksymalnie wykorzystać ich potencjał i ograniczyć negatywny wpływ na środowisko (rysunek 1).

GOZ opiera się na zasadach zrównoważonego rozwoju i doskonale współgra z polityką Unii Europejskiej (UE). W dokumentach strategicznych UE wskazuje się na konieczność wdrażania racjonalnego zarządzania zasobami, które obejmuje szereg kluczowych działań [5,6]:

- promowanie gospodarki niskoemisyjnej, minimalizującej zużycie zasobów naturalnych;
- rozwijanie technologii bazujących na odnawialnych źródłach surowców;
- uniezależnienie wzrostu gospodarczego od wykorzystania surowców nieodnawialnych i nadmiernej konsumpcji energii;
- aktywną redukcję emisji gazów cieplarnianych, w szczególności dwutlenku węgla;
- wzmacnianie konkurencyjności gospodarki przy jednoczesnym zapewnieniu stabilności i bezpieczeństwa energetycznego.

Wdrażanie zasad GOZ sprzyja również innowacyjności, wspierając rozwój technologii, które pozwalają na efektywniejsze wykorzystanie materiałów. Dzięki temu możliwe jest nie tylko ograniczenie wpływu działalności człowieka na środowisko, ale także budowanie bardziej stabilnej i odpornej na kryzysy gospodarki. GOZ zakłada ponadto zmianę podejścia do odpadów – traktowanie ich jako zasobów, co dodatkowo zmniejsza obciążenie środowiska naturalnego.

W 2015 roku Komisja Europejska opublikowała pakiet dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, który obejmował Plan działań na rzecz zasobooszczędnej Europy [5] oraz komunikat „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program zero odpadów dla Europy” [7]. Zgodnie z treścią obu dokumentów, GOZ stanowi strategię rozwoju, której celem jest osiągnięcie wzrostu gospodarczego przy jednoczesnym ograniczeniu zużycia zasobów naturalnych. Inicjatywa ta zakłada także zasadniczą zmianę w strukturze łańcuchów produkcji, promując bardziej zrównoważone modele

biznesowe. Ponadto GOZ koncentruje się na transformacji systemów przemysłowych, wspierając innowacje technologiczne, zmniejszanie ilości odpadów oraz zwiększenie efektywności wykorzystywania zasobów. To wszystko przyczynia się do bardziej ekologicznego rozwoju gospodarki w UE.

Obecnie koncepcja gospodarki cyrkularnej zyskuje na popularności, będąc promowaną nie tylko przez UE, ale również przez liczne kraje i firmy na całym świecie. GOZ jest postrzegana jako klucz do zrównoważonego rozwoju, który pozwala na minimalizowanie marnotrawstwa zasobów naturalnych, zmniejszanie wpływu działalności ludzkiej na środowisko oraz optymalizację procesów produkcji i konsumpcji. Jednym z kluczowych czynników wspierających wdrażanie zasad GOZ są technologie kładące nacisk na ochronę środowiska naturalnego i efektywne wykorzystanie zasobów. Przykładem są tu biogazownie, które odgrywają istotną rolę w gospodarce cyrkularnej, przetwarzając odpady organiczne w biogaz, czyli odnawialne źródło energii.

Biogazownie są wykorzystywane jako element przejściowy lub końcowy w procesie życia produktów organicznych ulegających biodegradacji i mogą być używane do produkcji biogazu. Wytwarzają one biogaz z różnych rodzajów biomasy, tj. roślinnej, odchodów zwierzęcych, odpadów organicznych (np. z przemysłu spożywczego), odpadów poubojowych czy osadów biologicznych pochodzących ze ścieków. Produkcja biogazu w biogazowniach pozwala na skuteczne zagospodarowanie odpadów, a jednocześnie przyczynia się do produkcji energii elektrycznej lub ciepłej.

Popularność omawianych obiektów wynika z rosnącej potrzeby wykorzystywania odnawialnych źródeł energii oraz z konieczności szukania efektywnych metod zagospodarowania odpadów organicznych. Technologie te są także odpowiedzią na wyzwania związane z dekarbonizacją gospodarki i dążeniem do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych.

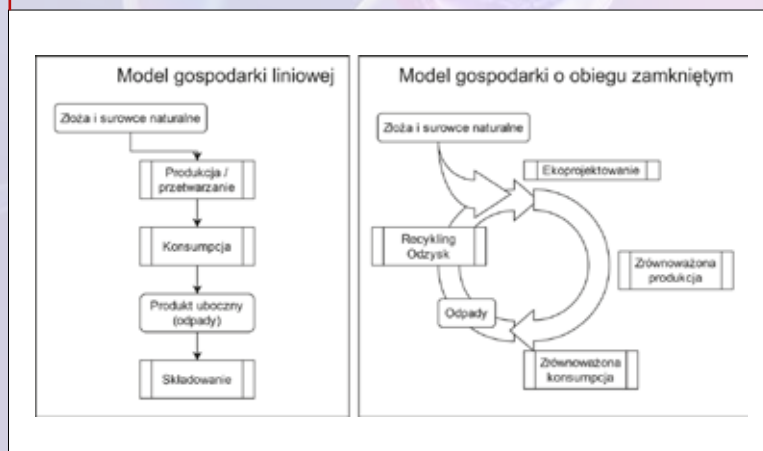
Rodzaje biogazowni

Biogazownie mogą przyjmować różne formy, w zależności od rodzaju wykorzystywanego substratu organicznego. Wyróżnia się trzy główne ich typy:

- **biogazownie na składowiskach odpadów** – wykorzystują odpady z wysypisk, które są poddawane procesowi fermentacji beztlenowej;
- **biogazownie przy oczyszczalniach ścieków** – rozwiązują problem zagospodarowania osadów ściekowych, dzięki czemu nie ma konieczności przekazywania ich podmiotom zajmującym się utylizacją;
- **biogazownie rolnicze** – działają na bazie odpadów organicznych pochodzących z rolnictwa, takich jak obornik, resztki roślinne, a także odpady powstałe w procesach przetwórstwa rolno-spożywczego.

Wszystkie te instalacje stanowią elementy systemu gospodarki cyrkularnej, w której odpady traktowane są jako zasoby, a procesy produkcyjne zostały zaprojektowane w taki sposób, by maksymalizować ponowne

RYS. 1
Fazy cyklu życia produktu w modelach gospodarki liniowej i gospodarki cyrkularnej



wykorzystanie materiałów i energii, co sprzyja zrównoważonemu rozwojowi.

W wyniku wieloletnich działań oraz intensywnych badań nad produkcją energii odnawialnej i alternatywnymi metodami zagospodarowania odpadów, w Europie liderami w produkcji biogazu są takie kraje, jak Niemcy, Wielka Brytania, Włochy, Czechy i Francja. Z uwagi na rosnące znaczenie OZE oraz potrzeby ekologiczne, biogaz stał się istotnym elementem transformacji energetycznej. Jego produkcja to nie tylko sposób na uzyskanie energii, ale również efektywna metoda zarządzania odpadami organicznymi, które w tradycyjnych systemach składowania mogą powodować poważne problemy środowiskowe. W Europie obserwuje się rosnącą tendencję w produkcji biogazu – szacuje się, że obecnie działa około 19 000 biogazowni i ich liczba z roku na rok rośnie [8].

Wśród omawianych instalacji dominują biogazownie rolnicze wykorzystujące substraty organiczne, takie jak obornik, resztki roślinne i odpady z przemysłu spożywczego. Około 20% całkowitej produkcji biogazu pochodzi ze składowisk odpadów komunalnych, gdzie odpady organiczne poddawane są procesowi fermentacji. Zaledwie 9% biogazu w Europie jest z oczyszczalni ścieków, gdzie osady ściekowe stanowią główny surowiec. W ciągu ostatnich kilku lat powstały 3 122 nowe biogazownie, co stanowi wzrost o 18%, a tylko w 2017 roku liczba ta zwiększyła się o 2% [9]. Nowo budowane instalacje stają się coraz większe, przetwarzając rosnące ilości odpadów organicznych i biomasy. W latach 90. XX wieku średnia ilość biomasy przetwarzanej w jednej instalacji wynosiła 12 000 t/rok, a w 2010 roku wzrosła do 30 000 t/rok [10].

W krajach, gdzie selektywna zbiórka odpadów nie jest powszechnie prowadzona (Francja, Hiszpania i Wielka Brytania), powstają instalacje na odpady zmieszane, które mają zdolność przetwarzania ponad 100 000 t/rok. Natomiast tam, gdzie zbiórka taka jest szeroko stosowana, jak w Szwajcarii, Austrii, Szwecji i Norwegii, buduje się znacznie mniejsze instalacje, o wydajności 8 000-15 000 t/rok. Z kolei w Niemczech, Belgii i Włoszech powstają biogazownie średniej wielkości, przetwarzające od 30 000 do 50 000 t odpadów rocznie [11]. Wzrost liczby i pojemności biogazowni świadczy o tym, jak ważną rolę odgrywają one w roz-

woju gospodarki cyrkularnej, a także w transformacji energetycznej, przyczyniając się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych i promowania odnawialnych źródeł energii w Europie.

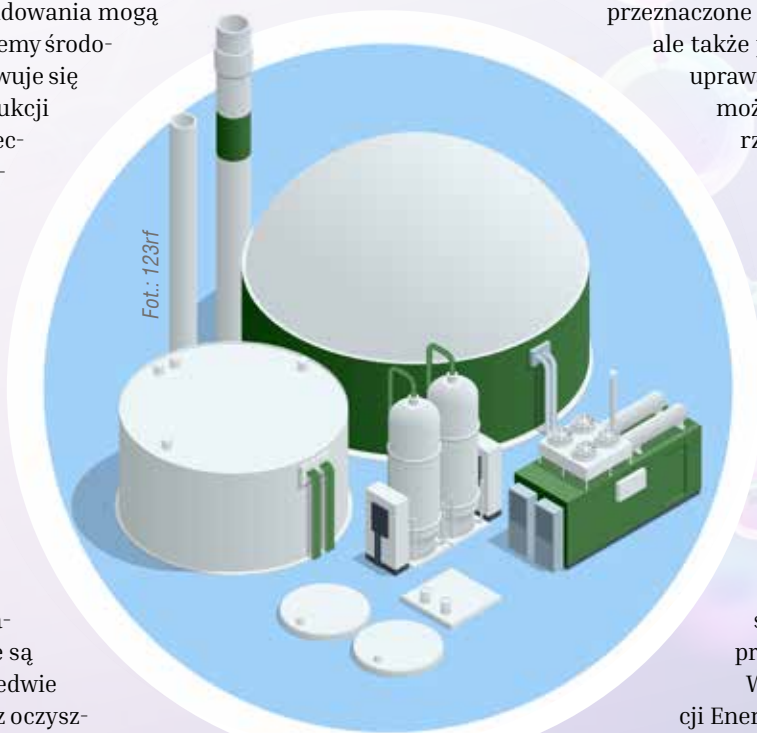
Produkcja biogazu

Do produkcji biogazu wykorzystywana jest szeroka gama substratów, które po przejściu odpowiedniego procesu fermentacji beztlenowej umożliwiają uzyskanie biogazu używanego do produkcji energii. Wśród tych materiałów znajdują się różne rodzaje upraw roślinnych, w tym specjalistyczne uprawy energetyczne, przeznaczone głównie do produkcji biogazu, ale także pozostałości po tradycyjnych uprawach rolnych. Dodatkowo biogaz można pozyskać z obornika zwierzęcego, który stanowi jeden z najczęściej wykorzystywanych substratów w biogazowniach rolniczych. Kolejnym cennym źródłem surowca są organiczne frakcje odpadów komunalnych, w tym odpady przemysłowe, zawierające znaczne ilości biomasy nadającej się do przetworzenia. Osady ściekowe również mogą stanowić surowiec do produkcji biogazu, a ich wykorzystanie w tym celu odbywa się zazwyczaj w biogazowniach przy oczyszczalniach ścieków.

Według danych Urzędu Regulacji Energetyki, w 2020 roku w Polsce działało ponad 340 biogazowni [12,13]. Wśród nich dominowały biogazownie zlokalizowane w oczyszczalniach ścieków, których liczba przekracza 100. Na drugim miejscu znajdują się biogazownie działające na składowiskach odpadów – także ponad 100 instalacji.

Biogaz uzyskany z tych źródeł jest wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej lub ciepłej. Zaledwie 1% biogazowni produkuje biogaz z odpadów mieszanych.

Największy wzrost liczby instalacji obserwuje się obecnie wśród biogazowni rolniczych, które przetwarzają głównie odpady rolnicze. W 2020 roku ich liczba wzrosła aż o 114 instalacji, co stanowi 31% całkowitej liczby biogazowni w Polsce. Jest to wyraźny trend związany z rosnącym zainteresowaniem rolnictwem ekologicznym, zrównoważonym zarządzaniem odpadami oraz produkcją energii odnawialnej. Biogazownie rolnicze, przetwarzając odpady organiczne, przyczyniają się do zmniejszenia ilości odpadów w środowisku oraz do produkcji zielonej energii, co stanowi istotny element krajowej polityki energetycznej.



BIOGAZOWNIE W GOSPODARCE CYRKULARNEJ

Jednym z kluczowych czynników wspierających wdrażanie zasad GOZ są technologie kładące nacisk na ochronę środowiska naturalnego i efektywne wykorzystanie zasobów. Przykładem są tu biogazownie, które odgrywają istotną rolę w gospodarce cyrkularnej, przetwarzając odpady organiczne w biogaz, czyli odnawialne źródło energii.

Koszty produkcji energii elektrycznej z biogazu są zróżnicowane, zależne od rodzaju surowca i zaawansowania technologicznego instalacji, i wahają się od 50 do 190 USD/MWh. Jest to wyższa wartość niż w przypadku wytwarzania energii z wiatru i fotowoltaiki, których koszty w ostatnich latach spadły. Niemniej, w przeciwieństwie do elektrowni wiatrowych czy fotowoltaicznych, biogazownie mogą działać w sposób bardziej elastyczny, oferując usługi bilansujące oraz inne pomocnicze funkcje dla sieci elektroenergetycznej. Zrozumienie i wykorzystanie tych zalet mogłoby przyczynić się do dalszego rozwoju biogazowni w przyszłości. W sytuacji gdy możliwe jest lokalne wykorzystanie ciepła, ekonomiczne argumenty przemawiające za kogeneracją biogazową stają się silniejsze niż w przypadku elektrowni. Wynika to z faktu, że kogeneracja pozwala na wyższy poziom efektywności energetycznej – około 35% energii z biogazu jest przetwarzane na energię elektryczną, a dodatkowe 40-50% ciepła – wykorzystywane do ogrzewania. Przemysł wytwarzający odpady o dużej zawartości substancji organicznych, w tym sektor spożywczy i chemiczny, może stanowić doskonałe źródło surowca do biogazu, przynosząc korzyści zarówno w postaci odzyskiwania energii, jak i zarządzania odpadami. Choć stosunkowo niewielka część biogazu produkowanego na świecie jest obecnie przetwarzana na biometan, ten obszar ma duży potencjał rozwoju, szczególnie w kontekście polityki dekarbonizacji dostaw gazu w różnych częściach świata.

Zmniejszająca się dostępność surowców nieodnawialnych wymusza zmianę strategii ochrony środowiska w kierunku czystych produkcji. Zasady te obejmują redukcję zanieczyszczeń i tworzenie produktów nadających się do ponownego wykorzystania.

W biogazowniach – komunalnych i rolniczych – odpady są wykorzystywane do produkcji biogazu w procesie fermentacji metanowej. Bez wątpienia technologia ta stanowi obiecujące rozwiązanie w zarządzaniu odpadami i produkcji energii odnawialnej.

Literatura

1. EEA Report No 12/2021: Water Resources across Europe – Confronting Water Stress: An Updated Assessment; 2021.
2. Lieder, M.; Rashid, A. Towards Circular Economy Implementation: A Comprehensive Review in Context of Manufacturing Industry. *Journal of Cleaner Production* 2016, 115, 36–51, doi:10.1016/j.jclepro.2015.12.042.
3. Zaman, A.U. A Comprehensive Study of the Environmental and Economic Benefits of Resource Recovery from Global Waste Management Systems. *Journal of Cleaner Production* 2016, 124, 41–50, doi:10.1016/j.jclepro.2016.02.086.
4. Ghisellini, P.; Cialani, C.; Ulgiati, S. A Review on Circular Economy: The Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems. *Journal of Cleaner Production* 2016, 114, 11–32, doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.007.
5. European Commission Roadmap to a Resource Efficient Europe; 2011.
6. EC Europe 2020 – A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth; 2010.
7. European Commission Communication from the Commission – Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe. European Commission 2014, 398.
8. EBA EBA Statistical Report 2020.
9. EBA EBA Statistical Report 2018, Abbreviated Public Edition; 2018.
10. Krasuska, E.; Oniszk-Popławska, A.; Lysek, M.; Jacyno, M.; Korkosz-Gębska, J.; Trębacz, D.; Wójcik, G. Kwalifikacja Prawna Biogazowni Opartej Na Odpadach Komunalnych, http://www.proakademia.eu/gfx/baza_wiedzy/371/kwalifikacja_prawna_biogazowni_opartej_na_odpadach_komunalnych.pdf (dostęp 30 grudnia 2024)
11. de Baere, L.; Mattheeuws, B. Anaerobic Digestion of MSW in Europe. *BioCycle* 2010, 51, 24–26.
12. Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa Rejestr Wytwórców Biogazu Rolniczego; 2024.
13. Urząd Regulacji Energetyki Sprawozdanie z Działalności Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki w 2024 r.; 2024. ■

Reklama



POCZUJ CHEMIĘ DO WIEDZY

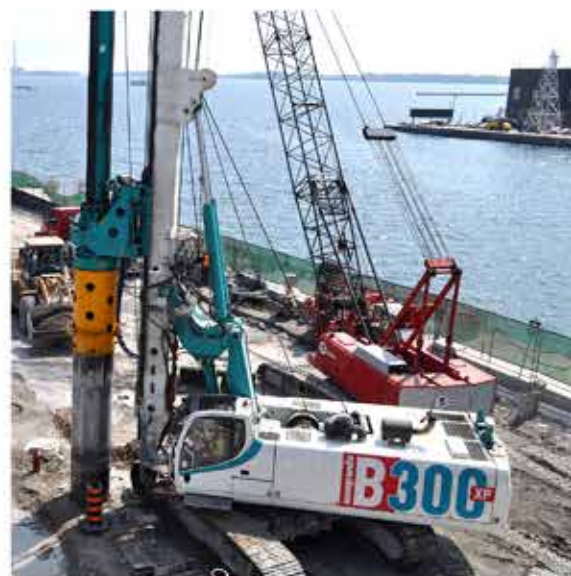
chemicznej, petrochemicznej,
rafineryjnej i gazowniczej

kierunek**chemia**





Odkryj moc ssania
KOPAREK MTS



KDM Dariusz Mazur Sp. z o.o.
tel. +48 22 499 46 80
kdm@kdmmaszynybudowlane



www.kdm.net.pl





dr Agnieszka Gajek

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Szum medialny i statystyka

Nie jest prosto wybrać temat do felietonu. To to wybór, jakich wiele w naszym życiu, bo tak naprawdę codziennie podejmujemy dziesiątki decyzji, najczęściej nie mając pełnego obrazu sytuacji, nie znając kontekstu, działamy pod wpływem impulsu, chwili. Bywa, że robiąc coś w dobrej wierze, dajemy się podpuszczać, zmanipulować i w konsekwencji podejmujemy decyzje czy też ferujemy wyroki, zamiast zastanowić się nad zasadnością takiego czy innego wyboru, lub sensownością wygłaszanych opinii. Paradoksalnie, czasem zapominamy, że nawet niepodjęcie decyzji to też decyzja.

Zdecydowanie odwołanie Komendanta Głównego PSP, nadbrygadiera Mariusza Feltynowskiego, było decyzją, która wstrząsnęła wieloma osobami. Państwowa Straż Pożarna, obok Inspekcji Ochrony Środowiska, jest głównym organem kontrolno-nadzorczym w odniesieniu do przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym i ograniczania ich skutków. Służba o bardzo dużym poważaniu i zaufaniu publicznym. A zawsze zmiana na „samej górze” wywołuje szereg spekulacji. Warto jednak pamiętać, że nigdy nie wiemy tyle, ile nam się wydaje, że wiemy, albo inaczej – rzadko wiemy na tyle dużo, aby wydawać wyroki, a szum medialny tylko wznieca większy zamęt. Szczególnie w tym kontekście warto brać większą odpowiedzialność za wypowiedane słowa czy opinie i zastanowić się przez chwilę nad mechanizmami działania mediów, polityki, nauki...

Czasami medialne są pożary pojedynczych samochodów, tak jak to miało miejsce w kwietniu zeszłego roku, gdy na warszawskim Mokotowie spłonął samochód elektryczny Lucid Air wart ok. miliona złotych. Przy czym, w tym przypadku, nie tyle niespotykane było samo zdarzenie, ile pojazd w nim uczestniczący – jedyny w Polsce. A czasem są to pożary całych kompleksów, tak jak w lutym br. w Gdańsku, gdzie w zabytkowym kompleksie magazynowym spaliło się ok. 1500 rowerów, w tym 1 300 elektrycznych,

i 1 000 baterii hiszpańskiego operatora systemu rowerów miejskich MEVO. I znów medialny był nie tyle sam pożar magazynu, w którym znajdowały się baterie litowo-jonowe, ile pożar zabytkowej hali dawnych Zakładów Naprawczych Taboru Kolejowego, zawierającej pojazdy elektryczne i baterie tego typu. Zgodnie z informacjami z oficjalnego portalu miasta Gdańska, w akcji uczestniczyło w sumie ponad 80 wozów bojowych straży pożarnej i niemal 300 ratowników, ewakuowano około 60 osób, a ogień spowodował wielomilionowe straty.

Pożary baterii litowo-jonowych: czy to w rowerach, samochodach, czy też w postaci banków energii stają się powoli naszą codziennością. Nie tylko w Polsce. Wystarczy wpisać w dowolną wyszukiwarkę odpowiednią frazę i otrzymujemy zarówno informacje i statystyki o tym, że pożary z udziałem baterii litowo-jonowych są tylko niewielkim odsetkiem wśród wszystkich pożarów, jak i zupełnie skrajne stanowisko, zgodnie z którym pożary tego typu stanowią bardzo poważne zagrożenie. Oczywiście pomiędzy tymi skrajnymi „czarno-białymi” stanowiskami otrzymujemy szereg „szarych”, bardziej wyważonych i stonowanych.

Wpisując odpowiednie frazy w wyszukiwarkach, z czasem (z uwagi na stosowane przez AI algorytmy) podsuwane są nam informacje o kolejnych pożarach, eksplozjach, uwolnieniach substancji niebezpiecznych i można odnieść wrażenie, że nic innego na świecie się nie dzieje, tylko coś się pali lub wybucha. Z drugiej strony trudno jednak nie odnieść wrażenia, że faktycznie dużo zdarzeń tego typu każdego dnia ma miejsce na całym świecie, tylko jaki stosować przelicznik... na jednego mieszkańca, na liczbę zdarzeń z udziałem tej samej substancji, na ilość baterii litowo-jonowych w danym kraju. Trudno nie stwierdzić, że jesteśmy w stanie udowodnić dowolną tezę, ale tak naprawdę to nie ma nic łatwiejszego od „sprzedania” komuś historyjki, którą chce usłyszeć i w którą chce uwierzyć.

XIX KONGRES GOSPODARKI WODNO-ŚCIEKOWEJ



KLIMAT dla wody

15-17
października
2025 r.

Jastrzębia Góra

#KGWŚ2025

ORGANIZATOR

HONOROWY GOSPODARZ

PATRONAT MEDIALNY



Masz najwyższe wymagania? Z pewnością im sprostamy!



Bezpieczeństwo w przemyśle chemicznym ma najwyższy priorytet, podobnie jak wybór właściwej aparatury do pomiaru poziomu i ciśnienia. Jednego możesz być pewien – nasze wysokowydajne czujniki uwielbiają wyzwania. Zapewniają niezawodność, dokładność i doskonałe zdolności adaptacji dając niezliczone możliwości dostosowania do wymagań Twoich procesów.

Wszystko jest możliwe. Z VEGA.