

I N Ż Y N I E R I A & UTRZYMANIE RUCHU

I KWARTAŁ 2023

NR 1 (150) ROK XX

ISSN 1734-056X

www.utrzymanieruchu.pl

gazyn wydawany jest na licencji
**PLANT
ENGINEERING**

**Badanie Funkcji
Utrzymania Ruchu 2023:
– Miejsca pracy dla specjalistów
od utrzymania ruchu czekają
na chętnych** **str. 31**

■ **Raport na temat przemysłowych
sprężarek powietrza** **str. 36**

■ Zarządzanie: trzy sposoby na zaangażowanie pracowników **str. 24**

■ Co czeka Przemysł 4.0 w 2023 roku? **str. 62**

■ 4 strategie wdrażania wyposażenia do monitorowania maszyn **str. 66**

■ Case Study: oprawy oświetleniowe mogą zredukować
przestoje w zakładach przetwórstwa spożywczego **str. 68**

ITM

INDUSTRY EUROPE

30.05-2.06.2023

POZNAŃ, POLAND



Międzynarodowe
Targi Poznańskie

ZAPRASZA

mtp
GRUPA

PRZEMYSŁ ERY CYFROWEJ

www.ITM-Europe.com

W tym samym czasie:



MODERNLOG



SUBCONTRACTING

Redakcja**Redaktor naczelny**

Michael Majchrzak
michael.majchrzak@trademedia.pl

Redaktor internetowa

Weronika Bazydło
weronika.bazydlo@trademedia.pl

Zespół redakcyjny

Aleksandra Salarewicz, Tomasz Haber,

Maciej Babecki

Reklama

Piotr Wojciechowski
p.wojciechowski@trademedia.pl

Beata Kaczmarska

b.kaczmarska@trademedia.pl

Prenumerata

pren@trademedia.pl

www.utrzymanieruchu.pl/zamow-prenumerate/

**Wydawnictwo****Trade Media International**

ul. Rzymowskiego 30
02-697 Warszawa
tel. 501 092 102
www.trademedia.pl

Wydawca

Michael J. Majchrzak
michael.majchrzak@trademedia.pl

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń oraz nie zwraca materiałów niezamówionych. Redakcja zastrzega sobie prawo do adiacji i skracania tekstów oraz zmiany ich formy graficznej i tytułów.

Czasopismo wydawane na licencji CFE Media LLC, oparte na amerykańskim magazynie *Control Engineering*. Wszystkie prawa zastrzeżone. Powielanie lub rozpowszechnianie zamieszczonego materiału redakcyjnego w jakiegokolwiek postaci, w jakimkolwiek języku, w całości lub jego części, bez uprzedniej pisemnej zgody CFE Media LLC jest zabronione. *Control Engineering* jest zastrzeżonym znakiem towarowym CFE Media LLC.



Michael Majchrzak,
Inżynieria & Utrzymanie Ruchu

Droży Czytelnicy

Niedobór wykwalifikowanej siły roboczej w produkcji jest realny i nie zniknie w najbliższym czasie. Zgodnie z wynikami naszego corocznego badania dotyczącego utrzymania ruchu (patrz temat z okładki), odsetek specjalistów ds. utrzymania ruchu, którzy uważają braki kadrowe za główne wyzwanie dla poprawy utrzymania ruchu w zakładzie, zwiększył się z 37% respondentów w zeszłym roku do 49% dzisiaj. GUS przewiduje, że ogólne zatrudnienie mechaników – specjalistów od maszyn przemysłowych, utrzymania ruchu i techników serwisu – wzrośnie w latach 2020–2030 o 19%, znacznie szybciej niż średnia dla wszystkich innych zawodów. Dobra wiadomość jest taka, że ten niedobór wykwalifikowanej siły roboczej spowodował ewolucję funkcji utrzymania ruchu ze względu na zmianę jej strategii, aby zrekompensować brak wykwalifikowanej siły roboczej. Co się stało z groźbą automatyzacji eliminującej miejsca pracy w produkcji? Chyba musimy jeszcze poczekać. W ankiecie zagłębiono się w kluczowe wyzwania związane z poprawą ogólnej funkcji utrzymania ruchu (starzejący się sprzęt jest numerem jeden), a także omówiono rozwiązania związane z brakiem siły roboczej (outsourcing funkcji utrzymania ruchu, IT).

W ostatnim numerze I&UR tematy z okładki skupiały się na kwestiach energetycznych, a w tym kwartale kontynuujemy ten trend, dodając stały dział poświęcony kwestiom energetycznym dla przemysłu. W artykule zatytułowanym „Innowacje w dziedzinie geotermalnych pomp ciepła wspierają przechodzenie na ekologicznie wytwarzaną energię elektryczną” omawiamy ostatnie innowacje w dziedzinie odwiertów geotermalnych pomp ciepła, które pomagają w łagodzeniu zmian klimatycznych i zmniejszaniu emisji. Odwiert CEGH (Convection Enhanced Geothermal Heat Pump) jest systemem zamkniętym, który zwiększa wymianę ciepła z gruntem poprzez wywołanie przepływu wód gruntowych wokół rur odwiertu. CEGH została opatentowana, a prototyp został zbudowany i przetestowany w porównaniu z konwencjonalną pętlą zamkniętą, wykazując znaczne korzyści w zakresie transferu ciepła i absorpcji. Ta nowa technologia może sprawić, że geotermalne pompy ciepła staną się praktyczne w większych budynkach komercyjnych i pokonają największą przeszkodę w rozpowszechnieniu geotermalnych pomp ciepła: wysokie koszty odwiertów i związanych z nimi pozwoleń środowiskowych.

Głównym raportem w tym wydaniu jest badanie dotyczące przemysłowych sprężarek powietrza w Polsce. W artykule „Najlepsze praktyki filtracji sprężonego powietrza w kompresorach” omawiamy znaczenie bezolejowego sprężania powietrza w takich branżach jak spożywcza, farmaceutyczna i elektroniczna w celu zmniejszenia ryzyka zanieczyszczenia sprężonego powietrza. Artykuł zwraca uwagę na dwie zmienne procesu filtracji: ciśnienie i temperaturę sprężonego powietrza / temperaturę otoczenia, które wpływają na wydajność procesu filtracji. Artykuł wspomina również o ryzyku związanym z używaniem sprężarek zalanych olejem z filtracją w celu uzyskania powietrza klasy 1 oraz o związanych z tym kosztach utrzymania.

Wraz z nadejściem wiosny jest jeszcze wiele do zrobienia. Oby Państwa procesy zarządzania utrzymaniem ruchu były doskonałe i jak zawsze zachęcam, aby sprawdzać więcej informacji na stronie www.utrzymanieruchu.pl!

Milej lektury!

Michael Majchrzak, wydawca
michael.majchrzak@trademedia.pl



31

Badanie Funkcji Utrzymania Ruchu 2023:

Miejsca pracy dla specjalistów od utrzymania ruchu czekają na chętnych

AKTUALNOŚCI

- 4 | Inwestycje w nowoczesne technologie na targach ITM INDUSTRY EUROPE
- 6 | Elektryczność 4.0 to nieuchronny kierunek zmian
- 7 | III Międzynarodowe Forum Czystości Technicznej & EXPO organizowane po raz kolejny w Polsce

BADANIE

- 8 | Co się święci w Przemśle 4.0 w 2023 roku
- 12 | 5 trendów technologicznych, które będą miały wpływ na branżę bezpieczeństwa w 2023 roku

NAJLEPSZE PRAKTYKI

- 14 | Najlepsze praktyki filtracji sprężonego powietrza w kompresorach



INŻYNIERIA & UTRZYMANIE RUCHU

I KWARTAŁ 2023
NR 1 (150) ROK XX

PORADY

- 22 | Odkręcanie zablokowanych śrub i nakrętek za pomocą oleju penetrującego

LUDZIE I ZARZĄDZANIE

- 24 | Trzy sposoby na zaangażowanie pracowników w sprawy bezpieczeństwa w sieci

OPROGRAMOWANIE

- 28 | Czy metaświat powinien mieć dla nas znaczenie?

TEMAT NUMERU

- 31 | Miejsca pracy dla specjalistów od utrzymania ruchu czekają na chętnych

RAPORT

- 36 | Raport na temat przemysłowych sprężarek powietrza



- 45 | Audyt sprężonego powietrza
- 46 | 10 sposobów na uzyskanie instalacji sprężonego powietrza zgodnej z celami neutralności klimatycznej
- 52 | Korzyści z produkowania bardziej efektywnych energetycznie systemów sprężonego powietrza

- 54 | Nowa seria śrubowych sprężarek bezolejowych DX firmy CompAir oferuje najniższy koszt posiadania i redukcję zużycia energii do 7%

ŚRODOWISKO

- 56 | Innowacje w dziedzinie geotermalnych pomp ciepła ułatwiają przechodzenie na ekologicznie wytwarzaną energię elektryczną

ELEKTRYCZNOŚĆ I ZASILANIE

- 60 | Hałas wytwarzany przez silniki elektryczne – lokalizowanie źródeł i ograniczanie poziomu

PRZEMYSŁ 4.0

- 62 | Sterowniki brzegowe w przemyśle



MECHANIKA

- 66 | Strategie wdrażania systemów monitoringu maszyn w przemyśle

CASE STUDIES

- 68 | Oprawy oświetleniowe mogą zredukować przestoje w zakładach przetwórstwa spożywczego



PRODUKTY



- 71 | Nowe polimerowe łożyska przegubowe firmy igus poprawiają bezpieczeństwo żywności
- 72 | Elektroniczna kontrola pomp w układzie otwartym umożliwia budowę wszechstronnych maszyn roboczych
- 73 | Klimatyzatory Blue e+ Outdoor – maksymalna efektywność przy każdej pogodzie



- 74 | Mazak prezentuje technologię kształtowania wiązki laserowej

OD PODSTAW

- 75 | Z kłapkami na oczach

SPIS MATERIAŁÓW REKLAMOWYCH

Albeco	20-21
Beko Technologies	50-51
Czemar	49
Elfa Distrelec	11
Hexagon	26-27
Herma	39
Inżynieria & Utrzymanie Ruchu – prenumerata	19
Inżynieria & Utrzymanie Ruchu – sprężarki powietrza	17
Pneuma	43
Profesal	IV okładka
Targi ITM	II okładka
Warsaw Industry Week	III okładka

TARGI ITM INDUSTRY EUROPE

Inwestycje w nowoczesne technologie na targach ITM INDUSTRY EUROPE

Premiery rynkowe i nowości branżowe to tylko jeden z czynników decydujących o udziale w targach ITM INDUSTRY EUROPE. Coraz częściej magnesem przyciągającym do Poznania wszystkich entuzjastów przemysłu 4.0 jest program wydarzeń towarzyszących będący uzupełnieniem innowacyjnej ekspozycji. W tym roku znajdzie się w nim wiele praktycznej wiedzy dotyczącej sztucznej inteligencji, robotyzacji, transformacji cyfrowej oraz sposobów na ciągłość produkcji w nieprzewidywalnych czasach. Ekspertki wskażą nie tylko trendy i optymalne kierunki zmian, ale także sposoby na ich skuteczne wdrożenie.

Organizatorzy targów ITM INDUSTRY EUROPE obserwując tendencje na rynku od dłuższego czasu odchodzą już od tradycyjnego postrzegania imprez wystawienniczych.

– Współczesne targi to nie tylko ekspozycja w pawilonach, ale wydarzenie łączące bogatą ofertę wiodących firm branży z energią spotkań, wymianą myśli i wiedzą płynącą z licznych debat, konferencji i pokazów odbywających się w tej samej przestrzeni. Staramy się zachęcać naszych partnerów oraz liderów w przemyśle do współtworzenia targów poprzez różne aktywności. W tej edycji podobnie jak w ubiegłym roku planujemy uruchomić dwie sceny, na których zaproszeni eksperci podzielą się swoją wiedzą. Stawiamy na zagadnienia nośne, mające bezpośrednie przełożenie na rozwój innowacyjnych technologii w przemyśle. Mocno zaakcentujemy temat sztucznej inteligencji, robotyzacji i transformacji cyfrowej – zapowiada Anna Lemańska-Kramer, dyrektor targów ITM INDUSTRY EUROPE.

W program wydarzeń w tym roku zaangażują się zarówno wystawcy jak i patroni branżowi. Po kilku latach przerwy powróci Dzień Mechanika organizowany przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich oraz Forum Inżynierskie, nad którego agendą pieczę sprawuje Naczelna Organizacja Techniczna.

Zespół targów ITM INDUSTRY EUROPE planuje także kontynuację Kongresu Industry Next. W tej edycji potrwa on jednak nie dwa, ale aż trzy dni. – Jesteśmy w trakcie dopinania ostatnich punktów programu Kongresu – zdradza Anna Lemańska-Kramer.

Nearshoring w polskim wydaniu

Jednym z patronów branżowych tegorocznej edycji targów ITM INDUSTRY EUROPE jest Związek Pracodawców Forum Automatyki



i Robotyki Polskiej, organizacja non-profit założona w 2021 r. Zrzesza polskich przedsiębiorców, w szczególności pracodawców największych polskich przedsiębiorstw związanych z rynkiem automatyki i robotyki – integratorów, dostawców rozwiązań i usług oraz producentów maszyn. FAiRP reprezentuje i wspiera przedsiębiorców tworzących rozwiązania w dziedzinach automatyzacji i robotyzacji, we wszystkich ich aspektach, m.in. naukowym, technicznym, operacyjnym, biznesowym, finansowym, prawnym i handlowym. Obecnie do grona członków należy ponad dwadzieścia firm z branży, wśród nich 14 organizacji mających status członka założyciela. W trakcie targów FAiRP poprowadzi

panel ekspercki pt.: *Robotyzacja w parze z automatyzacją blisko Ciebie, a nawet bliżej? Czyli o nearshoringu w polskim wydaniu.*

Wydarzenie skierowane jest do wszystkich zainteresowanych inwestycjami w nowoczesną i inteligentną robotyzację, automatyzację i cyfryzację. To panel skierowany szczególnie do osób szukających sprawdzonych firm, które będą towarzyszyć im w tym procesie zmiany.

W dobie zerwanych łańcuchów dostaw, w czasach niepewności szczególnie ważny jest zaufany i sprawdzony partner wdrożeniowy, będący nie tylko blisko, ale mający udokumentowane międzynarodowymi projektami kompetencje. Panel ekspercki z udziałem przedstawicieli zarówno inwestorów, jaki

i firm wdrożeniowych, jak również dostawców technologii będzie próbą odpowiedzi na pytania: Czy o jakości i wartości partnera biznesowego świadczy to, że jest on na drugim końcu świata i dlaczego jest on lepszy od tego, który jest w mojej najbliższej okolicy? Co się stanie, kiedy mój partner biznesowy ze względów od niego niezależnych nie będzie mógł zrealizować zamówionych u niego usług czy dostaw towarów? Jakie są ryzyka w kontekście sięgania po rozwiązania spoza granic Polski? Czy uruchomienie linii technologicznej z ludźmi ze Stanów Zjednoczonych, Brazylii, a nawet z Francji czy z Włoch, jest realne? Jak i gdzie szukać lokalnych dostawców? Czy finansowanie lub jego brak jest przeszkodą w inwestowaniu w technologie? Gdzie szukać środków i jak uniezależnić się od programów, dotacji, dofinansowań?

– Doszliśmy do momentu, kiedy na pytanie czy inwestować albo nie inwestować w nowoczesne technologie w polskim przemyśle, odpowiedź jest tylko jedna – mówi Tomasz Haiduk, prezes Forum Automatyki i Robotyki Polskiej. – Czas nadrobić stracony czas i zacząć doganiać Europę przy pomocy lokalnych firm o globalnym doświadczeniu, które wiedzą, jak transformować firmy produkcyjne w kierunku Przemysłu 4.0. Ma to szczególne znaczenie w obecnych mocno niepewnych czasach, gdzie zerwane międzynarodowe relacje kooperacyjne stanowią jedną z największych przeszkód realizacji inwestycji. Stąd coraz częściej inwestorzy dobierają partnerów z najbliższej okolicy, tak zwany nearshoring. Pozwala to na częściowe uniezależnienie się od nieprzewidywalności globalnego łańcucha dostaw i zapewnienie działania firmy w oparciu o lokalne zasoby – dodaje prezes FAiRP.

Transformacja cyfrowa sposobem na kryzys?

„Czy to już kryzys? I co dalej? Oszczędzać czy inwestować? Szkolić czy zwalniać?” – na te pytania odpowiedzą zaproszeni eksperci podczas organizowanej na targach przez Firmę DBR77 konferencji.

– Od dawna nad gospodarką światową wiszą czarne chmury w postaci wysokich cen żywności i energii, podwyżek stóp procentowych, wojny w Ukrainie czy pandemii COVID-19. Chociaż polska gospodarka jeszcze tak mocno tego nie odczuwa, to można zaobserwować sygnały świadczące o kryzysie zataczającym

coraz większe kręgi m.in. w przemyśle. Wokół tego tematu będziemy „krążyć” pierwszego dnia konferencji podczas targów ITM INDUSTRY EUROPE w Poznaniu. – mówi dr Piotr Wiśniewski, CEO Platformy DBR77.

W drugim dniu seminarium wiodącym zagadnieniem będzie transformacja cyfrowa.

– Transformacja cyfrowa wydaje się być najlepszym i jedynym rozwiązaniem, dzięki któremu polskie przedsiębiorstwa produkcyjne mogą zdobyć przewagę konkurencyjną na rynku oraz pozyskać nowe zlecenia. Przed firmami pojawiają się nowe możliwości, które należy wykorzystać – przekonuje dr Piotr Wiśniewski.

Jak sfinansować transformację przedsiębiorstwa ze środków UE? Jak podejść do oceny efektywności operacyjnej i finansowej rewolucji digitalnej (budowa Drogi Rozwoju Digitalnego), jak wykorzystać nowe narzędzia transformacji dostępne na rynku (big data, bliźniak cyfrowy i AI, marketplace?) – to tylko część pytań, na które odpowiadać będą prelegenci.

Podczas wydarzenia nie zabraknie także warsztatów praktycznych dotyczących poruszanych podczas konferencji tematów. Organizatorzy planują „wziąć pod lupę” projekty unijne, obliczanie emisji CO₂, analizę opłacalności inwestycji w robotyzację, budowę drogi rozwoju digitalnego (e-strategię przedsiębiorstwa).

Pokazy spawania łukowego

MPLAB Prototypes oficjalny Gold System Partner firmy KUKA, producenta robotów przemysłowych, zrzeszającego najlepszych integratorów, planuje podczas targów ITM INDUSTRY EUROPE pokazy spawania łukowego.

Uczestnicy poznają inteligentne roboty o dużym stopniu samodzielności gwarantujące maksymalny poziom bezpieczeństwa i komfort pracy dla obsługujących je pracowników. W trakcie pokazów zostanie zaprezentowany

idealny duet do spawania – cела spawalnicza MPARC Compact i robot KUKA, które – jak zapewniają eksperci MPLAB Prototypes – są świetnym sposobem na zwiększenie wydajności produkcji. Dzięki prezentowanym rozwiązaniom będzie można zoptymalizować koszty gospodarki narzędziowej w spawalnictwie. Uczestnicy dowiedzą się jak można sfinansować takie innowacje. – Aktualnie obserwujemy ogromny wzrost zainteresowania robotami przemysłowymi przeznaczonymi do spawania łukowego. Po rozwiązaniach, które zarezerwowane były głównie dla dużych przedsiębiorstw, coraz częściej sięgają średnie, a nawet niewielkie firmy produkcyjne, które chcą przede wszystkim znacząco ograniczyć koszty, zyskać powtarzalną, wysoką jakość spoin oraz elastyczność produkcji. Kompaktowa cела spawalnicza MPLAB COMPACT jest więc odpowiedzią na aktualne potrzeby rynku. Większość przedsiębiorców, kupując robota decyduje się na maksymalne ograniczenie jego funkcjonalności – chcą w ten sposób zachować jak najniższą cenę. Niestety, takie podejście jest niewłaściwe i może prowadzić do problemów z prawidłowym działaniem stanowiska. Dlatego tak ważny jest wybór doświadczonego integratora, który pokaże, na co należy zwrócić uwagę, oraz czego unikać przy wyborze i wyposażaniu stanowiska spawalniczego. Oczywiście cena odgrywa bardzo dużą rolę, jednak to wydajność i funkcjonalność powinny decydować o wyborze konkretnego rozwiązania – przekonuje Piotr Janica, prezes, Właściciel MPLAB Prototypes.

Targi ITM INDUSTRY EUROPE odbędą się w dniach 30.05-2.06.2023 na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich. W tym samym czasie będzie można zwiedzić ekspozycję: Targów Logistyki, Magazynowania i Transportu Modernlog, Targów Kooperacji Przemysłowej Subcontracting oraz Salonu Bezpieczeństwa Pracy w Przemyśle.



TOP 5
Najpopularniejszych
artykułów 2022 r.
Inżynieria
& Utrzymanie Ruchu



SCHNEIDER ELECTRIC

Elektryczność 4.0 to nieuchronny kierunek zmian

Aż 49 proc. małych i średnich przedsiębiorstw określa podwyżki cen energii elektrycznej jako dotkliwe, a wynik ten jest najwyższy w branży produkcyjnej. To kluczowe wnioski z raportu fundacji Digital Poland „Elektryczność 4.0. Tańsza, czystsza i stabilniejsza energia dla polskich przedsiębiorstw”, którego partnerem jest firma Schneider Electric. Szansą na zmianę ma być wdrożenie zasad Elektryczności 4.0.

Raport powstał w oparciu o badanie 321 przedstawicieli MŚP (właścicieli, współwłaścicieli oraz osób zarządzających). Jego celem było zweryfikowanie podejścia polskich przedstawicieli małych i średnich firm do transformacji energetycznej. Wyniki badania ukazują ich stosunek do cyfryzacji i automatyzacji usług w dziedzinie energetyki, a także wskazują na szanse i zagrożenia, jakie w tym kontekście dostrzegają przedsiębiorcy.

Droga energia uderza w biznes

Zaledwie dla 3 proc. małych i średnich przedsiębiorstw ostatnie podwyżki cen energii nie były w ogóle dotkliwe. Najsilniej odczuły je firmy z sektora produkcji (58 proc.). Z badania fundacji Digital Poland i Schneider Electric wynika również, że tylko co trzecia polska firma ani razu nie zmagala się w ciągu ostatniego roku z przerwą w dostawach prądu. To alarmujące dane, które uwypuklają wyzwania, z jakimi musi mierzyć się sektor energetyczny.

– Wojna i powiązany z nią kryzys energetyczny dobitnie pokazały, jak ważne jest przyspieszenie wdrożenia w Polsce inteligentnej elektryfikacji opartej na odnawialnych źródłach energii oraz cyfrowym monitoringu i innych rozwiązaniach prowadzących do optymalizacji zużycia energii w firmach. Nikt nie powinien już pytać „czy”, ale „jak szybko” to zrobić. Relatywnie tania i niezawodna energia oraz cyfryzacja są i będą kluczowymi czynnikami budującymi konkurencyjność Przemysłu 4.0. – podkreśla Piotr Mieczkowski, dyrektor zarządzający fundacji Digital Poland.

Czym jest Elektryczność 4.0? To proces transformacji w kierunku energii elektrycznej, która pochodzi z rozproszonych odnawialnych źródeł, jest zarządzana cyfrowo i dystrybuowana poprzez dwukierunkowe, elastyczne i niezależne sieci.

– Optymalizacja zużycia energii nie była dotychczas dla wielu firm priorytetem, ponieważ koszt energii w naszym kraju był relatywnie niski. Jako że koszt ten w ostatnim okresie

istotnie wzrósł, a równolegle znacząco wzrosło ryzyko ograniczeń w zużyciu energii, coraz więcej firm dostrzega wartość w cyfryzacji ich własnego ekosystemu elektroenergetycznego oraz wytwarzaniu energii ze źródeł odnawialnych. Dobrą wiadomością jest fakt, że 80 proc. zapytanych przez nas w raporcie przedstawicieli MŚP twierdzi, iż inteligentna transformacja energetyczna oparta na OZE jest nieuchron-

nie energii z odnawialnych źródeł, przy czym jedynie 18 proc. może pochwalić się wdrożeniem tego typu rozwiązań w ramach własnej działalności. Trwający kryzys energetyczny sprawił natomiast, że 48 proc. przedsiębiorstw planuje w przyszłości wdrożenie u siebie odnawialnych źródeł energii. Podobny odsetek zapytanych ma też w planach wprowadzenie cyfrowego monitoringu zużycia energii, pod-



na. Polscy przedsiębiorcy nie tylko zaczynają zdawać sobie sprawę z korzyści związanych z wdrożeniem inteligentnej elektryfikacji, ale też coraz częściej planują konkretne działania w tym zakresie – zaznacza Jacek Łukaszewski, prezes Schneider Electric na klaster Europy Środkowo-Wschodniej.

Inteligentne OZE odpowiedzą na kryzys energetyczny

Szansą na wzmocnienie gospodarki, bardziej przystępne ceny oraz niezakłócony dostęp do energii jest inteligentna elektryfikacja oparta na OZE, nazywana przez autorów raportu Elektrycznością 4.0. Z badania wynika, że tylko co trzecie MŚP deklaruje wykorzystywa-

nienie efektywności energetycznej obiektów oraz wdrożenie mikrosieci.

Zdaniem 80 proc. przedsiębiorców inteligentna transformacja energetyczna to nieuchronny kierunek zmian – przede wszystkim ze względu na ochronę środowiska naturalnego oraz rosnące ceny energii elektrycznej.

– Motywatorem zmian dla firm musi być zapewnienie konkurencyjności. Niezależnie od branży i od pochodzenia inwestorów w procesach biznesowych wymagane będzie, a czasem już jest, przedstawianie śladu węglowego w całym łańcuchu produkcji. Na poziomie unijnym akt prawny zwany „taksonomią” tworzy ramy ułatwiające podejmowanie zrównoważonych inwestycji. Stopniowo wszystkie firmy będą

nim objęte, a współpraca czy inwestycje będą podejmowane według określonych kryteriów ESG (środowisko, społeczna odpowiedzialność i ład korporacyjny). Przedstawione badanie pokazuje, że już większość firm MŚP to rozumie, pozostaje im tylko podjąć działania, a decydemt ułatwiać procesy prowadzące do zrównoważonego rozwoju – tłumaczy Magdalena Maj, kierownik Zespołu Klimatu i Energii w Polskim Instytucie Ekonomicznym.

Korzyści i wyzwania Elektryczności 4.0

Rozwój inteligentnej elektryfikacji nabrał szczególnego tempa w ostatnich kilku latach głównie dzięki dotacjom. Potwierdzają to wyniki badania fundacji Digital Poland i Schneider Electric. Największą barierą związaną z inteligentną elektryfikacją są wysokie koszty realizacji. Wskazuje na to 47 proc. MŚP. Badani wymieniają również brak dofinansowania ze strony państwa. Dla sektora publicznego to sygnał, aby rozpocząć budowę systemowego wsparcia przedsiębiorców, opartego na dotacjach i ulgach podatkowych.

– Demokratyzacja, czyli powszechne przyjęcie technologii umożliwiających inteligentną elektryfikację, pozwoli na sukcesywne obniżanie bariery wejścia, jaką są wysokie koszty. Oczywiście nie jest to jedyna przeszkoda. Jednym z priorytetów powinna być także współpraca biznesu z administracją na tym właśnie polu. Pozwoli ona z jednej strony wypracować wspólne płaszczyzny edukacji obywateli i zaznajamiania ich z możliwościami i korzyściami wykorzystania nowoczesnych technologii, mówiąc wprost, wprowadzania pod strzechy inteligentnej elektryfikacji. Z drugiej umożliwi wypracowanie odpowiednich wzorców dobrych praktyk, ale przede wszystkim regulacji zbieżnych z możliwościami rynku, oczekiwaniami samych zainteresowanych i ich portfelami – wskazuje Wojciech Świątek, dyrektor ds. zrównoważonego rozwoju w Schneider Electric.

Przedstawiciele małych i średnich przedsiębiorstw są też świadomi korzyści płynących z inteligentnej elektryfikacji. Prawie co drugi badany wskazuje, że wpływa ona na obniżenie kosztów energii elektrycznej. Aż 42 proc. przedsiębiorców utożsamia Elektryfikację 4.0 z pozytywnym wpływem na środowisko i ochroną klimatu.



III Międzynarodowe Forum Czystości Technicznej & EXPO organizowane po raz kolejny w Polsce

III Międzynarodowe Forum Czystości Technicznej & EXPO jest organizowane po raz kolejny w Polsce w dniach 18-19.05.2023 w CWK Opolu.

Podczas naszego forum specjaliści z branży produkcyjnej, inżynierowie procesu, managerowie działów i dyrektorzy produkcji spotkają się z dostawcami maszyn, usług i technologii, które służą zapewnieniu czystości technicznej zgodnie z wymaganiami norm VDA 19 i ISO 16232 w procesie produkcji i montażu. Spotkania podczas dwóch dni Forum odbywają się w formie prezentacji najnowszych technologii i innowacyjnych rozwiązań w ramach paneli tematycznych, które prowadzą partnerzy branżowi Forum, eksperci w swoich dziedzinach. Forum to przede wszystkim okazja do zdobycia know-how od ekspertów na bazie już zrealizowanych projektów.

Czystość techniczna komponentów zgodnie z wymaganiami norm VDA 19 i ISO 16232

to obecnie jeden z najważniejszych tematów w firmach produkujących części dla branży samochodowej i lotniczej. Wprowadzenie jej i utrzymanie w procesie produkcyjnym stanowi nie lada wyzwanie. Jak to zrobić?

Procesy gratowania i mycia mają wpływ na ostateczny poziom czystości technicznej komponentów, które są dostarczane na montaż finalny. Kluczowe znaczenie ma również poziom czystości pomieszczenia w jakim odbywa się produkcja tych komponentów oraz zastosowane opakowania i środki zabezpieczające przed ich ponownym zabrudzeniem.

Zagadnienia kontroli czystości technicznej zgodnie z VDA 19 i ISO 16232 dopełniają całości.

III Międzynarodowe Forum Czystości



Technicznej & EXPO przygotowuje dla uczestników pakiet nowych tematów związanych z czystością techniczną w elektro-mobilności oraz wykorzystaniem paliwa wodorowego w przemyśle samochodowym, dając możliwość uzyskania odpowiedzi dotyczących czystości technicznej na praktycznie każde pytanie w jednym miejscu, podczas dwóch dni naszego Forum.

Co się święci w Przemysle 4.0

Trwa nieustanne dążenie do coraz większej cyfryzacji w przemyśle

W nowym roku 2023 indeksy giełdowe osiągnęły nowe rekordy, a bilionowe transakcje w obszarze infrastruktury zaczęły wpływać na gospodarkę, dlatego też rok ten rozpoczyna się z wielkim hukiem. Jednak

spowodowane przez pandemię zakłócenia w dostępności pracowników oraz w łańcuchach dostaw, w połączeniu z coraz większymi wymaganiami dotyczącymi czasów realizacji zamówień i jakości produktów sprawiły, że producenci zmagają się obecnie z problemem, w jaki sposób najbardziej efektywnie reagować na te wymagania.

Jednak jest też dobra wiadomość – nadawanie priorytetu cyfryzacji zakładów przyniesie firmom przemysłowym zyski w pewnych obszarach produkcji i biznesu, które pozostaną znaczące w 2023 roku. Trendy w biznesie będą nadal ewoluować, a czasami nawet eksplodować. W tym artykule omówimy, dlaczego większe usieciowienie zakładów pomaga firmom w identyfikowaniu opisanych dalej trendów oraz skutecznym reagowaniu na nie.

Trend #1. Wykorzystywanie okazji do tworzenia uzasadnień biznesowych dla inwestycji w cyfryzację

Przede wszystkim: firma musi zawsze uzyskać zwrot z inwestycji (ROI). Każdy projekt dla naszych Klientów rozpoczyna się od opracowania uzasadnienia biznesowego¹ oraz określenia wskaźnika zwrotu w inwestycję w zwiększoną cyfryzację operacji produkcyjnych. Na przykład jedna z firm produkujących odlewy ciśnieniowe zidentyfikowała ilość odpadów w zakresie od 9 do 10% jako normę w tej gałęzi przemysłu. Obliczyliśmy, że usieciowienie sprzętu w ich zakładzie, umożliwienie zbierania danych oraz poprawa procesu produkcji i jakości wyrobów, mierzona za pomocą wielu wskaźników produkcyjnych, przyniesie zmniejszenie ilości odpadów o jeden punkt procentowy, co przełoży się na oszczędności w wysokości 250 000 USD rocznie. Takie wyniki nie tylko są wartościowe same w sobie, ale też stanowią pewien bodziec do ciągłego ulepszania procesów w zakładzie.

Trend #2. Wytwarzanie lepszych produktów dzięki cyfryzacji zakładów

Większa cyfryzacja i usieciowienie nie tylko zmieniają procesy produkcyjne, ale także same produkowane wyroby. Ten trend jest realizowany za pomocą obrabiarek, robotów oraz coraz większej liczby komponentów wyposażenia zakładów.

Jeden z głównych producentów pomp, silników i łożysk nie tylko wykorzystuje analitykę predykcyjną w swoim zakładzie, ale dzięki zmniejszeniu czasu przestojów oraz poprawie jakości produktów sprzedaje i wysyła swoje wyroby po zmniejszonych kosztach. Ponadto firma ta oprócz korzystniejszych cen oferuje także subskrypcyjną usługę zdalnego monitorowania swoich produktów jako część gwarancji. Na przykład w przypadku pomp komponenty ulegające zużyciu, takie jak uszczelnienia, są monitorowane przez producenta pomp i wysyłane z wyprzedzeniem jako części zamiennie przed ewentualną awarią urządzenia. To przynosi korzyści w wielu obszarach zarówno producentowi pompy, jak i jej użytkownikowi końcowemu. Korzyści te to: wydłużony czas bezawaryjnej pracy pompy, mniejsza ilość części zamiennych magazynowanych u klienta oraz bliższe relacje z klientem, przynoszące wartość dodaną. Można oczekiwać, że w miarę jak usieciowienie będzie się zwiększać, takie zmiany modelu biznesowego będą częstsze.

Trend #3. Obniżanie kosztów cyfryzacji dzięki niższym cenom sprzętu oraz oprogramowania

Obecnie rozwiewane są obawy o zbyt obciążające budżet koszty niezrozumiałych projektów cyfryzacji w przemyśle produkcyjnym. Sprzęt tanieje, moc obliczeniowa procesorów i wielkość pamięci rośnie, a takie komponenty jak czujniki stają się coraz dostępnejsze. W rzeczywistości celem cyfryzacji może być ogólne ulepszenie całego systemu, jednak nie musi to być punkt startowy. „Myśl szeroko, zaczynaj powoli, ponoś porażki szybko”² jest potężną mantrą.

Zakup przez firmy przemysłowe fabrycznie nowego sprzętu ze wbudowanymi modułami sieciowymi nie jest konieczny na początku. Standardy przemysłowe takich organizacji jak OPC (standard OPC-UA) oraz Stowarzyszenia Technologii Produkcyjnej³ (standard MTConnect) pomagają obecnie firmom w podłączeniu ich starszego sprzętu do ulepszonych sieci w zakładach produkcyjnych. Warto mieć na uwadze kilka następujących standardów:

- ISA 95 – standard integracji systemów przedsiębiorstwa i systemów sterowania;
- OPC-UA – niezależny od platformy, zorientowany na usługę protokół komunikacyjny dla automatyki przemysłowej;
- MTConnect (ANSI/MTC) – słownik semantyczny dla sprzętu produkcyjnego⁴. Standaryzuje dane urządzeń fabrycznych, ułatwiając uporządkowane pobieranie informacji o procesach z obrabiarek sterowanych numerycznie;
- QIP⁵ – standard przeznaczony dla systemów komputerowej kontroli jakości;
- ISO 23247 – platforma cyfrowych bliźniaków dla przemysłu produkcyjnego⁶

Szybki FAKT

► **Czwarta Rewolucja Przemysłowa** albo Przemysł 4.0 jest konceptualizacją gwałtownej zmiany w technologii, przemyśle oraz wzorcach społecznych i procesach w XXI wieku. Zmiana ta jest spowodowana rosnącą liczbą wzajemnych połączeń sieciowych oraz inteligentną automatyką.
Źródło: Wikipedia

w 2023 roku

Trend #4. Wykorzystanie w zakładach produkcyjnych technologii AI jako rozszerzonej inteligencji

Obecnie coraz więcej firm produkcyjnych analizuje i adaptuje technologię sztucznej inteligencji⁷ w stale rosnącej liczbie aplikacji. A tempo tych adaptacji będzie tylko rosło. Według niedawnych badań, przeprowadzonych przez firmę Gartner wśród ponad 3000 dyrektorów ds. informacji/informatyki (CIO) w 89 krajach, wdrożenia AI wzrosły o 270% w ciągu ostatnich czterech lat, w tym o 37% w samym tylko ubiegłym roku. Natomiast w tym roku wartość tych wdrożeń osiągnie 6,14 mld USD.

Nadal pozostajemy daleko od sytuacji, w której AI może całkowicie przejąć złożone zadania, jednak teraz weszliśmy do świata, w którym AI asystuje ludziom w pracy i przy podejmowaniu decyzji – co nazywany rozszerzoną inteligencją⁸, mówi Chris Howard, wiceprezes ds. badań w firmie Gartner. Jeśli jesteś dyrektorem ds. informacji, a Twoje przedsiębiorstwo nie wykorzystuje sztucznej inteligencji, to istnieje duże prawdopodobieństwo, że Wasza konkurencja to robi i ten fakt powinien Was niepokoić.

Wśród ankietowanych dyrektorów CIO znajdowali się reprezentujący firmy o łącznym przychodzie 15 bln USD, z sektora publicznego oraz te, które wydały na inwestycje IT łącznie 284 mld USD. W tej grupie wdrożenia AI potrojiły się w ubiegłym roku, wzrastając od 25% w 2018 r. Gartner przypisuje ten duży wzrost dojrzałości możliwości technologii AI oraz dużej szybkości, z jaką staje się ona integralną częścią strategii cyfrowych. AI osiąga obecnie historyczny moment z powodu sześciu zbiegających się czynników:

Bigger Data. Wiele urządzeń w zakładach przemysłowych dało nam dostęp do wielkich ilości danych do przetworzenia,

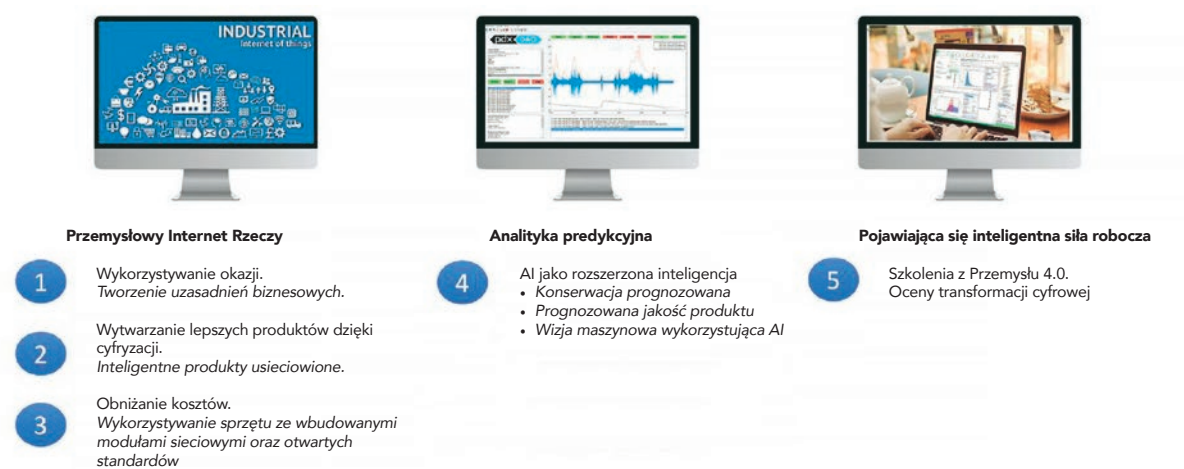
zarówno ustrukturyzowanych (w bazach danych i arkuszach kalkulacyjnych), jak i nieustrukturyzowanych (takich jak tekst, pliki audio, wideo oraz obrazy). Wielkie dane⁹ będą stały się jeszcze większe¹⁰. Przetwarzanie tych informacji przy pomocy technologii AI pozwala nam na wykorzystanie ich w praktyce – do odkrycia wzorców historycznych, bardziej efektywnego prognozowania, dokonywania bardziej efektywnych rekomendacji oraz innych celów.

Moc obliczeniowa. Rozwijające się szybko technologie, takie jak przetwarzanie danych w chmurze oraz procesory GPU, umożliwiły firmom tańsze i szybsze przetwarzanie wielkich ilości danych za pomocą systemów opartych na AI poprzez przetwarzanie równoległe. W przyszłości chipy „głębokiego uczenia”¹¹ – będące obecnie kluczowym obiektem badań – pchną obliczenia równoległe jeszcze dalej.

Usieciowiony glob. Globalne łańcuchy dostaw w przemyśle produkcyjnym wraz z platformami mediów społecznościowych fundamentalnie zmieniły sposób interakcji ludzi, rodzaj informacji, których mogą oni oczekiwać oraz czas uzyskiwania tych informacji. Większe usieciowienie przyspiesza obecnie rozchodzenie się informacji i zachęca do udostępniania informacji, zapowiadając pojawienie się „kolektywnej inteligencji”, obejmującej społeczności deweloperów oprogramowania open source, opracowujące narzędzia AI oraz udostępniające aplikacje.

Oprogramowanie open source i dane otwarte. Tego typu oprogramowanie i dane przyspieszają obecnie demokratyzację oraz wykorzystywanie AI. Wskazuje na to popularność otwartych standardów i platform uczenia maszynowego. Podejście typu open source może oznaczać mniejszą ilość czasu poświęconą na tworzenie oprogramowania, standaryzację przemysłu oraz powszechniejsze wykorzystywanie pojawiających się narzędzi AI.

Większa wydajność. Badacze poczynili postępy w kilku aspektach AI, szczególnie „głębokim uczeniu” oraz „głębokim uczeniu ze wzmocnieniem”¹². W wyniku tego zmienia się realizacja procesów technologicznych, na przykład zro-



Rys. 1. Trendy związane z koncepcją Przemysłu 4.0 są pod wieloma względami rozszerzeniem lub dalszym rozwinięciem możliwości nieodłącznie związanych ze wprowadzeniem sterowników programowalnych oraz rozproszonych systemów sterowania w latach 80. XX w. oraz będących wprowadzanymi w ewoluujący sposób w miarę upływu czasu. Źródło: IoTco

botyzowanego zgrzewania rezystancyjnego. Stosowane do tej pory roboty posiadały napęd hydrauliczny lub pneumatyczny i wyposażone były w czujniki. Na podstawie sygnałów z czujników maszyna przykładała odpowiednią siłę docisku zgrzewanych elementów i stosowała odpowiedni prąd zgrzewania. Według danych firmy FANUC North America z siedzibą w Rochester Hills (stan Michigan, USA) wynikiem takiego procesu były straty materiału wynoszące przeciętnie 30%.

Firma FANUC posiada laboratorium badawczo-rozwojowe, dzięki któremu może wykorzystywać wyniki badań w takich dziedzinach jak robotyka, silniki liniowe, sterowanie CNC i czujniki oraz łączyć je z doświadczeniem w aplikacjach przemysłowych. Jednym z najnowszych wyników tych prac jest technologia, nazwana przez FANUC „Learning Vibration Control”¹³ (LVC).

Roboty typu Gakushu (uczące się; firmowa nazwa FANUC), wykorzystując oprogramowanie LVC oraz kamery, automatycznie i w czasie rzeczywistym regulują dokładnie różne parametry przy mocowaniu lub innych operacjach.

Ruch tych robotów jest zoptymalizowany, dzięki czemu uzyskuje się skrócenie czasu cyklu nawet o 15% w procesach zgrzewania punktowego. Jednocześnie dokonywana jest kontrola jakości z takimi tolerancjami, które są nieosiągalne ręcznie.

W miarę zmniejszania się kosztów sprzętu i oprogramowania w podstawowych maszynach i urządzeniach przemysłowych, takich jak sterowniki pomp, przenośniki czy układy automatyki w hali fabrycznej, będzie następowała adaptacja technik AI. Dzięki usieciowieniu i technologiom Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT) wybór pomiędzy tradycyjnym sterownikiem silnika, który tylko reguluje parametry jego pracy, a sterownikiem inteligentnym, który nie tylko reguluje, ale i dostarcza informacji na temat pracy silnika w przyszłości, będzie jednoznaczny. Coraz więcej gałęzi przemysłu będzie przechodziło na układy automatyki i sterowania wykorzystujące sztuczną inteligencję.

Trend #5. Pojawiająca się wraz z cyfryzacją „inteligentna siła robocza”

Znaczącym trendem, który od wielu lat jest najwyższym priorytetem w przemyśle produkcyjnym, jest kwestia: skąd będą pochodzić pracownicy działów produkcji w przyszłości. Wynikiem cyfryzacji oraz ulepszonej analityki danych będą nie tylko lepsze i bardziej elastyczne fabryki, ale i przyciąganie do pracy w przemyśle ludzi obeznanych z technologią cyfrową i biegłych w obsłudze oprogramowania.

Ta następna generacja pracowników zakładów produkcyjnych będzie się nieustannie uczyć. Ludzie ci będą gotowi do podejmowania nowych ról, na które zapotrzebowanie będzie coraz większe, w miarę jak technologie zmieniają procesy i operacje w przemyśle produkcyjnym.

Aby system edukacji był w stanie nadążać za zapotrzebowaniem przemysłu na pracowników, szkoły także będą musiały być elastyczne i dostosowywać programy edukacji i zajęć praktycznych tak, aby ich absolwenci mogli efektywnie realizować zadania wyznaczane przez lokalne zakłady przemysłowe różnych branż.

Firma IoTco LLC również nadaje priorytet takiej edukacji poprzez swoją Akademię Internetu Rzeczy (IoT Academy). Dla osób, które są gotowe pracować z nami, oferujemy trzy typy zajęć:

- seminaria i warsztaty,
- jednodniowe kursy dla kadry kierowniczej,
- trzydniowe kursy dla kadry kierowniczej.

Jak powiedziano kilka lat temu, „dane są nową ropą naftową, a zakłady przemysłowe każdej wielkości siedzą na potencjalnych złożach”. Rozwijając tę analogię: firmy przemysłowe mogą zarówno odkrywać wirtualne jeziora danych, jak i je oczyszczać oraz wzbogacać (tak jak dokonuje się rafinacji ropy naftowej). Wykorzystywanie okazji do większej cyfryzacji zakładów, lepszej analityki danych oraz zwiększania wydajności w przemyśle produkcyjnym jest zarówno nastawieniem, jak i misją. Zwiększanie usieciowienia oraz dostępu do danych będzie nadal siłą napędową zmian w produktach, modelach biznesowych oraz siłę roboczej – w tym roku i następnych. Dotyczy to nie tylko projektowania i produkcji, ale także i rynku konsumenckiego.

*Dr. Mo Abuali, dyrektor generalny (CEO)
i partner zarządzający w IoTco LLC.*

Główne WNIOSKI

- ▶ **Przed wszystkim musimy zawsze uzyskać zwrot z inwestycji (ROI). Opracować uzasadnienie biznesowe i obliczyć ROI dla inwestycji w zwiększoną cyfryzację operacji produkcyjnych.**
- ▶ **Większa cyfryzacja i usieciowienie nie tylko zmieniają procesy produkcyjne, ale także same produkowane wyroby. Ten trend jest realizowany za pomocą obrabiarek, robotów oraz coraz większej liczby komponentów wyposażenia zakładów przemysłowych.**
- ▶ **Celem cyfryzacji może być ogólne ulepszenie całego systemu, jednak nie musi to być punkt startowy. „Myśl szeroko, zaczynaj powoli, ponoś porażki szybko” jest potężną mantrą.**
- ▶ **W miarę spadku cen sprzętu i oprogramowania w podstawowych maszynach i urządzeniach przemysłowych, takich jak sterowniki pomp, przenośniki czy układy automatyki w hali fabrycznej będzie następowała adaptacja technik AI.**
- ▶ **Wynikiem cyfryzacji oraz ulepszonej analityki danych będą nie tylko lepsze i bardziej elastyczne fabryki, ale i przyciąganie do pracy w przemyśle ludzi obeznanych z technologią cyfrową i biegłych w obsłudze oprogramowania.**

¹ business case

² oryg. Think big, start small, fail fast

³ The Association for Manufacturing Technology

⁴ manufacturing equipment semantic vocabulary

⁵ quality information framework

⁶ digital twin framework for manufacturing

⁷ artificial intelligence, AI

⁸ ang. augmented intelligence

⁹ ang. Big Data, czyli duże, zmienne i różnorodne zbiory danych

¹⁰ ang. Bigger Data

¹¹ deep learning

¹² deep reinforcement

¹³ precyzyjne sterowanie z uczeniem się charakterystyki wibracji, dzięki czemu uzyskuje się ich redukcję



Zróbmy to razem

Możesz liczyć na
sprawną dostawę i
konkurencyjne ceny

Sprawdź teraz



www.elfadistrelec.pl

5 trendów technologicznych, które będą miały wpływ na branżę bezpieczeństwa w 2023 roku

To, co ma największy wpływ na współczesną branżę bezpieczeństwa to nowe technologie, które rokrocznie przyjmują coraz to nowszy kształt. By móc przewidzieć, jak będzie wyglądała branża w najbliższych miesiącach, przyglądamy się pięciu najbardziej wyrazistym kierunkom rozwoju nowych technologii, które niewątpliwie będą miały wpływ na cały sektor.

Nikogo już nie zdziwi stwierdzenie, że technologia stała się wszechobecna w naszym życiu – prywatnym i zawodowym. Jest to wynik korzyści, jakie nowe technologie przynoszą przedsiębiorcom i obywatelom w zakresie świadczenia efektywniejszych, bezpieczniejszych i bardziej wydajnych usług. Stopień tej integracji jednakże staje się coraz bardziej dynamiczny, a postęp w rozwoju nowych technologii nieustannie przyspiesza.

Na wszystkie sektory technologii – w tym na branżę ochrony – wpływa także światowa sytuacja gospodarcza, makroekonomiczna i środowiskowa. To ona będzie w równym stopniu determinować jej przyszłość i to, w jaki sposób zostanie ona wykorzystana do budowania bezpieczniejszego, inteligentniejszego świata.

Zacznijmy jednak od 2023 roku – oto 5 trendów, które będą napędzać całą branżę bezpieczeństwa w najbliższym czasie.

1. Od analityki do działania

Przez długi czas rozwiązania analityczne były wykorzystywane głównie do detekcji problemów. Teraz, wkraczamy w fazę dynamicznego podejmowania działań (nawet w czasie rzeczywistym) na podstawie pozyskanych danych analitycznych. Jest to poniekąd wynikiem wzrostu ilości danych generowanych

przez aplikacje analityczne zainstalowane w kamerach monitoringu czy innych czujnikach bezpośrednio zintegrowanych z danym rozwiązaniem. Tak ogromna liczba danych nie jest możliwa do zinterpretowania i podjęcia działania przez człowieka, dlatego też to właśnie analityka ma za zadanie nie tylko analizować i wykrywać problematyczne obszary, ale również podejmować działanie. Tak więc, rozwiązanie to może wesprzeć bezpieczeństwo, ochronę i efektywność operacyjną. Od powiadamiania służb ratunkowych w czasie rzeczywistym, przez przekierowanie ruchu w miastach w celu rozładowania korków, aż po oszczędzanie energii w budynkach dzięki bardziej wydajnemu oświetleniu i ogrzewaniu — analityka zaleca, podpowiada, a nawet zaczyna podejmować działania, które wspierają operatorów.

– Ostatnie lata pokazały nam, że niczego nie można być pewnym. Dotyczy to także biznesu. W związku z tym przedsiębiorcy powinni być jeszcze bardziej uczuleni na zapobieganie ewentualnym problemom, np. na liniach produkcyjnych. Przesłanie w zakładach przemysłowych i fabrykach mogą być bardzo kosztowne. Połączenie czujników i inteligentnej analityki może w porę zasygnalizować wystąpienie potencjalnego problemu i zasugerować, np. konserwację maszyn – dodaje Konrad Badowski z Axis Communications.

2. Architektura hybrydowa

Obecnie powszechnie przyjmuje się, że hybrydowa architektura technologiczna najlepiej sprawdza się w przypadku systemów bezpieczeństwa, łącząc serwery lokalne, obliczenia w chmurze i wydajne urządzenia brzegowe. Należy jednak pamiętać, że nie ma jednego, uniwersalnego rozwiązania i każdy przypadek należy rozważać oddzielnie. Niewątpliwie jednak inteligentny monitoring z analityką na brzegu sieci pozwala na jak najszybsze reagowanie na zdarzenia w czasie rzeczywistym. Podobnie jak urządzenia analizujące i przetwarzające

Statystyki są alarmujące – według badań zleconych przez firmę Positive Technologies wśród organizacji przemysłowych, finansowych, czy IT, aż w 93% przypadków cyberprzestępcy są w stanie złamać zabezpieczenia i dostać się do lokalnych sieci firmowych.



ogromną ilość danych, do których niezbędna jest duża moc obliczeniowa – znajdująca się na lokalnych serwerach lub w chmurze. Oczywiście istnieją również wymagania – często określone przepisami, dotyczące prywatności i przechowywania danych, które różnią się w zależności od kraju i regionu. Mogą one zdefiniować różnicę między przechowywaniem danych w siedzibie firmy a korzystaniem z chmury. Faktem jest jednak to, że w dzisiejszych czasach zdecydowanie przestajemy przywiązywać się do jednej architektury, decydując się na połączenie kilku, zintegrowanych rozwiązań.

3. Nacisk na bezpieczeństwo cybernetyczne

Cyberbezpieczeństwo nigdy nie było tak istotne, jak teraz. Statystyki są niestety alarmujące – według badań zleconych przez firmę Positive Technologies wśród organizacji przemysłowych, finansowych, czy IT, aż w 93% przypadków cyberprzestępcy są w stanie złamać zabezpieczenia i dostać się do lokalnych sieci firmowych. Taka sytuacja wymaga podjęcia konkretnych działań. Już teraz Komisja Europejska pracuje nad ustawą, która nałoży na producentów sprzętu i oprogramowania większe wymagania dotyczące zapewnienia cyberbezpieczeństwa ich produktów, poprzez zminimalizowanie liczby luk w zabezpieczeniach w momencie wprowadzania na rynek oraz lepsze zarządzanie cyberbezpieczeństwem w całym cyklu życia produktów. Dotyczy to również sektora bezpieczeństwa i dozoru wizyjnego. Jak widać, jest to bardzo złożony temat i należy go postrzegać jako kilka powiązanych obszarów.

– W sektorze dozoru wideo środki bezpieczeństwa cybernetycznego, które zapewniają autentyczność i bezpieczeństwo danych podczas ich przechwytywania i przesyłania z kamery do chmury i serwera, będą miały zasadnicze znaczenie dla utrzymania zaufania do ich wartości. Będziemy świadkami bardziej proaktywnego podejścia dostawców technologii do

identyfikowania luk w zabezpieczeniach, a programy „bug bounty” staną się coraz bardziej powszechne – komentuje Konrad Badowski z Axis Communications.

4. Kamery jako inteligentne czujniki sensoryczne

Kamery dozoru wizyjnego oprócz pełnienia swojej podstawowej funkcji, czyli zapewniania bezpieczeństwa, zaczynają coraz częściej stawać się inteligentnymi czujnikami, pozwalającymi na podejmowanie kluczowych decyzji strategicznych. Jakość przechwytywanych przez nie informacji wideo, w każdych warunkach, wzrasta z roku na rok od dziesięcioleci. Pozyskiwane przez nie ogromne ilości metadanych, pozwala na połączenie ich z innymi rozwiązaniami, które są w stanie monitorować m.in. temperaturę, hałas, jakość powietrza, poziom wody czy pogodę. Kamery zatem pozwolą tworzyć inteligentną siatkę sensoryczną umożliwiającą podejmowanie decyzji na podstawie twardych danych.

5. Zwiększony nacisk na regulacje prawne

Wzrost znaczenia technologii i ich zastosowania w codziennym życiu niesie za sobą także potrzebę jej uregulowania. Zauważalne są zwiększone wysiłki np. Komisji Europejskiej, która pracuje nad ustawą dotyczącą sztucznej inteligencji. Są to jednak złożone zagadnienia, które są obiektem wielu dyskusji i rozważań, na temat proponowanych rozwiązań legislacyjnych. Niewątpliwie jednak niezależnie od tego, czy mówimy o bezpieczeństwie cybernetycznym, prywatności danych czy wpływu „wielkiej technologii” na zmieniający się świat, pewnym jest, że firmy technologiczne w coraz większym stopniu będą musiały zwracać uwagę na zmieniające się regulacje prawne. Może mieć to wpływ również na zwiększoną przejrzystość i etykę biznesu – co w branży bezpieczeństwa ma kluczowe znaczenie.

Najlepsze praktyki filtracji sprężonego powietrza w kompresorach

W przemyśle stawki są zbyt wysokie, aby oszczędzać na instalacjach pneumatycznych.

W artykule opisujemy klasy czystości sprężonego powietrza i ich znaczenie dla firm produkcyjnych.

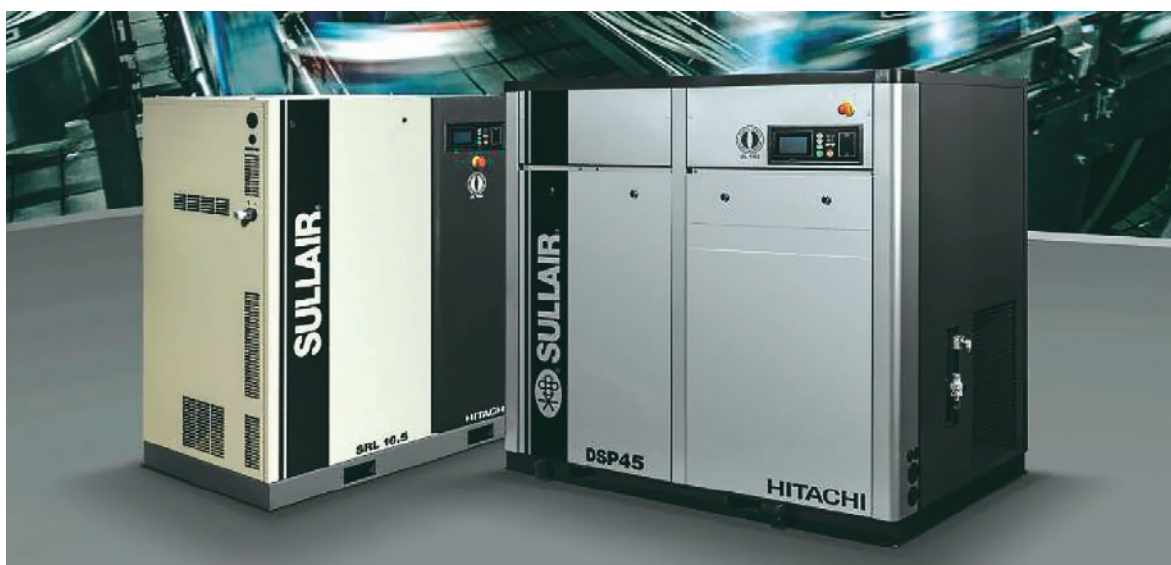
W świecie bezolejowych sprężarek śrubowych używa się wielu terminów: bezolejowa, klasa 1, „technicznie bezolejowa”, klasa 0, certyfikowana klasa 0 i tak dalej. Podczas gdy te terminy mogą brzmieć podobnie, istnieje pomiędzy nimi wiele różnic, które powinny być dobrze zrozumiane. Konsekwencje wybrania złego rozwiązania czy technologii mogą być bowiem poważne.

W tym artykule skupiamy się na porównaniu sprężarek bezolejowych o klasie 0 jakości sprężonego powietrza ze sprężarkami klasy 1, wytwarzającymi powietrze nazywane także „technicznie bezolejowym”¹. Opisujemy zawilgości klasy 0 w porównaniu z klasą powietrza „technicznie bezolejowego” oraz definiujemy kluczowe różnice pomiędzy tymi obydwoma klasami. Jednak najpierw musimy ustalić, dlaczego sprężone powietrze niezawierające oleju ma tak duże znaczenie w przemyśle.

Przyczyny zapotrzebowania na bezolejowe sprężone powietrze w wielu gałęziach przemysłu

Istnieją pewne gałęzie przemysłu oraz aplikacje, w których czystość sprężonego powietrza ma kluczowe znaczenie. Wymagana jest w nich maksymalna jakość sprężonego powietrza, aby zmniejszyć ryzyko wpływu zanieczyszczeń na instalację pneumatyczną, produkt końcowy oraz inne elementy związane z procesem produkcji. Wśród tych gałęzi przemysłu znajdują się między innymi: spożywczy, farmaceutyczny, motoryzacyjny, medyczny, elektroniczny, lotniczy, produktów laboratoryjnych, półprzewodnikowy, chemiczny oraz rafineryjny (patrz fot.1).

Bezolejowe sprężone powietrze ma kluczowe znaczenie w tych gałęziach przemysłu, ponieważ nawet najmniejsza ilość oleju jako zanieczyszczenia obecnego w tym powietrzu może mieć fatalne skutki w postaci zanieczyszczenia produktu koń-



Fot. 1. W zakładach przemysłu spożywczego wysoka czystość sprężonego powietrza jest sprawą kluczową. Wymagane jest dostarczanie do instalacji pneumatycznej powietrza o jak najwyższej jakości, aby zmniejszyć ryzyko zanieczyszczenia produktów.

Źródło: Sullair

KLASY CZYSTOŚCI SPRĘŻONEGO POWIETRZA WG ISO 8573-1

Klasa	Maksymalna wielkość cząstek stałych na m ³			Woda – max. punkt rosy °F (°C)	Max. stężenie oleju (w tym oparów); mg/m ³
	0,1-0,5 µm	0,5-1,0 µm	1,0-5,0 µm		
0	Według specyfikacji użytkownika końcowego lub producenta i wymagania ostrzejsze niż dla klasy 1				
1	≤ 20 000	≤400	≤ 10	≤ -94 (-70)	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6000	≤ 100	≤ -40 (-40)	0,10
3	-	≤ 90 000	≤ 1000	≤ -4 (-20)	1,00
4	-	-	≤ 10 000	≤ 37,4 (3)	5,00
5	-	-	≤ 100 000	≤ 44,6 (7)	-
6	-	-	-	≤ 50 (10)	-

Rys. 2. Klasy czystości sprężonego powietrza wg ISO 8573-1 mogą być wykorzystane do opisu jakości instalacji pneumatycznej lub określenia wymaganej jakości sprężonego powietrza dla precyzyjnej aplikacji. Źródło: Sullair

cowego, uszkodzenia sprzętu produkcyjnego, spowodowania nieplanowanych przestojów lub naruszenia reputacji firmy na skutek wypuszczenia produktu końcowego złej jakości i/lub reklamacji klientów.

Klasy jakości sprężonego powietrza

Wydana przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną norma ISO 8573-1 Sprężone powietrze ogólnego stosowania – Zanieczyszczenia i klasy czystości² podaje wymagania dotyczące czystości oraz określa klasy czystości sprężonego powietrza stosowanego w przemyśle do celów ogólnych. W aplikacjach bezolejowych wymagane jest sprężone powietrze o jakości minimum klasy 1, ale preferowana jest tu klasa 0. Spowodowane jest to tym, że klasa 0 jest stabilna, a klasa 1 – niestabilna. Klasa 1 wymaga filtracji powietrza wychodzącego ze sprężarki w celu eliminacji oleju pochodzącego z procesu sprężania, natomiast rodzaj filtracji zależy głównie od dwóch zmiennych czynników, które mają wpływ na wydajność procesu filtracji: ciśnienia sprężonego powietrza oraz temperatury sprężonego powietrza / temperatury otoczenia.

Kryteria czystości sprężonego powietrza dla klasy 0 są ostrzejsze w porównaniu z klasą 1 (zawartość 0,01 mg/m³ oleju w postaci zanieczyszczenia), jak uzgodniono pomiędzy producentem a użytkownikiem sprężarki. Im niższa klasa czystości, tym niższe jest stężenie zanieczyszczeń olejowych w sprężonym powietrzu oraz mniejsze prawdopodobieństwo obecności w nim innych zanieczyszczeń.

Norma ISO 8573-1 podaje klasy czystości sprężonego powietrza ze względu na obecność zanieczyszczeń takich jak cząstki stałe, woda i olej. Klasy czystości wg tej normy mogą

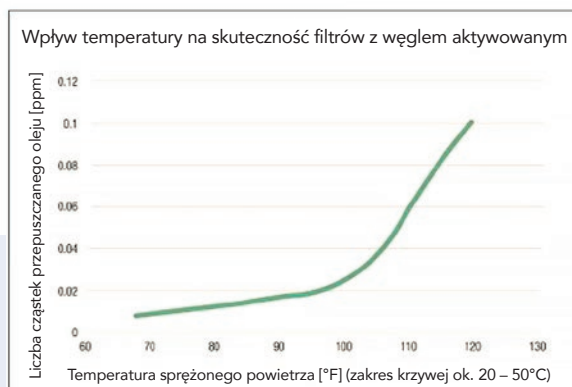
być użyte do opisu jakości instalacji sprężonego powietrza lub do podania specyfikacji wymaganej jakości powietrza dla celów jakiejś precyzyjnej aplikacji.

Dla celów naszego artykułu skupimy się tylko na zanieczyszczeniu sprężonego powietrza olejem.

Klasa 1 czystości sprężonego powietrza wg ISO 8573-1

Sprężone powietrze o klasie czystości 1 uzyskuje się z kompresorów olejowych z filtrami wylotowymi, które wychwytyują część oleju z powietrza dostarczanego przez te urządzenia do instalacji. Z tego powodu sprężone powietrze o klasie czystości 1 może być traktowane jako „technicznie bezolejowe”.

Dla przykładu rozważmy sprężarkę olejową o wydajności 1000 cfm (1699,01 m³/h). Maszyna ta uwalnia w ciągu roku do instalacji pneumatycznej około 14 galonów (53 dm³) oleju (w temperaturze 86°F/30°C oraz przepuszczaniu oleju w separatorze 3 mg/m³). W tej sytuacji wymagane jest zainstalowanie trzech filtrów do usunięcia tego oleju ze sprężonego powietrza, w tym filtru z węglem aktywnym do pochłaniania oparów oleju. Jednak może to być ryzykowna i niebezpieczną metoda, ponieważ wydajność filtrów sprężonego powietrza pogarsza się wraz ze wzrostem temperatury powietrza dolotowego.



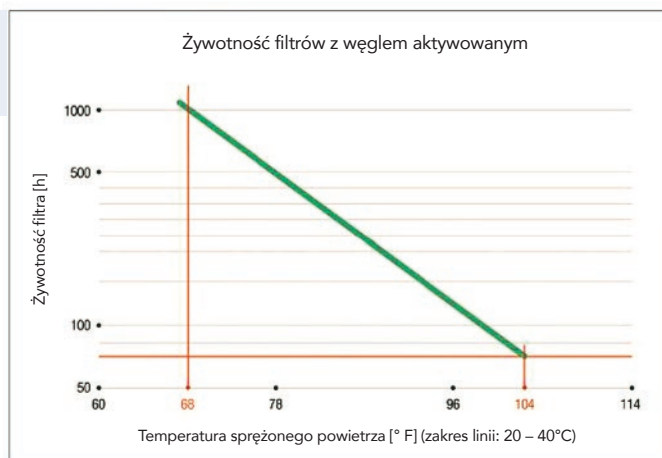
Rys. 3. Sprężone powietrze o czystości klasy 1 uzyskuje się z kompresorów olejowych z filtrami powietrza wylotowego wychwytyującymi część oleju zawartego w tym powietrzu. Źródło: Sullair

Rys. 4. Wpływ temperatury sprężonego powietrza na żywotność filtrów z węglem aktywowanym. Źródło: Sullair

Parametry filtrów wylotowych są podane dla temperatur powietrza dolotowego sprężarki w zakresie 68–70°F (20–21°C). Jest to bardzo wąski przedział. Wydajność filtracji spada wykładniczo w wyższych temperaturach (patrz wykres na rys. 3). Wyobraźmy sobie, co się stanie, jeśli temperatura sprężonego powietrza osiągnie 80°F (26,7°C), 100°F (37,8°C) lub jeszcze większą wartość. Takie temperatury mogą być łatwo osiągnięte, ponieważ temperatura sprężonego powietrza na wyjściu kompresora jest o około 27°F (15°C) wyższa od temperatury otoczenia. Dlatego też, gdy temperatura sprężonego powietrza wzrasta, to znacznie wzrasta prawdopodobieństwo przepuszczenia zanieczyszczeń olejowych przez filtr do instalacji pneumatycznej. Oznacza to, że olej może dostać się do sprzętu produkcyjnego, zanieczyścić ten sprzęt i produkt końcowy oraz środowisko.

Ponadto, jeśli wykorzystuje się kompresor olejowy z filtracją w celu uzyskania sprężonego powietrza o klasie czystości 1, czyli „technicznie bezolejowego”, to należy uwzględnić kwestie związane z konserwacją sprzętu. Poza dużym ryzykiem zanieczyszczenia sprzętu produkcyjnego i produktu końcowego olejem użytkownicy takich kompresorów powinni przeanalizować pracochłonność i koszty konserwacji separatorów oleju, filtrów w liniach pneumatycznych, filtrów pochłaniających opary oleju oraz sprzętu uzdatniającego kondensat. Powstają tu bowiem takie problemy, jak:

- częstsze serwisowanie oraz często wyższe koszty konserwacji;



- wyższe koszty energii elektrycznej, spowodowane spadkiem ciśnienia sprężonego powietrza w filtrach;
- zwiększone ryzyko przepuszczania oleju przez filtry ze względu na możliwość uszkodzenia lub awarii tych elementów. Konsekwencją tego może być zanieczyszczenie olejem oraz uszkodzenia sprzętu produkcyjnego i oprzyrządowania

Czas eksploatacji filtrów sprężonego powietrza jest krótki. Jeżeli użytkownik konsekwentnie utrzymuje temperaturę w granicach 68–70°F (20–21°C), to filtry z węglem aktywowanym – które pochłaniają opary oleju w ilości do 0,01 mg/m³ powietrza – wytrzymują nieco poniżej sześciu tygodni pracy (41 dni). Natomiast przy wszelkich wzrostach temperatury do około 100°F (37,8°C) żywotność filtra z węglem aktywowanym może spaść poniżej czterech dni (90 godzin).

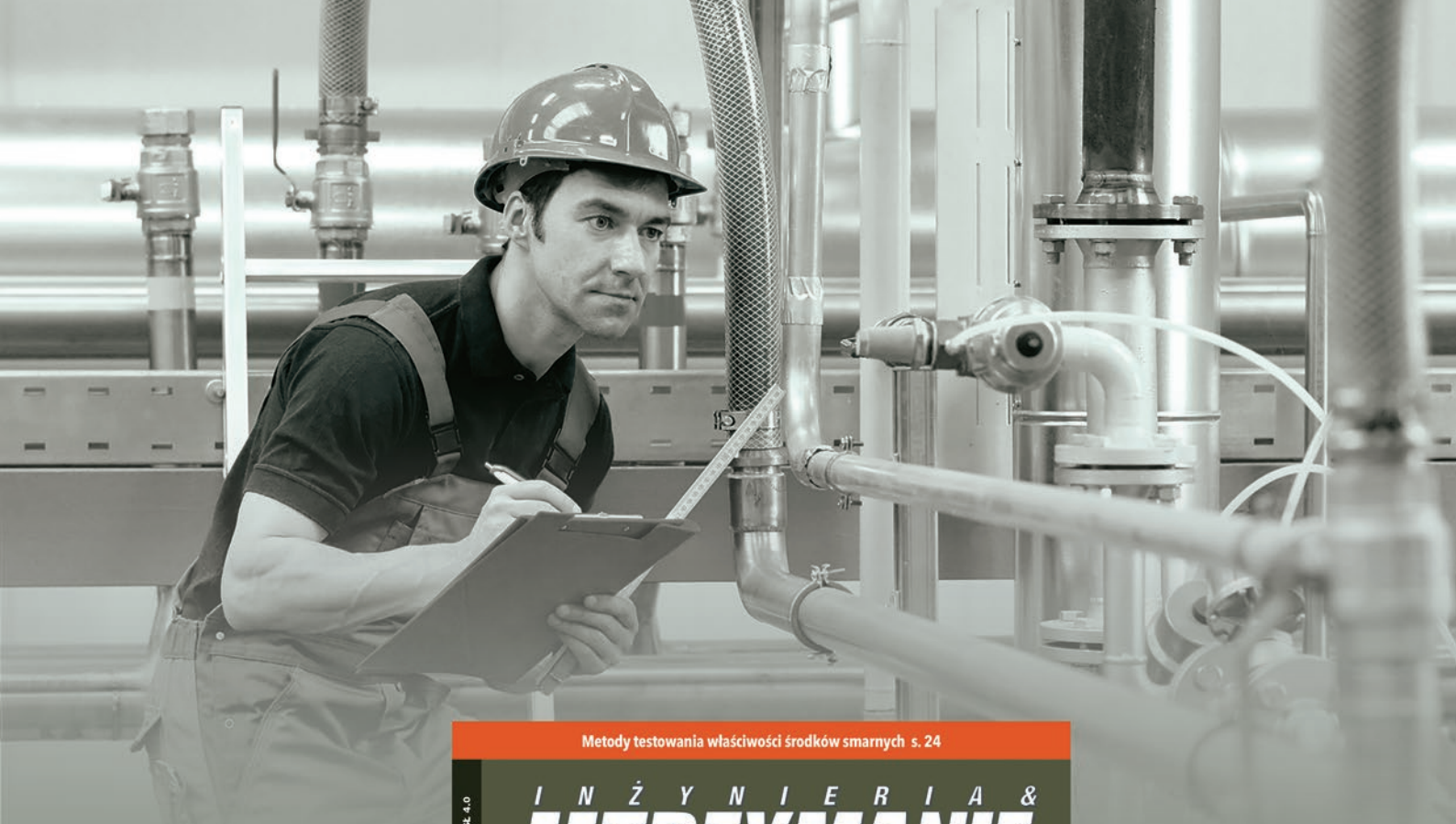
Wrażliwość na zmiany temperatury sprawia, że filtry klasy czystości 1 są niestabilne. Oznacza to, że jakość przefiltrow-

SPRĘŻONE POWIETRZE

INSTALACJE SPRĘŻONEGO POWIETRZA są epicentrum sukcesu lub porażki dla wielu fabryk. Gdy elementy instalacji pneumatycznej są w jak najlepszym stanie technicznym, narzędzia zasilane sprężonym powietrzem także funkcjonują tak jak powinny. Jednak gdy elementy instalacji są uszkodzone, to skutki mogą być poważne. Na przykład spadek ciśnienia jest zjawiskiem doświadczanym głównie w obwodzie odbioru systemu sprężonego powietrza. Jeśli kompresor nie dostarcza sprężonego powietrza z wymaganą wydajnością, mierzoną w stopach sześciennych na minutę (SCFM; 1,699 m³/h), to ciśnienie powietrza w rurach i węzłach instalacji, mierzone w funtach na cal kwadratowy (PSI; 0,069 bar), nie może być utrzymane na wymaganym poziomie.

W dużej fabryce instalacja sprężonego powietrza może rozciągać się na dystansie dziesiątek metrów oraz pojawiać się i znikać wśród różnych innych systemów. Problemy w instalacji pneumatycznej mogą wystąpić w każdym jej elemencie – w tym w kompresorze, osuszaczu powietrza, linii głównej lub zasilanych z niej narzędziach pneumatycznych, takich jak klucze, wiertarki i szlifarki powietrzne. Nieszczelności powodują zmniejszenie przepływu powietrza w instalacji, czego konsekwencją jest zbyt małe ciśnienie powietrza, aby zasilany sprzęt działał prawidłowo.

Fragment artykułu „Małe wycieki powodują duże szkody” („Tiny leaks cause big damages”) – autor Justin Sheard, Fluke Corp.



Metody testowania właściwości środków smarnych s. 24

I N Ż Y N I E R I A &
**UTRZYMANIE
RUCHU**

III KWARTAŁ 2022
NR 3 (140) 80x110

PLANT
ENGINEERING

www.utrzymanieruchu.pl

**Przemysłowe
sprężarki powietrza**

- Modułowe zawory membranowe do sprężarek tłokowych str. 38
- Podział obciążenia w instalacjach z wieloma sprężarkami str. 44
- Analiza i optymalizacja procesów mycia str. 12
- Jak przedstawiać pracownikom zakładu przemysłowego projekt automatyzacji procesów str. 14
- Recykling i ponowne wykorzystywanie surowców oraz zyski napędzają boom zrównoważonego rozwoju str. 30

MECHANIKA • UTRZYMANIE RUCHU • ELEKTRYKA • PNEUMATYKA • POMIARY • ZARZĄDZANIE • USŁUGI • PRZEMYSŁ 4.0

Czy chcesz uzyskać więcej informacji
na temat przemysłowych sprężarek powietrza?

Sprawdź ponad 130 artykułów na naszej stronie!

<https://utrzymanieruchu.pl/tag/sprezarki-powietrza/>

3 szybkie **FAKTY**

- ▶ Według firmy **Rapid Air Products** z Auburndale (stan Wisconsin, USA) uderzenie pioruna jest spowodowane przez sprężone powietrze w atmosferze. Powietrze to stara się rozprężyć z powodu ogrzania się.
- ▶ Wodospad może być wykorzystany do generowania sprężonego powietrza.
- ▶ Sprężone powietrze o ciśnieniu tylko kilkudziesięciu psi (kilkunastu barów) może rozrzucać dookoła małe obiekty, wióry metalu czy odpady z prędkością początkową kilkudziesięciu m/s.

wanego sprężonego powietrza może łatwo przeskoczyć z klasy 1, czyli „technicznie bezolejowego” do klasy 2, która nawet nie kwalifikuje sprężonego powietrza jako bezolejowe.

Filtry o klasie czystości 1 nie zawsze dają na wyjściu technicznie bezolejowe sprężone powietrze, ponieważ jakość/wydajność filtracji zależy od temperatury tego powietrza. Im wyższa temperatura, tym bardziej spada jakość sprężonego powietrza. Jakość ta może przeskakiwać pomiędzy klasami 1 i 2 w zależności od temperatury.

Nawet w optymalnych warunkach i przy zastosowaniu kilku warstw usuwania oleju (filtrów w linii pneumatycznej) rozwiązania „technicznie bezolejowe” nie są już uważane za najlepszą praktykę. Jest to spowodowane ryzykiem niestabilności jakości sprężonego powietrza (przeskoki

z klasy 1 do 2 i odwrotnie) ze względu na fluktuacje wydajności filtrów wraz ze zmianami temperatury.

Klasa 0 czystości sprężonego powietrza

Wymagania klasy 0 są ostrzejsze niż dla klasy 1 (0,01 mg/m³ oleju jako zanieczyszczenia). Sprężone powietrze klasy 0 jest bezpieczniejszym rozwiązaniem dla użytkownika niż klasy

Sprężone powietrze o klasie czystości 1 uzyskuje się z kompresorów olejowych z filtrami wylotowymi, które wychwytyją część oleju z powietrza dostarczanego przez te urządzenia do instalacji. Z tego powodu sprężone powietrze o klasie czystości 1 może być traktowane jako »technicznie bezolejowe«.

1, ponieważ parametry czystości są stabilne, nie zmieniają się wraz z temperaturą oraz nie jest wymagana filtracja powietrza wylotowego, w celu usuwania zanieczyszczeń olejowych, pochodzących ze sprężarki.

Użycie w zakładzie sprężarki o klasie czystości 0, czyli najwyższej z klas czystości sprężonego powietrza, zapewnia, że do instalacji pneumatycznej będzie dostarczane powietrze wolne od aerozoli olejowych, oparów oleju lub ciekłego oleju, pocho-

dzącego ze sprężarki. Kompresory bezolejowe o klasie czystości 0 pomagają w eliminacji potencjalnego zanieczyszczenia sprzętu produkcyjnego, produktu końcowego i środowiska, ponieważ żaden olej czy środek smarny nie jest wykorzystywany w procesie sprężania powietrza.

Chociaż sprężarki bezolejowe klasy 0 są droższe od olejowych, to jednak ich zakup jest opłacalny, ponieważ wyższe koszty początkowe są rekompensowane niższym ryzykiem. Kompresory klasy 0 są znacznie bezpieczniejsze w aplikacjach wrażliwych na zanieczyszczenia – w branży spożywczej, farmaceutycznej, elektronicznej i medycznej. Wykorzystywanie sprężarek z certyfikatem klasy czystości 0 zmniejsza ryzyko zanieczyszczenia sprężonego powietrza, co może spowodować wyprodukowanie wyrobów o złej jakości i znaczne zmniejszenie zysków firmy oraz utratę zaufania klientów i nadszarpnięcie reputacji całej branży.

Urządzenia klasy 0 spełniają wymagania normy ISO 8573-1. Certyfikaty na klasę 0, potwierdzające zgodność danego urządzenia ze wszystkimi wymaganiami tej klasy, wydają laboratoria zewnętrzne. Zasadniczo certyfikat na klasę 0 jest czymś w rodzaju dodatkowego potwierdzenia jakości sprężonego powietrza przez stronę trzecią.

Podsumowanie

W świecie bezolejowych sprężarek śrubowych używa się wielu terminów. Podczas gdy te terminy mogą brzmieć podobnie, istnieją pomiędzy nimi ogromne różnice, które powinny być zrozumiane. Konsekwencje wybrania złego rozwiązania czy technologii mogą być bowiem poważne. W tym artykule wyjaśniliśmy zarówno znaczenie zainwestowania w sprężarki bezolejowe, jak i różnice pomiędzy klasami czystości sprężonego powietrza: 1 – „technicznie bezolejowe” – oraz 0.

Każdego dnia w zakładzie produkcyjnym istnieje wiele zagrożeń i ryzyk. Oszczędzanie na instalacji sprężonego powietrza może doprowadzić do wielu utrzymujących się długo problemów. Jednak wykorzystywanie kompresorów bezolejowych, posiadających certyfikat klasy 0 czystości sprężonego powietrza wg ISO 8573-1, pomaga firmie przemysłowej w ulepszeniu jej operacji biznesowych oraz zwiększaniu zysków poprzez obniżenie ogólnego ryzyka.

Camilo Villalobos jest dyrektorem rozwiązań OEM oraz inżynierskich w firmie Sullair LLC. Jest menedżerem rozwiązań OEM i produktów firm Sullair i Hitachi, wykorzystywanych w górnictwie, medycynie, przemyśle, transporcie i pojazdach elektrycznych.

Stephanie Roberts jest dyrektorem ds. komunikacji w Sullair LLC.

¹ ang. technically oil free

² ang. Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes

INŻYNIERIA & UTRZYMANIE RUCHU

Niezawodne źródło wiedzy

Inżynieria & Utrzymanie Ruchu prezentuje najwyższej jakości artykuły w zakresie sprawnego funkcjonowania przedsiębiorstw przemysłowych.



W naszej ofercie mamy:

- 🔍 Portal
- 💡 Dodatki tematyczne
- ✉ Newslettery
- 📄 Reklama
- @ E-wydanie
- 👥 Konferencje
- 🎓 Szkolenia

Zamów prenumeratę
www.utrzymanieruchu.pl

Albeco

Jak nauczyć maszyny komunikacji?

Czy zawsze systemy nadzoru stanu maszyn kładą kres nieplanowanym przestojom maszyn i instalacji? Niestety nie wszystkie rozwiązania do diagnostyki gwarantują dostęp do danych 24/7 lub stały monitoring krytycznych urządzeń. Raporty i zestawienia mogą być dostarczane z opóźnieniem lub mogą zawierać błąd ludzki analizy danych. Badanie przenośnymi urządzeniami może być obciążone błędem jednostkowego pomiaru.

Istnieje jednak rozwiązanie z zakresu Przemysłu 4.0, które rozwiązuje powyższe problemy, a co więcej, dostępne jest dla każdego. System diagnostyki OPTIME bazuje na sieciach bezprzewodowych, autonomicznych czujnikach, które nie tylko monitorują stan maszyn w sposób prawie ciągły, ale też komunikują się ze sobą. Wysyłają dane do bramki, a następnie do chmury, gdzie są analizowane cyfrowo. Obróbka danych jest w pełni automatyczna i wykorzystuje zaawansowane algorytmy uczenia maszynowego. Użytkownik natomiast ma stały podgląd na monitorowane urządzenia na tablecie lub smartfonie i otrzymuje dodatkowe powiadomienie w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowej. Czy może być coś prostszego?

Co więcej, pełna automatyzacja diagnostyki sprawia, że koszt jednostkowy za mierzony punkt jest wyjątkowo mały w porównaniu do innych systemów diagnostyki. To kamień milowy w monitorowaniu stanu maszyn i godny reprezentant pojęcia Przemysłu 4.0, a rozwiązanie to nie ma odpowiedników na rynku. Systemy te cechuje ekonomia i prostota użycia, bez kabli, nieczytelnych wyników analiz i skomplikowanej aparatury. OPTIME to system diagnostyczny umożliwiający zainstalowanie stu punktów w ciągu jednego dnia oraz bieżące monitorowanie setek maszyn, co czyni go szybkim, łatwym i ekonomicznym rozwiązaniem do monitorowania stanu. System, reagując na wzrost poziomu wibracji, może automatycznie wykryć potencjalne uszkodzenia nawet na kilka tygodni przed wystąpieniem awarii i reagować na powstające dopiero defekty, takie jak niewyważenia czy niewspółosiowości.

Funkcje systemu są dostosowywane do indywidualnych potrzeb użytkownika. Sieć czujników jest na tyle samodzielna, że w przypadku uszkodzenia lub przeciążenia sama koryguje połączenie. Niepołączony czujnik znajdzie nową drogę do bramki (sygnał bezkablowo znajduje najkrótszą drogę z odbiornikiem). Bariery strukturalne, takie jak ściany czy urządzenia, są łatwo obchodzone przez sygnał systemu.

Zastanawiasz się, czy Optime mógłby być rozwiązaniem dla Ciebie? Oto przykłady trzech branż, w których Optime doskonale się sprawdził:



Przemysł celulozowo-papierniczy.

Zwiększony monitoring pracy maszyn dla większego bezpieczeństwa.

Nieplanowane przestoje często prowadzą do strat pieniężnych rzędu 5–6 cyfr na godzinę. Przyczyną jest często awaria niemonitrowanych jednostek pomocniczych.

Z przeprowadzonych badań wynika, że średnio tylko około 6% maszyn w papierniach podlega automatycznemu monitorowaniu stanu. Kompleksowy monitoring stanu maszyn w papierniach zwykle nie jest przeprowadzany ze względu na koszty i duży wysiłek instalacyjny, wymagający zarówno wykwalifikowanych monterów jak i miejsca pod elektryczną infrastrukturę – wiązki kabli.

Właśnie w tym miejscu innowacyjny system Optime wprowadza równowagę – pomiędzy efektywnością kosztów a bezpieczeństwem. Nawet w przypadku tysięcy punktów pomiarowych. Użytkownik może stawić czoła nieplanowanym przestojom w sposób całościowy, nie martwiąc się o płaczące kable, nieczytelne wyniki analiz, skomplikowaną aparaturę i trudną instalację.

Przemysł cementowy.

Pomiar bez ryzyka w trudnodostępnych i niebezpiecznych miejscach.

W zakładach produkcyjnych, takich jak cementownie, mierniki ręczne nie są optymalnym rozwiązaniem, ponieważ utrudniony dostęp oraz względy bezpieczeństwa ograniczają dotarcie do punktów



pomiarowych. W takich warunkach Optime jest najlepszym możliwym rozwiązaniem. W ciągu jednego dnia setki maszyn mogą zostać wyposażone w bezprzewodowe czujniki, które automatycznie łączą się ze sobą oraz bramą, tworząc dedykowaną sieć kratową.

Od tego momentu wszystko działa samoistnie. Czujniki bezprzewodowe Optime wyposażone są w baterie, które pozwalają systemowi funkcjonować przez pięć lat i nie wymagają w tym czasie obsługi czy konserwacji. Dzięki wielu zaletom systemu Optime firmy mogą od teraz zaoszczędzić czas specjalistów ds. utrzymania ruchu i zoptymalizować koszty utrzymania maszyn.

Przemysł drzewny.

Monitoring stanu maszyn z naciskiem na optymalizację kosztów.

W sektorach takich jak przemysł drzewny koszty inwestycji w diagnostykę sięgają zwykle ponadprzeciętnych poziomów i mogą sprawiać, że inwestujący nie przewidują dodatkowych wydatków na automatyczny system monitorowania stanu online. W konsekwencji działy utrzymania ruchu ryzykują brakiem ciągłego monitorowania, mniejszą niezawodnością i bezpieczeństwem oraz obowiązkiem regularnej konserwacji i wyznaczeniem osoby za to odpowiedzialnej.

System Optime może wypełnić powyższe luki. Teraz stały nadzór jednostek pomocniczych jest ekonomiczny finansowo, instalacja i aktywacja czujników jest nieskomplikowana, a monitoring setek maszyn jest nieporównywalnie mniejszy.

Czy Optime sprawdzi się w innych branżach?

System jest na tyle uniwersalny, że można zastosować go w każdym przemyśle. Silniki, wentylatory, przekładnie, łożyska, wszędzie tam, gdzie ważna jest ciągłość pracy, Optime stanowi idealne zastosowanie. Co więcej, nie ma minimalnej liczby diagnozowanych punktów, a czujniki mogą pracować również w zanieczyszczonym środowisku (IP69), w środowisku o specjalnych wymaganiach, w temperaturze od -40°C do +80°C.

Optime – Podłącz, Włącz, Przewiduj.

Kompaktowe czujniki Optime są w prosty sposób mocowane do monitorowanych maszyn za pomocą śrub lub kleju i aktywowane przy użyciu technologii NFC (komunikacja bliskiego pola). Dzięki temu w ciągu jednego dnia można ustawić i aktywować kilkaset punktów pomiarowych.

Optime jest ponadto bardzo łatwy do rozbudowania. Wystar-

czy dodawać kolejne punkty w zasięgu istniejącej bramki. Do cyfrowej analizy danych producent systemu – firma Schaeffler wykorzystuje własne, specjalnie opracowane algorytmy, które gwarantują precyzyjną ocenę. Wyniki prezentowane są w intuicyjny i przejrzysty sposób na ekranie komputera lub smartfona.

System nadzoru Optime dodatkowo identyfikuje problem i wysyła informacje określające przyczynę nieprawidłowości do aplikacji użytkownika odpowiedzialnego za utrzymanie ruchu, często na tygodnie przed wystąpieniem nieuchronnej awarii.

Dodatkowe wsparcie.

Jeśli nie jesteś pewien czy Optime jest dla Ciebie, Firma Albeco oferuje kompleksowe wsparcie i doradztwo w tym zakresie. Eksperti ds. diagnostyki w Albeco posiadają kwalifikacje potwierdzone certyfikatami Vibration Analyst cat.2 ISO 18436-2:2014 i Vibration Analyst ISO 18436-2.

Trafnie dobierzemy optymalny system diagnostyki maszyn i urządzeń oparty na Optime lub innych produktach. Diagnostycy wskażą najlepsze miejsca pomiarowe lub miejsca ustawienia bramek oraz zainstalują oprogramowanie Optime na urządzeniach mobilnych wraz z rejestracją użytkownika.

Zapewniamy szkolenia dla pracowników obsługujących aplikację oraz dodatkowo w usłudze diagnostycznej oferujemy: możliwość przygotowania dodatkowych miesięcznych lub tygodniowych raportów oraz wsparcie przy monitorowaniu stanu maszyn i urządzeń. Dla bardziej wymagających Klientów Albeco realizuje okresowe wizyty kontrolne oraz bieżący serwis zamontowanych urządzeń monitorujących. ■



Albeco, ul. Południowa 71, 62-064 Plewiska
Usługa diagnostyczna: diagnostyka@albeco.com.pl
lub tel. +48 61 60 00 198

Odkręcanie **zablokowanych śrub i nakrętek** za pomocą oleju penetrującego

Podgrzewanie zablokowanych połączeń gwintowych za pomocą palnika **nie zawsze jest najlepszą metodą ich luzowania**. W artykule opisujemy zastosowanie do tego celu oleju penetrującego.

Jednym z najbardziej znanych faktów z życia Benjamina Franklina jest jego powiedzenie z 1789 r.: *W życiu tylko 2 rzeczy są pewne – śmierć i podatki*. Jeśli Franklin żyłby w dzisiejszych czasach, to prawdopodobnie zmodyfikowałby to powiedzenie, dodając: *a także rdzewienie metali*. Rdzewienie jest słabością niemal wszystkich nieosłoniętych metali i nie ma przed nim ucieczki. Jest wiele przyczyn blokowania się połączeń metalowych elementów, w tym związki chemiczne, korozja, farby, czynniki środowiskowe oraz zbyt mocne dokręcenie, jednak rdza jest tu największym winowajcą. Gdy kluczowe elementy jakiegoś podzespołu rdzewieją, to ich demontaż może okazać się trudny. Śruba lub nakrętka musi być poluzowana, przymarznięty klucz wyjęty z zamka, zakleszczony zacisk otwarty albo śruba regulacyjna obrócona.

Szybki **FAKT**

► **Jak wykręcać zapieczone śruby? Używamy klucza oczkowego lub nasadowego 6-kątnego. Poruszamy śrubą, najpierw dokręcając, a potem luzując. To może już wystarczyć. Unikajmy kluczy 12-kątnych, ponieważ mogą one się ześlizgiwać i kaleczyć łby śrub.**

Istnieje wiele różnych metod uwalniania zablokowanych części, w tym wiercenie, szlifowanie lub przecięcie, jednak z tymi metodami są związane ryzyka. Na przykład część, która ma być poluzowana, może zostać uszkodzona lub zniszczona i wymagać wymiany (jeśli nowa część za-

mienna może być sprowadzona na czas lub w ogóle zdobyta). Wiercenie, szlifowanie i cięcie stwarzają ponadto zagrożenia fizyczne dla pracowników oraz otaczającego sprzętu.

Luzowanie za pomocą podgrzewania do wysokiej temperatury

Powszechnie stosowaną techniką ratowania zablokowanych części, np. zapieczonych śrub, jest ich podgrzewanie do wysokiej temperatury. Źródłem ciepła może być palnik na propan czy acetylen, opalarka lub nagrzewnica indukcyjna (patrz fot.1.). Jak działa ta metoda?

Z naukowego punktu widzenia ciepło powoduje rozszerzanie się metali. Tak więc śruba i nakrętka, mając różne wymiary lub będąc wykonane z różnych metali, rozszerzają się w różnym stopniu. To może pomóc w zerwaniu spoiny z rdzy, mówi Sevan Demirdoge, dyrektor generalny firmy Kano Laboratories, produkującej preparaty penetrujące marki Kroil. Gdy elementy metalowe stygną, to kurczą się w różnym stopniu, co powoduje dalsze uwalnianie zablokowanych części. Jednak zastosowanie podgrzewania do uwolnienia zablokowanych czy zapieczonych komponentów może być kłopotliwe i ryzykowne. Dlatego podgrzewanie powinno być stosowane tylko w warunkach specjalnych przez bardzo doświadczonych pracowników, używających odpowiedniego sprzętu w kontrolowanym otoczeniu.

Co prawda podgrzanie zapieczonych elementów może być skuteczne, jednak jest powiązane z wieloma zagrożeniami, a realizacja tego procesu wymaga dużych umiejętności. Bez zastosowania prawidłowej techniki może wystąpić wiele problemów:

- **Pożar lub poparzenie.** Wykorzystując źródło ciepła, w tym otwarty płomień, pracownicy ryzykują poparzenie siebie lub ludzi znajdujących się obok lub też uszkodzenie albo zapalenie się przylegających materiałów. Praca w pobliżu materiałów łatwopalnych i/lub chemikaliów jest jeszcze bardziej niebezpieczna.
- **Dostępność.** Nie wszystko, co chcemy rozdzielić, znajduje się na poziomie podłogi czy stołu warsztatowego. Wielokrotnie sprzęt znajduje się na wysokości, pod ziemią albo w ciasnej przestrzeni. W takich przypadkach



Fot. 1. Popularną metodą wykręcania zablokowanych śrub jest ich podgrzewanie do wysokiej temperatury, jednak proces ten stwarza wiele zagrożeń i wymaga dużych umiejętności. Źródło: Kano Laboratories.



może okazać się niemożliwe zastosowanie opalarek czy palników w sposób prawidłowy i bezpieczny.

- **Mobilność.** Nie jest łatwo nosić sprzęt do podgrzewania wraz z innymi narzędziami, niezbędnymi do wykonania danego zadania. Może to być szczególnie uciążliwe, gdy pracownik musi działać w wielu lokalizacjach.
- **Niebezpieczne gazy.** Stosowanie otwartego płomienia w niewentylowanej, ograniczonej przestrzeni może stworzyć niebezpieczną atmosferę, ponieważ mogą wydzielać się toksyczne gazy, takie jak tlenek węgla, oraz spadać poziom tlenu w powietrzu.
- **Uszkodzenie lub zniszczenie elementów metalowych.** Jeśli przegrzeje się metal aż do jego stopienia, to można uszkodzić lub zniszczyć uwalnianą śrubę, nakrętkę oraz przyległe elementy. W przypadku elementów wykonanych ze stali utwardzanej podgrzanie może pozbawić je wymaganej twardości.

Rozwiązanie alternatywne – olej penetrujący

Do luzowania skorodowanych i zapieczonych połączeń nie ma nic lepszego od preparatów posiadających silne właściwości penetrujące. Oleje penetrujące są wykorzystywane od dziesięcioleci do skutecznego luzowania zapieczonych części metalowych bez ryzyka związanego nieodłącznie z podgrzewaniem. W odróżnieniu od podgrzewania, związanego z opisanymi wyżej problemami, preparaty penetrujące są doskonałym rozwiązaniem alternatywnym.

Środki penetrujące są bezpieczniejsze i skuteczniejsze niż podgrzewanie, ponieważ pozwalają na bezpośrednią ich aplikację na skorodowany obszar za pomocą dołączonych cienkich rurek. Użycie preparatu penetrującego zamiast narzędzia do podgrzewania zapobiega też uszkodzeniu elementów wrażliwych na wysoką temperaturę, takich jak uszczelki, gniazda zaworów, o-ringi oraz izolacja.

Preparaty penetrujące w aerozolu czy innych pojemnikach mogą być transportowane niemal wszędzie, pozwalając pracownikom w efektywnym wykonywaniu swoich zadań bez czekania na sprzęt do nagrzewania.

Stosowanie olejów penetrujących oszczędza także czas, ponieważ działają one szybko i uwalniają zapieczone elementy. Nawet jeśli potrzebny jest dodatkowy czas na działanie preparatu, pracownicy mogą wtedy wykonywać

inne swoje zadania bez czekania na skutek. Z drugiej strony podgrzewanie wymaga pełnej uwagi w ciągu całego procesu. Ponadto olej penetrujący posiada działanie smarujące i antykorozyjne, a podgrzewanie tego nie daje.

Oleje penetrujące są od dziesięcioleci używane i sprawdzone w praktyce przez pracowników działów utrzymania ruchu w zakładach przemysłowych, techników serwisu oraz majsterkowiczów, mówi Sevan Demirdogen. Najlepsze oleje penetrujące szybko luzują zardzewiałe nakrętki, śruby, uwalniają zablokowane wały, koła pasowe i inne elementy. Dla środków marki Kroil żadna przestrzeń nie jest za mała do spenetrowania, a to dzięki ich zdolności do przesączania się nawet do bardzo małych otworów czy szczelin.

Oleje penetrujące są stosowane od dziesięcioleci do skutecznego luzowania zablokowanych części metalowych bez zagrożeń związanych z podgrzewaniem.

Posiadanie dobrego środka penetrującego jest podstawą, gdy musimy poluzować specjalistyczne części, śruby i nakrętki, mówi Barry Lefavour z firmy Big Jim's Auto Body z Beverly w stanie Massachusetts, która zajmuje się blacharką samochodową. Próby siłowego wykręcania zapieczonych śrub mogą się skończyć ich urwaniem, co stwarza wiele nowych problemów. Natomiast olej penetrujący przedostaje się do środka połączenia gwintowego i powoduje jego poluzowanie, tak że możemy potem swobodnie wykręcić taką śrubę. Oszczędza to nam mnóstwa czasu, ponieważ jeśli urwiemy jakąś specjalną śrubę, której nie mamy w zapasie, to będziemy musieli ją zamówić w specjalistycznej firmie. W takich przypadkach naprawiany samochód stoi dłużej i blokuje nam warsztat.

Czasami dana część jest tak zapieczona, że tylko jej podgrzanie wydaje się jedynym rozwiązaniem. Ale czy podgrzanie może być zastosowane w połączeniu ze środkiem penetrującym? Tak, mówi Sevan Demirdogen, ale bardzo ważne jest, aby znać zagrożenia z tym związane.

Preparaty penetrujące są łatwopalne i nigdy nie powinny być stosowane w pobliżu otwartego płomienia. Tak samo nie należy podgrzewać zatartego elementu zaraz po użyciu środka penetrującego czy jakiegokolwiek preparatu chemicznego.

Nigdy nie należy aplikować środków penetrujących tuż po podgrzaniu zablokowanego elementu – z kilku powodów. Po pierwsze – istnieje ryzyko pożaru i poparzenia. Po drugie – bardzo wysoka temperatura może spowodować szybkie odparowanie związków chemicznych zawartych w preparacie penetrującym, co spowoduje, że nie zdążą one zadziałać w pełni na rdzę.

Nie należy stosować jednocześnie oleju penetrującego i podgrzewania, tylko po kolei: dokładnie usunąć cały olej z powierzchni luzowanej części oraz otaczającego ją obszaru przed podgrzaniem, szczególnie otwartym płomieniem. W przypadku bardzo zapieczonych połączeń najpierw starannie podgrzać wstępnie daną część, pozostawić do ostygnięcia i dopiero wtedy zaaplikować środek penetrujący. Jak mówi Sevan Demirdogen: *Jeśli okazało się, że musimy jednak podgrzewać upartą śrubę, to najpierw podgrzewamy ją starannie, potem studzimy, stosujemy preparat Kroil i dopiero wtedy odkręcamy ją kluczem.*

Zawsze, gdy musimy poluzować zardzewiałe lub skorodowany element, sięgnijmy najpierw po markowy olej penetrujący zamiast od razu po palnik gazowy. Wtedy będziemy mogli bezpieczniej i skuteczniej wykonać zadanie.

Liza Klein – wiceprezes ds. marketingu
firmy Kano Laboratories.

Trzy sposoby na zaangażowanie pracowników w sprawy bezpieczeństwa w sieci

Oczekiwania firm wobec pracowników ciągle się zmieniają, dlatego też utrzymywanie ich zaangażowania może być wyzwaniem. Podajemy **trzy wskazówki na temat uzyskania zaangażowania** oraz przeprowadzania szkoleń z cyberbezpieczeństwa dla osób wykonujących pracę zdalną.

Jednymi z największych i ciągle utrzymujących się wyzwań dla specjalistów od świadomości zagrożeń w sieci¹ jest skuteczne uzyskanie zaangażowania i przeprowadzanie szkoleń z cyberbezpieczeństwa dla ludzi wykonujących pracę zdalną oraz osiągnięcie pozytywnych wyników, skutkujących ich bezpieczną pracą w sieci. Wielu z nas myślało, że praca zdalna zakończy się w 2022 roku wraz z powrotem do normalności po zakończeniu pandemii, jednak okazało się, że byliśmy w błędzie. Dlatego też obecnie, w roku 2023, powinniśmy się zastanowić, co możemy zrobić w tej sytuacji jako specjaliści od świadomości zagrożeń w sieci. Po pierwsze – lepiej zdefiniujmy kluczowe wyzwania dla pracy zdalnej w 2023 roku.

Trzy obecne wyzwania dla pracowników wykonujących swoje obowiązki zdalnie

1. Przysłowienie pracowników zmianami w życiu. Podobnie jak w ciągu ostatnich trzech lat, ludzie w 2023 roku będą przystosowani ciągłymi zmianami. Wiele osób dopiero rozpoczęło pracę z domu. Życie małżonków także często się zmienia pod względem miejsc i sposobów pracy oraz podróży służbowych. Ludzie odchodzą z dotychczasowej pracy i rozpoczynają nową na innym stanowisku. Dla osób posiadających rodziny dochodzą jeszcze ciągle zmiany w szkole i aktywności dzieci. Nawet tak proste rzeczy jak pójście do lekarza czy dentysty albo wykonanie prac domowych stały się bardziej skomplikowane. Dlatego ludzie są zestresowani i ledwo sobie radzą z codziennymi obowiązkami, nie wspominając już obaw o cyberbezpieczeństwo.

2. Ciągłe zmiany technologiczne. Obecnie, gdy ludzie pracują z domu, firmy realizujące cele długoterminowe dają swoim pracownikom znacznie szerszy dostęp do systemów oraz wrażliwych danych. Wraz z tym dostępem pojawia się więcej problemów technicznych. Pracownicy pod wieloma względami muszą stawiać się swoim własnym działem pomocy technicznej (helpdesk). Obecnie na przykład muszą się uczyć,

jak bezpiecznie udostępniać pliki, aktualizować i koordynować harmonogramy działań, wnioskować o dni wolne lub współpracować w sieci z innymi, wykorzystując wiele różnych narzędzi w chmurze. Każde z tych narzędzi posiada inny interfejs i inne opcje konfiguracyjne. Może też wymagać konserwacji ze strony wykorzystującego je pracownika zdalnego. Co prawda narzędzia te mogą dla niektórych z nas być łatwe w obsłudze, jednak dla wielu innych są często kłopotliwe. Poza tym często się zmieniają, co komplikuje sprawę. Przerzucenie na pracowników obsługi różnych nowych, skomplikowanych technicznie i trudnych technologii cyberbezpieczeństwa jedynie pogarsza jeszcze sprawę. Spójrzmy tylko na te akronimy: FDE², 2FA³, VPN⁴, SSO⁵, MDM⁶, IAM⁷, EDR⁸ etc. Dla wielu osób brzmią one jak czarna magia.

3. Brak wystarczającej liczby specjalistów od cyberbezpieczeństwa w firmach. Niestety wiele przedsiębiorstw postrzega cyberbezpieczeństwo tylko lub zasadniczo jako kwestię czysto techniczną i zaczyna podchodzić do sprawy bardziej poważnie dopiero po jakimś poważnym incydencie, gdy firma poniesie straty. W wyniku takiej postawy dział informatyczny przedsiębiorstw cierpi na ogromny brak specjalistów od świadomości zagrożeń w sieci. Często jest to tylko jedna osoba w przedsiębiorstwie zatrudniającym dziesięć lub dwadzieścia tysięcy ludzi. Oznacza to, że każde z rozwiązań stosowanych przez takich specjalistów musi być proste pod względem planowania, tworzenia i zarządzania.

Radzenie sobie z wyzwaniami w 2023 roku

Poniżej podajemy informacje na temat rozwiązywania tych problemów oraz najważniejsze wskazówki dla specjalistów od zagrożeń w sieci w nadchodzącym 2023 roku.

1. Zasady bezpieczeństwa w sieci powinny być proste i zrozumiałe dla pracowników. Ludzie są przystosowani obowiązkami i ciągłymi zmianami, dlatego musimy ograniczyć nasze wymagania w stosunku do nich. Zasady cyberbezpieczeństwa powinny być dla pracowników jak najprost-

sze. Pierwszym krokiem ku temu jest zidentyfikowanie oraz skoncentrowanie się jedynie na najważniejszych zagrożeniach dla ludzi w danej firmie i kluczowych zachowaniach, które zmniejszają te zagrożenia. Jednak proste wysłanie pracownikom newslettera z podanymi najważniejszymi 25 działaniami mającymi na celu zapewnienie cyberbezpieczeństwa w pracy zdalnej nikomu nie pomoże, ponieważ ludzie zwykle nie mają czasu czytać tych 25 wskazówek oraz stosować się do nich. Wyjaśnianie ludziom np. takiej sytuacji, że „najnowsza aktywność w sieci stanowiąca zagrożenie APT9 ujawniła taktykę, techniki i procedury¹⁰ hakera próbującego wykraść dane uwierzytelniające pracowników i to jest przyczyną tego, że wirtualne sieci prywatne VPN zaczynają stosować uwierzytelnianie dwuskładnikowe (2FA)”, nie ma większego sensu, bo większość słuchaczy straci zainteresowanie tym trudnym tematem. Dlatego też powinniśmy skupić się na jak najmniejszej ilości zachowań ludzi, które mają największy wpływ na bezpieczeństwo i objaśniać je w prosty, zwięzły sposób, tak aby każdy mógł zrozumieć. Ponadto poprosimy kogoś nieobeznanego w sprawach technicznych, aby napisał lub przynajmniej zrecenzował nasze materiały szkoleniowe. Dzięki temu upewnimy się, że każdy odbiorca zrozumie te informacje. Treści pisane przez ludzi będących ekspertami od spraw technicznych są zwykle pisane dla innych takich ekspertów, a zwykli ludzie mogą ich nie rozumieć.

2. Należy skoncentrować się na korzyściach osobistych dla pracowników. Jeśli chcemy przyciągnąć uwagę ludzi, to powinniśmy skoncentrować się na ich korzyściach osobistych, takich jak zabezpieczenie ich finansów, domów lub dzieci. Komunikujemy się z ludźmi oraz angażujemy ich w taki sposób, aby ludzie widzieli w tym korzyści dla siebie. Wówczas ludzie będą o wiele prawdopodobniejsze słuchać i zmieniać swoje zachowania, ale zachowania te będą takie same i w domu, i w pracy. Najważniejsze oznaki cyberataku typu phishing (przestępca podszywa się pod inną osobę lub instytucję) są takie same, niezależnie od tego, czy jesteśmy w pracy, czy w domu. Silne hasła są podstawą i w pracy, i w domu. Tak samo aktualizacje systemów. Skupmy się na osobistych korzyściach dla ludzi, a będą oni nas słuchać i zmieniać swoje zachowania.

3. Należy odpowiednio organizować szkolenia i używać zaangażowanie pracowników. E-maile są skuteczne, gdy ludzie nie są zbyt przytłoczeni. Firmy muszą znaleźć łatwy sposób na skuteczną komunikację z pracownikami. Dlatego musimy być trochę bardziej kreatywni, ponieważ każde



przedsiębiorstwo jest inne, zarówno pod względem kultury, jak i sposobu działania. Dwie kluczowe cechy skutecznego angażowania pracowników w sprawy bezpieczeństwa w sieci to: krótko oraz interaktywnie. Zamierzamy zorganizować webinar? Pomińmy pokaz slajdów i zastąpmy go dynamicznym wywiadem z jakimś specjalistą ds. cyberbezpieczeństwa z działu informatyki. Zorganizujmy szkolenie na żywo w sieci, które będzie zawierać wymianę informacji w czasie rzeczywistym z uczestnikami przez 30 minut. A jeśli ludzie będą znużeni słuchaniem? Zaprośmy jakiegoś gościa – specjalistę z zewnątrz. Gościem może być ktoś reprezentujący organy ścigania albo urząd podatkowy. Pomińmy blog i zamiast niego stwórzmy interaktywne forum online, wykorzystując takie technologie jak komunikator internetowy Slack czy platformę współpracy zespołowej MS Teams. Jeśli kultura organizacyjna jest dobrze dopasowana, urozmaicmy doświadczenie edukacyjne za pomocą prostych eventów, takich jak gra Scavenger Hunt w sieci. Chcemy być trochę nowatorscy? Rozważmy wykorzystanie memów, infografiki lub krótkich filmów wideo (micro-videos). Twórzmy treści, w które sami chcielibyśmy się zaangażować.

Lance Spitzner posiada 20-letnie doświadczenie jako specjalista od cyberbezpieczeństwa w takich dziedzinach jak badanie cyberzagrożeń, architektura bezpieczeństwa oraz szkolenia ze świadomości zagrożeń w sieci. Jest on starszym instruktorem w Instytucie SANS (www.sans.org).

¹ ang. security awareness

² Full-Disk Encryption; pełne szyfrowanie dysku

³ Two-Factor Authentication; uwierzytelnianie dwuskładnikowe

⁴ Virtual Private Network; wirtualna sieć prywatna

⁵ Single Sign-On; pojedyncze logowanie

⁶ Mobile Device Management; zarządzanie urządzeniami mobilnymi

⁷ Identity and Access Management; zarządzanie tożsamością i dostępem

⁸ Endpoint Detection and Response; wykrywanie i reagowanie na punktach końcowych

⁹ Advanced Persistent Threat; zaawansowane, trwałe zagrożenie

¹⁰ tactics, techniques, and procedures; TTP

4 strategie uzyskania większych cyfrowych bliźniaków i stworzenia Inteligentnej Rzeczywistości Cyfrowej

Choć transformacja cyfrowa jest od dziesięcioleci jednym z punktów strategii korporacyjnych, wiele firm przemysłowych, szczególnie w Europie Wschodniej, wciąż znajduje się na początku drogi ku jej wdrożeniu. A w ciągu ostatnich kilku lat cyfrowe bliźniaki stały się kamieniem węgielnym tego wysiłku transformacyjnego, obejmując zarówno jego potencjał, jak i wyzwania – mówi Istvan Barcza, Senior Account Manager (starszy specjalista ds. kluczowych klientów) w dziale Asset Lifecycle Intelligence (pomocy i doradztwa technicznego dla klientów) firmy Hexagon.

W 2020 roku firma badawczo-konsultingowa Verdantix ustaliła, że 80% kadry kierowniczej, pełniącej funkcje związane z operacjami produkcji, utrzymaniem ruchu, inżynierią i bezpieczeństwem procesów postrzegało je jako „znaczącą” lub „bardzo znaczącą” innowację. W miarę jak kraje Europy Wschodniej próbują zerwać więzi z Rosją i stać się bardziej niezależne pod względem energetycznym i strategicznym, cyfrowe bliźniaki mogą pomóc w tworzeniu nowych możliwości, zwiększeniu elastyczności i zmniejszeniu ryzyka.

W firmie Hexagon mamy bogate doświadczenie w pomaganiu firmom z Europy Wschodniej w cyfryzacji ich procesów przemysłowych oraz wykorzystywaniu danych, szczególnie w sektorach strategicznych, takich jak przetwórstwo ropy naftowej i gazu czy chemiczny. Na podstawie tego doświadczenia przedstawiamy kilka kluczowych pojęć, które powinniście zrozumieć, niezależnie od tego, czy chcecie zacząć wykorzystywać potencjał cyfrowych bliźniaków, czy też uzyskać więcej z już istniejących.

Dowiedz się więcej o Inteligentnej Rzeczywistości Cyfrowej firmy Hexagon.

Cyfrowe bliźniaki: prosta definicja i zmieniające się rzeczywistości

Cyfrowe bliźniaki są wirtualną reprezentacją zasobów lub procesów świata rzeczywistego. Jest to dosyć ogólna definicja. Istnieją znaczne różnice w zakresie, złożoności oraz technologiach wy-

korzystywanych w cyfrowych bliźniakach w różnych przedsiębiorstwach.

W niektórych firmach bliźniaki cyfrowe to niewiele więcej niż zbiór modeli 3D lub system zarządzania dokumentami. Jednak uzyskanie wymiernych korzyści zwykle wymaga połączenia wielu źródeł danych w różnych fazach cyklu życia danego zasobu.

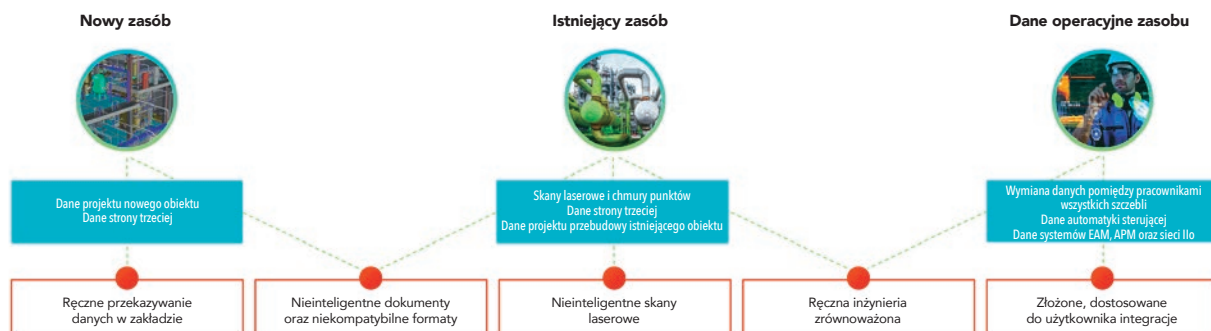
Obserwujemy, że przedsiębiorstwa, próbując tego dokonać, napotykają 4 wspólne przeszkody:

- **Nieefektywny lub niekompletny przechwyt (zbieranie) danych**, często w rozbieżnych, nieinteligentnych formatach dokumentów, ze słabym przekazywaniem informacji pomiędzy fazami projektu;
- **Brak wiarygodnych i możliwych do wykorzystania modeli 3D lub skanów laserowych**;
- **Złożoność systemów i sprzętu zastrzeżonego (firmowego)**;
- **Ręczne procedury utrzymania ruchu i prac inżynierskich**.

Od cyfrowego bliźniaka do Inteligentnej Rzeczywistości Cyfrowej

Pokonanie tych przeszkód jest kluczem do wychodzenia poza statyczne, pojedyncze źródło informacji oraz w kierunku tego, co w firmie Hexagon nazywamy Inteligentną Rzeczywistością Cyfrową (Smart Digital Reality).

Dla przedsiębiorstw stworzenie swojej własnej inteligentnej rzeczywistości cyfrowej to wysiłek składający się z trzech elementów.



korzyści z technologii swojej własnej



Zaczyna się od integracji systemów i wykorzystywania danych z wielu źródeł w całym cyklu życia zasobów oraz zainwestowania w cyfryzację i interoperacyjność. Dane te muszą być następnie zebrane w jednym miejscu, aby stworzyć w czasie rzeczywistym jednolity obraz rzeczywistości fizycznej i cyfrowej, który zapewnia pełny wgląd w zasoby przedsiębiorstwa. Ostatni element: nasycenie ich inteligencją w celu zautomatyzowania realizowanych procesów i analityki danych oraz utorowania drogi do podejmowania lepszych decyzji.

Jeśli brzmi to dla Was tak, że łatwiej powiedzieć niż zrobić, przeczytajcie o naszych czterech najlepszych praktykach, wdrożonych przez czołowe przedsiębiorstwa, z którymi współpracuje Hexagon.

Najlepsza praktyka #1: Wychodzenie poza modele 3D, aby uwzględnić kontekst i wiele źródeł danych

W fazie projektu firmy często skupiają się na tworzeniu renderingów 3D posiadanych zasobów. Ale tak naprawdę liczy się to, jakie dane i kontekst mogą pomóc w osiągnięciu większej efektywności i podejmowaniu lepszych decyzji.

Firmy osiągające najlepsze wyniki skupiają się na zapewnieniu szybkiego dostępu na żywo do bieżących informacji w jednym miejscu wraz z kontekstem niezbędnym do podejmowania decyzji. Obejmuje to informacje pochodzące z modeli 3D lub skanów laserowych, ale także zazwyczaj wymaga połączenia z systemami zewnętrznymi, takimi jak programy do archiwizacji danych oraz wzbogacenia skanów czy chmur punktów fabryk o geotagi w celu oznaczenia istotnych obszarów lub rur.

#2: Uczynienie swoich dokumentów bardziej inteligentnymi i zautomatyzowanie procesu przekazywania informacji

Kolejną najlepszą praktyką podczas fazy projektowej jest zainwestowanie w organizowanie oraz „uczynienie inteligentnymi” dokumentów, aby wydobyć całkowicie zawarte w nich informacje i wzbogacić je o odpowiednie metadane. Taka inwestycja może przynieść ogromne korzyści w późniejszym czasie.

W szczególności: ustrukturyzowany, zautomatyzowany proces przekazywania informacji w fabryce może zaoszczędzić wiele czasu i frustracji podczas faz realizowania operacji oraz konserwacji. Wyniki niektórych badań mówią, że firmy mogą spędzić nawet dwa lata na porządkowaniu dokumentacji po niewystarczającym przekazaniu!

#3: Dążenie do stworzenia pojedynczej konsoli zarządzania (ang. *single pane-of-glass*), która łączy strumienie danych w całym cyklu życia

Następny krok: połączenie tych danych z danymi operacyjnymi, takimi jak informacje o operacjach realizowanych na zmianach robo-

czych, wydajności systemu sterowania lub procedurach operacyjnych, w cyfrowym szkielecie, który będzie stanowił podstawę inteligentnej rzeczywistości cyfrowej. Takie dane operacyjne są zwykle już gromadzone w firmach, ale często ręcznie.

Ten ujednolicony szkielet cyfrowy może mieć niezwykle potężne możliwości. Umożliwia podejmowanie lepszych decyzji poprzez zapewnienie potrzebnej szczegółowości i kontekstu oraz jednocześnie wyszukiwanie wszystkich dostępnych informacji o danym zasobie. Ponadto dzięki skanom laserowym oraz modelom 3D pracownicy mogą dokładnie zapoznać się z zakładem oraz jego wyposażeniem i zaplanować pracę nawet bez wchodzenia do budynku.

To właśnie tutaj rozwiązania Hexagon szczególnie się wyróżniają: łączą one najlepsze w swojej klasie oprogramowanie do projektowania 2D i 3D, takie jak CADWorx, z narzędziami, które zostały zaprojektowane w celu cyfryzacji i optymalizacji operacji oraz utrzymania ruchu w istniejących zakładach. Ułatwia to znacznie gromadzenie danych w skali całego przedsiębiorstwa, zarówno z nowych projektów, jak i istniejących zasobów, unikając jednocześnie problemów związanych ze słabą integracją pomiędzy narzędziami lub niekompatybilnością pomiędzy zastrzeżonymi formatami różnych firm.

#4: Uwzględnianie roli zarządzania osobami zainteresowanymi

Nie powinniście się skupiać wyłącznie na technologii i danych – kluczowe jest również zarządzanie osobami zainteresowanymi. Największą receptą na niepowodzenie jest brak zaangażowania ze strony kluczowych osób zainteresowanych, w tym tych, które będą gromadzić i wykorzystywać te informacje na co dzień.

Oznacza to zbudowanie uzasadnienia biznesowego, które nakreśla korzyści, jakie te osoby zainteresowane uzyskają z całego wysiłku. Na przykład planiści budowlani będą mieli do dyspozycji jedno miejsce, w którym będą mogli sprawdzić, czy projekty są realizowane na czas lub dowiedzieć się, gdzie muszą podjąć działania. Działy inżynierskie będą posiadały kluczowe informacje i dane historyczne przechowywane w jednym miejscu. Kierownictwo uzyska z kolei korzyści z lepszego podejmowania decyzji i łatwiejszego dostępu do kluczowych wskaźników wydajności (KPI) w jednym lub wielu miejscach.

Nie zapominajmy też o ludziach pracujących w obszarach, w których będą gromadzone dane. Na przykład osoby nadzorujące operacje mogą być zmuszone do korzystania z nowego oprogramowania, takiego jak J5 operations Management, aby odejść od procesów opartych na długopisie i kartce papieru. Jak w przypadku każdego wysiłku związanego z transformacją cyfrową, przejście do inteligentnej rzeczywistości cyfrowej zależy w równym stopniu od tego, co dzieje się w hali fabrycznej, jak i od decyzji podejmowanych w sali konferencyjnej. ■



Angie Sticher, UrsaLeo

Czy **metaświat** powinien mieć dla nas znaczenie?

W artykule opisujemy symulowane środowisko cyfrowe, które **wykorzystuje technologie cyfrowych bliźniaków i rzeczywistości mieszanej** oraz inne platformy.

Metaświat¹ może wydawać się czymś nowym, kojarzonym z awatarami żyjącymi w wymiarze Internetu oraz koncentracją na konsumentach i mediach społecznościowych. Jednak w tym wirtualnym świecie istnieją także aplikacje przemysłowe. W rzeczywistości koncepcja Industry 4.0 doskonale przygotowała przemysł na metaświat.

Dla niewtajemniczonych: metaświat jest definiowany jako symulowane środowisko cyfrowe, które wykorzystuje takie technologie jak stosowanie cyfrowych bliźniaków, mieszanej rzeczywistości oraz inne platformy, i naśladuje świat rzeczywisty. Wyobraźmy sobie czujniki zainstalowane w naszym domu czy biurze, które wysyłają zbierane dane do chmury obliczeniowej, a ta z kolei wysyła przetworzone dane do aplikacji na naszym smartfonie, która śledzi zużycie energii czy jakiś inny parametr. Metaświat działa podobnie, reprezentując świat rzeczywisty w formie cyfrowym.

Cyfrowe bliźniaki² jako wirtualne repliki 3D miejsc czy obiektów fizycznych zaczynają obecnie rozprzestrzeniać się w zakładach przemysłowych. Koncepcja Industry 4.0, czyli Przemysł 4.0, łączy cyfrowe bliźniaki z danymi zbieranymi w czasie rzeczywistym i historycznymi z sieci Internetu Rzeczy (IoT) oraz systemów zarządzania dokumentami, utrzymaniem ruchu i innych, wykorzystywanych w przedsiębiorstwie przemysłowym. Pozwala to na monitorowanie realizowanych w zakładach procesów technologicznych i produkcji, analizowanie danych oraz współpracę różnych działów zakładu.

Połączenie technologii cyfrowych bliźniaków z aplikacjami IoT w fabryce czy na obiektach w terenie daje w wyniku uzyskanie czegoś, co można by nazwać metaświatem przemysłowym. Chociaż dostarczają wartość same w sobie, cyfrowe bliźniaki przynoszą najwięcej korzyści, gdy są wykorzystywane w połączeniu z innymi technologiami oraz w różnych gałęziach przemysłu do ulepszania

Metaświat jest definiowany jako symulowane środowisko cyfrowe, które wykorzystuje takie technologie jak stosowanie cyfrowych bliźniaków, mieszanej rzeczywistości oraz inne platformy, i naśladuje świat rzeczywisty.

procesów, monitorowania sprzętu, predykcyjnego utrzymania ruchu oraz szkolenia pracowników.

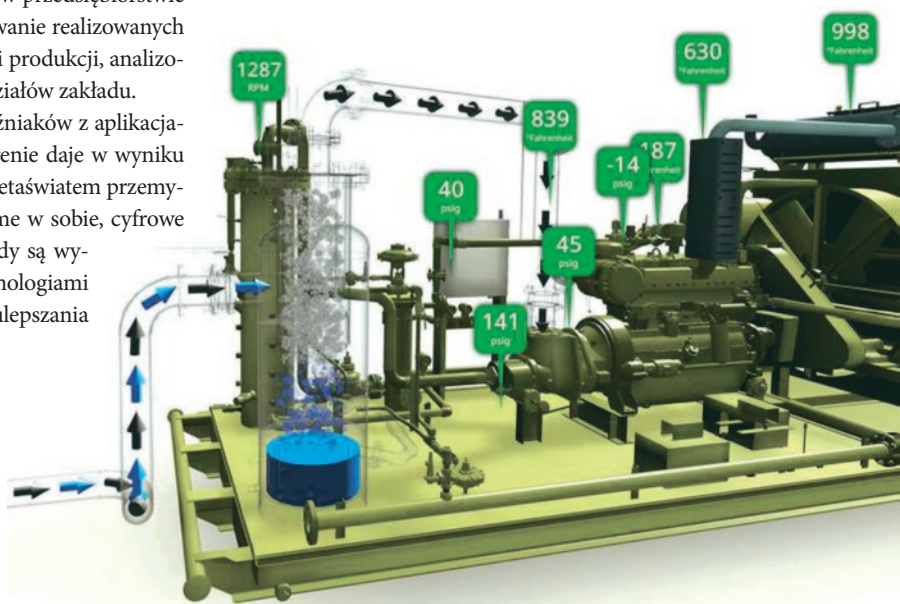
Poniżej podajemy kilka najważniejszych przykładów wykorzystywania połączenia cyfrowych bliźniaków z innymi technologiami:

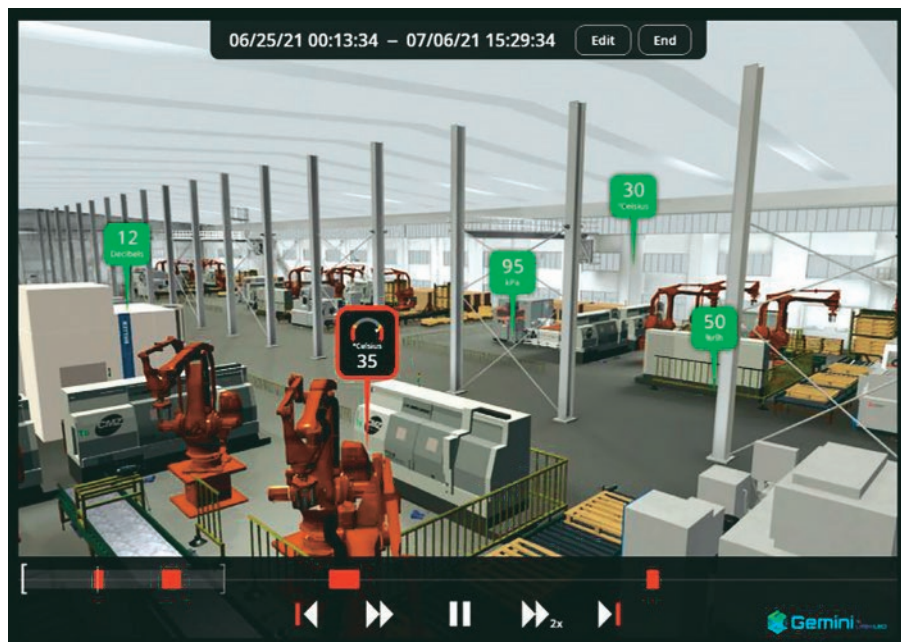
Monitoring procesów. Połączenie cyfrowych bliźniaków z otrzymywanymi w czasie rzeczywistym danymi z czujników pozwala użytkownikom monitorować swój sprzęt zdalnie za pomocą panelu IoT typu dashboard. Na jednym ekranie można wyświetlić tysiące punktów danych, a następnie wyświetlać bardziej szczegółowe informacje dodatkowe na temat wybranych punktów.

Dane z maszyn i urządzeń oraz zapisane przez działy utrzymania ruchu także mogą być wyświetlane, co pomaga

Rys. 1. Platforma odtwarzająca dane historyczne przy wykorzystaniu technologii cyfrowych bliźniaków pozwala użytkownikowi zrozumieć kontekst anomalii danych.

Źródło: UrsaLeo





Rys. 2. Bogate wizualizacje, wykonywane dzięki technologii cyfrowych bliźniaków, pokazują obsługę i działanie sprzętu w zakładach, co jest wykorzystywane do szkolenia pracowników oraz dla celów utrzymania ruchu. Źródło: UrsaLeo

nadanie im szerszego kontekstu. Użytkownicy wykorzystują alarmy do precyzyjnego wskazywania miejsc występowania problemów, co kontrastuje z tradycyjnymi metodami ręcznymi w postaci sprawdzania lokalizacji czujników czy fizycznego poszukiwania w dużej hali fabrycznej.

Posiadając kompletny model 3D złożonego zakładu produkcyjnego czy centrum logistycznego oraz możliwość przeglądania go i powiększania interesujących nas obszarów w celu uzyskania dokładniejszych danych z czujników, zyskujemy znacznie większe możliwości zorientowania się w sytuacji, niż patrząc na płaski obraz 2D. Operatorzy mogą w ten sposób uzyskać więcej informacji oraz – po prawidłowej analizie danych – szybciej rozwiązać potencjalne problemy.

Prewencyjne utrzymanie ruchu (konserwacja zapobiegawcza). Wykonane badania sugerują, że około 21% czasu pracy marnowanego przez pracowników działów utrzymania ruchu jest spowodowane chodzeniem po fabryce, natomiast kolejne 20% jest marnowane na oczekiwanie na instrukcje. Według raportu amerykańskiej firmy ServiceMax około 82% firm doświadczyło co najmniej jednego przypadku nieplanowanego przestoju w ciągu ostatnich trzech lat.

Czy można sprawić, że nieplanowane przestoje oraz poszukiwanie ich przyczyn odejdą do historii? Przynajmniej na razie cyfrowe bliźniaki umożliwiają łatwą identyfikację oraz rozwiązywanie problemów, zanim staną się one bardzo poważne, wymagając długich i kosztownych przestojów. Cyfrowe bliźniaki w połączeniu z danymi z czujników mogą śledzić, czy parametry pracy maszyny lub innego urządzenia nie przekraczają wartości progowych ustawionych przez użytkownika, zanim nastąpi awaria. Cyfrowe bliźniaki wskazują też operatorom maszyn oraz innym pracownikom fabryk, że wystąpił jakiś problem. Dlatego też można szybko zastosować środki zaradcze i ograniczyć przestój maszyny do minimum.

Szkolenia i symulacje. Ponieważ technologia nadal ewoluuje, pracownicy zakładów przemysłowych wymagają szkoleń, które zapewnią, że wykorzystywany codziennie sprzęt będzie obsługiwany prawidłowo. Koszty związane ze szkoleniami mogą być wysokie, szczególnie dla dużych przedsiębiorstw. Jednak do jednoczesnego szkolenia wielu pracowników w różnych zakładach przedsiębiorstwa przemysłowego i nie tylko może być wykorzystana technologia cyfrowych bliźniaków. Na przykład specjalista przeprowadzający takie szkolenie może znajdować się w biurze czy fabryce w stanie Ohio, natomiast uczestnicy rozsiani po całych Stanach Zjednoczonych.

Przy połączeniu technologii mieszanej rzeczywistości³ z technologią cyfrowych bliźniaków szkolenia takie stają się jeszcze bardziej immersyjne. Tak samo jak w przypadku wirtualnej rzeczywistości⁴, technologia MR wykorzystuje zestaw nagłowny (gogle), który obejmuje całe pole widzenia użytkownika i nakłada obraz cyfrowy na obraz rzeczywisty. To pozwala na interakcję ze środowiskami wirtualnymi oraz obsługę sprzętu, będąc bezpośrednio połączonym z osobą przeprowadzającą szkolenie czy innym ekspertem.

Unikalną cechą dla technologii MR oraz cyfrowych bliźniaków pod względem szkoleń jest to, że są one dostępne

”

Koncepcja Industry 4.0, czyli Przemysł 4.0, łączy cyfrowe bliźniaki z danymi zbieranymi w czasie rzeczywistym i historycznymi z sieci Internetu Rzeczy (IoT) oraz systemów zarządzania dokumentami, utrzymaniem ruchu i innych, wykorzystywanych w przedsiębiorstwie przemysłowym.



Cyfrowe bliźniaki mogą także wykonywać symulacje przyszłych zdarzeń na podstawie danych „scenariusza” oraz być wykorzystywane do demonstrowania obsługi sprzętu i urządzeń. Szkolenie symulacyjne daje okazję do zastosowania teorii i uzyskania doświadczenia w umiejętnościach lub procedurach.

w dowolnej chwili. Powiedzmy, że np. w fabryce zainstalowano nowy sprzęt lub nowe oprogramowanie na serwerze. Pracownik już przeszkolony z obsługi sprzętu może się załogować do cyfrowego bliźniaka, współpracować z producentem sprzętu lub kimś ze swojej firmy oraz uczyć kogoś po drugiej stronie modernizować lub aktualizować sposób wykonywania prac. Oznacza to mniej podróży służbowych, mniej traconego czasu oraz mniejsze koszty dla firmy.

Cyfrowe bliźniaki mogą także wykonywać symulacje przyszłych zdarzeń na podstawie danych „scenariusza” oraz być wykorzystywane do demonstrowania obsługi sprzętu i urządzeń. Szkolenie symulacyjne daje okazję do zastosowania teorii i uzyskania doświadczenia w umiejętnościach lub procedurach. Dzięki takiemu doświadczeniu osoby szkolone uzyskują zaufanie do zarządzania podobnymi scenariuszami w świecie rzeczywistym. W dalszej kolejności zaufanie jest bezpośrednio łączone z kompetencją.

3 szybkie FAKTY

- ▶ Według społeczności inwestorów Seeking Alpha termin „metaświat” jest używany zasadniczo jako odniesienie do przewidywanej przyszłej wersji Internetu, która jest często nazywana „Web 3.0”.
- ▶ Według Wikipedii metaświat jest siecią wirtualnych światów 3D, skoncentrowanych na połączeniach społecznościowych. W futurystyce i fantastyce naukowej metaświat jest często opisywany jako hipotetyczna wersja Internetu, będąca pojedynczym, uniwersalnym światem wirtualnym, do którego dostęp jest ułatwiony za pomocą gogli wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości.
- ▶ Według strony internetowej cryptonews.com Metaświat pisany dużą literą jest ideą tego, że w przyszłości będzie istniała jedna rzeczywistość wirtualna, a ludzie staną się awatarami w tej rzeczywistości.

Zdalna obsługa oraz inspekcja sprzętu. Cyfrowe bliźniaki mogą także umożliwiać zdalną obsługę oraz inspekcję sprzętu i urządzeń w zakładach z dowolnego miejsca i w dowolnej chwili.

Wyobraźmy sobie taką oto sytuację. Pewnego dnia fabryka została wyłączona z ruchu, ponieważ pewna ważna maszyna się przegrzewała, co doprowadziło do jej awarii, wymagającej naprawy przez cały następny dzień. Teraz wyobraźmy sobie taką samą sytuację, ale tym razem maszyna jest wyposażona w czujniki, które automatycznie ostrzegają operatorów oraz pracowników utrzymania ruchu, że jej temperatura przekroczyła pewną wartość progową. Wysyłany jest odpowiedni sygnał alarmowy, któryś z pracowników loguje się do cyfrowego bliźniaka, sprawdza zdalnie sprzęt i za pomocą cyfrowego panelu sterowania obniża temperaturę, dzięki czemu zakład unika awarii maszyny i kosztowne-

go przestoju. Jest to tylko jeden z przypadków praktycznych zdalnej obsługi oraz inspekcji.

Środek śledzenia zasobów mobilnych. Zakłady przemysłowe posiadają nie tylko drogi sprzęt zainstalowany na stałe, ale i także maszyny mobilne, przemieszczane po terenie albo przechowywane w magazynie, na hali fabrycznej czy na parkingu. Według amerykańskiego Narodowego Biura ds. Przestępczości Ubezpieczeniowej⁵ każdego miesiąca zgłaszane są kradzieże około 1000 sztuk sprzętu przemysłowego. Koszty sprzętu skradzionego w ciągu roku szacuje się na kwotę od 300 mln do 1 mld USD rocznie.

Kradzieże to tylko jedna z przyczyn znikania sprzętu. Pracownicy gubią go albo pozostawiają w niewłaściwym miejscu. Na przykład palety – coś, co wielu ludzi może potraktować jak drewno na opał albo śmieci. Według firmy Packaging Revolution koszty zagubionych każdego roku palet wynoszą od 750 mln do 1,5 mld USD. Znika także mniejszy sprzęt, taki jak zestawy narzędzi, wózki transportowe oraz wentylatory przemysłowe.

Czujniki śledzące zasoby firm są niedrogie i łatwe w instalacji. Mogą wysyłać dane o lokalizacji sprzętu do cyfrowego bliźniaka w celu monitorowania. Gdy coś w firmie ginie, to właśnie cyfrowy bliźniak, wykorzystując technologię mapowania GPS, może powiedzieć użytkownikowi, gdzie dokładnie znajduje się zguba.

Narzędzie raportujące. Gdy pojawia się któryś z problemów opisanych w punktach wyżej, to często konieczne jest sporządzenie raportu ze zdarzenia dla celów wewnętrznych zakładu, zgłoszenia do firmy ubezpieczeniowej czy z przyczyn prawnych. Wykorzystując cyfrowego bliźniaka, można łatwo tworzyć takie raporty za pomocą „wirtualnego filmu wideo”, który można przewijać i odtwarzać ponownie jak film z rejestratora DVR. Platformy cyfrowych bliźniaków dają użytkownikom możliwość cofania się w czasie w celu przejrzania i przeanalizowania danych, dlatego też raportowanie jest łatwiejsze i dokładnie odtwarza to, co się zdarzyło.

Angie Sticher jest współzałożycielką oraz dyrektorką ds. produktu i dyrektorką ds. operacyjnych firmy UrsaLeo. Firma ta działa w branży metaświata przemysłowego, specjalizując się w inicjatywach zeroemisyjności, poprzez swoją platformę Gemini. Angie Sticher jest doświadczonym dyrektorem, zarządza dostawami produktu oraz operacjami firmy. Ma też doświadczenie w tworzeniu oprogramowania, uzyskane podczas pracy w takich firmach, jak Palm, Apple i obecnie UrsaLeo.

¹ metawersum; ang. *metaverse*

² ang. *digital twins*

³ mixed reality; MR

⁴ virtual reality; VR

⁵ National Insurance Crime Bureau; NICB

Miejsca pracy dla specjalistów od utrzymania ruchu czekają na chętnych

Braki specjalistów na rynku pracy oraz zmieniające się strategie utrzymania ruchu w przemyśle powodują, że funkcja utrzymania ruchu ewoluuje.

Problem z brakiem wykwalifikowanych pracowników znajduje się w centrum uwagi respondentów, którzy wzięli udział w corocznej ankiecie portalu Plant Engineering w 2022 roku. Badanie to było znów sponsorowane przez firmę Advanced Technology Services (ATS), która już od trzech dekad jest jednym z czołowych dostawców technologii oraz usług dla utrzymania ruchu w przemyśle.

Potrzeba zapewnienia, aby podstawowy sprzęt w zakładzie produkcyjnym pracował na najwyższym poziomie wydajności oraz niezawodności, zmienia obecnie tradycyjny świat utrzymania ruchu, oparty głównie na pracy ludzi, mówi Michah Statler, dyrektor ds. operacyjnych w firmie ATS. Zmiana ta jest podyktowana technologią. Gwałtowny postęp technologiczny i ciągle pojawiające się innowacje oznaczają, że dziś na rynku dostępne są takie rozwiązania, jakich nie było zaledwie pięć lat temu.

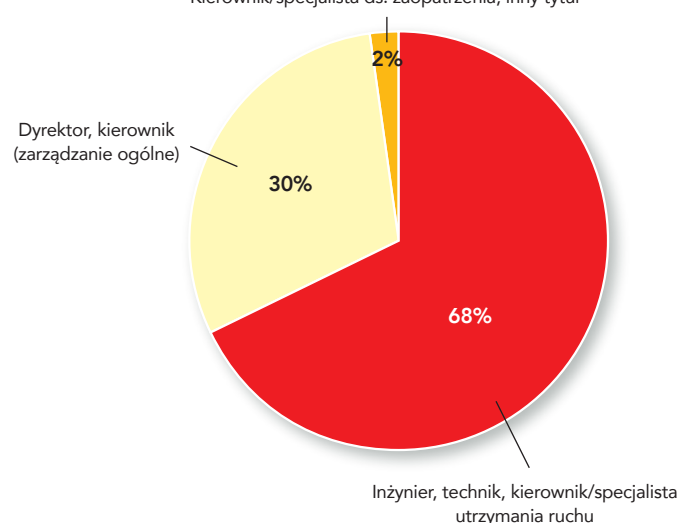
Przeciętny zakład przemysłowy realizuje trzy strategie utrzymania ruchu



Źródło: CFE Media and Technology

Jaki tytuł najlepiej opisuje twoje stanowisko pracy

Kierownik/specjalista ds. zaopatrzenia, inny tytuł



Źródło: CFE Media and Technology

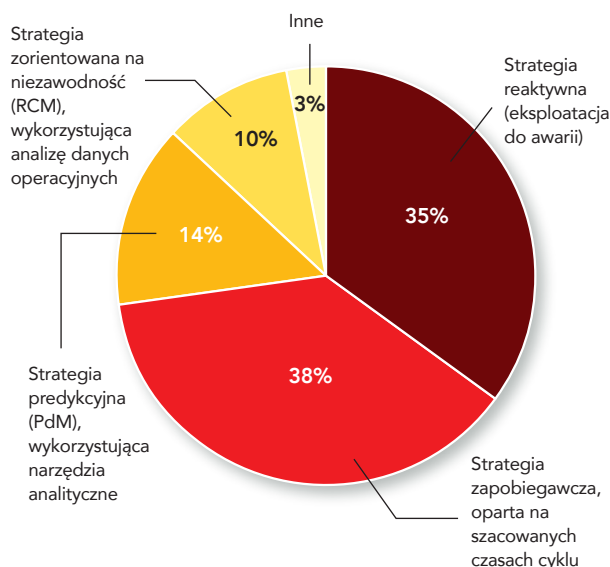
Są to dobre wiadomości dla respondentów ankiety, którzy podawali brak specjalistów na rynku pracy jako główny problem w ulepszaniu utrzymania ruchu w zakładach. Brak ten pogłębił się jeszcze – od 37% w zeszłym roku do 49% obecnie. Rekrutacja pracowników staje się coraz trudniejsza, twierdzi 72% uczestników ankiety.

Brak inżynierów, techników oraz innych specjalistów potrzebnych do utrzymania w ruchu coraz bardziej zaawansowanych technologicznie maszyn przemysłowych jest jednak częścią szerszej perspektywy.

Obecna sytuacja w branży utrzymania ruchu w USA

Według Międzynarodowego Funduszu Walutowego szacuje się, że od 20 do 30% populacji USA nie ma podstawowej wiedzy z matematyki oraz innych nauk.

Procent zasobów w zakładzie zarządzanych za pomocą różnych strategii utrzymania ruchu



Źródło: CFE Media and Technology

Jednak z drugiej strony według amerykańskiego serwisu informacyjnego Axios wykorzystujący ultranowoczesne technologie przemysł półprzewodnikowy ma swoje własne problemy. Szczególnie w USA, gdzie w sytuacji zwiększonego popytu na układy scalone firmy z branży półprzewodników borykają się obecnie z problemem rekrutowania inżynierów oraz innych pracowników wykwalifikowanych. Liczba wolnych miejsc pracy na takich stanowiskach w amerykańskich firmach z branży

półprzewodników skoczyła w latach 2020-2021 o 78%, znacznie bardziej niż w innych sektorach przemysłu.

Amerykańska agencja statystyczna rynku pracy BLS (Bureau of Labor Statistics) przewiduje, że w latach 2020-2030 ogólny poziom zatrudnienia mechaników – specjalistów od maszyn przemysłowych, pracowników utrzymania ruchu oraz techników serwisu wzrośnie o 19%, czyli znacznie szybciej niż średnio wszystkich innych zawodów.

Agencja BLS przewiduje też, że w ciągu tego dziesięciolecia przeciętnie każdego roku będzie około 56 300 wolnych miejsc pracy dla wspomnianych mechaników, serwisantów oraz innych pracowników utrzymania ruchu. Ponadto prognozuje, że wiele z tych wakatów będzie wynikiem potrzeby zastąpienia pracowników, którzy odejdą do innych zawodów lub w ogóle z pracy, na przykład na emeryturę.

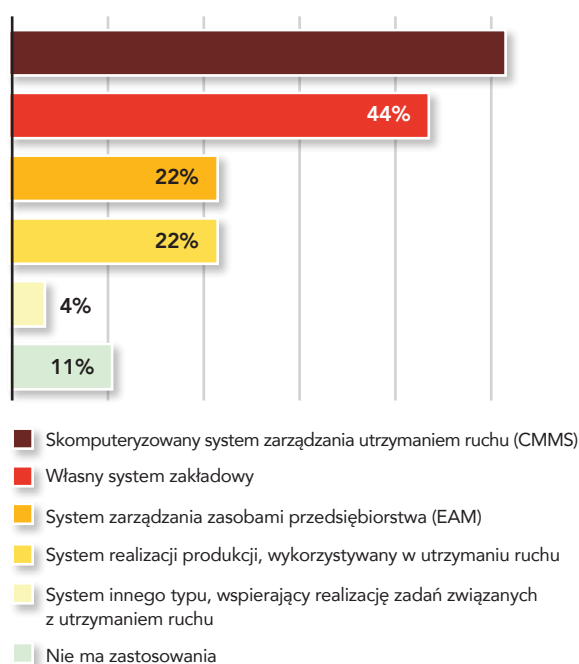
W dłuższej perspektywie czasu wzrost gospodarczy zależy głównie od umiejętności ludzi. Międzynarodowy Fundusz Walutowy twierdzi, że jest to udowodnione za pomocą porównania wzrostu gospodarczego w czasie dla różnych krajów.

Strategie utrzymania ruchu

Dzisiaj większość fabryk posiada skomputeryzowany system zarządzania utrzymaniem ruchu¹ lub system zarządzania zasobami przedsiębiorstwa². Jednak wiele z tych systemów nie jest wykorzystywanych w pełni, ponieważ są one przestarzałe, już niewspierane przez producentów lub też nie odzwierciedlają już odpowiednio zmian w procesach roboczych.

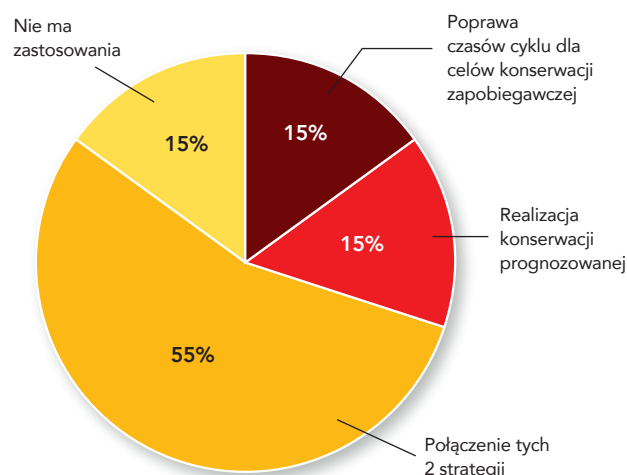
Innym obszarem postępu jest analityka danych. Jest ona oparta o dane pochodzące z systemów CMMS lub sprzętu

Aplikacje komputerowe, wspierające utrzymanie ruchu w Twoim zakładzie



Źródło: CFE Media and Technology

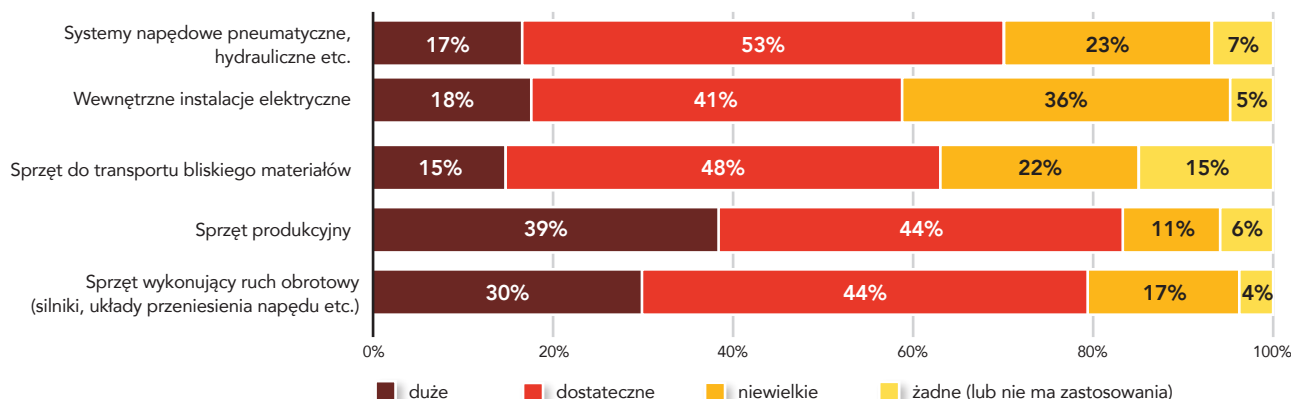
Cel monitoringu opartego o stan techniczny sprzętu



Źródło: CFE Media and Technology

produkcyjnego. Urządzenia oraz inteligentne aplikacje oprogramowania są wykorzystywane do otrzymywania praktycznych informacji, które zwiększają efektywność działania przedsiębiorstw. Zalety tej analityki danych zostały już udowodnione.

Jakie wsparcie ze strony działu utrzymania ruchu uzyskują następujące obszary w Twoim zakładzie?



Źródło: CFE Media and Technology

Po stronie sprzętu niezwykła jest możliwość otrzymywania informacji w czasie rzeczywistym na temat rzeczywistej wydajności oraz stanu technicznego maszyn. Dzięki temu można określić, kiedy i w jaki sposób powinny być wykonane na nich prace konserwacyjne. Obecnie w większości firm przemysłowych wykonuje się konserwację sprzętu na podstawie harmonogramów czasowych, dostosowując ją tylko do zmian wielkości czy harmonogramów produkcji.

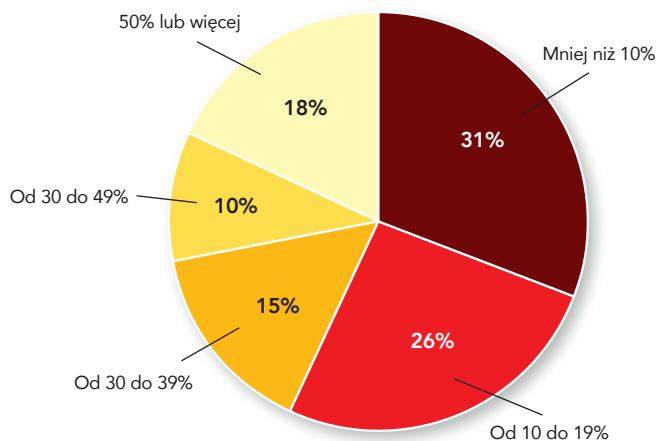
Przejsięcie z prewencyjnego utrzymania ruchu na predykcyjne i oparte o stan techniczny sprzętu może stanowić wyzwanie, mówi Micah Statler. Zainstalowane czujników na maszynach i urządzeniach w fabryce umożliwia firmom produkcyjnym optymalizację działań związanych z utrzymaniem ruchu, tak aby realizować prawdziwą strategię konserwacji opartej o stan techniczny sprzętu.

Firma ATS instaluje czujniki w fabrykach swoich klientów. Czujniki te przesyłają dane na temat stanu technicznego maszyn w tych fabrykach do naszego Centrum Technologicznego „Reliability 360”. W tym centrum realizujemy analitykę danych klientów oraz udzielamy im wsparcia technicznego i praktycznych informacji, których potrzebują do wyeliminowania nieplanowanych przestojów, zwiększenia wydajności produkcji, poprawienia efektywności działania i redukcji kosztów. Chodzi tu o dostarczanie wyników i jest to podstawą kultury firmy ATS, dodaje Micah Statler.

Nadszedł czas wielkich zmian

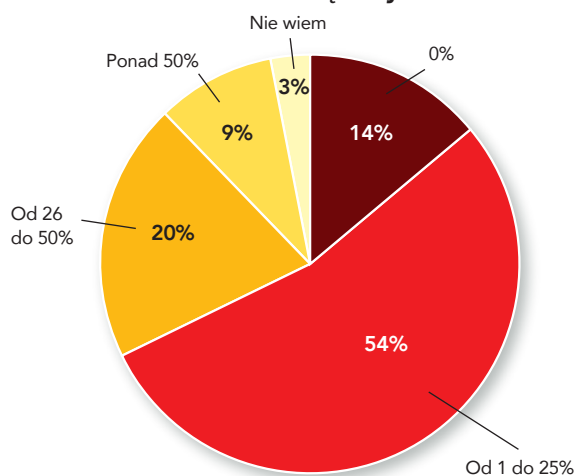
W odróżnieniu od wielu innych pracowników w okresie obowiązywania obostrzeń związanych z pandemią COVID-19, narzuconych przez władze państwowe i lokalne, personel

Jaki procent pracowników operacyjnych w Twoim zakładzie jest częścią działu utrzymania ruchu?



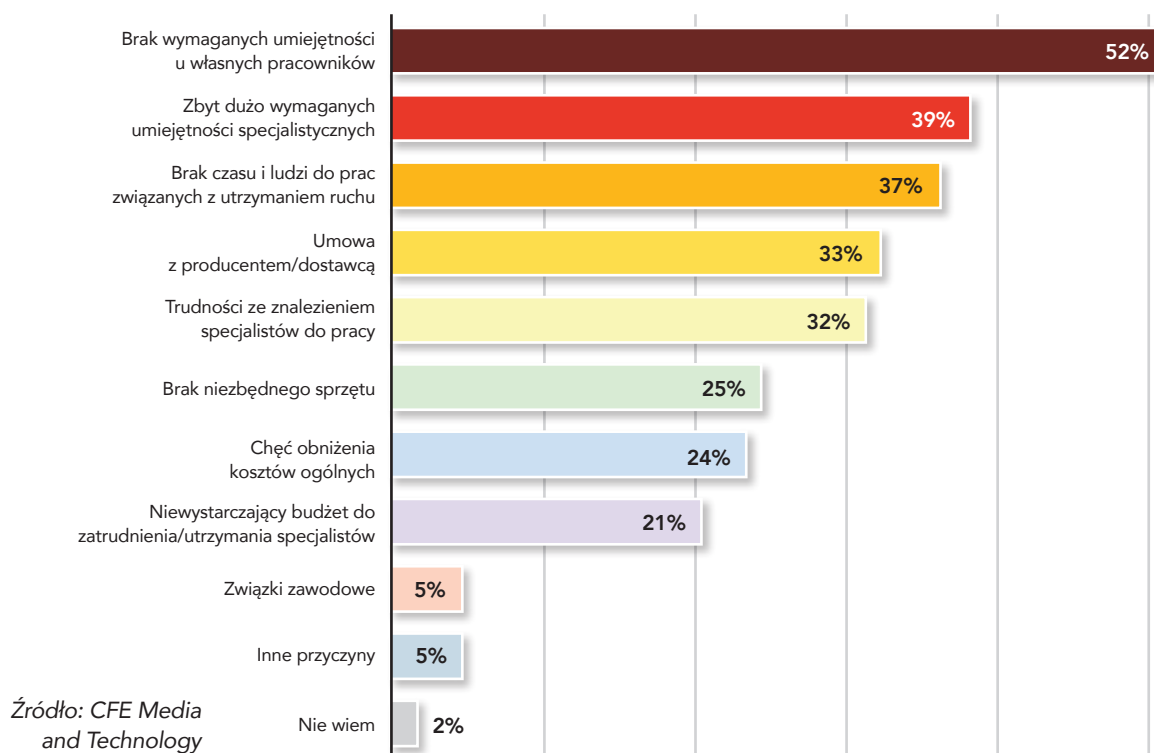
Źródło: CFE Media and Technology

Jaki procent prac związanych z utrzymaniem ruchu w Twoim zakładzie jest zlecany firmom zewnętrznym?



Źródło: CFE Media and Technology

Przyczyny zlecenia prac związanych z utrzymaniem ruchu firmom zewnętrznym



działów produkcji w zakładach przemysłowych nie mógł wykonywać swoich obowiązków zdalnie, będąc relatywnie bezpieczny w domach. Ich praca na miejscu była niezbędna dla funkcjonowania firm. Podczas najgorszego okresu pandemii producenci mieli natomiast do spełnienia potrójną misję:

- chronić pracowników;
- zarządzać ryzykiem tak, aby zapewniać ciągłość biznesu;
- sterować produkcją na odległość.

Pandemia stanowiła wstrząs dla produkcji przemysłowej oraz systemów łańcuchów dostaw zarówno w USA, jak i na całym świecie. Spowolnienia gospodarki i braki produktów nadal mają miejsce i dzisiaj. Inflacja stała się faktem. Porządek świata ustanowiony po II Wojnie Światowej w Europie jest już przeszłością.

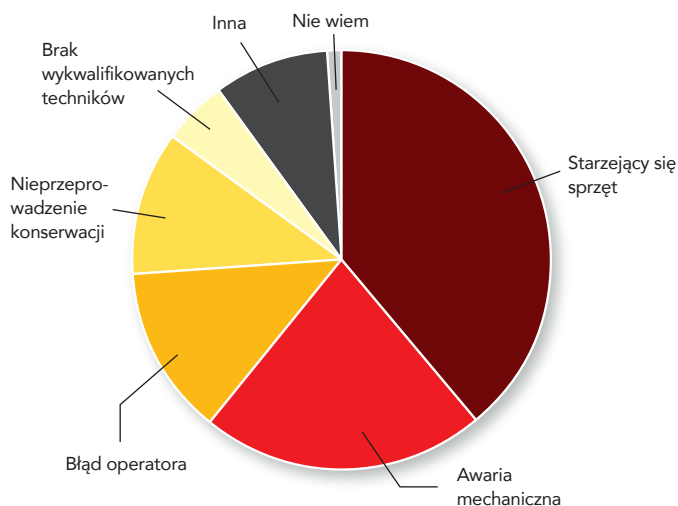
Nadchodzi kolejna zmiana. Zmiany demograficzne wśród pracowników oraz wynikające z nich braki fachowców w przemyśle produkcyjnym miały miejsce już przed pandemią. Wprowadzenie nowych technologii do środowisk produkcyjnych co prawda jest niewątpliwie mile widziane, jednak nasila problem, ponieważ powstało zapotrzebowanie na specjalistów wysokiej klasy.

Wyniki przeprowadzonej ankiety odzwierciedlają te zmiany. Co prawda większość pracowników zakładów produkcyjnych nadal radzi sobie z sytuacjami, gdy coś się zepsuje, lub nadal wykonuje konserwację opartą o harmonogramy, jednak wydaje się, że wykorzystywanie konserwacji prognozowanej w stosunku do najważniejszego sprzętu w zakładach rośnie. Połączenie tych strategii utrzymania ruchu stosownie do danej sytuacji, zwane utrzymaniem ruchu ukierunkowanym na niezawodność, także zyskuje popularność.

Wnioski z ankiety

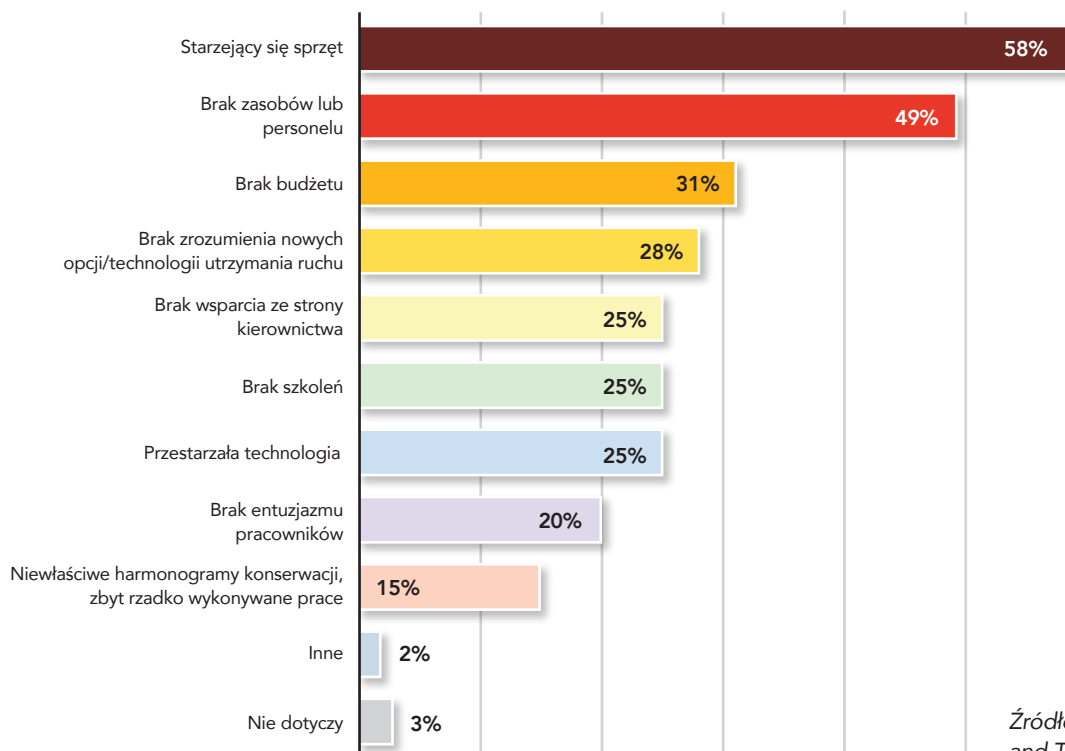
- Osiem na dziesięć zakładów przemysłowych realizuje obecnie co najmniej trzy programy albo strategie utrzymania ruchu. Według respondentów najważniejsze z tych strategii to: reaktywna (eksploatacja aż do wystąpienia awarii) oraz zapobiegawcza.
- Przeciętny zakład przemysłowy zarządza 35% swoich zasobów za pomocą programu konserwacji reaktywnej, 38% za pomocą konserwacji zapobiegawczej, 14% za

Główna przyczyna nieplanowanych przestojów w Twoim zakładzie



Źródło: CFE Media and Technology

Najważniejsze problemy na drodze ku poprawie utrzymania ruchu w Twoim zakładzie



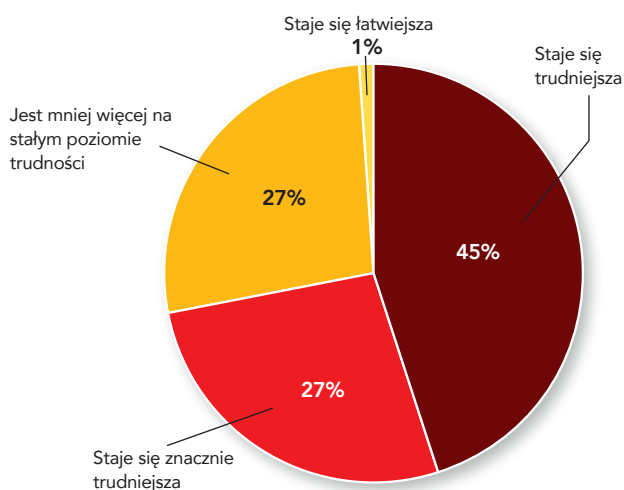
Źródło: CFE Media and Technology

pomocą konserwacji prognozowanej, a 10% za pomocą konserwacji zorientowanej na niezawodność.

- 89% zakładów wykorzystuje jedną lub więcej aplikacji komputerowych do wsparcia utrzymania ruchu. Najważniejsze dwie z tych aplikacji to skomputeryzowany system zarządzania utrzymaniem ruchu (CMMS) oraz systemy własne, opracowane przez zakładowe działy IT.
- 85% zakładów stosuje już lub planuje wdrożyć konserwację opartą na stanie technicznym (CBM), 55% chce poprawić czasy cyklu dla konserwacji zapobiegawczej oraz realizuje konserwację prognozowaną wraz z CBM.

- 39% zakładów przeznacza ponad 10% swojego rocznego budżetu operacyjnego na zadania związane z konserwacją i serwisem oraz sprzęt. Przeciętnie zakłady przeznaczają na te cele 10,6% budżetu.
- Prawie połowa respondentów podała, że personel utrzymania ruchu w ich zakładach pracuje ponad 80 godzin tygodniowo, wykonując zadania związane z konserwacją sprzętu. Przeciętny wynik wyniósł tu 138 godzin tygodniowo.
- 86% zakładów zleca wykonywanie części prac związanych z utrzymaniem ruchu firmom zewnętrznym. Dwaście dziewięć procent zakładów od roku 2021 zwiększyło, część nawet znacznie, ilość usług zleczanych firmom zewnętrznym.
- Najważniejszy powód zlecenia przez zakłady przemysłowe prac związanych z utrzymaniem ruchu firmom zewnętrznym zmienił się z „umowy z producentem/dostawcą” w 2021 roku na „brak wymaganych specjalistów wśród obecnego personelu”. Ten brak specjalistów zwiększył się z 40% do 52%, wyprzedzając drugi w kolejności powód „potrzeba jest zbyt wielu specjalistów” o 13 punktów procentowych.
- 97% zakładów napotyka problemy przy ulepszaniu utrzymania ruchu. Najważniejszym z nich pozostaje starzejący się sprzęt (58%), jednak brak zasobów lub personelu zwiększył się z 37% w 2021 roku do 49% obecnie.

Rekrutacja pracowników w Twojej firmie



Źródło: CFE Media and Technology

Amanda McLeman i Kevin Parker, Plant Engineering

¹ computerized maintenance management system, CMMS
² enterprise asset management, EAM

Raport na temat przemysłowych

Rewolucja przemysłowa dała ludziom możliwość wykorzystania ogromnej mocy urządzeń mechanicznych i stworzyła prawdziwych tytanów przemysłu. **Dzisiaj nadal stosuje się silniki o mocy większej niż kiedykolwiek**, a jedną z maszyn, które przetrwały próbę czasu, są komercyjne sprężarki powietrza.

Sprężarki te dostarczają sprężone powietrze do dużych warsztatów samochodowych, fabryk i całych zakładów produkcyjnych. Duża moc – to duża inwestycja, stąd tak ważny jest umiejętny dobór sprężarki powietrza, która nie będzie generować nadmiernych kosztów eksploatacyjnych. Wskazanie kryteriów, jakie powinny spełniać urządzenia, i przedstawienie oferty rynkowej jest celem tego raportu.

Rodzaje sprężarek powietrza

– W przemyśle jesteśmy w stanie spotkać się głównie z trzema rodzajami sprężarek – mówi Tomasz Zieliński, kierownik Działu Sprężarek i Uzdatniania Powietrza w Air-Com Pneumatyka-Automatyka (www.air-com.pl). Wylicza:

1. Sprężarka tłokowa: chyba najbardziej rozpowszechniony rodzaj sprężarki, który znają również użytkownicy niezwiązani z przemysłem. Stosowana głównie przy drobnych pracach z wykorzystaniem sprężonego powietrza, np. szlifowanie, przedmuchiwanie, lakierowanie. Niestety charakteryzują się niskimi wartościami wydajności, dużą głośnością oraz przy dużych przeciążeniach w pracy, mogą ulec awarii. Jednak ich niewątpliwym plusem jest stosunkowo niski koszt inwestycyjny.

2. Sprężarka śrubowa: w przemyśle najbardziej rozpowszechniony rodzaj używany w 90% zakładów produkcyjnych, które mają aplikacje albo narzędzia, które wymagają ciągłego zasilania sprężonym powietrzem. Sprężarki te charakteryzują się względnie szybkim czasem amortyzacji oraz dużą niezawodnością. Są one przeznaczone do pracy ciągłej, jednak przy pracy przerywanej również dadzą sobie radę, przechodząc na pracę w biegu jałowym. Sprężarki śrubowe charakteryzują się wyższymi kosztami inwestycyjnymi oraz eksploatacyjnymi, jednak mają o wiele większy zakres wydajności niż sprężarki tłokowe.

3. Sprężarka łopatkowa: spotykane w przemyśle, rzadziej niż sprężarki śrubowe, jednak są one idealnym rozwiązaniem, gdy zakład produkcyjny potrzebuje nieprzerwanie bardzo dużych ilości sprężonego powietrza. Idealne zastosowanie takich sprężarek jest np. w zakładach, gdzie konsumpcja sprężonego powietrza jest bardzo duża, a sprężone powietrze jest potrzebne w sposób ciągły np. 2 albo 3 zmiany. Charakteryzują się dużymi kosztami inwestycyjnymi w stosunku do sprężarek śrubowych.

Drugą kategorią, która jest dość mocno rozpowszechniona, jest podział na: sprężarki olejowe oraz sprężarki



Sprężarka Bambi Air PT 24 Źródło: Pneumat

bezelejowe. Różnica między tymi dwoma rodzajami jest w miarę oczywista, tzn. moduł sprężający w przypadku sprężarek olejowych jest zanurzony w kąpeli olejowej albo jest on smarowany przez olej. W przypadku sprężarki bezelejowej taka sytuacja nie ma miejsca. Sprężarki bezelejowe są używane w przemyśle np. w branży spożywczej albo farmaceutycznej. Sprężarki bezelejowe mogą również być wykorzystywane w przemyśle, kiedy jest wymóg, aby powietrze dostarczane do konkretnych procesów było pozbawione oleju. Oczywiście jest również obszerny dział uzdatniania sprężonego powietrza, który zajmuje się filtracją i osuszaniem powietrza w celu otrzymania optymalnych warunków pracy. – *Kwestia zastosowanego rozwiązania jest narzucana dla konkretnych przedsiębiorstw za pośrednictwem rynku, jak również preferencji inwestora oraz kosztów eksploatacyjnych* – kończy Tomasz Zieliński, kierownik Działu Sprężarek

sprężarek powietrza

i Uzdatniania Powietrza w Air-Com Pneumatyka-Automatyka www.air-com.pl.

Wymagania techniczne

Sprężarki muszą wypełniać wymogi aktualnych przepisów o prostych urządzeniach ciśnieniowych (Dyrektywa „PED” – UE) dostępnych na stronach UDT lub u lokalnych inspektorów UDT oraz wymagania Dyrektywy Maszynowej (także unijnej). Ponadto normy techniczne: PN-ISO 1217 (badania odbiorcze sprężarek wyporowych), PN-ISO 8573.1 (czystość sprężonego powietrza), ISO 11011 (metody pomiarów i audytów systemów sprężonego powietrza). Warto także wspomnieć, że od 2024 w Unii Europejskiej wchodzi wymóg, aby dostarczana sprężarka miała sprawność izentropową powyżej 74%.

Również energooszczędność urządzeń jest określona w konkretnych normach technicznych. – *Warto sprawdzić, czy producent w aspekcie wydajności opiera się na normie ISO 1217:2009 aneks C* – przypomina Witold H. Molicki, application manager w Kaeser Kompressoren Sp. z o.o. – *Żeby jednocześnie urządzenia były maksymalnie energooszczędne, powinniśmy wybierać urządzenia z silnikami klasy IE3 i wyższej. Przy sprężarkach z falownikiem warto pamiętać, że klasa dotyczy całego zespołu napędowego, na który składa się falownik, przewody oraz silnik – tu warto patrzeć na urządzenia z klasą IES2.* Jednak, jak zauważa Grzegorz Giebień, sales&marketing manager w Pneuma, coraz częściej producenci wprowadzają do standardowego wyposażenia sprężarek silniki o lepszej klasie IE4, ponieważ świadomość użytkowników i oczekiwania rynku rosną w tym zakresie.

Powyższe parametry pozwalają nam wyznaczyć współczynnik mocy specyficznej. Parametr ten określa, ile kilowatów musimy zużyć, żeby wytworzyć 1m^3 sprężonego powietrza o nadciśnieniu 7 bar. Pozwala on jednoznacznie określić, ile będzie użytkownika kosztować sprężone powietrze przy prognozowanym lub znanym zużyciu medium, inaczej mówiąc, która sprężarka wytwarza więcej sprężonego powietrza przy niższym zużyciu energii.

Parametry dobrej sprężarki

Tam, gdzie w grę wchodzi wysokie zużycie energii, nie ma miejsca na sprzęt niskiej jakości. – *Dobry kompresor powinien spełniać obowiązujące normy prawne i dyrektywy, a przy tym powinien być cichy, mieć tłumiki wibracji, oferować dobry dostęp serwisowy i oczywiście być trwały* – wylicza Witold H. Molicki. Warto pamiętać również o sterowniku sprężarki, na którym będziemy mogli sprawdzić czas do następnego przeglądu lub ewentualne powiadomienia o stanie pracy. Dla naszego spokoju powinniśmy również sprawdzić, czy kupowany kompresor ma wsparcie serwisowe na terenie kraju. Należy również pamiętać, że część kompresorów podlega obowiązkowi pełnego dozoru z racji wielkości zbiorników separatora oleju i ciśnienia dopuszczalnego. Istotnym jest więc, aby wraz z sprężarką dostarczone zostały stosowne dokumenty pozwalające na rejestrację w Urzędzie Dozoru Technicznego

Dobra sprężarka powietrza powinna spełniać następujące parametry:

- a) Zapewnienie parametrów oczekiwanych w procesie technologicznym, czyli ilość powietrza np. w $[\text{m}^3/\text{min}]$,



Źródło: Kaeser Kompressoren



Źródło: Aerzen Polska

- jego ciśnienie np. w [bar], jakość sprężonego powietrza, tj. resztkowa zawartość oleju, cząstek stałych i wilgoci;
- b) Niezawodność dostaw sprężonego powietrza;
- c) Trwałość czyli zachowanie optymalnych parametrów systemu przez długi czas, w szczególności żywotność stopnia śrubowego – najważniejszego podzespołu każdej sprężarki śrubowej;
- d) Energooszczędność, czyli niskie nakłady na energię. Najbardziej miarodajnym parametrem jest w tym przypadku tzw. współczynnik mocy specyficznej wyrażany w $\text{kW}/\text{m}^3/\text{min}$.

– Należy tutaj wspomnieć o sercu sprężarki tj. stopniu sprężającym, gdyż głównie ten element odpowiada za proces sprężania – podkreśla Tomasz Gregorczyk, Menedżer Produktu ds. sprężarek BOGE w Aerzen Polska. – Jego sprawność jest bardzo mocno powiązana z prędkością obwodową śrubowych rotorów. Ta z kolei jest wysoka, gdy mamy bardzo wysokie obroty albo dużą średnicę rotorów, przy czym trwałość stopnia śrubowego rośnie z wielkością łożysk oraz obniżaniem obrotów roboczych. Dlatego też optymalnym rozwiązaniem wydaje się stopień śrubowy o wysokiej sprawności i jednocześnie o możliwie najniższych obrotach, z dużą średnicą rotorów i dużymi łożyskami.

Znaczenie jakości powietrza, na przykładzie sprężarek smarowanych olejem oraz tzw. bezolejowych, podkreśla Krzysztof Kornacki, doradca ds. techniczno-handlowych w Pneumat System Sp. z o.o. W przypadku tych pierwszych podstawowym wymaganiem jest zapewnienie skutecznego zatrzymania / odseparowania oleju służącego do smarowania zespołu sprężającego. Decydując się na sprężarkę tzw. bezolejową, należy także zastosować odpowiednią filtrację (i zwykle osuszacz). W przypadku sprężarek olejowych montaż filtrów wydaje się oczywisty. Należy pamiętać, że powietrze ze sprę-

żarki bezolejowej na wyjściu zawiera nie tylko wodę, ale także niewielkie ilości substancji ropopochodnych i innych chemicznych z atmosfery oraz cząstki stałe – pyły, ale również cząsteczki metali i uszczelnień pochodzące z ruchomych komponentów wewnętrznych sprężarki. Doświadczenie wskazuje, że 80% zanieczyszczeń to cząsteczki mniejsze niż 2 μm .

Jak wybrać sprężarkę przemysłową

Tomasz Zieliński, kierownik Działu Sprężarek i Uzdatniania Powietrza w Air-Com Pneumatyka-Automatyka, na początek radzi kupującemu odpowiedzieć na trzy pytania:

1. Jakiego minimalnego ciśnienia potrzebują urządzenia/aplikacje/maszyny?
2. Ile powietrza potrzebują urządzenia/aplikacje/maszyny?
3. Jak będzie wyglądała instalacja sprężonego powietrza (rozpiętość instalacji) oraz w jakim trybie będą pracować poszczególne maszyny/aplikacje?

Marek Staruszkiewicz, prezes Czemar Sp. z o.o. proponuje wykonać audyt. – Często przeprowadza się go w celu zastosowania kompleksowych rozwiązań. Prawdłowe zaprojektowanie i wykonanie instalacji pneumatycznej wymaga wiedzy i doświadczenia, które posiada nasz zespół inżynierów i techników. Zaprojektowanie instalacji dystrybucji sprężonego powietrza musi być dostosowane do indywidualnych potrzeb i wymagań planowanych procesów produkcyjnych. Jednocześnie zbudowanie szczelnego i funkcjonalnego systemu dystrybucji zapewni odpowiednie zasilanie urządzeń pneumatycznych. Zastosowanie odpowiednich złączy pneumatycznych, profesjonalizacji realizowanych zadań i poczucie odpowiedzialności gwarantuje uzyskanie systemu odpowiadającego potrzebom prowadzonego zakładu.

HERMA POLSKA SP. Z O.O. SP. K.

DWUSTOPNIOWE ŚRUBOWE SPREŻARKI POWIETRZA firmy LMF

Najwydajniejsze sprężarki na rynku dla każdej gałęzi przemysłu

Istotną rolę w każdej instalacji sprężonego powietrza spełnia **sprężarka**. Nowe sprężarki dostępne obecnie na rynku mają być przede wszystkim bardziej **energooszczędne** od poprzednich modeli, dzięki efektywniejszej pracy mają też być znacznie trwalsze.

Sprężarki śrubowe dwustopniowe LMF mają jedną z najwyższych w przemyśle sprężarkowym efektywność energetyczną. Określa ją współczynnik mówiący, jaka ilość energii elektrycznej w kW potrzebna jest na wytworzenie 1m³ sprężonego powietrza w ciągu minuty. Kompresory dwustopniowe LMF osiągają wartości na poziomie 5,3 kWh/1m³.

Pośród głównych elementów wpływających na oszczędności energii w trakcie stosowania sprężarek wymienić należy m.in. regulację prędkości gwarantującą optymalne warunki obciążenia w całym zakresie prędkości obrotowych. Jednocześnie zmiana poboru powietrza do minimalnej prędkości obrotowej umożliwia dostosowanie się parametrów maszyny w trakcie pracy do zmniejszonego zapotrzebowania na sprężone powietrze.

Korzyść dodana - Płyty wymiennik ciepła

Kolejnym z rozwiązań jest odzysk ciepła z układu olejowego kompresora. Podczas pracy modułu śrubowego olej nagrzewa się do bardzo wysokiej temperatury 60-90 st. C, którą można "przechwycić". Taką możliwość daje płytowy wymiennik ciepła, który **może odzyskiwać nawet do 70% energii cieplnej** powstałej podczas pracy sprężarki. Odzyskaną w ten sposób energię można wykorzystać np. do podgrzewania wody technologicznej oraz użytkowej. Biorąc pod uwagę fakt, że chłdnica oleju marnotrawi mnóstwo energii, wykorzystując tę technologię nie tylko ograniczamy straty, ale jednocześnie obniżamy koszty utrzymania zakładu.

Korzyść dodana – Białe certyfikaty

Przy okazji zamiany kompresora starej generacji na kompresor dwustopniowy **energooszczędny** nowej generacji możemy uzyskać



z takiego projektu Białe Certyfikaty, czyli świadectwa efektywności energetycznej. Wydawane są przez Prezesa URE jako **potwierdzenie tzw. efektu energetycznego (oszczędności energii) uzyskanego w wyniku realizacji przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej**.

Wartość Białych Certyfikatów rośnie systematycznie o określoną wartość, co reguluje odpowiednia ustawa – jest to 5% poprzedniej wartości w skali roku. **Obecnie opłata zastępcza za 1 toe w 2023 roku wynosi 2010 zł. W 2024 roku będzie wynosić już 2110 zł.**

Dzięki kompresorom LMF dwustopniowym z falownikami uzyskujemy niższe koszty eksploatacji i błyskawiczny zwrot z inwestycji.

Na terenie naszego kraju Herma Polska Sp. z o.o. Sp. k. jest Autoryzowanym Dystrybutorem producenta sprężarek LMF.

HERMA POLSKA Sp. z o.o. Sp. k.
Ul. Tadeusza Kościuszki 36A lok. 14
32-020 Wieliczka
Prezes Zarządu Jarosław Szczyrbak
Kom. 515-186-753
herma@herma.org.pl



Źródło: Czemar

Grzegorz Giebień z Pneuma wskazuje też miejsce posadowienia sprężarkowni. – Wybierając odpowiednie miejsce pod ustawienie systemu wytwarzania sprężonego powietrza, trzeba przewidzieć odpowiednią przestrzeń dla urządzeń oraz wentylację pomieszczenia – tłumaczy. – Idealnie, gdy pomieszczenie posiada dwie lub min. jedną ścianę zewnętrzną, aby zrobić w niej czerpnię i wyrzut gorącego powietrza.

Jak wspomina Joanna Staruszkiewicz, proukrent Czemar Sp. z o.o., bardzo ważne jest, aby sprężarka wraz z urządzeniami towarzyszącymi pracowała w odpowiednich warunkach. Pomieszczenia powinny być wyposażone m.in. we właściwą i sprawną wentylację, czerpnię świeżego powietrza, wyrzut gorącego powietrza. Oprócz tego należy pamiętać o odpowiedniej temperaturze otoczenia pomiędzy 4-40°C, odpowiednim podłożu zgodnym ze standardem przemysłowym oraz o swobodnym i łatwym dostępie do sprężarki. Odpowiednio przygotowane miejsce do pracy urządzenia pozwala na sprawne funkcjonowanie sprężarki, a w przypadku awarii czy naprawy na skuteczne przeprowadzenie usług serwisowych.

Najtańsza – dla kogo

– Na pytanie: jaka powinna być sprężarka powietrza, najprościej jest odpowiedzieć: „najtańsza” – kwituje Wojciech Kwaśnicki, główny doradca techniczny i właściciel Comest. – Ale my patrzymy na kwestie kosztów przez pryzmat działalności. Większa firma, której produkcja to procesy rozłożone w czasie, z powodzeniem może „iść w śruby” z wtryskiem oleju. Z kolei ten sam charakter zużycia powietrza (duża ilość, długie okresy użytkowania), ale w branży spożywczej lub farmaceutycznej, wykluczy kompresory olejowe. – Zatem dwie

kluczowe kwestie: charakter produkcji i dobór zgodny z zapotrzebowaniem – podsumowuje Kwaśnicki. – Następnie określamy zapotrzebowanie – i wtedy możemy już tworzyć różne warianty. Łączymy sprężarkę stałobrotową ze zmiennoobrotową, kilka sprężarek ze sterownikiem nadrzędnym, a jeśli to możliwe (i uzasadnione ekonomicznie), możemy dołożyć odzysk ciepła. Dziś dobrze przeprowadzona inwestycja w sprężarki to proces kilkakrotnego sprawdzania możliwości – kosztów i prawdopodobnych oszczędności. Z reguły, im większa moc kompresora, tym więcej trzeba przemyśleć – podkreśla Kwaśnicki. – To oczywiste, bo koszty rosną wraz z wielkością urządzenia. Te energetyczne oraz serwisowe. I właśnie serwis jest kolejnym elementem, który trzeba brać pod uwagę przy obliczaniu „najtańszej” sprężarki. Są to kwoty, które warto zabudżetować, bo konserwacja kompresora wiąże się z gwarancją. Poza tym brak konserwacji już kilka razy pokazał, że awaria jest droższa niż okresowe przeglądy.

– Każda sprężarka ma swoje wady i zalety, każda ma określone zastosowanie i moc – mówi Katarzyna Kostecka z firmy Czemar. – Często kontakt ze specjalistami w branży sprężonego powietrza rozwieje wszelkie wątpliwości i pomoże dobrać urządzenie pod specyfikę prowadzonej branży. Czemar Sp. z o.o. ma wykwalifikowany zespół doradców handlowych służących radą i wsparciem na każdym etapie wyboru maszyny z zakresu sprężonego powietrza.

Nie zapotrzebowanie, ale moc

Krytycznie do priorytetowej roli zapotrzebowania i czystości powietrza odnosi się Tomasz Gregorczyk. – Obecnie „dawne” podejście do selekcji sprężarek, czyli określenie, jakie jest maksymalne zapotrzebowanie na sprężone powietrze przy określonym ciśnieniu oraz jakie są wymogi czystości powietrza, nie do końca się sprawdza – ocenia. Otóż większość kosztów posiadania sprężarki w czasie jej „życia technicznego”, to koszty energii pobierane przez sprężarkę, gdyż stanowią one nawet do 70% całkowitych kosztów, podczas gdy koszty zakupu to tylko 20%, a koszty serwisu ok. 10%. Jednym z lepszych indykatorów będzie moc specyficzna (kW/m³/min), czyli kilowaty energii pobranej z gniazdka, podzielone na metr sześcienny na minutę na tłoczeniu. Jest to prawdziwy parametr świadczący o efektywności sprężarki, a w połączeniu z kosztem jej zakupu jest dobrym wskaźnikiem prawdziwej wartości sprężarki. Moc specyficzną można łatwo porównać do wskaźnika zużycia litrów paliwa na 100 km – wskaźnika stosowanego w przemyśle samochodowym, ułatwiającego użytkownikom podjęcie decyzji co do zakupu. Należy jednakże pamiętać, iż moc specyficzna odnosi się do stałych warunków otoczenia i – w przypadku sprężarek stałobrotowych – maksymalnej wydajności sprężarki, czyli wydajności, z którą tak naprawdę rzadko pracuje, zwłaszcza w przewymiarowanych układach.

„Wydajność” a „efektywność”

Kiedy mechanik mówi o wydajnej sprężarce, to ma na myśli ilość powietrza, jaką dostarcza sprężarka. Jednak dla ku-



pującego wydajność będzie zapewne oznaczać ilość zużytej energii elektrycznej. – *Sprawność ogólna sprężarek, z jakimi miałem do czynienia, wahała się od 5% do 15%. Reszta (czyli większość) zużytej do sprężania energii elektrycznej zamienia się na ciepło, do którego dalej wrócę* – mówi Wojciech Halkiewicz, właściciel 7bar. – *To obrazuje, jak drogą energią jest sprężone powietrze (jest nawet 6-20 razy droższe od energii elektrycznej).* To niestety nie koniec dramatu, bo skutkiem „niedopasowania” sprężarek do potrzeb sieci odbiorczej są inne straty energii – związane z tym „przesunięciem regulacyjnym” – sprężarki po prostu nie mogą w 100% liniowo reagować na zmiany poboru, w związku z tym, nawet regulując się według najlepszych metod, muszą czasem pracować na biegu jałowym, wyłączać się i załączać, z czym wiąże się dodatkowe nakłady energii. Osoby odpowiedzialne za sprężarki w zakładach produkcyjnych wkładają ogromny wysiłek, żeby wytwarzać sprężone powietrze z możliwie najwyższą sprawnością, żeby niezawodność sprężarek była najwyższa, a ich praca skutkowała możliwie najmniejszą emisją CO₂, żeby dostarczały czyste powietrze zgodne z wymaganiami, a ich cena i serwis powodowały możliwie bezpieczny energetycznie i znośny ekonomicznie kompromis. Sprężarka na biegu jałowym pobiera 20-30% mocy znamionowej w dociążeniu (ale w bardzo wielu przypadkach pomiary wykazały ten pobór nawet na poziomie 50% mocy znamionowej!), a nie dostarcza powietrza. Metody regulacji sprężarek i układów wielosprężarkowych, o których w kolejnym akapicie, mają pomóc w unikaniu takich sytuacji.

Ciśnienia robocze

Wojciech Halkiewicz: – *Pracujemy dla przemysłu, gdzie nie zdarza się nam pracować ze sprężarkami mniejszymi niż 11 kW mocy zainstalowanej, stąd poniższe zestawienie nie ujmuje mniejszych jednostek. Podział sprężarek związany jest także z ich ciśnieniami roboczymi, ale na potrzeby artykułu zakładam, że Czytelnika najbardziej interesuje zakres sprężarek o ciśnieniu 3,5-13 bar. Praktyka pokazuje, że o wyborze rodzaju sprężarki decyduje oczywiście TCO (total cost of ownership), ale także zakres jej regulacji oraz sposób dopasowania kombinacji sprężarek do profilu poboru sprężonego powietrza. Ważna będzie wielkość wymaganego strumienia wydajności, a bardzo przybliżone zestawienie z podziałem na najpopularniejsze typy-grupy wygląda tak:*

Dobry kompresor powinien spełniać obowiązujące normy prawne i dyrektywy, a przy tym powinien być cichy, mieć tłumiki wibracji, oferować dobry dostęp serwisowy i oczywiście być trwały

Ciepło, ciepło

Ze względu na zjawiska fizyczne zachodzące w procesie sprężania gazu sprężarka przemysłowa jest „fabryką ciepła”, podczas gdy użytkownikowi zależy na dużej (oczekiwanej) wydajności przy jak najniższym wzroście temp. powietrza opuszczającego sprężarkę. – *Dlatego w przypadku sprężarek śrubowych o dużej wydajności (lub tzw. turbo) w wielu przypadkach warto rozważyć wybór modelu chłodzonego wodą lub z zainstalowanym wymiennikiem ciepła, które odzyskując ze sprężarki, można wykorzystać np. do ogrzewania pomieszczeń lub podgrzewania wody użytkowej lub technologicznej* – radzi Krzysztof Kornacki. Ze względów praktycznych i dla oszczędności energii – w niektórych przypadkach - dla ciśnień niższych warto rozważyć zastosowanie dmuchawy, zamiast sprężarki np. 7 bar z reduktorem ciśnienia.

Wojciech Halkiewicz: – *Jeśli w zakładzie jest zapotrzebowanie na ciepłą lub zimną wodę, to 60-70% mocy znamionowej sprężarki w dociążeniu jesteśmy w stanie zamienić na ciepłą wodę o temperaturze powyżej 70-75°C albo ok. 33% mocy sprężarki w dociążeniu zamienić na zimną wodę o temperaturze 8-20°C. Takie układy zwiększają sprawność energetyczną zakładu i poprawiają komfort cieplny sprężarek. Widać więc, że wymagań technicznych wobec sprężarek jest sporo. Zwraca też uwagę na marnotrawienie wydmuchiwanego powietrza. – W zakładach produkcyjnych dochodzi do zbyt wielu wycieków (statystycznie jest ich 10-30% zależnie od branży i kultury technicznej), zbędnych wydmuchów, których statystycznie jest 10% produkowanego strumienia. Często też działy produkcyjne wymuszają dostawę ciśnienia znacznie powyżej potrzeb, co statystycznie generuje dodatkowych około 5-10% zwiększenia poboru energii. Pytanie o poprawny dobór sprężarki jest istotne, bo zła decyzja ukształtuje w ok. 80% koszt energii w ramach TCO na okres nawet 15-20 lat.*

Regulacja wydajności sprężarek

Regulacja wydajności sprężarek, w przypadku sprężarek wyporowych, wygląda następująco:

	Rodzaj sprężarki / MOC [kW]	11-18,5 (do 200 m ³ /h)	22-37 (do 400 m ³ /h)	45-75 (do 800 m ³ /h)	90-160 (do 1800 m ³ /h)	160-355 (do 3500 m ³ /h)	250-500 (do 5000 m ³ /h)	Powyżej 500 (powyżej 5000 m ³ /h)	Powyżej 3000 (powyżej 30000 m ³ /h)
Wyporowe	Tłokowe			X	X	X			
	Łopatkowe	X	X	X	X	X			
	Śrubowe	X	X	X	X	X	X	X (do 750 kW)	
Przepływowe	Promieniowe						X	X	X
	Osiowe								X



Źródło: Pneuma

► **TŁOKOWE** – pozwalają się regulować przy pomocy przetwornic częstotliwości dostarczanych wraz z całym „drive – trainem” z odpowiednim silnikiem elektrycznym. Ale ze względu na ich specyfikę – a pracują zwykle przy niskich obrotach – „nie ma czym” regulować. Ta metoda pasuje do sprężarek o wyższych obrotach roboczych (powyżej 600 obr/min). Natomiast od lat znana jest metoda podwieszania zaworów, która w sprężarkach tłokowych typu „double acting” – ze sprężaniem po obu stronach tłoka przy obu jego ruchach – wystarczy zamknąć zawory z jednej strony cylindra i sprężamy tylko 50% zasysanego powietrza, pobierając zwykle niewiele ponad 50% mocy pobieranej przy pełnym tłoczeniu. Takie sprężarki mogą przechodzić na bieg jałowy ze stopnia regulacji 100% i 50%, zależnie od profilu obciążenia śledzonego przez sterownik sprężarki. Warto dodać, że dzięki małym oporom i kołu zamachowemu w „tłokówce” obciążenie na biegu jałowym zwykle nie przekracza 16%. Mamy tu więc do czynienia z regulacją stopniową:

- Pełna wydajność, pełne obciążenie: $V=100\%$ - $P=100\%$
- Połowa wydajności, ok. połowy obciążenia $V=50\%$ - $P=51-60\%$
- Bieg jałowy $V=0\%$ - $P \sim 16\%$
- Postój

Taką sprężarkę można zamówić sobie także z układem soft-startu.

► **ŚRUBOWE** – pozwalają regulować się podobnie jak tłokowe: klasycznie load/offload/stop albo dwustopniowo, albo poprzez płynną zmianę obrotów (quasiliniowo od 20% do 100%). Klasyczna regulacja sprężarek stałobrotowych, to praca przy pełnym otwarciu przepustnicy (100% wydajności), bieg jałowy przy 20-30% nominalnej mocy pobieranej i postój. Regulacja 2-stopniowa wiąże się ze stosowaniem silników 2-biegowych z przełączanymi biegunami, gdzie wysokość niższej prędkości obrotowej definiowana jest przez producenta silników. Zwykle jest to regulacja: 100%, 50-75%

(zależnie od typu silnika), bieg jałowy 20-30% i postój. Maszyny zmiennobrotowe regulują się prawie według charakterystyki liniowej, z małymi odchyłkami, w zakresie regulacji od 100% do nawet poniżej 20%. UWAGA – sprawność ich nie jest najwyższa przy minimum obrotów, a w niektórych przypadkach także blisko maksimum obrotów. Zależnie od zastosowanego przez producenta modułu śrubowego sprawność będzie optymalna w środku lub przy końcu zakresu regulacyjnego. Sprawność bowiem także zmienia się liniowo wraz z prędkością obwodową (a więc i obrotową) do pewnego punktu, a następnie w porządku bliższym paraboli spada. Ważny jest wybór optymalnego modułu śrubowego do takiej sprężarki. Kolejna metoda regulacji sprężarek śrubowych stosowana od wielu lat w układach chłodniczych, to zmiana objętości komory sprężania poprzez otwieranie zaworów bajpasowych na ssanie (*variable displacement drive*) określających wielkość obszaru sprężania (długość aktywną śrub). Zawory mogą być typu tłoczkowego, suwakowego lub otwierane i zamykane mechanizmem śrubowym. Charakterystyka nie jest publikowana przez żadnego z producentów. Analizy pokazują kształt bliski zestawieniu 2 różnych krzywych raczej 2-go stopnia, z zakresem minimalnej wydajności sięgającym 40-60%, w zależności od wielkości i typu modułu śrubowego. System regulacji tego typu jest atrakcyjny w zakresie 80-100% wydajności.

► **ŁOPATKOWE** – regulują się podobnie do śrubowych, z tym tylko, że zmiennobrotowe mogą minimalnie osiągać 50% wydajności i obrotów.

W przypadku sprężarek wyporowych nie można zapomnieć o ich nadrzędnych układach sterowania. Mają one na celu utrzymywanie sprężarek stałobrotowych w punkcie pracy tzn. przy nieomalże 100% obciążenia, z biegiem jałowym, który nie powinien kosztować więcej niż 2%. System nadrzędnego sterowania ma także za zadanie utrzymywanie sprężarek zmiennobrotowych w optymalnym zakresie ich regulacji oraz minimalizacji ilości startów silników oraz cykli dociążeń, a także wyrównywanie ilości startów i dociążeń.

► **PREZPŁYWOWE – ODŚRODKOWE („turbo”)** – to sprężarki, które mają systemy regulacji oparte o zamykanie zaworu ssawnego – przepustnicy (IGV – *inlet guided vanes valve* – zawór z łopatkami kierowniczymi) oraz układ wydmuchowy BOV (*blow-off valve*). Przepustnica IGV zaprojektowana jest precyzyjnie aerodynamicznie, a wygląda trochę jak migawka w klasycznym aparacie fotograficznym. Przemykając się jest w stanie zmniejszać strumień powietrza do minimum 65-70%, powodując zmniejszanie się poboru mocy według krzywej bliskiej paraboli. Punkt minimalnego strumienia osiągalnego dla tego typu sprężarek wiąże się z możliwością wpadnięcia maszyny w pompaż, przed czym maszyna zabezpieczona jest odpowiednim opomiarowaniem pobieranego prądu i drgań, aby do tego nie doprowadzić – po zamknięciu zaworu ssawnego IGV do bezpiecznego minimum – stopniowo otwiera się zawór wydmuchowy BOV, który usuwa wcześniej sprężone powietrze przez odpowiedni tłumik do atmosfery, aby odciążyć sprężarkę. Sprężone powietrze jest drogie, dlatego idealnie jest dobrać tę sprężarkę tak, aby pracowała w punkcie pracy – zawsze przy maksimum

swojej wydajności. Idealne do takich aplikacji są duże konglomeraty typu huty, kopalnie itp., gdzie strumień pobieranego powietrza jest duży i w miarę stabilny.

– Jeśli natomiast dochodzi do zmienności w takich dużych obiektach, a można, czy też trzeba je obsługiwać większą ilością sprężarek, wtedy warto zastosować system nadrzędnego sterowania opierający się na tzw. „load sharingu” – radzi Wojciech Halkiewicz – czyli takim zarządzaniem obciążeniem poszczególnych sprężarek, aby żadna z nich nie pracowała na wydmuchu, ale żeby „dzieliły się” zmniejszonym zapotrzebowaniem, wykorzystując swój około 30% zakres regulacji.

Wybór praktyka

Krzysztof Kornacki doradza dobór sprężarki zgodnie z parametrami praktycznymi, w kontekście codziennej obsługi urządzenia:

- Ze sterownikiem wygodnym w obsłudze,
- Regulatorem ciśnienia umożliwiającymi zmianę nastaw,
- Jeśli na zbiorniku (tłokowe) – to z elektronicznym/automatycznym spustem kondensatu,
- Wyposażone w obudowę dźwiękochłonną,
- Niektóre zastosowania wymagają możliwości przemieszczania – wtedy warto wybrać model wyposażony w kółka jezdne – zwykle dotyczy mniejszych sprężarek, zwłaszcza tłokowych.

I znowu, wskazuje na praktykę Krzysztof Kornacki, wie-

le zakupionych sprężarek jest znacznie przewymiarowanych w stosunku do całkowitego zapotrzebowania na sprężone powietrze. – Wynika to niekiedy ze specyfiki procesu doboru, w którym powstaje swoisty łańcuch złożony z danych podawanych dostawcy sprzętu przez kolejno: użytkownika, instalatora, projektanta. Na każdym z tych „etapów” związanych z inwestycją dodawany jest „na wszelki wypadek” zapas wydajności. W efekcie może to być nawet do 50%, znacznie więcej niż niezbędny zapas wydajności (rzędu ok. 15%).

Przykłady zastosowań w przemyśle

AERZEN Polska

Oferuje sprężarki powietrza śrubowe, spiralne, tłokowe firmy BOGE Kompressoren GmbH. Program produkcji obejmuje:

- olejowe i bezolejowe sprężarki śrubowe o mocach do 355 kW;
- bezolejowe sprężarki spiralne;
- olejowe i bezolejowe sprężarki tłokowe o ciśnieniu do 40 bar;
- generatory (wytwornice) tlenu oraz azotu;
- systemy uzdatniania powietrza: osuszacze ziębnicze i adsorbcyjne, filtry sprężonego powietrza, układy separacji i uzdatniania kondensatu, kolumny z węglem aktywnym, katalityczne konwertery sprężonego powietrza.

SPRĘŻARKI DLA PRZEMYSŁU

Nowe energooszczędne sprężarki powietrza z falownikiem **seria IMPETUS**

✓ dwustopniowe ✓ klasa silnika IE4





Źródło: Comest

PNEUMAT SYSTEM

Oferujemy sprężarki tłokowe najczęściej jako pomocnicze do zastosowań przemysłowych oraz warsztatowych marek: Fini (smarowane olejem) oraz bezolejowe: Fini, Gentilin, Bambi Air. Te ostatnie są chętnie stosowane w laboratoriach naukowych i przemysłowych, medycynie/stomatologii – w zastosowaniach, gdzie niezbędna jest niewielka i kompaktowa sprężarka o niskim poziomie hałasu (54 dB), z wydajnym ze-
społem sprężającym i energooszczędna.

KAESER KOMPRESSOREN

Jest producentem sprężarek śrubowych i dmuchaw. Oferuje sprężarki tłokowe, śrubowe przewoźne, pompy próżniowe, filtry i osuszacze, jak również sterownik nadrzędny Sigma Air Manager. Oferuje rozwiązania montażu instalacji, sprężarkowni, jak i stacji kontenerowych. Obecni w każdej branży przemysłu, jak farmaceutyka, paliwa, branża spożywcza, czy nawet sortownia śmieci lub oczyszczalnie ścieków.

CZEMAR Sp. z o.o.

Świadczy usługi serwisowe sprężarek oraz wszystkich urządzeń przeznaczonych do sprężania i uzdatniania sprężonego powietrza.

W ofercie, obok okresowych przeglądów gwarancyjnych i pogwarancyjnych, znajduje się m.in. naprawa kompresorów i ich konserwacja, renowacja bloków czy silników. Firma wykonuje serwis sprężarek o różnorodnych funkcjach, trybach pracy i zastosowaniach, w tym naprawy kompresorów tłokowych oraz innych urządzeń. Czemar Sp. z o.o. w ofercie posiada również szeroki wybór oryginalnych części zamiennych, jak i eksploatacyjnych. Pełny zakres proponowanych usług można znaleźć na stronie www.czemar.pl.

COMEST

Zrealizował szereg projektów, m.in. dostarczył kompresory do firm z branży metalowej:

- zespół dwóch sprężarek (stało i zmiennoobrotowa), zapewniający zasilanie nowej hali produkcyjnej oraz ogrzewające wodę użytkową (z odzysku ciepła z oleju sprężarkowego),
- sprężarka zmiennoobrotowa do zakładu produkcji płyt warstwowych, której dostawę zrealizowano w odpowiedzi na nieopłacalną naprawę poprzedniego urządzenia,
- sprężarka zmiennoobrotowa, która zastąpiła kompresor pobierający 30% więcej energii w zakładzie budowy maszyn.

PNEUMA

Oferuje sprężarki powietrza śrubowe, spiralne, tłokowe firmy Hertz Kompressoren. Są to m.in:

- olejowe i bezolejowe sprężarki śrubowe o ciśnieniu do 13 bar; moc od 2,2 do 315 kW;
- bezolejowe sprężarki spiralne o ciśnieniu do 10 bar;
- bezolejowe sprężarki tłokowe o ciśnieniu do 40 bar;
- sprężarki tłokowe o ciśnieniu do 15 bar;
- sprężarki wysokociśnieniowe do 40 bar;
- doprężacze sprężonego powietrza i azotu do 40/300 bar;
- generatory azotu i tlenu.

7BAR

Nie sprzedaje sprężarek i nie wspiera żadnej ich marki. Zajmuje się inżynierią optymalizacji zużycia energii i jej odzyskiwania w systemach sprężonego powietrza. Wykonali ponad 450 audytów detekcji wycieków sprężonego powietrza i bardzo wielu operacji ich naprawy. Zbadali ponad 600 sprężarek. Wdrożyli systemy sterowania i monitoringu w ponad 40 fabrykach, w których steruje ponad 210 sprężarkami czternastu różnych marek w 73 sprężarkowniach. Firma wdraża system monitoringu sprężonego powietrza oraz systemu odzysku ciepła. – *Oszczędności uzyskiwane z naszych projektów zwracają nakłady zwykle w 4-12 miesięcy, niektóre w maksymalnie 3 lata* – zapewnia Wojciech Halkiewicz. Obsługuje fabryki o mocy sprężarek od 50 kW do 10 000 kW.

Właściciel 7BAR jest jednym z 3 założycieli koalicji na rzecz zrównoważonych systemów sprężonego powietrza w Europie „Compressed Air Towards Zero Coalition”.

AIR-COM PNEUMATYKA-AUTOMATYKA

Sprzedaje sprężarki Atlas Copco, Airpol, Renner Kompressoren. Jeśli chodzi o klientów Air-Com Pneumatyka-Automatyka, to są to zarówno zakłady samochodowe, jak i duzi producenci z branż spożywczych oraz produkcyjnych, którzy korzystają ze sprężonego powietrza. Przykładowa instalacja pneumatyczna i wentylacja sprężarkowni dla producenta mebli: <https://bazawiedzy.air-com.pl/instalacja-pneumatyczna-i-wentylacja-sprezarkowni-dla-producenta-mebli/>

Aleksandra Solarewicz

Audyt sprężonego powietrza

Gwałtownie wzrastające koszty energii elektrycznej oraz przyspieszone zmiany klimatyczne wymagają wprowadzenia szybko działających środków zapobiegawczych.

Srodkiem do rozwiązania tych problemów jest szukanie oszczędności energii, np. w procesie wytwarzania sprężonego powietrza. Audyt sprężonego powietrza pomoże ustalić, jaki potencjał oszczędności tkwi w zakładowym systemie lub też w jakim kierunku powinny iść zmiany czy inwestycje. Ponadto audyt to obraz stanu obecnego, pokazujący mocne i słabe punkty systemu lub też wskazujący przyczyny jego niedomagań. Jest więc narzędziem pozwalającym na podjęcie decyzji: co możemy zrobić dziś bez dużych inwestycji, jak zmienić obecną sytuację, aby unikać przestojów czy wreszcie co zrobić, żeby zapobiec niszczeniu posiadanych urządzeń, na przykład z powodu złe dobranego systemu oczyszczania sprężonego powietrza. Temat jest bardzo obszerny i wymagający podejścia jednostkowego dla każdego systemu sprężonego powietrza, gdyż każdy różni się nie tylko co do budowy, zestawu pracujących urządzeń, ale przede wszystkim rodzajem urządzeń odbierających sprężone powietrze. Tak więc system sprężonego powietrza w rozumieniu audytu to nie tylko sprężarkownia, zbiorniki, sieć sprężonego powietrza, ale również każde urządzenie w zakładzie, które pracuje dzięki odpowiedniemu ciśnieniu i jakości sprężonego powietrza. Ale zacznijmy po kolei.

Stacja sprężarek ze zbiornikami

Celem jest dostarczenie sprężonego powietrza w odpowiedniej ilości i o odpowiednim ciśnieniu. Ilość wynika wprost z zainstalowanych urządzeń czy linii technologicznych, które potrzebują sprężonego powietrza. Ważny element to jednoczesność pracy tych odbiorników oraz zapotrzebowanie na sprężone powietrze na poszczególnych zmianach. W tym również w trakcie przerw produkcyjnych (straty sprężonego powietrza spowodowane nieszczelnościami). Aby ocenić ten element systemu sprężonego powietrza należy wykonać pomiary zapotrzebowania na sprężone powietrze oraz określić specyfikę pracy sprężarek, uwzględniając jednoczesność ich pracy. Ponadto nie bez znaczenia jest ocena ich stanu technicznego, sprawności oraz zużycia energii elektrycznej. Mając te dane oraz informacje o posiadanych zbiornikach sprężonego powietrza i kosztach serwisowania urządzeń (w tym kosztach materiałów eksploatacyjnych czy samych prac serwisowych) można w audycie opisać jaki jest obecnie koszt wytwarzania sprężonego powietrza.

Układ oczyszczania sprężonego powietrza

Powietrze atmosferyczne zawiera parę wodną, która w wyniku sprężania częściowo się wykrapla, a częściowo przechodzi do sieci sprężonego powietrza. Stąd wynika konieczność jej usunięcia. Ponadto w zależności od zastosowania wymagane jest nie tylko osuszanie sprężonego powietrza, ale również filtracja, która zmniejsza lub eliminuje zanieczyszczenia stałe czy olejowe w sprężonym powietrzu.

Ten element jest bardzo zależny od indywidualnej sytuacji danego zakładu. Często można spotkać rozwiązania oczyszczania sprężonego powietrza, które są stosowane bezpośrednio przed odbiornikami. Ma to zaletę w postaci oczyszczania powietrza dedykowanego dla danych urządzeń, jednak nie uchroni sieci sprężonego powietrza przed skutkami korozji czy zamarzania. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest układ oczyszczania dla całej sieci, który zapewnia jakość sprężonego powietrza wymaganą przez większość odbiorników. W przypadku potrzeb specjalnych stosowane są indywidualne układy oczyszczania, przykładowo w postaci osuszaczy membranowych. Audyt tej części systemu sprężonego powietrza obejmuje pomiary ciśnieniowego punktu rosy, co pozwala ustalić zawartość wilgoci w powietrzu. Porównując wartości zmierzone oraz te wymagane w sieci podlegającej audytowi możemy określić, czy jakość powietrza w odniesieniu do zawartości wilgoci jest odpowiednia, a jeśli nie – możliwe jest zaproponowanie rozwiązań pozwalających na poprawienie jakości powietrza w tym kontekście

Sieć sprężonego powietrza i odbiorniki

Audyt umożliwia przede wszystkim sprawdzenie szczelności sieci, a więc najprostszy sposób na zmniejszenie kosztów wytwarzania sprężonego powietrza. Ponadto pokazuje spadki ciśnienia na poszczególnych odcinkach sieci. Jest to istotne z powodu kosztów wytwarzania sprężonego powietrza. Zbyt małe średnice przewodów w stosunku do ilości sprężonego powietrza, które nimi płynie powodują straty ciśnienia. W efekcie odbiornik ma zbyt małe ciśnienie i nie pracuje prawidłowo lub co gorsza trzeba podnieść ciśnienie w całej sieci, aby dane urządzenie mogło pracować. A to są właśnie koszty wytwarzania sprężonego powietrza, które dzięki audytowi można zminimalizować. Nie bez znaczenia jest też materiał z jakiego wykonana jest instalacja sprężonego powietrza. Wystarczy wspomnieć, że korozja nie tylko zwiększa opory przepływu, ale może też uszkodzić urządzenia odbierające sprężone powietrze.

Co dalej

Audyt sprężonego powietrza to nie tylko obraz istniejącego stanu rzeczy, pokazujący ile kosztuje wytwarzanie dziś i co można zrobić, aby zmienić sytuację w przyszłości. W zależności od potrzeb może również obejmować propozycję długoterminowych zmian w systemie, których celem będzie optymalizacja wytwarzania sprężonego powietrza pod kątem zużycia energii, a więc obniżania kosztów produkcji. Dlatego właśnie warto skorzystać z wiedzy fachowców w tej dziedzinie.

10

sposobów na uzyskanie instalacji sprężonego powietrza zgodnej z celami neutralności klimatycznej

Uzyskanie statusu neutralności klimatycznej stało się powszechnie znaną mantrą dla wielu działów ds. zrównoważonego rozwoju w przedsiębiorstwach przemysłowych. W dążeniu do tego celu mogą pomóc odpowiednie instalacje sprężonego powietrza w fabrykach.

Spostrzeżenia na temat zrównoważonego rozwoju

Osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju może być realne poprzez podjęcie różnych działań mających na celu redukcję lub eliminację emisji dwutlenku węgla. Instalacje sprężonego powietrza są odpowiedzialne za zużycie niemal jednej trzeciej energii elektrycznej przez typowy zakład przemysłowy i dlatego są one kluczem do uzyskania neutralności węglowej.

Dokonywanie przeglądów kompresorów powietrza, stosowanie narzędzi do oszczędzania energii, wykorzystywanie automatyki sterującej oraz ulepszanie istniejącego sprzętu to przykłady strategii działań, które mogą wdrożyć firmy przemysłowe w celu osiągnięcia neutralności klimatycznej¹

Firma uzyskuje status neutralności klimatycznej, gdy ilość emitowanego przez jej zakłady dwutlenku węgla (CO₂) jest kompensowana przez zmniejszanie emisji tego gazu wszędzie w produkcji, używaniu lub utylizacji wyrobu. Obecnie uzyskanie neutralności klimatycznej czy też wszelkie działania na rzecz klimatu na wyższym poziomie nie są już dłużej jakimis drugorzędnym problemem firmy. Są one niezbędne, aby zapewnić ochronę naszej planety i egzystencji.

Dla firm przemysłowych znajdowanie sposobów na rozpoczęcie lub kontynuowanie ograniczania albo kompensowania emisji dwutlenku węgla jest czymś więcej niż tylko uzyskaniem przewagi nad konkurencją. Instalacje sprężonego powietrza odpowiadają za 30% lub więcej całkowitej energii elektrycznej zużywanej przez typowy zakład produkcyjny. Są one jednymi z największych pojedynczych odbiorników

energii, a sprężone powietrze jest przez wielu traktowane jako czwarte medium przemysłowe.

Z tego powodu instalacja pneumatyczna jest w zakładzie przemysłowym ważnym obszarem pod względem neutralności klimatycznej. Firma powinna zapewnić, że instalacja ta pracuje tak efektywnie, jak to tylko jest możliwe. Dalej prezentujemy 10 sposobów na poprawę efektywności instalacji sprężonego powietrza, co pomoże firmie przybliżyć się do celu, jakim jest uzyskanie certyfikatu neutralności klimatycznej.

1. Przegląd instalacji sprężonego powietrza w zakładzie

Działania rozpoczynamy od wykonania przeglądu technicznego instalacji sprężonego powietrza, aby upewnić się, że jest ona wykorzystywana efektywnie. Każdy kompresor powietrza pracuje z największą sprawnością energetyczną, gdy jest w pełni obciążony. Doświadczony specjalista od przeglądów instalacji pneumatycznych potrafi stwierdzić, czy dany zakład przemysłowy posiada kompresor o mocy właściwie dobranej do potrzeb oraz udzielić porady na temat tego, czy kompresor ten jest najbardziej wydajny. Właściwy dobór kompresora do instalacji, takiego jak wyposażony w napęd o zmiennej prędkości (falownik) czy technologię elektronicznego zaworu spiralnego, może oznaczać znaczne oszczędności zużywanej energii (więcej na ten temat w dalszej części artykułu). Specjalista od przeglądów może też wykonać kontrolę instalacji pod względem szczelności. Jest ona ważna, ponieważ na przykład szczelina o długości 0,25 cala (6,35 mm) w rurze transportującej powietrze pod ciśnieniem 125 psi (8,62 bar) może kosztować firmę od 2500 do nawet 8000 USD rocznie za niepotrzebnie zużyta energię elektryczną. Dobór kompresora o właściwej mocy i właściwego typu oraz usunięcie wszelkich wycieków powietrza z instalacji może często oznaczać, że inwestycja w nową



Osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju może być realne poprzez podjęcie różnych działań mających na celu redukcję lub eliminację emisji dwutlenku węgla.

instalację lub modernizację istniejącej zwróci się w czasie zaledwie sześciu miesięcy.

2. Odzyskiwanie ciepła ubocznego powstającego w kompresorach

W kompresorach wykorzystuje się dodatkowo takie narzędzia jak rozwiązanie (dla) efektywności energetycznej². Polega ono na wykorzystaniu ciepła ubocznego, powstającego podczas sprężania powietrza, do ogrzewania fabryki w okresie zimowym. Dodanie do zakładu systemu kanałów wentylacyjnych, w których płynie powietrze podgrzane przez pracujący kompresor, jest doskonałym sposobem zaoszczędzenia na rachunkach za energię elektryczną. W okresie letnim lub w przypadku zakładów zlokalizowanych w cieplejszym klimacie to ciepło uboczne z kompresora może być odprowadzone na zewnątrz fabryki, co wspomaga utrzymanie chłodu wewnątrz. Inne narzędzia wspomagające redukcję emisji CO₂ to np. system odzysku energii³. Jego działanie polega na zastosowaniu wymienników ciepła, pobierających ciepło pochodzące z cyklu sprężania powietrza i wykorzystywania go do ogrzewania kotłów lub wody technologicznej. Ta technologia pozwala wykorzystać w przybliżeniu 85% ciepła powstającego w kompresorze, dzięki czemu zakład może szybko uzyskać oszczędności energii.

3. Modernizacja technologii wykorzystywanej w zakładzie

Wytwarzanie sprężonego powietrza tylko w takiej ilości, jakiej potrzebuje dana fabryka oraz wyeliminowanie niepotrzebnej pracy kompresorów jest czułym miejscem w każdej instalacji pneumatycznej. Aby uzyskać tę równowagę, instalacja wymaga kompresora z elektronicznym zaworem spiralnym lub napędem o zmiennej prędkości obrotowej (VSD). Obie te technologie wykazują doskonałą efektywność w systemach o zmiennym zapotrzebowaniu na sprężone powietrze, jednak przed ich wykorzystaniem powinniśmy skonsultować się z ekspertem od instalacji pneumatycznych. Może on doradzić, która z tych technologii będzie lepsza w danym zakładzie. W przypadku napędów VSD zakres regulacji prędkości obrotowej⁴ jest większy, dzięki czemu kompresor może obsługiwać instalację o większych wahaniami zapotrzebowania na sprężone powietrze. Natomiast elektroniczny zawór spiralny⁵ jest lepszym wyborem dla środowisk zanieczyszczonych, w których napęd VSD uległby uszkodzeniu, lub dla zakładów, w których zapotrzebowanie na sprężone powietrze waha się od 45 do 100%. Ponadto wiele stanów USA oferuje rabaty na energię dla firm wykorzystujących napędy VSD, co może być czynnikiem decydującym o ich wyborze.

4. Wykorzystanie sterowników logicznych oraz rozdziału obciążeń kompresorów

W przypadku zakładów wykorzystujących więcej niż 1 kompresor powietrza (od 2 do 16) odpowiedni rozdział ich ob-



Utrzymywanie sekwencyjnej listy kontrolnej umożliwi naszemu kompresorowi powietrza działanie z maksymalną efektywnością.

Źródło: Sullair, LLC



Firma uzyskuje status neutralności klimatycznej, gdy ilość emitowanego przez jej zakłady dwutlenku węgla (CO₂) jest kompensowana przez zmniejszanie emisji tego gazu wszędzie w produkcji, używaniu lub utylizacji wyrobu.

ciążeń jest doskonałym sposobem zwiększenia efektywności energetycznej. Dzięki logice sterującej taki system automatycznie wyłącza i włącza kompresory – w zależności od zapotrzebowania na sprężone powietrze. Oprogramowanie sterownika odnajduje najbardziej efektywny sposób dostarczania sprężonego powietrza do instalacji i „wie”, które z kompresorów ma wyłączyć, a które pozostawić włączone tak, aby utrzymywać maksymalną efektywność.

5. Zautomatyzowanie monitorowania procesów

Zautomatyzowany monitoring procesów realizowanych w zakładzie może dostarczyć bardzo wiele użytecznych informacji na temat efektywności oraz stanu technicznego systemu sprężonego powietrza. Na przykład monitoring temperatury powietrza wylotowego z kompresora może wykrywać powstałe problemy. Taki system wysyła sygnał alarmowy, gdy separatory zaczynają się zapychać lub gdy powstaje potrzeba dokonania czynności serwisowych przez techników, co pozwala na utrzymanie pracy kompresora z maksymalną wydajnością.



6. Kontrolowanie osuszaczy, filtrów i zapychania się kompresorów

Jeśli dany zakład przemysłowy nie posiada zautomatyzowanego systemu monitorującego instalację sprężonego powietrza, to powinien opracować sekwencyjną listę kontrolną w celu zapewnienia, że kompresor codziennie pracuje na swoim optymalnym poziomie. Powinniśmy sprawdzać filtry i manometry ciśnienia różnicowego, aby się zorientować, czy nie powstały żadne zapchania wpływające negatywnie na funkcjonowanie maszyny. Praca kompresora z wysoką efektywnością oznacza oszczędności energii.

7. Dobór prawidłowego orurowania dla instalacji sprężonego powietrza

Rury instalacji sprężonego powietrza wykonane z aluminium mają kilka zalet w porównaniu do rur wykonanych z żeliwa, stali czy innych materiałów żelaznych. Jedną z nich, wcale nie najmniej znaczącą, jest lepszy przepływ powietrza. Gdy na powierzchni rur powstaje lub gromadzi się nalot – szczególnie w przypadku żeliwa, które może rdzewieć i oddziaływać na przepływające powietrze – istnieje ryzyko zwiększenia oporów przepływu powietrza (współczynnika tarcia) oraz zmniejszania się światła rury, co oznacza straty energii. Poza tymi stratami zanieczyszczenia sprężonego powietrza w systemie dystrybucji produktami korozji mogą stworzyć konieczność częstszej wymiany filtrów lub, co gorsza, ryzyko dostania się zanieczyszczeń do sprzętu czy wytwarzanego produktu. Pewne rury lub ich osprzęt mogą także nie być kompatybilne z pewnymi środkami smarnymi stosowanymi w kompresorach. Zmiana natężenia przepływu powietrza w takim nieprawidłowym orurowaniu systemu może być niewielka, jednak w miarę upływu czasu straty energii mogą rosnąć.

8. Eliminacja strat ciśnienia powietrza za pomocą odpowiednich osuszaczy

Firmy przemysłowe mogą dosłownie wyrzucać w błoto nakłady na zwiększenie efektywności instalacji pneumatycznych, jeśli instalacje te nie są wyposażone w odpowiednie osuszacze sprężonego powietrza. Osuszacze bezstratne nie pozwalają na spadek ciśnienia powietrza w cyklu zbierania i spuszczenia kondensatu. Podczas gdy jest to zadziwiająco znaczący obszar strat efektywności, osuszacz jest tanim i łatwym w eksploatacji środkiem uzyskania oszczędności energii w instalacji pneumatycznej.

9. Przedłużanie okresu pomiędzy serwisowaniem kompresora dzięki odpowiednim środkom smarnym

Co prawda niektórzy uważają, że wszystkie środki smarne do kompresorów powietrza są takie same, ale nie jest to do końca prawdą. Cena gra tu rolę. Zakup właściwego środka smarnego wyższej jakości – przeznaczonego do kompresora danego typu

Instalacje sprężonego powietrza odpowiadają za 30% lub więcej całkowitej energii elektrycznej zużywanej przez typowy zakład produkcyjny. Są one jednymi z największych pojedynczych odbiorników energii, a sprężone powietrze jest przez wielu traktowane jako czwarte medium przemysłowe.

– może mieć podstawowe znaczenie. Prawidłowy smar może wydłużyć okres pomiędzy kolejnymi konserwacjami kompresora, jednocześnie zmniejszając ślad węglowy, ponieważ nie jest konieczna częsta wymiana oleju.

10. Nabywanie sprzętu wysokiej jakości

Jednym z najlepszych sposobów działania na rzecz środowiska jest nabywanie maszyn, które będą mogły być eksploatowane przez długi czas. Co prawda firmy mogą zaoszczędzić niewielkie kwoty na początku, kupując kompresor niższej jakości, jednak będą musiały potem ponosić dodatkowe koszty na naprawy oraz koszty wynikające z mniejszej efektywności energetycznej i żywotności takiego sprzętu.

Ponadto w przypadku konieczności wykonania napraw kompresorów podstawą jest wybór komponentów pochodzących od producenta wyposażenia oryginalnego (OEM). Nowoczesne kompresory powietrza są projektowane drobiazgowo, z nastawieniem na wysoką efektywność energetyczną, jednak odpowiednie parametry maszyn są zachowane tylko wtedy, gdy są w nich użyte części zaprojektowane dla konkretnych typów tych maszyn. Nie możemy dawać się omamić pokusami nabycia tańszych podzespołów – nie będą one trwałe i maszyna nie uzyska przy nich odpowiedniego poziomu efektywności.

Uzyskanie statusu neutralności klimatycznej to długa, ale ważna droga. Odnajdowanie oszczędności w każdym aspekcie działalności firmy przemysłowej jest niezbędne. Na szczęście istnieją pewne działania, jakie firmy mogą obecnie podjąć, aby zapewnić, że instalacja sprężonego powietrza w ich zakładzie działa tak efektywnie jak to możliwe oraz utrzymywać to czwarte medium w ryzach.

Peter Modrow pracuje jako starszy menedżer produktu w firmie Sullair, LLC. Zajmuje się stacjonarnymi kompresorami powietrza. Peter Modrow rozpoczął pracę w Sullair w 2020 r. jako menedżer produktów z branży uzdatniania sprężonego powietrza, przynosząc ze sobą ponad 10-letnie doświadczenie w opracowywaniu produktu i wprowadzaniu na rynek. Obecne stanowisko związane z kompresorami stacjonarnymi zajmuje od sierpnia 2022 roku. Peter Modrow posiada tytuł magistra inżyniera mechanika, uzyskany na politechnice Texas Tech University w Lubbock (stan Texas).

Zaplanuj remont kompresora z naszą firmą



Korzystasz ze sprężonego powietrza w zakładzie?

Dysponujesz sprężarkami i chcesz, aby gwarantowały stałe dostarczanie medium?

Chcesz rozwiązać problem przestojów w produkcji związanych z koniecznością remontu, naprawy czy serwisu kompresorów? Skorzystaj z usług sprawdzonego i doświadczonego partnera, który zapewni Ci optymalną i dostosowaną do potrzeb Twojej firmy usługę remontu, przeglądu i serwisu sprężarek!

CZEMAR — sprawdzony partner w zakresie dostarczania sprężonego powietrza

Jesteśmy firmą, która od lat specjalizuje się w serwisie, remontach, konserwacji i sprzedaży kompresorów. Kiludziesięcioosobowy zespół doświadczonych techników serwisu świadczy usługi na terenie całego kraju. Jesteśmy przygotowani na szybką reakcję w zakresie pojawiających się nagłych awarii sprężarek i całych systemów związanych z produkcją i dystrybucją sprężonego powietrza. Dzięki temu, że pracujemy 24h na dobę przez cały rok, także w niedziele i święta, możesz bez obaw poświęcić nam zadanie związane z utrzymaniem maszyn w stanie zapewniającym wydajne wytwarzanie i rozprowadzanie medium roboczego.

Remont sprężarki — wybierz opcję dopasowaną do potrzeb swojej firmy

Jednym z naszych głównych filarów działalności są remonty sprężarek. Każdy kompresor, dla zminimalizowania ryzyka awarii i przestojów w procesie produkcyjnym, oprócz systematycznych przeglądów i serwisów, wymaga także wykonania co pewien czas remontu i regeneracji. Data remontu wskazana jest zawsze przez producenta w zaleceniach dotyczących użytkowania kompresora i zazwyczaj powinna odbywać się po przepracowaniu przez urządzenie 20-30 tys. godzin pracy.

Z Czemar Sp. z o.o. masz możliwość wyboru sposobu remontu sprężarki. W ten sposób możesz dostosować tryb planowanych prac do potrzeb i możliwości swojego zakładu oraz posiadanego parku maszyn.

Profesjonalny remont i serwis kompresorów — czyli czego możesz oczekiwać w ramach usługi

W naszej firmie masz gwarancję, że remontem, serwisem i konserwacją sprężarek zajmą się specjaliści z długim stażem, posiadający kompletny zestaw certyfikatów potwierdzających uprawnienia do realizacji czynności serwisowych. Sprawny i szybki przebieg remontu zapewniają również niezbędne narzędzia oraz dostęp do bogatego asortymentu materiałów eksploatacyjnych i oryginalnych części zamiennych. Do wszystkich napraw wykorzystujemy wyłącznie materiały wskazane w DTR urządzenia. W efekcie kompresory i inne urządzenia związane z systemami sprężonego powietrza będą gwarantować długą i bezawaryjną pracę.

Jak dodatkowo możesz zabezpieczyć się przed niespodziewaną awarią sprężarki w zakładzie? Skorzystaj z naszej oferty na usługę serwisu kompresorów. Każdy z serwisantów z Czemurow podczas systematycznej kontroli maszyn wskaże stopień zużycia podzespołów kompresora oraz horyzont czasowy ich poprawnego działania. To pozwoli Ci na wcześniejsze zaplanowanie wszelkich prac remontowych, naprawczych czy regeneracyjnych wykonywanych na sprężarkach.

Jesteśmy do Twojej dyspozycji:

- ☎ tel. 888 888 764
- ✉ czemar@czemar.pl
- ✉ dz.handlowy@czemar.pl
- ✉ serwis@czemar.pl
- 🌐 www.czemar.pl
- 📍 Wilków, ul. Kościelna 10, 46-113



Pomiary parametrów jakości sprężonego powietrza. AUDYT – zgodnie z ISO 8573-1

Pomiary w systemach sprężonego powietrza dzielimy na dwie grupy. Pierwsza z nich to pomiary parametrów jakości: cząstek stałych, ciśnieniowego punktu rosy oraz zawartości oleju. Druga to pomiary „energetyczne”: przepływu (wytworzenia, zużycia), ciśnienia, strat (nieszczelności w instalacji) oraz efektywności urządzeń wytwarzających i uzdatniających sprężone powietrze.

Pomimo istotnego wpływu kosztów energetycznych na funkcjonowanie przemysłu, w niniejszej publikacji skupiamy się na aspekcie jakościowym, który z jednej strony wpływa na finalne efekty każdego rodzaju produkcji, a z drugiej pozwala na efektywne wykorzystanie (długotrwałe, bezawaryjne użytkowanie) dostępnych linii produkcyjnych, narzędzi oraz ogólnie rzecz biorąc pneumatyki.

BEKO TECHNOLOGIES dysponuje szerokim wachlarzem narzędzi pozwalających na mierzenie wszystkich parametrów jako-

ściowych sprężonego powietrza oraz w razie konieczności doprowadzenie ich do wymaganego, przez klienta poziomu.

Wykwalifikowani audytorzy oraz najnowocześniejszy dostępny na rynku sprzęt pomiarowy – z linii produktowej **METPOINT®** - pozwalają na dostarczenie naszym klientom najwyższej jakości usług. Nasze wieloletnie doświadczenie w zakresie **uzdatniania sprężonego powietrza** oraz jego **pomiarów** umożliwia nam analizę danych zebranych podczas audytu, wystawienie certyfikatu jakości sprężonego powietrza oraz przedstawienie niezbędnych rekomendacji dotyczących instalacji/systemu sprężonego powietrza. Pozwala to uzyskać wymaganą jakość sprężonego powietrza w Państwa zakładzie.

Podczas audytu jakości parametrów sprężonego powietrza, którą definiuje norma ISO 8573-1:2010, mierzymy: zawartość cząstek stałych, ciśnieniowy punkt rosy oraz resztkową zawartość oleju (węglowodorów). Każdy z tych parametrów jest zmienny w czasie dlatego stosując odpowiednie urządzenia: czujniki pomiarowe oraz rejestrator danych, możemy w ciągu tygodniowego audytu w sposób usystematyzowany i miarodajny skontrolować jakość sprężonego powietrza. Taki okres pomiaru pozwala zaobserwować ewentualne niewłaściwe poziomy mierzonych parametrów oraz wystawić rekomendacje, po których zastosowaniu jakość będzie mogła być utrzymana na wymaganym poziomie.



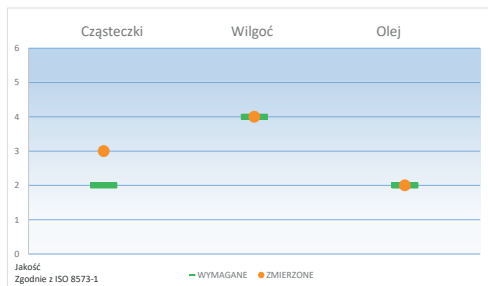
Mobilny system pomiarowy METPOINT® MCA OPS

CERTYFIKAT AUDYTOWY JAKOŚCI SPRĘŻONEGO POWIETRZA

Miejsce audytu : XYZ
Data: 28.02.2023

Punkt pomiarowy 1

Wymagana jakość: 2 : 4 : 2 zgodnie z ISO 8573-1
Jakość zmierzona 3 : 4 : 2 zgodnie z ISO 8573-1



Audytoryjny Podpis Audytora
Andrzej Florczak

BEKO Technologies Sp. z o.o. Pańska 73, 00-834 Warszawa
Tel +48 601 649 181 mail: andrzej.florczak@beko-technologies.pl - NIP: PL 7010109535



Certyfikat jakości BEKO TECHNOLOGIES

Analiza danych z rejestratora - METPOINT® BDL

Audyty jakości pozwalają sprawdzić jakiej klasy sprężone powietrze produkujemy, jednak w dłuższej perspektywie – kompletną wiedzę o jakości naszego powietrza oraz zabezpieczenie - 24h - procesów produkcyjnych może zapewnić tylko ciągły pomiar wszystkich wymaganych parametrów jakościowych sprężonego powietrza. Audyt pozwala potwierdzić, czy wytwarzane sprężone powietrze ma lub nie odpowiednio wysoką jakość, natomiast system pomiarowy **BEKO TECHNOLOGIES - METPOINT®** zainstalowa-

ny na stałe pozwala zabezpieczyć się przed ewentualnymi awariami lub niewłaściwym działaniem systemu uzdatniania sprężonego powietrza (osuszanie, filtracja, usuwanie węglowodorów).

BEKO TECHNOLOGIES Sp. z o.o.

tel. 22 314 75 40 , 601 649 181

www.beko-technologies.pl

METPOINT® CID

Detektor nieszczelności



System zarządzania
wyciekami
w instalacjach
sprężonego powietrza

Korzyści z produkowania bardziej efektywnych energetycznie systemów sprężonego powietrza

Zwiększenie efektywności energetycznej systemów sprężonego powietrza może być dokonane na dwa sposoby: poprzez eliminację nieszczelności oraz odzysk energii.

Firmy przemysłowe wykorzystujące instalacje sprężonego powietrza mają możliwości zmniejszenia kosztów zużywanej energii i jednocześnie działania na korzyść zrównoważonego rozwoju. Wynika to z niedawnego raportu opublikowanego przez firmę Atlas Copco. Realizacja działań mających na celu ograniczenie energii zużywanej przez instalacje pneumatyczne może oznaczać, że w ciągu roku firmy w USA zaoszczędziłyby około 1 mld USD oraz zmniejszyły emisję CO₂ o 9 mln ton.

Atlas Copco to międzynarodowe przedsiębiorstwo produkujące kompresory, urządzenia do uzdatniania sprężonego powietrza oraz inny sprzęt przemysłowy. Siedziba główna amerykańskiego oddziału tego przedsiębiorstwa znajduje się w Auburn Hills (stan Michigan).

Dla przemysłu główną metodą osiągnięcia produkcji opartej na zrównoważonym rozwoju jest zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, w celu zarówno zmniejszenia emisji dwutlenku węgla, jak i uzyskania znacznych oszczędności finansowych przez przedsiębiorstwa, które wdrażają tę metodę.

Idąc dalej, firma Atlas Copco uważa, że zoptymalizowane systemy sprężonego powietrza mogą być wielkim krokiem na drodze do zrównoważonego rozwoju. Atlas Copco Compressors wykonała dogłębną analizę rynku urządzeń pneumatycznych w USA. Na podstawie tej analizy stwierdzono, że przedsiębiorstwa produkcyjne w Stanach posiadają zainstalowane kompresory o łącznej mocy co najmniej 15 mln HP (11,033 MW).

Dobrze znanym faktem jest, że instalacje pneumatyczne w przemyśle generują

Teraz dostrzegamy okazję do poprawy sytuacji. Jest jeszcze nadal wiele systemów nieefektywnych energetycznie.

znaczne straty energii z powodu nieszczelności w rurach, którymi nikt się nie zajmuje, oraz z innych przyczyn. Firma Atlas Copco Compressor, bazując na wynikach audytów instalacji pneumatycznych różnego typu i wielkości przeprowadzonych u klientów stwierdziła, że w USA można zaoszczędzić rocznie około 13 mld kWh energii elektrycznej zużywanej przez te instalacje. Oznacza to, że firmy produkcyjne mogłyby zaoszczędzić rocznie ponad 1 mld USD na kosztach energii. Równie ważne jest to, że w tym przypadku do atmosfery rocznie dostałoby się około 9 mln ton CO₂ mniej. Zaoszczędzona energia jest równa energii elektrycznej zużywanej rocznie przez ponad 1 mln gospodarstw domowych.

Ponieważ nasza firma posiada europejskie korzenie, to oszczędzanie energii jest dla nas ważne od dawna, mówi Robert Eshelman, prezes i dyrektor generalny Atlas Copco Compressors USA. Teraz dostrzegamy okazję do poprawy sytuacji. Jest jeszcze nadal wiele systemów nieefektywnych energetycznie. Chcemy, aby nasi klienci także byli tego świadomi.

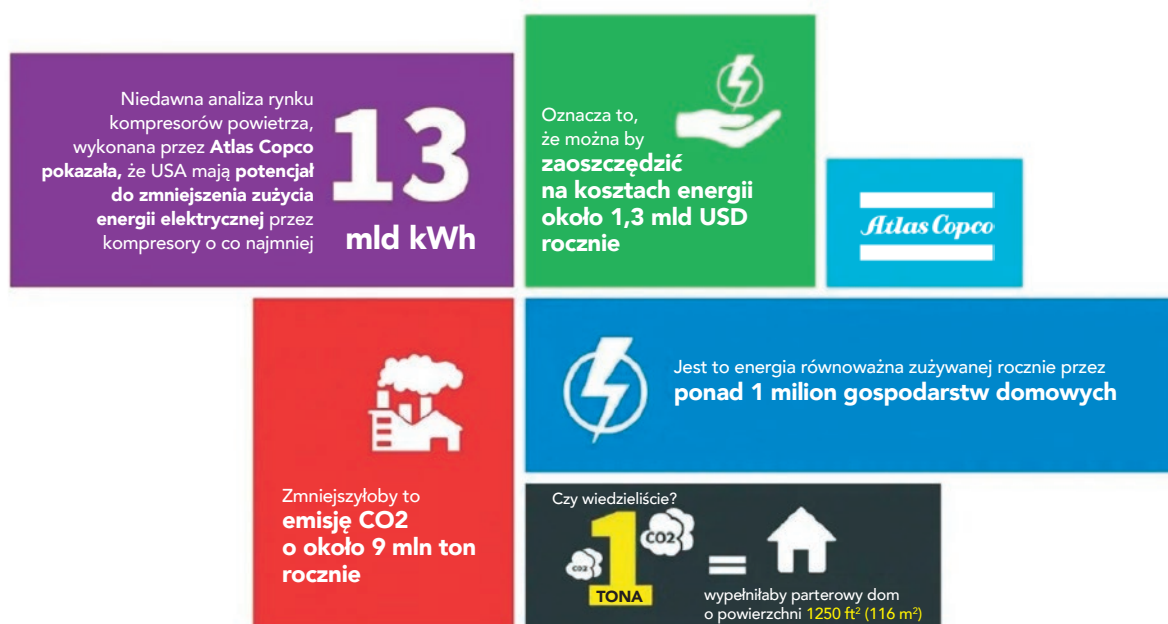
Dwie dobre sugestie

W przeprowadzonej w 2021 roku ankiecie na temat zużycia sprężonego powietrza, której uczestnikami było ponad 50 000 inżynierów – wykonawców instalacji oraz pracowników fabryk z całych Stanów Zjednoczonych, nieefektywność energetyczna systemów pneumatycznych znalazła się na drugim miejscu wśród głównych zmartwień respondentów, natomiast 16% z nich umieściło ją na pierwszym miejscu.

Raport firmy Atlas Copco Compressors zawierał informacje na temat dwóch dodatkowych możliwych metod uzyskania oszczędności energii, jeśli chodzi o eksploatację sprężarek powietrza. Sposoby te to odzysk energii oraz przejście z chłodzenia wodnego na chłodzenie powietrzne.

3 szybkie FAKTY

- ▶ W przemyśle to sektor produkcyjny odpowiada za największe zużycie energii rocznie.
- ▶ W 2018 roku łączne zużycie energii przez 6 najbardziej energochłonnych gałęzi przemysłu produkcyjnego: chemiczny, ropy naftowej i węgla, papierniczy, hutniczy, spożywczy oraz niemetalicznych produktów mineralnych wyniosło 16,9 biliarda BTU (4,95 mld MWh), czyli 87% całkowitego zużycia energii przez przemysł produkcyjny.
- ▶ W 2018 roku łączne zużycie energii przez 3 najbardziej energochłonne gałęzie przemysłu produkcyjnego: chemiczny, ropy naftowej i węgla oraz papierniczy stanowiło 70% całkowitego zużycia energii przez przemysł produkcyjny.



Źródło: Atlas Copco

Nawet już efektywny energetycznie kompresor powietrza może być jeszcze ulepszony poprzez wykorzystanie modułów odzysku energii, które obecnie mogą być już wbudowane fabrycznie. Możliwość odzysku energii wynika z faktu, że podczas sprężania powietrza wydzielą się ciepło. W większości przypadków ta energia cieplna jest pochłaniana (przez układ chłodzenia) i marnowana, zanim sprężone powietrze popłynie do rur instalacji. Jednak główna część tej marnowanej energii cieplnej, wynosząca nawet 94% energii elektrycznej zużytej przez kompresor, może być odzyskana z ogrzanego powietrza lub ogrzanej wody, w zależności od tego, czy dany kompresor jest chłodzony powietrzem, czy wodą.

Metoda ta może przynieść znaczny zwrot z inwestycji firmom, które wykorzystują energię cieplną. Ponadto, gdy energia jest odzyskiwana za pomocą zamkniętego układu chłodzenia, polepsza to warunki pracy kompresora i jego niezawodność oraz wydłuża czas eksploatacji. Jest to wynikiem między innymi wyrównanego poziomu temperatury oraz wysokiej jakości wody chłodzącej. Większość głównych producentów sprężarek powietrza o średniej i dużej wielkości oferuje obecnie wyposażanie swoich produktów w standardowy sprzęt do odzysku energii cieplnej.

Ponadto w tych zastosowaniach, w których firma może przejść z kompresora chłodzonego wodą na kompresor chłodzony powietrzem, można wyeliminować potrzebę poboru wody. Na przykład kompresor o mocy 200 HP (147,1 kW) może z łatwością zużywać ponad 7 mln galonów (ok. 26 500 m³) wody rocznie. Jest to duża ilość i można tego uniknąć, stosując kompresor z chłodzeniem powietrznym.

Przejsięcie na kompresory z chłodzeniem powietrznym eliminuje też potrzebę instalowania chłodni kominowych i agregatów pompowych oraz konserwacji urządzeń hydraulicznych przeznaczonych dla wody chłodzącej.

Oczywiście w pewnych zastosowaniach kompresory z chłodzeniem wodnym są niezastąpione, jednak także i w ich przypadku istnieją metody optymalizacji zużycia energii.

Sytuacja w USA

Departament Energii USA ustanowił minimalne standardy efektywności energetycznej dla kompresorów powietrza, które mają zacząć obowiązywać wkrótce. Wprowadzenie tych standardów ma pomóc w zapewnieniu efektywności energetycznej przemysłowych systemów sprężonego powietrza.

Nowe regulacje, które mają obowiązywać od stycznia

Departament Energii USA ustanowił minimalne standardy efektywności energetycznej dla kompresorów powietrza, które mają zacząć obowiązywać wkrótce.

2025 roku, zostały ustalone we współpracy ze wszystkimi głównymi producentami kompresorów. Szacuje się, że podczas pierwszych trzech dekad, rozpoczynając od pierwszego pełnego roku obowiązywania nowych regulacji, uzyska się oszczędności energii elektrycznej w wysokości ponad 15 mld kWh. Wielkość ta jest równoważna ilości energii potrzebnej dla 1,6 mln gospodarstw domowych w ciągu jednego roku.

W 2019 roku komisja ds. energii stanu Kalifornia wprowadziła swoje własne, nowe wymagania dla handlowych i przemysłowych kompresorów powietrza. Te nowe przepisy zaczęły obowiązywać od stycznia 2022 roku. Efektywnie odzwierciedlają one opisane wyżej regulacje federalne, które mają obowiązywać od początku 2025 roku. Tak więc w Kalifornii szybciej wprowadzono ostrzejsze standardy dla wszystkich dużych, smarowanych i śrubowych kompresorów powietrza, sprzedawanych w tym stanie.

Oczywiście kompresory z chłodzeniem wodnym są niezbędne w pewnych zastosowaniach, jednak i w ich przypadku istnieją metody optymalizacji zużycia energii.

Kevin Parker, starszy redaktor współpracujący, CFE Media.

Nowa seria śrubowych sprężarek bezolejowych DX **firmy CompAir** oferuje najniższy koszt posiadania i redukcję zużycia energii do 7%

Firma CompAir wprowadziła na rynek zupełnie nową serię bezolejowych sprężarek śrubowych serii DX, oferujących najniższy na rynku całkowity koszt posiadania, wyższą o 8% wydajność, zmniejszone zużyciem energii o 7% i gwarantowaną czystością powietrza.

Użytkownicy w przemyśle i przetwórstwie doświadczają znacznego wzrostu cen energii elektrycznej. Wielu klientów poszukuje nowych sposobów na obniżenie wpływu zużycia energii sprężonego powietrza i złagodzenie skutków dalszego wzrostu cen. Nowa seria DX została zaprojektowana w taki sposób, aby zapewnić szybki zwrot kosztów. Posiada ona wiele udoskonaleń, które pomagają obniżyć koszty i zwiększyć niezawodność w zastosowaniach wymagających najwyższego poziomu czystości powietrza.

Nowa seria sprężarek, dostępna w wersjach o stałej i zmiennej prędkości obrotowej, z modelami o mocy od 200 kW do 355 kW, oferuje warianty chłodzone powietrzem i wodą, co umożliwia klientom wybór idealnej konfiguracji dla danego zastosowania.

Całkowicie przeprojektowany blok sprężania zapewnia do 8% lepszą sprawność i lepszą wydajność. Zoptymalizowana konstrukcja zaworu wlotowego zmniejsza spadek ciśnienia w całym bloku, a chłodzenie płaszczone na obu stopniach sprężania poprawia wymianę ciepła, utrzymując wirniki w niskich temperaturach w porównaniu z innymi konstrukcjami. Modele premium w tej serii wykorzystują wodę w chłodnicach płaszczyznowych aby jeszcze bardziej poprawić sprawność.

”
Wszystkie modele z nowej serii DX posiadają certyfikat Class Zero zgodnie z normą ISO 8573-1:2010, dzięki czemu praktycznie nie występuje ryzyko zanieczyszczenia w procesie produkcji.

zowana konstrukcja zaworu wlotowego zmniejsza spadek ciśnienia w całym bloku, a chłodzenie płaszczone na obu stopniach sprężania poprawia wymianę ciepła, utrzymując wirniki w niskich temperaturach w porównaniu z innymi konstrukcjami. Modele premium w tej serii wykorzystują wodę w chłodnicach płaszczyznowych aby jeszcze bardziej poprawić sprawność.

Blok sprężania stawia również na pierwszym miejscu niezawodność, trwałość i może wytrzymać nawet najtrudniejsze warunki pracy. Standardem pracy tej sprężarki jest temperatura otoczenia do 460. Zarówno wirniki, jak i wewnętrzne powierzchnie żeliwnych komór sprężania są pokryte specjalną powłoką Ultracoat™ w celu wyeliminowania korozji. Poprawa sprawności separatora wilgoci o 6% zapobiega przedostawaniu się wody do następnego stopnia sprężania, a dalszą ochronę przed korozją zapewniają wirniki ze stali nierdzewnej na drugim stopniu.

100 % bezolejowa konstrukcja

Wszystkie modele z nowej serii DX posiadają certyfikat Class Zero zgodnie z normą ISO 8573-1:2010, dzięki czemu praktycznie nie występuje ryzyko zanieczyszczenia w procesie produkcji. Modele chłodzone powietrzem posiadają chłodnicę końcową ze stali nierdzewnej, a aluminiowe chłodnice wewnętrzne i olejo-
we są zamontowane w konfiguracji pływającej, co zapewnia najwyższą niezawodność i transfer ciepła. Modele chłodzone





O firmie CompAir

Dzięki ponad 200-letniej doskonalenia inżynierskiego CompAir oferuje szeroki zakres niezawodnych, energooszczędnych sprężarek, osuszaczy i akcesoriów do wszystkich zastosowań. Rozbudowana sieć wyspecjalizowanych spółek handlowych i dystrybutorów CompAir na całym świecie zapewnia globalną wiedzę i prawdziwie lokalną obsługę, gwarantując, że zaawansowana technologia sprężarek CompAir jest wspierana przez odpowiednie wsparcie. CompAir konsekwentnie przewodzi rynkowi sprężonego powietrza, opracowując jedne z najbardziej energooszczędnych i ekologicznych sprężarek dostępnych obecnie na rynku, pomagając klientom w osiąganiu lub przekraczaniu ich celów środowiskowych.

wodą posiadają w standardzie rurki ze stali nierdzewnej oraz wysokiej jakości konstrukcję płaszcza i płyt sitowych, która jest zamontowana poziomo w celu ułatwienia konserwacji.

Zwiększona wydajność

Modele o zmiennej prędkości obrotowej oferują najlepszy w swojej klasie stopień redukcji obrotów do 71%. Technologia ta umożliwia optymalne dostosowanie sprężarki do zapotrzebowania na powietrze w zakładzie.

Aby uzyskać jeszcze wyższy poziom efektywności energetycznej, dostępny jest szereg opcji odzysku ciepła, umożliwiających klientom odzyskanie aż 94% ciepła, które w przeciwnym razie zostałoby zmarnowane.

Standardowo montowany jest inteligentny silnik elektryczny o stopniu ochrony IP55 w modelach o stałej prędkości obrotowej oraz wariant IP54 w urządzeniach o zmiennej prędkości obrotowej. Jest on precyzyjnie dopasowany do wymagań sprężarki, co umożliwia uzyskanie najwyższej sprawności i współczynnika mocy przy pełnym obciążeniu. Konstrukcja silnika pozwala również na niższy wzrost temperatury, co zwiększa jego niezawodność.

Niezawodność

Na wszystkich etapach projektowania uwzględniono łatwość serwisowania i konserwacji, a dostęp do wszystkich głównych podzespołów sprężarki jest możliwy dzięki zdejmowanym, uchylnym drzwiom.

Wszystkie modele z tej serii są monitorowane, sterowane i chronione przez sterownik mikroprocesorowy Xe.

Przyjazny dla użytkownika interfejs pomaga użytkownikom w ciągłym monitorowaniu parametrów sprężarki, z pełnym monitoring przez witryn internetową. Ponadto wszystkie modele są kompatybilne z platformą chmury cyfrowej iConn firmy CompAir, która umożliwia zespołom serwisowym zdalne monitorowanie systemu sprężonego powietrza i przewidywanie, kiedy wymagana jest konserwacja lub serwis, co pozwala uniknąć prawdopodobieństwa jakichkolwiek przestojów urządzeń.

Sprężone powietrze ma krytyczne znaczenie dla wielu operacji, a dokładna strategia konserwacji ma kluczowe znaczenie dla uniknięcia nieplanowanych i nieprzewidzianych w budżecie przestojów oraz spadku wydajności. Seria jest oferowana z umową serwisową Assure, obejmującą rozszerzoną gwarancję w celu ochrony inwestycji.

Mówi David Bruchof, Product Manager Europe dla bezolejowych sprężarek rotacyjnych: „Nasza nowa seria DX jest najnowszym udoskonaleniem naszej sprawdzonej gamy dwustopniowych, bezolejowych sprężarek rotacyjnych i została zaprojektowana tak, aby na każdym etapie priorytetem była sprawność. Od całkowicie przeprojektowanego bloku sprężania po niezrównaną poprawę efektywności energetycznej całego układu, nowa seria DX zapewni znaczne oszczędności energii, przy najniższym koszcie posiadania dla szybkiego zwrotu inwestycji.”

Aby dowiedzieć się więcej, zapraszamy na stronę www.compair.com/en-gb/oil-free-compressors

Innowacje w dziedzinie geotermalnych pomp ciepła ułatwiają przechodzenie na ekologicznie wytwarzaną energię elektryczną

W artykule opisujemy, w jaki sposób innowacje techniczne wspierają wysiłki zmierzające ku ograniczeniu zmian klimatycznych oraz redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Elektryfikacja ogrzewania budynków¹ staje się jednym z głównych narzędzi w walce ze zmianami klimatycznymi oraz emisją gazów cieplarnianych. Do wytwarzania czystszej energii elektrycznej wykorzystuje się energię wiatru, słońca i wody. Znaczenie ma jednak także ograniczenie zużycia energii poprzez większe wykorzystywanie zasobów natury, np. za pomocą pomp ciepła.

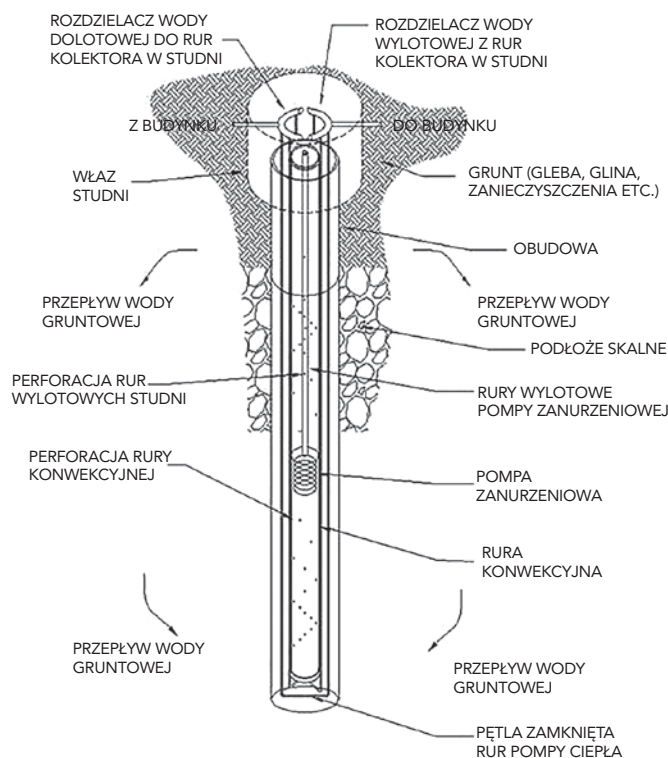
Rynek powietrznych pomp ciepła rośnie w stałym tempie wraz z adopcją technologii opartej na inwerterach (falownikach). Chociaż nowsze konstrukcje takich pomp mogą utrzymać ogrzewanie budynków, dostosowując cykl chłodniczy do niższych temperatur powietrza na zewnątrz, to jednak absorpcja energii cieplnej z powietrza o temperaturze 0°F (-17,8°C) nie jest efektywna.

Natomiast geotermalne albo gruntowe pompy ciepła² rozwiązują problem pobierania ciepła z otoczenia w niskich temperaturach, ponieważ na pewnej głębokości w ziemi panuje stała temperatura: od 50°F do 60°F (od 10°C do 15,6°C). Zwiększa to sprawność energetyczną podczas ogrzewania i chłodzenia. Największą przeszkodą na drodze do adopcji pomp ciepła zawsze były i są studnie oraz związane z nimi koszty.

Studnie dla zamkniętych systemów pomp ciepła nie wymagają pozwoleń środowiskowych, a działanie tych pomp nie jest uzależnione od przepływu wody gruntowej. Jednak pompy ciepła w systemie zamkniętym są nieefektywne, jeśli chodzi o przenoszenie ciepła i wymagają wykonania pewnej liczby odwiertów. Nawet do ogrzania obiektu handlowego o umiarkowanej wielkości może być potrzebne wykonanie wielu studni. Natomiast pompy ciepła działające w układzie otwartym charakteryzują się większą efektywnością przenoszenia ciepła,

jednak są też uzależnione od znacznego lokalnego przepływu wody gruntowej. Wtłoczenie wykorzystanej już wody schłodzonej do wód podziemnych jest jednak bardzo trudne i wymaga uzyskania wielu zezwoleń środowiskowych.

A gdyby tak stworzyć pompę ciepła, która ma zalety obydwu wyżej opisanych systemów? Po pierwsze: działającą cał-



Rys. 1. Studnia z pompą ciepła CEHG



Geotermalne albo gruntowe pompy ciepła rozwiązują problem pobierania ciepła z otoczenia w niskich temperaturach, ponieważ na pewnej głębokości w ziemi panuje stała temperatura: od 50°F do 60°F (od 10°C do 15,6°C)

kowicie w systemie zamkniętym, ale mającą znacznie większą wydajność cieplną na 1 metr długości kolektora i po drugie: nadającą się praktycznie do ogrzewania większych obiektów handlowych? Odpowiedzią może być geotermalna pompa ciepła wspomagana konwekcją³.

Zwiększenie wydajności pompy ciepła

Problem z pompami działającymi w systemie zamkniętym polega na tym, że są one uzależnione od przewodzenia ciepła przez materiał słabo przewodzący ciepło, tworzący grunt. Natomiast pompa typu CEGH pracuje w układzie zamkniętym oraz posiada dodatkowo system, który zwiększa wymianę ciepła z gruntem poprzez wymuszanie przepływu wody gruntowej dookoła rur kolektorów w odwiertach. W ten sposób do procesu wymiany ciepła przez przewodzenie dodaje się proces wymiany ciepła przez konwekcję.

Przez środek studni CEGH biegnie rura konwekcyjna wykonana z PVC, posiadająca otwory perforacyjne w strategicznych miejscach. Rury, przez które przepływa woda w obiegu zamkniętym, są umieszczone w studniach pomiędzy rurą konwekcyjną a ścianami studni. W miejscu będącym w przybliżeniu środkiem tej rury umieszczona jest typowa pompa zanurzeniowa. Pompa ta tłoczy wodę grunтовую z dolnej połowy studni na górę i rozprowadza ją promieniowo dookoła orurowania studni poprzez otwory perforacyjne w rurze środkowej oraz pokrywie i przegrodzie.

Konstrukcja pompy CEGH jest opatentowana. Zbudowano prototyp i przetestowano go, porównując z konwencjonalną pompą ciepła, pracującą w układzie zamkniętym. Wyniki testów pokazały znaczne zwiększenie przenoszenia ciepła oraz absorpcji energii z gruntu przez pompę CEGH.

Ponieważ CEGH jest nową koncepcją, nie opracowano jeszcze dla niej procedur testowych. Zamiast tego zaprojektowano i wykonano oryginalny układ testowy. Celem tego było otrzymanie danych liczbowych oraz informacji na temat wydajności pompy CEGH w porównaniu z konwencjonalną pompą ciepła.

Ta oryginalna konstrukcja testowa umożliwiła elastyczność użycia oraz zebranie konkretnych danych. Wykonano jeden odwiert w gruncie. Umieszczono w nim konwencjonalny kolektor rurowy działający w układzie zamkniętym i po podłączeniu do instalacji wykonano test absorpcji ciepła. Następnie wyjęto ze studni ten kolektor, zainstalowano na jego



Fot. 2. Budowa układu testowego.

Źródło: Aztech Engineering

miejsce kolektor CEGH, a następnie wykonano dokładnie te same testy, co poprzednio.

Ogrzana woda krążyła ze stałym natężeniem przepływu przez kolektory w studni w każdym z przypadków. Mierzono i zapisywano temperaturę oraz natężenie przepływu (w galonach na minutę; 1 GPM = 3,79 dm³/min) na wejściu i wyjściu studni dla pompy konwencjonalnej i CEGH. Na podstawie pomiarów temperatury i przepływu wody obliczono ilość ciepła w BTU/h (1000 BTU/h = 0,293 kW) oraz całkowitą w BTU (1000 BTU = 0,293 kWh) w obydwu przypadkach.

Budowa układu testowego

Elementy układu testowego: elektryczny podgrzewacz wody, pompy oraz elementy hydrauliczne (system działa pod ciśnieniem) znajdowały się w obudowach wykonanych z aluminium pokrytego powłoką antykorozyjną. Wykorzystano podgrzewacz elektryczny typu Thermolec Model B-15U-FFB (moc: 51,180 BTU/h / 15 kW, zasilanie: 3 × 208 V) z triakowym regulatorem mocy. Elektroniczny regulator fazowy w odróżnieniu od prostego układu włącz/wyłącz umożliwia płynną regulację mocy podgrzewacza i zarazem temperatury wody.

Do wymuszania krążenia wody w rurach w studni oraz układzie testowym użyto 3-biegowej pompy obiegowej firmy Grundfos. Do pomiarów przepływu w układzie testowym zainstalowano czujnik magnetyczno-indukcyjny z serii MFS2 firmy Dwyer Instruments. Natomiast do pomiaru temperatury wody na wlocie i wylocie podgrzewacza oraz z układu testowego zainstalowano czujniki typu ACT A/TTK-1-2.5"-GD.



Studnie dla zamkniętych systemów pomp ciepła nie wymagają pozwoleń środowiskowych, a działanie tych pomp nie jest uzależnione od przepływu wody gruntovej.



Fot. 3. Prototyp kolektora pompy ciepłej typu CEGH.

Źródło: Aztech Engineering

Czujniki przepływu podawały wartość w galonach na minutę, natomiast temperatury w stopniach F. Wszystkie pięć czujników podłączono do pracującego w sieci rejestratora danych DI-808 firmy Dataq Instruments. Następnie uruchomiono pompę, odczekano na ustabilizowanie się wartości przepływów oraz temperatur i rozpoczęto rejestrację. Wyniki pomiarów były odczytywane i zapisywane co kilka minut przez kilka dni.

Konstrukcja prototypu pompy CEGH

Wykonano odwiert o średnicy 6-1/2" (165,1 mm) w gruncie. Do studni wprowadzono na głębokość 400 stóp (122 m)

proste odcinki rury PVC (rury konwekcyjnej) o średnicy 3" (76,2 mm) wraz z otaczającymi je 6 rurami z HDPE o średnicy 1/2" (12,7 mm). W różnych miejscach rur znajdowały się uszczelki. Rury z HDPE na początku były zwinięte w zwoje o średnicy około 3" (76,2 mm). Przygotowano uchwyty zwojów z rolkami i prostownikami rur wykonanymi z rolek, aby podtrzymywać zwoje rur HDPE i pomóc w opuszczeniu rury do odwiertu. Zwijanie lub rozwijanie zwoju powodowało przemieszczanie się rury przez prostowniki rurowe w dół do odwiertu.

Pompa zanurzeniowa wraz z elektrycznymi przewodami zasilającymi oraz uszczelką rurową została opuszczona do środka rury konwekcyjnej mniej więcej na wysokość jej środka. Zadaniem specjalnie przygotowanej „uszczelki rurowej” było wypełnienie przestrzeni pomiędzy rurami wylotowymi pompy a rurą konwekcyjną. Uszczel-

ka ta hydraulicznie oddziela górną połowę (wylotową) rury konwekcyjnej od jej połowy dolnej (ssania). Uszczelka rurowa była umieszczona w przybliżeniu na takim samym poziomie jak uszczelka studni. W niektórych odcinkach rury wylotowej wywiercono otwory, aby pompowana woda mogła wlewać się do wnętrza rury konwekcyjnej poprzez perforacje tej rury oraz do studni i dalej do ziemi.

Trzy z sześciu końców rur HDPE 3/4", wychodzących ze studni zostały podłączone do rozdzielacza 3x3/4"/1-1/4". Pozostałe trzy końce podłączono do drugiego podobnego rozdzielacza, co utworzyło wlot do studni z układu testowego oraz wylot ze studni do układu testowego. Jedną z rur 1-1/4" podłączono do wlotu układu testowego, a drugą do wylotu układu testowego, tak jak do testu podstawowego pompy konwencjonalnej. Układ testowy i studnia zostały wypełnione wodą, następnie uruchomiono układ. Test pompy CEGH przeprowadzono tak samo jak pompy konwencjonalnej.

Wyniki testu oraz ich analiza

Podczas każdego z testów mierzono natężenie przepływu oraz temperaturę wody dopływającej i wypływającej do układu testowego oraz podgrzewacza. Wyniki tych pomiarów były zapisywane co dwie minuty za pomocą rejestratora danych w postaci plików CSV. Ciepło pobrane przez studnię, mierzone w MBH (1 MBH = 1000 BTU/h = 0,293 kW) obliczano na podstawie natężenia przepływu oraz temperatury wody dopływającej do układu testowego (lub temperatury wody

Temperatura wody powrotnej	Pompa ciepła CEGH 5-2018		Pompa ciepła standardowa	
	Czas od początku testu (h)	Skumulowane ciepło zaabsorbowane MBTU (kWh)	Czas od początku testu (h)	Skumulowane ciepło zaabsorbowane MBTU (kWh)
70°F (21,1°C)	4,07	193,41 (56,67)	1,37	60,34 (17,68)
75° (23,9°C)	8,37	328,8 (96,34)	3,20	141,79 (41,55)
80°F (26,7°C)	16,03	633,21 (185,54)	6,50	293,06 (85,87)
85°F (29,4°C)	31,60	1233,19 (361,34)	13,17	594,59 (174,22)
90°F (32,2°C)	69,36	2646,53 (775,47)	23,97	1097,10 (321,47)

Tabela 1. Skumulowane ciepło zaabsorbowane przez studnię podczas testów.

3 szybkie FAKTY

► Termin „elektryfikacja ogrzewania budynków” (building electrification) opisuje przejście na wykorzystanie energii elektrycznej do celów ogrzewania i gotowania zamiast wykorzystywania jak do tej pory paliw kopalnych. Celem tej zmiany jest doprowadzenie do sytuacji, w której w budynkach będzie wykorzystywana jedynie energia elektryczna, wytwarzana ze słońca, wiatru oraz innych źródeł niepowodujących emisji dwutlenku węgla.

► Elektryfikacja ogrzewania budynków stworzy czystsze powietrze, zdrowsze domy, lepsze stanowiska pracy oraz lepszą pozycję pracowników. Ponadto rozszerza ona dostęp do tańszej, czystej energii oraz zwiększa efektywność energetyczną. Dzięki temu rachunki płacone za energię elektryczną oraz zanieczyszczenie środowiska będą niższe.

powrotnej w studni – RW) oraz wody wypływającej z układu testowego. Układ testowy zwykle dostarczał do studni około 40 MBH ciepła (11,72 kW).

Tabela 1 powyżej podaje wyniki testów w postaci porównania skumulowanego ciepła zaabsorbowanego przez studnię dla obydwu przypadków – pompy konwencjonalnej oraz CEGH. Wartości tego ciepła obliczono na podstawie wyników pomiarów podczas pierwszego zapisu 2-minutowego po tym, gdy temperatura wody powrotnej osiągała ustalone wartości: 70°F, 75°F, 80°F, 85°F oraz 90°F (21,1°C, 23,9°C, 26,7°C, 29,4°C oraz 32,2°C).

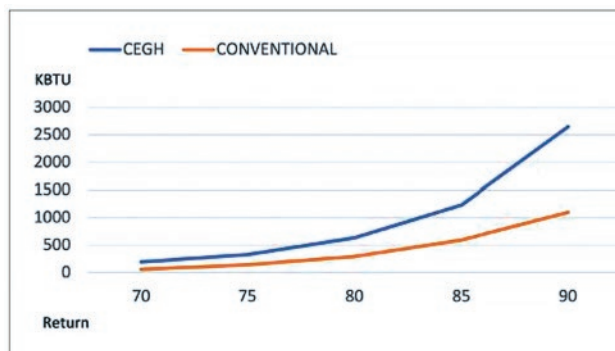
Wykonane testy symulowały działanie pompy ciepła w trybie chłodzenia (klimatyzacji domu), gdy studnia pochłaniała ciepło oddawane przez układ chłodniczy pompy. Temperatura wody powrotnej to temperatura wody wypływającej ze studni, która byłaby normalnie wykorzystywana do „chłodzenia” skraplaczy systemu. Woda dopływająca do pompy ciepła (woda powrotna ze studni) o temperaturze powyżej 90°F (32,2°C) nie jest użyteczna. Temperatura wody powrotnej odnosi się do temperatury studni. Gdy temperatura studni rośnie, wymiana ciepła ze studnią (gruntem) zostaje zmniejszona, ponieważ różnica temperatur pomiędzy wodą dopływającą do studni a otaczającym ją gruntem zostaje zmniejszona.

Jak pokazuje tabela z wynikami testów, pompa ciepła CEGH zaabsorbowała 2,4 razy większą energię cieplną niż porównywalna pompa konwencjonalna w układzie zamkniętym, zanim temperatura wody powrotnej nie wzrosła ponad wartość użyteczną. Oznacza to, że pompa ciepła CEGH może posiadać w przybliżeniu 2,4 razy większą wydajność od porównywalnej pompy konwencjonalnej, działającej w systemie zamkniętym.

Podsumowanie

Test prototypu pompy CEGH udowodnił słuszność głównej koncepcji geotermalnej pompy ciepła ze wspomaganiem konwekcyjnym. Poprzez wymuszenie przepływu wody gruntowej dookoła rur kolektora pompy geotermalnej umieszczonego w studni wydajność pompy ciepła może zostać zwiększona. Wyniki testów pokazały także, że ogólny projekt oraz konstrukcja pompy CEGH powoduje wymuszenie przepływu wody gruntowej dookoła rur kolektora. Już podczas pierwszej próby udało się nam wykonać funkcjonalny system, który podczas testów uzyskał bardzo pozytywne wyniki. Dlatego można śmiało powiedzieć, że koncepcja pompy CEGH jest wykonalna.

Istnieje powód, aby uważać, że lokalizacja studni dla naszej pompy ciepła ze wspomaganiem konwekcyjnym oraz in-



Rys. 4. Przenoszenie ciepła przez pompę CEGH w porównaniu z pompą konwencjonalną.

Źródło: Aztech Engineers

Pompa ciepła CEGH absorbuje 2,4 razy większą energię cieplną niż porównywalna pompa konwencjonalna w układzie zamkniętym, zanim temperatura wody powrotnej nie wzrośnie ponad wartość użyteczną. Oznacza to, że pompa ciepła CEGH może posiadać w przybliżeniu 2,4 razy większą wydajność od porównywalnej pompy konwencjonalnej, działającej w systemie zamkniętym.

stalacja tej pompy nie były optymalne. Można by oczekiwać lepszych wyników w przypadku przyszłych instalacji w innych lokalizacjach. W naszym przypadku podczas wykonywania odwiertu nie natrafiono na podłoże skalne aż do głębokości 120 stóp (36,6 m), a na wodę gruntową aż do głębokości około 250 stóp (76,2 m). Pierwsze 120 stóp głębokości studni zawierało obudowę stalową, natomiast materiał skalny na głębokości od 120 do 250 stóp były ciasno ułożony i znajdowało się w nim niewiele szczelin, przez które mogła przepływać woda.

Ponieważ wydajność konwencjonalnych geotermalnych pomp ciepła w systemie zamkniętym zależy tylko od przewodzenia ciepła przez grunt otaczający kolektory, to te warunki skalne nie wpływają na wydajność pomp. Jednak prawdopodobnie mają one duży wpływ na wydajność pompy ze wspomaganiem konwekcyjnym, ponieważ w przypadku testowym tylko odcinek o długości 150 stóp (45,7 m) całej głębokości odwiertu równej 400 stóp (121,9 m) był użyteczny, jeśli chodzi o konwekcję (przepływ wody gruntowej).

Dean Azzam, prezes firmy Aztech Engineers, Inc.

¹ ang. building electrification, czyli przechodzenie na wykorzystywanie energii elektrycznej do ogrzewania i gotowania

² ground source heat pumps ; GSHP

³ convection enhanced geothermal heat pump, CEGH



Tom Bishop, Stowarzyszenie EAS

Hałas wytwarzany przez silniki elektryczne – lokalizowanie źródeł i ograniczanie poziomu

Znalezienie źródła hałasu w silniku elektrycznym może okazać się trudniejsze od ograniczenia poziomu tego hałasu.

Tom Bishop, starszy specjalista ds. wsparcia technicznego w Stowarzyszeniu EASA, wyjaśnia w rozmowie, że znalezienie źródła hałasu generowanego przez silnik elektryczny jest często trudniejsze niż ograniczenie poziomu tego hałasu. Jednak metodyczne podejście do poszukiwań źródła hałasu może zawęzić podejrzany obszar i w ten sposób ułatwić rozwiązanie problemu. Zajmuje się przyczynami oraz charakterystykami głównych źródeł hałasu w silnikach prądu przemiennego (AC).

Bishop porusza następujące tematy:

- możliwe źródła hałasu wytwarzanego przez silniki,
- metody znajdowania źródeł hałasu,
- natura hałasu powodowanego przez źródła magnetyczne i mechaniczne oraz uzwojenia silników,
- zmniejszanie poziomu hałasu.

Pytanie: Proszę podać kilka istotnych informacji dla każdej firmy, która planuje wdrożyć konserwację prognozowaną silników elektrycznych w swoim zakładzie.

Tom Bishop: Na początku powinniśmy rozważyć koszty zakupu sprzętu, takiego jak analizatory widma, oraz zastanowić się, jaki personel będzie wykonywał zbieranie i analizowanie danych dotyczących silników. Może to być personel własny, specjaliści z wynajętej firmy zewnętrznej albo jedni i drudzy razem.

Pytanie: Czy w ogóle jest dopuszczalne przeciążanie silnika?

Tom Bishop: Wszelkie przeciążenia silnika elektrycznego zwiększają wydzielanie się w nim ciepła, co powoduje skracanie żywotności uzwojeń, łożysk i środków smarnych. Jeśli silnik ma podany współczynnik przeciążalności¹, to ma on zastosowanie tylko do sytuacji, gdy silnik ten jest używany w warunkach mających zastosowanie dla tego współczynnika. Typowo jest to taka sytuacja, którą norma NEMA MG1 definiuje jako zwykle warunki pracy silnika.

Pytanie: Jeżeli silnik jest zasilany z napędu VFD (falownika), to jakiego

miernika powinienem użyć do pomiaru napięcia i prądu tego silnika?

Tom Bishop: W takiej sytuacji wymagany jest miernik z funkcją pomiaru prawdziwej wartości skutecznej (True RMS), ponieważ eliminuje on potencjalne błędy pomiaru, spowodowane wysoką zawartością harmonicznych w napięciu wyjściowym z napędu VFD.

Pytanie: W jakiej odległości od zasilanego silnika elektrycznego powinien znajdować się napęd VFD?

Tom Bishop: Napęd VFD powinien być zlokalizowany jak najbliżej tego silnika, aby zredukować piki napięciowe na zaciskach silnika.

Pytanie: Czy na silnikach powinny być zainstalowane czujniki wibracji, dzięki którym będzie możliwy ciągły monitoring drgań tych maszyn?

Tom Bishop: W większości przypadków czujniki wibracji powinny być zainstalowane w obudowach łożysk silników, które mają być monitorowane w sposób ciągły. Niektóre większe silniki z łożyskami ślizgowymi wykorzystują sondy bezstykowe, zainstalowane na zewnątrz obudów łożysk. Mierzą one szczelinę pomiędzy sondą a wałem i tymu podają wynik w tysięcznych cala².

Pytanie: Czy zastosowanie dłuższego wirnika powoduje także zwiększenie gabarytów silnika?

Tom Bishop: Producent silnika zwykle dopasowuje długość wirnika do danej obudowy, jednak w niektórych przypadkach wykorzystywana jest dłuższa obudowa, aby można było pomieścić dłuższy wirnik. Te dłuższe obudowy nie są zwykle ujęte w normach NEMA, gdy nie ma standardowych wielkości obudów dla specyficznych wartości znamionowych mocy i prędkości obrotowej silnika.

Pytanie: Czy elektryczne harmoniczne z silnika są słyszalne?

Tom Bishop: Dźwięki powodowane przez harmoniczne napięć i prądów, których częstotliwość mieści się w zakresie słyszalnym przez człowieka, to znaczy 20 Hz – 20 kHz, mogą być słyszalne. Jednak do wyznaczenia częstotliwości i amplitudy tych harmonicznych wymagany jest analizator dźwięku.

Pytanie: Jak wygląda sprawa hałasu w przypadku silników trójfazowych zasilanych z napędów VFD?

Tom Bishop: Najczęstszym hałasem pochodzącym

3 szybkie FAKTY

▶ Najczęstszymi przyczynami hałasu generowanego przez silniki elektryczne są: zużyte łożyska, trące o siebie i zderzające się ruchome części, krzywe wały, poluzowane lub brakujące śruby albo inne drobne części.

▶ Hałas wytwarzany przez silnik elektryczny może być pochodzenia: elektromagnetycznego, mechanicznego lub aerodynamicznego.



Czujniki te potrafią określić częstotliwość hałaśliwych dźwięków. Można wtedy przetestować podzespoły silnika w celu wyznaczenia ich częstotliwości drgań własnych (częstotliwości rezonansowej). Jest to uciążliwe, ale czasami konieczne.

z silnika zasilanego z napędu VFD jest wysoki, piskliwy „śpiew”, pochodzący z podzespołów silnika, wzbudzanych z częstotliwością ich drgań własnych.

Pytanie: Czy istnieją badania nad redukcją poziomu hałasu wytwarzanego przez silniki, które mogą doprowadzić do zmniejszenia zużycia energii przez te maszyny?

Tom Bishop: Nic mi nie wiadomo o badaniach na ten temat. Ponadto generowanie hałasu w silniku zasadniczo zużywa mało energii, więc najprawdopodobniej nie jest możliwe dokładne zmierzenie wartości tej energii.

Pytanie: Czy można tak ustawić częstotliwość regulacji szerokości impulsów (PWM) w napędzie, aby zmniejszyć poziom hałasu silnika?

Tom Bishop: Zwiększenie częstotliwości nośnej napędu VFD ponad 20 kHz mogłoby doprowadzić do tego, że hałas silnika byłby niesłyszalny dla ludzkiego ucha.

Pytanie: Powiedzmy, że mamy wolnoobrotowy silnik pierścieniowy z dominującą wibracją o częstotliwości 120 Hz (prędkość liniowa 0,25 ips / 6,35 mm/s w pionie) oraz poziomie hałasu 95 dBA. Hałas ustaje po wyłączeniu zasilania. Jaka wg Pana jest przyczyna źródłowa tego zjawiska?

Tom Bishop: Niska prędkość obrotowa oznacza, że uzwojenie silnika posiada wiele biegunów i to samo w sobie może doprowadzić do generowania hałasu. Ogólnie sprawdziłbym, czy nie występują luźne laminaty w stojanie i wirniku oraz nierówności szczeliny powietrznej.

Pytanie: Czy duża stromość napięcia dV/dt może być źródłem słyszalnego hałasu (filtry dV/dt stosuje się pomiędzy napędami VFD a silnikami, w celu tłumienia impulsów napięcia)?

Tom Bishop: Wartość dV/dt (pochodna napięcia względem czasu) nie wpływa na hałas generowany przez silnik, chyba że jest tak wielka, że powoduje niepełne wyładowania elektryczne, które mogą wytwarzać słyszalny hałas. Wyładowania niepełne, zwane też koronowymi, oznaczają częściowe przebicie izolacji pomiędzy przewodami w uzwojeniu.

Pytanie: Czy zainstalowane na silniku czujniki akustyczne oraz vibracji rozróżniają różne przyczyny hałasu?

Tom Bishop: Czujniki te potrafią identyfikować częstotliwość hałaśliwych dźwięków. Można wtedy przetestować podzespoły silnika w celu wyznaczenia ich częstotliwości drgań własnych (częstotliwości rezonansowej). Jest to uciążliwe, ale czasami konieczne. Jeśli jest to możliwe i praktyczne, można zastosować urządzenia z dwoma mikrofonami, które współ-

pracują z analizatorami widma. Za pomocą tych lokalizatorów można przeszukiwać cały silnik pod kątem źródeł hałasu o wyższej amplitudzie, tak aby znaleźć położenie, w którym oba mikrofony zostaną skierowane na źródło. Ponieważ mikrofony te odbierają dźwięk z różnych miejsc, można zlokalizować jego źródło za pomocą triangulacji.

Pytanie: Dlaczego tak nie jest w przypadku silników dwubiegunowych?

Tom Bishop: Różnica pomiędzy poziomami hałasu wytwarzanego przez silniki o różnej liczbie biegunów jest taka, że poziom jest ten niższy dla większych silników. Jednak podstawowy poziom hałasu wytwarzanego przez większe silniki jest wyższy od tego dla mniejszych silników.

Pytanie: Jak można zredukować hałas w silniku dwubiegunowym?

Tom Bishop: Jeśli to możliwe, należy usunąć przeszkody na drogach przepływu powietrza w tych silnikach.

Pytanie: Czy napędy VFD powodują redukcję hałasu silników?

Tom Bishop: Nie, silniki zasilane z napędów VFD zwykle są głośniejsze niż zasilane bezpośrednio napięciem sinusoidalnym z sieci.

Pytanie: Jak napęd VFD wpływa na hałas wytwarzany przez podłączony do niego silnik?

Tom Bishop: Napęd VFD generuje harmoniczne napięcia, które powodują wzbudzenie mechaniczne różnych podzespołów w silniku i w ten sposób zwiększają poziom hałasu.

Inż. Tom Bishop jest starszym specjalistą ds. wsparcia technicznego w Stowarzyszeniu EASA (Electrical Apparatus Service Association; międzynarodowe stowarzyszenie obsługujące i reprezentujące firmy w takich obszarach jak naprawy, serwisy i sprzedaż silników, pomp oraz aparatów elektrycznych). Tom Bishop rozpoczął pracę w EASA w roku 2002, posiadając już ponad 30-letnie doświadczenie inżynierskie oraz praktyczne, uzyskane dzięki pracy w firmach produkujących maszyny elektryczne oraz serwisujące aparaty elektryczne. Posiada tytuł magistra inżyniera elektryka oraz licencję PE (professional engineer; inżynier profesjonalista). Jest autorem kilkudziesięciu artykułów technicznych i raportów naukowych. Był prezydentem na licznych seminariach na temat zastosowań, konserwacji i napraw silników elektrycznych. Ponadto jest on przewodniczącym Komitetu Usług Technicznych (Technical Services Committee) w Stowarzyszeniu EASA, jednym z głównych członków Komitetu Konserwacji Sprzętu Elektrycznego (Electrical Equipment Maintenance Committee) w Stowarzyszeniu NFPA (komitetu NFPA 70B; NFPA – National Fire Protection Association – amerykański Narodowy Związek Ochrony Przeciwpowodziarowej), a także dożywotnim członkiem (Life Member) Instytutu Inżynierów Elektryków i Elektroników (IEEE).

Tom Bishop, starszy specjalista ds. wsparcia technicznego w Stowarzyszeniu EASA ■

¹ SF, ang. *service factor*, wg NEMA mnożnik mocy znamionowej silnika dla bezpiecznego przeciążenia krótkotrwałego

² ang. *mil*; 25,4 μ m

Sterowniki brzegowe w przemyśle

W artykule opisujemy przemysłowe sterowniki brzegowe, które spełniają wysokie wymagania dotyczące sterowania deterministycznego w trudnych warunkach otoczenia.

Dziś coraz więcej graczy wchodzi na rynek Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT) wraz ze swoimi własnymi wersjami sterowników brzegowych, przeznaczonych dla automatyki przemysłowej. Wśród użytkowników końcowych, integratorów systemów oraz producentów OEM maszyn istnieje wielki popyt na produkty mające potężne możliwości obliczeniowe i sieciowe. Dzięki tym nowoczesnym urządzeniom możliwe jest uzyskanie takiego poziomu niezawodności w zakładach przemysłowych, jaki jest nieosiągalny dla tradycyjnego sprzętu automatyki. Sterowniki i kontrolery brzegowe¹ wydają się realizować to wszystko, jednocześnie będąc łatwe w obsłudze i zabezpieczeniu.

Ten artykuł analizuje kilka cech odnoszących się do każdego urządzenia, które może być uważane za sterownik brzegowy. Firmy przemysłowe – użytkownicy tych sterowników – muszą rozumieć te zdolności oraz szczegółowo to, jak są one uzyskiwane, aby mogli podjąć przemysłową decyzję na temat doboru właściwego sterownika dla swojej aplikacji.

Historia cyfrowej automatyki przemysłowej

Ewolucja urządzeń automatyki przemysłowej sięga lat 60. XX wieku. Wtedy właśnie sterowniki cyfrowe – programowalne sterowniki logiczne (PLC) – zaczęły zastępować układy elektromechaniczne oparte na przekaźnikach. Te sterowniki PLC były bardziej uniwersalne, nie wymagały dużych ilości oprzewodowania, posiadały lepszą efektywność oraz małe gabaryty – ułamek objętości szafy sterowniczej.

Do dziś urządzenia PLC nadają się doskonale do sterowania prostymi, powtarzalnymi procesami, które muszą być realizowane w przemyśle i mogą być kontrolowane poprzez zarządzanie wejściami i wyjściami (I/O) za pomocą programów napisanych w języku logiki drabinkowej.

Na początku lat 2000. były już produkowane sterowniki PLC mające bardziej zaawansowane funkcje. Wymyślono dla nich nowe określenie – programowalne sterowniki automatyki (PAC), aby odróżnić je od ich prostszych braci. Generalne kryteria określenia jakiegoś sterownika jako PAC to: większa elastyczność w programowaniu, np. w języku C/C++, lepsza interoperacyjność przy wykorzystaniu standardowych protokołów, modułowa konstrukcja z otwartą architekturą oraz większa ilość cech i funkcji, co umożliwia pracę takiego urządzenia w wielu dziedzinach, takich jak sterowanie procesami, ruchem oraz dyskretnie.

Ewolucja urządzeń automatyki przemysłowej sięga lat 60. XX wieku. Wtedy właśnie sterowniki cyfrowe – programowalne sterowniki logiczne (PLC) – zaczęły zastępować układy elektromechaniczne oparte na przekaźnikach.

W dzisiejszym, usieciowionym świecie przemysłu, niezależnie od tego, czy wykorzystywany jest sterownik PLC, czy PAC, wymagana jest technologia przetwarzania danych na krawędzi sieci², aby uzyskać dostęp do danych odizolowanych lub osieroconych, zbierać dane z innych zakładów firmy czy Internetu oraz konsolidować te dane, aby generować nowe praktyczne i wartościowe informacje. W szczególności sterowniki brzegowe są wynikiem ewolucji sterowników PLC i PAC integrujących funkcjonalności sterowania deterministycznego oraz niedeterministycznego przetwarzania danych na krawędzi sieci w jedną platformę automatyki.

Tak więc: co charakteryzuje nowoczesny sterownik brzegowy? Czy dane urządzenie jest tym sterownikiem, ponieważ komunikuje się za pomocą sieci Ethernet lub być może posiada serwer webowy albo dodane inne aplikacje ogólnego zastosowania? Czy na przykład laptop albo smartfon może służyć jako sterownik brzegowy po wgraniu odpowiedniego

2 szybkie FAKTY

► Według Digi International (amerykańska firma zajmująca się technologią Przemysłowego Internetu Rzeczy) przetwarzanie danych na krawędzi sieci ma miejsce w inteligentnych urządzeniach – dokładnie w tym miejscu, w którym czujniki oraz inne przyrządy pomiarowe zbierają i przetwarzają dane – w celu przyspieszenia tego przetwarzania, zanim urządzenia połączą się z siecią Internetu Rzeczy (IIoT) i wyślą te przetworzone dane do dalszego wykorzystania przez aplikacje i personel na poziomie przedsiębiorstwa

► Według TechTarget (amerykańska firma oferująca usługi marketingowe oparte na danych dla dostawców technologii typu business-to-business) przetwarzanie danych na krawędzi sieci jest rozproszoną architekturą technologii informacyjnej (IT), w której dane klienta są przetwarzane na peryferiach sieci, jak najbliższej źródła tych danych.



Fot. 1. Użytkownicy końcowi powinni rozumieć pewne szczegóły na temat wdrażania sprzętu, wirtualizacji oraz oprogramowania. Zagwarantuje to, że sterownik brzegowy będzie realizował wymaganą wydajność działania oraz zapewniał bezpieczeństwo danych.

Źródło: Emerson

oprogramowania? Jak nadaje się priorytet dla sterowania deterministycznego typu PLC w porównaniu do aspektów komputerów ogólnego przeznaczenia?

Istota przetwarzania danych na krawędzi sieci

Ponieważ sterowniki brzegowe są stosunkowo nową kategorią w automatyce przemysłowej, istnieje wiele odmian ich wdrożeń – od prostych serwerów webowych w sterownikach PLC do funkcjonalności OPC UA w sterownikach PAC. Pamiętamy postępy, jakich dokonała automatyka przemysłowa przy przejściu od przekaźników na sterowniki PLC i ze sterowników PLC na sterowniki PAC. Prawdziwy sterownik brzegowy jest nawet wyższym szczeblem ewolucji PAC i powinien być tak zaprojektowany, aby dostarczał korzyści z technologii przetwarzania danych na krawędzi sieci bez pozbawiania go podstawowych funkcji, które są niezbędne dla każdego sterownika przemysłowego.

Przede wszystkim sterownik brzegowy jest urządzeniem automatyki przemysłowej, który musi realizować sterowanie deterministyczne w czasie rzeczywistym maszyną czy procesem technologicznym. Prawdziwy sterownik brzegowy powinien zawierać:

- pojedynczą platformę, na której mogą być uruchamiane deterministyczne aplikacje sterowania oraz aplikacje niedeterministyczne, w sposób bezpieczny i oparty na współpracy tak, aby żaden z tych 2 typów nie wpływał ujemnie na drugi. W idealnym przypadku może to być zrealizowane za pomocą dwóch niezależnych systemów operacyjnych – systemu czasu rzeczywistego³ do sterowania deterministycznego i systemu zwykłego⁴, takiego jak Linux, do aplikacji brzegowych;

- potężne możliwości programowania open source, takiego jak w językach Python i C/C++, co pozwala na tworzenie lepszych aplikacji brzegowych i analitycznych;
- otwartą i rozszerzalną platformę, umożliwiającą użytkownikom wykorzystywanie sprawdzonych przemysłowych aplikacji brzegowych lub tworzenie i wdrażanie lepszych aplikacji brzegowych i analitycznych

Te zdefiniowane wyżej zalety sterowników brzegowych pozwalają ich użytkownikom wdrażać funkcjonalności IIoT w swoim własnym tempie. Użytkownicy, jeśli są gotowi, mogą rozpocząć to już dziś na małą skalę, a potem zwiększać te wdrożenia. Niezależnie od tego, na jakim etapie cyfryzacji znajduje się dana firma przemysłowa, może ona wykorzystać sterownik brzegowy do sterowania maszyną czy procesem w swoim zakładzie, przy czym urządzenie to będzie posiadało taką niezawodność, determinizm oraz bezpieczeństwo jak tradycyjny sterownik przemysłowy.

Wdrożenia sterowników brzegowych

Przyjrzyjmy się bliżej kluczowym kwestiom do przeanalizowania przed wdrożeniem sterownika brzegowego (patrz fot. 1).

Sprzęt. Sterowniki brzegowe, tak samo jak ich poprzednicy PLC i PAC, muszą być wykonane tak, aby wytrzymały trudne warunki panujące w zakładzie przemysłowym czy na zewnątrz budynków. Podstawowym problemem jest tu odporność na temperaturę, jednak muszą być tu uwzględnione też



Ponieważ sterowniki brzegowe są stosunkowo nową kategorią w przemyśle, istnieje wiele różnych odmian ich wdrożeń.



Użytkownicy w przemyśle potrzebują rozwiązań prawdziwych sterowników brzegowych, posiadających konstrukcję odporną na trudne warunki otoczenia, aby mogły pewnie wykonywać swoje zadania.

takie czynniki jak wibracje, wilgotność powietrza i zanieczyszczenia. Zwiększanie liczby rdzeni procesorów CPU w celu zwiększenia mocy obliczeniowej powoduje zwiększanie ilości wydzielającego się ciepła, dlatego też sprzęt musi być zaprojektowany tak, aby zapewniał stałą, odpowiednią wydajność w całym zakresie zmian temperatur bez żadnych punktów awarii, takich jak wirujące wentylatory.

Sterowanie deterministyczne. Zarządzanie każdym kluczowym zautomatyzowanym procesem w przemyśle wymaga deterministycznego systemu operacyjnego czasu rzeczywistego – RTOS. Zwykle systemy operacyjne po prostu nie oferują determinizmu i stabilności, które są wymagane dla każdej aplikacji bezpośredniego sterowania w przemyśle. Wdrożenie sterownika brzegowego z systemem RTOS jest niezbędne, aby zapewnić utrzymanie responsywności i determinizmu sterownika przez cały czas. Dlatego właśnie w sterownikach brzegowych musi być uruchamiany system RTOS, taki jak VxWorks, do sterowania deterministycznego, a następnie uruchamiany zwykły OS, taki jak Linux, do obliczeń na krańdzi sieci.

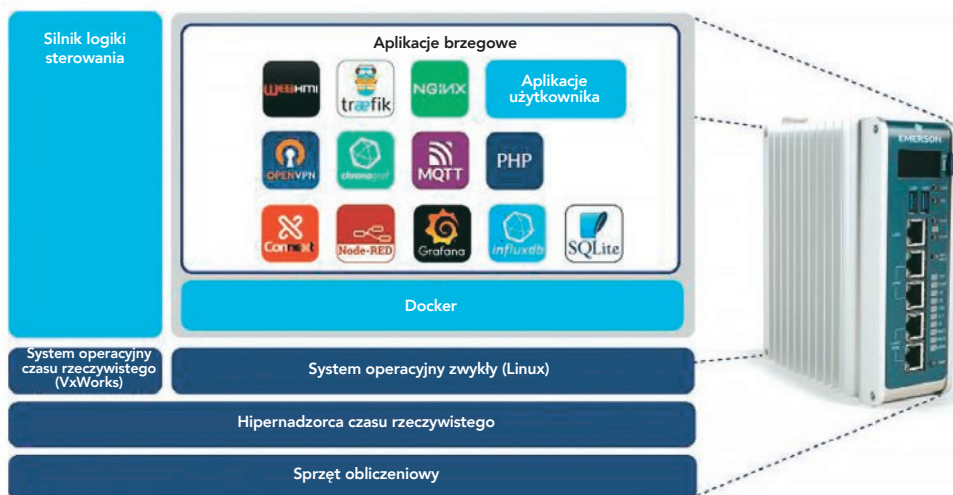
Wirtualizacja. Jednym z podejść do sterowania brzegowego jest wykorzystanie tradycyjnego sterownika PLC w połączeniu z koprocesorem jako indywidualnych kart zainstalowanych razem w tym samym chassis. Drugie podejście polega na wykorzystaniu pojedynczego, autonomicznego sterownika brzegowego wraz z hipernadzorcą⁵ czasu rzeczywistego do podziału zadań procesora wielordzeniowego na różne maszyny wirtualne (VM). W ten sposób uzyskuje się niezależność sterowania deterministycznego oraz obliczeń ogólnych na jednej platformie sprzętowej.

Hipernadzorca czasu rzeczywistego dzieli na segmenty zasoby sprzętowe – rdzenie procesora, pamięć oraz interfejsy sieciowe. Następnie przydziela je do każdej indywidualnej maszyny wirtualnej, na której uruchamiany jest osobny system operacyjny. Ta segmentacja pozwala systemowi RTOS współpracować bezpiecznie z systemem GPOS bez wzajemnego wpływu na działanie. Oznacza to, że można ewentualnie zrestartować system GPOS i nie będzie to miało żadnego wpływu na system RTOS, na którym jest uruchomiony jakiś kluczowy proces sterowania.

Ta możliwość jest bardzo ważna, ponieważ użytkownicy będą chcieli, aby sterowanie kluczowymi maszynami czy procesami za pomocą systemu RTOS działało zawsze i to na stałym poziomie, nawet gdy będą aktualizowali swoje oprogramowanie do analityki brzegowej, działające pod GPOS, w znacznie szybszym tempie, aby otrzymywać lepsze praktyczne informacje w wyniku przetwarzania zbieranych danych. Ponadto z punktu widzenia cyberbezpieczeństwa segregowane maszyny wirtualne zapewniają lepsze bezpieczeństwo poprzez ułatwianie ograniczania dostępu z zewnątrz do systemu RTOS.

Architektura brzegowa oparta na aplikacjach. Dla wielu użytkowników kluczową cechą sterownika brzegowego jest to, ile oraz jakiego typu aplikacji brzegowych ogólnego użytku – ponad podstawową funkcją sterowania deterministycznego – jest dostępnych dla tego sterownika w celu optymalizacji sterowania procesem czy maszyną (patrz rys. 2). Aplikacje ogólnego przeznaczenia mogą zawierać dowolną kombinację następujących funkcjonalności:

- wizualizacja maszyn za pomocą interfejsu operatorzkiego (HMI),
- obsługa protokołu MQTT dla połączeń z chmurą,
- środowisko programistyczne Node-RED do wizualnego łączenia przepływów danych,
- aplikacja internetowa Grafana do analityki danych oraz interaktywnego tworzenia raportów graficznych typu dashboard,



Rys. 2. Sterownik brzegowy PACSystems RX3i CPL410 firmy Emerson wykorzystuje wirtualizację sprzętową do zapewnienia wydajności oraz niezależności pomiędzy sterowaniem opartym o system RTOS a aplikacjami działającymi w systemie operacyjnym ogólnego przeznaczenia GPOS. Do realizacji wirtualizacji na poziomie systemu operacyjnego (konteneryzacji) służy tu otwarte oprogramowanie Docker.

Źródło: Emerson



Fot. 3. Przemysłowe sterowniki brzegowe są etapem ewolucji sterowników PLC i PAC.

Realizują one obliczenia zarówno w systemie operacyjnym czasu rzeczywistego, jak i w zwykłym. Ich działanie jest oparte na bezpieczeństwie i współpracy, czego wynikiem są niezawodne sterowanie oraz otwarta i rozszerzalna platforma IIoT.

Źródło: Emerson

- oraz wielu innych!

Te aplikacje mogą być uruchamiane normalnie pod systemem GPOS. Jednak bardziej efektywnym podejściem jest konteneryzacja tych aplikacji – umieszczenie aplikacji, jej procesów, konfiguracji i zależności w wirtualnej jednostce zwanej kontenerem, dzięki czemu uzyskuje się największą niezależność aplikacji oraz kontrolę komunikacji pomiędzy aplikacjami. Tak samo jak wirtualizacja sprzętowa zapewnia, że każdy system operacyjny może być zarządzany indywidualnie, a nawet restartowany osobno, platforma konteneryzacji, taka jak Docker, daje te możliwości aplikacjom, pozwalając użytkownikom testować, wdrażać i skalować w górę konfiguracje.

Ewolucja sterowników brzegowych

Użytkownicy w przemyśle potrzebują rozwiązań prawdziwych sterowników brzegowych, posiadających konstrukcję odporną na trudne warunki otoczenia, aby mogły pewnie wykonywać swoje zadania. W zależności od zastosowań firmy przemysłowe wymagają produktów, które pracują niezawodnie na krawędzi sieci, realizując sterowanie deterministyczne w czasie rzeczywistym pracą sprzętu w fabryce (patrz fot. 3). Ta funkcjonalność powinna być uzupełniona możliwością przetwarzania danych na krawędzi, co umożliwi uzyskanie

dostępu do danych z maszyn i przekształcenia tych danych na wartościowe informacje, a także realizowania innych funkcji, takich jak wizualizacja i komunikacja z innymi zasobami przedsiębiorstwa. Sterownik brzegowy umożliwia uzyskanie firmie lepszych wyników.

Każdy sterownik brzegowy może obiecywać spełnianie tych potrzeb, jednak jego przemysłowe wdrożenie umożliwi firmom przemysłowym pozostanie w czołówce pod względem wykorzystywania najnowszych technologii bez narażania się na przestoje lub ryzyko. Aby uzyskać największą wydajność, użytkownicy powinni dążyć do wdrażania takich sterowników brzegowych, które po pierwsze są sterownikami przemysłowymi, ale i też są wykonane tak starannie, aby mogły przetwarzać dane na krawędzi sieci, a ich działanie było oparte na bezpieczeństwie i współpracy.

Vibhoosh Gupta pracuje na stanowisku portfolio leader w dziale rozwiązań automatyki maszyn (Machine Automation Solutions) firmy Emerson. Zarządza on produktami tej firmy, przeznaczonymi dla automatyki przemysłowej, takimi jak sprzęt i oprogramowanie dla systemów sterowania, przemysłowe komputery PC oraz Przemysłowy Internet Rzeczy.

¹ ang. edge controllers

² ang. edge computing

³ Real-Time Operating System; RTOS

⁴ ang. General-Purpose Operating System; GPOS; system operacyjny ogólnego przeznaczenia

⁵ ang. hypervisor



Bryan Christiansen, Limble CMMS

Strategie wdrażania systemów monitoringu maszyn w przemyśle

W artykule opisujemy ustalenie celów dla systemów monitoringu maszyn, nadawanie priorytetów maszynom w zakładzie, opracowywanie odpowiednich wskaźników wydajności oraz ciągłe ich ulepszanie.

Systemy monitorujące pracę i stan techniczny maszyn zyskują obecnie popularność w różnych gałęziach przemysłu. Z oczywistych przyczyn są one lepsze od ręcznego zbierania informacji w zakładach i dlatego firmy przemysłowe przechodzą na tę nową technologię. Często jednak firmy przemysłowe chcą wdrożyć taki monitoring i uzyskać dzięki temu oszczędności kosztów, ale jednocześnie ignorują niezbędne działania wstępne, wymagane do wdrożenia takich systemów na maszynach. W wyniku takiego podejścia firmy te nie uzyskują oczekiwanych korzyści z systemów monitoringu maszyn.

Celem tego artykułu jest nakreślenie strategii, które mogą zostać zaadoptowane w celu rozwiązania powszechnie spotykanych problemów z wdrażaniem systemów monitorujących maszyny.

Ustalenie celów monitorowania maszyn

Istnieje pewne zagrożenie, że dane generowane przez systemy monitorujące działanie i stan techniczny maszyn mogą być mało użyteczne lub nawet w ogóle bezużyteczne. Aby tego uniknąć, musimy koniecznie najpierw określić cel wdrożenia takiego systemu w fabryce, a dopiero potem przejść do jego realizacji. Najlepszym sposobem na to jest zrozumienie wykorzystywania danej maszyny oraz jej środowiska operacyjnego.

Dwie podobne maszyny, pracujące w dwóch różnych środowiskach operacyjnych, mogą mieć różne wymagania co do systemu monitoringu. Weźmy na przykład napędzaną silni-

kiem pompę tłoczącą paliwo w łatwopalnym otoczeniu. Aby uniknąć możliwości powstania pożaru, konieczne jest monitorowanie temperatury powierzchni tej pompy. Gdy jednak pompa tego samego typu jest wykorzystywana w wodociągu miejskim, to zainwestowanie w monitoring temperatury jej powierzchni będzie stratą czasu i pieniędzy, ponieważ nie ma tu środowiska łatwopalnego. W idealnym przypadku cel systemu monitoringu maszyn powinien być bardzo zbliżony z rzeczywistymi oczekiwaniami wobec maszyny, na której jest on zainstalowany.

Nadanie priorytetów maszynom do zainstalowania systemu monitoringu

Nawet średniej wielkości zakład przemysłowy czy fabryka może posiadać od setek do tysięcy elementów wyposażenia, o różnej wielkości i stopniu skomplikowania. Podczas gdy każde urządzenie daje wkład do ogólnej efektywności pracy fabryki, to zainstalowanie czujników systemu monitoringu na każdym urządzeniu czy maszynie jest po prostu finansowo nieopłacalne. Jeśli zasoby finansowe i czas w firmie są ograniczone, to sprzętowi musi być nadany priorytet – musi być pogrupowany pod względem jego wpływu na pracę całej fabryki. Podobnie do tego cechy lub parametry, które mają być

”

Nawet średniej wielkości zakład przemysłowy czy fabryka może posiadać od setek do tysięcy elementów wyposażenia, o różnej wielkości i stopniu skomplikowania. Zainstalowanie czujników systemu monitoringu na każdym urządzeniu czy maszynie jest po prostu finansowo nieopłacalne.

rejestrowane przez system, także muszą uzyskać priorytety w zależności od znaczenia danej maszyny dla fabryki.

Na ogół maszyny, które są drogie i w przypadku awarii wymagają długiego czasu przestoju w celu naprawy, są monitorowane pod względem wielu parametrów. Na przykład wielki kocioł przemysłowy może wymagać monitorowania zarówno pod względem całego zakresu parametrów, które w pełni obejmują charakterystykę funkcjonalną tego sprzętu, jak i właściwości chemicznych ogrzewanego płynu. Z drugiej zaś strony kotły o małej pojemności, pracujące w niższych temperaturach i pod niższym ciśnieniem, mogą posiadać łagodniejsze wymagania co do określania ich stanu technicznego i wydajności, czyli mniejszej ilości zainstalowanych czujników.

Opracowanie odpowiednich wskaźników wydajności maszyn i sprzętu

Jednym z problemów przy wdrażaniu systemu monitorowania maszyn i sprzętu jest brak określenia wymagań dotyczących wydajności, oczekiwanych od tego systemu. Opracowanie wymagań dotyczących wydajności operacyjnej dostarczy dokładniejszych praktycznych informacji na ten poziom monitoringu, który jest wymagany w danej maszynie. Prawidłowym podejściem jest tu wyznaczenie poziomu i natury systemu monitoringu na podstawie poziomów niezawodności, dyspozycyjności, łatwości konserwacji oraz bezpieczeństwa, oczekiwanych od maszyny. Wyobraźmy sobie bowiem taką sytuację, że na jakiejś maszynie zainstalowano skomplikowany system czujników, współpracujący z zabezpieczeniami, które wyłączają tę maszynę w każdej sytuacji, gdy jakiś jej parametr wykracza poza ustawiony zakres. Dochodzi wtedy do niepotrzebnych przestojów.

Opracowanie wymagań dotyczących wydajności operacyjnej dostarczy dokładniejszych praktycznych informacji na ten poziom monitoringu, który jest wymagany w danej maszynie.

Wprowadzie taki system monitoringu prawdopodobnie zwiększy niezawodność maszyny z powodu zmniejszenia prawdopodobieństwa awarii, jednak niepotrzebne alarmy i ich konsekwencja w postaci przyciągania uwagi pracowników zakładu prawdopodobnie negatywnie wpłyną na czas pracy maszyny i jej dyspozycyjność. Krótko mówiąc, właściwe wskaźniki wydajności oraz ich realistyczne cele są dobrym kompromisem pomiędzy niezawodnością i dyspozycyjnością maszyn a łatwością ich konserwacji i serwisowania.

”
Wdrożenie systemu monitoringu wydajności i stanu technicznego maszyn w zakładzie przemysłowym wymaga głębszej analizy zarówno tych maszyn, na których będą zainstalowane czujniki tego systemu, jak i natury pracy tych maszyn.

Stałe ulepszanie systemów monitoringu maszyn

Wdrożenie systemu monitoringu maszyn nie jest projektem jednorazowym, który spełnia swoje zadanie już od momentu wdrożenia. Wymagania dotyczące funkcjonowania oraz stanu technicznego maszyn, w tym ich wskaźników awaryjności, są zjawiskami dynamicznymi, które zmieniają się od chwili zainstalowania tych maszyn do końca ich eksploatacji. Ponadto cele wykorzystywania maszyn mogą się zmieniać, co może spowodować ich pracę w innych warunkach.

Idealna strategia wdrożenia systemu monitoringu maszyn powinna uwzględniać wykorzystywanie zbieranych informacji do precyzowania bieżących wymagań dla takiego systemu. Na przykład niewykorzystywane dane, zebrane w ciągu całych lat ze specyficznego czujnika obrazu w obrabiarce CNC, mogą wskazywać jej operatorowi, że zainstalowanie takiego czujnika jest nieuzasadnione. W związku z tym czujnik ten można zdemontować z tej maszyny oraz nie instalować takich czujników na innych obrabiarkach CNC w przyszłości, co spowoduje oszczędność czasu i kosztów dla firmy przemysłowej.

Podsumowanie

Mówiąc krótko: wdrożenie systemu monitoringu wydajności i stanu technicznego maszyn w zakładzie przemysłowym wymaga głębszej analizy zarówno tych maszyn, na których będą zainstalowane czujniki tego systemu, jak i natury pracy tych maszyn. Dwie podobne maszyny, ale pracujące w różnych środowiskach, mogą być wyposażone w różne systemy monitorujące, dopasowane do konkretnych potrzeb w każdym przypadku. Jednym z najlepszych podejść do tematu jest dobranie właściwych systemów monitoringu do właściwych maszyn oraz połączenie ostatecznego celu takiego systemu z uzyskaniem ogólnej niezawodności, dyspozycyjności oraz łatwości utrzymania ruchu w fabryce.

Bryan Christiansen, założyciel i dyrektor generalny firmy Limble CMMS.

Oprawy oświetleniowe mogą zredukować przestoje w zakładach przetwórstwa spożywczego

W artykule opisujemy wymagania dla hermetycznych opraw oświetleniowych, które mogą być instalowane w zakładach przetwórstwa spożywczego oraz korzyści dla tych zakładów, uzyskanie dzięki wybraniu właściwych opraw.

Każdego roku firmy przemysłowe inwestują miliony dolarów w lepsze fabryki oraz sprzęt, co ma na celu zwiększyć bezpieczeństwo produktów, polepszyć warunki BHP oraz zmniejszyć koszty. Są to kluczowe wydatki, ponieważ sprzęt w typowym zakładzie przetwórstwa spożywczego pracuje od 16 do 24 godzin dziennie przez 7 dni w tygodniu.

Awarie sprzętu są najczęstszymi przyczynami nieplanowanych przestojów w zakładach. Im więcej czasu personel fabryki potrzebuje na zareagowanie i naprawę sprzętu, tym większe szkody przynosi taka przerwa w produkcji. Systemy fabryczne niepracujące pełną parą tworzą efekt domina, co może doprowadzić do niedotrzymania terminów realizacji zamówień, strat finansowych i niezadowolonych klientów.

Godzina nieplanowanego przestoju może kosztować firmę z branży przetwórstwa żywności nawet aż 30 000 USD. Według firmy analitycznej Aberdeen Research w ciągu ostatnich trzech lat aż 82% firm doświadczyło nieplanowanego przestoju. Opracowany przez firmę konsultingową Deloitte raport na temat przemysłu zawiera wyniki niedawnych badań, które pokazują, że koszty takich nieplanowanych przestojów dla firm przemysłowych mogą wynieść około 50 mld USD rocznie. Niemniej jednak przestój może kosztować firmę nie tylko pieniądze – może być logistycznym koszmarem. Konsekwencje są po prostu zbyt poważne, aby fabryki mogły sobie pozwolić na ryzyko awarii sprzętu, szczególnie obecnie.

Problem nieplanowanych przestojów został spotęgowany brakiem wykwalifikowanych pracowników utrzymania ruchu oraz dodatkowo pandemią COVID-19.

Gdy świat boryka się ze skutkami pandemii, w tym z zakłóceniami łańcuchów dostaw, przemysł spożywczy znajduje się pod największą presją na utrzymanie ciągłości operacji niż kiedykolwiek przedtem. Na początku pandemii zakłady przetwórstwa spożywczego w USA zostały uznane za niezbędne dla gospodarki. Już przed wybuchem tej epidemii brakowało pracowników utrzymania ruchu i w tej sytuacji ten niedobór stał się jeszcze ostrzejszy. Dlatego fabryki potrzebują innowacyjnych rozwiązań, które ograniczają nieplanowane przestoje.

Braki siły roboczej a przestoje w zakładach

Firmy z branży przemysłu produkcyjnego w USA cierpią na braki wykwalifikowanych pracowników i ten niedobór może do roku 2030 wynieść aż 2,1 mln wakatów, jak wynika z raportu opracowanego przez firmę Deloitte oraz amerykański Instytut Produkcji¹. Jeśli ta tendencja nie osłabnie, gospodarka USA poniesie straty w wysokości nawet 1 bln USD. Ponadto w 2017 roku przeprowadzono ankietę na temat przemysłu, sponsorowaną przez firmę Advanced Technology Services². Okazało się, że według respondentów głównymi przyczynami nieplanowanych przestojów były: starzejący się sprzęt (42%), błąd operatora (19%) oraz brak czasu potrzebnego na wykonanie niezbędnych prac konserwacyjnych (13%).



Opracowany przez firmę konsultingową Deloitte raport na temat przemysłu zawiera wyniki niedawnych badań, które pokazują, że koszty takich nieplanowanych przestojów dla firm przemysłowych mogą wynieść około 50 mld USD rocznie.

U pracowników działów utrzymania ruchu oraz personelu kierowniczego fabryk zwykle usłyszenie słowa „przestój” może spowodować panikę, szczególnie w obecnej sytuacji związanej z brakiem rąk do pracy. Według badania przeprowadzonego przez Instytut Produkcji przeciętnie 6 na 10 stanowisk pracy w przemyśle produkcyjnym pozostaje nieobsadzonych ze względu na brak wykwalifikowanych kandydatów. Jednymi z najbardziej potrzebnych dla fabryk są technicy do działów utrzymania ruchu.

Kilka lat temu amerykańskie Narodowe Stowarzyszenie Producentów³ przeprowadziło wśród dyrektorów firm badania na temat perspektyw (Outlook Survey). Podczas wywiadów słyszano alarmujący sygnał: Nie możemy znaleźć ludzi do pracy. To odczucie jest poparte danymi: 77% ankietowanych

dyrektorów firm produkcyjnych przewiduje, że trudności w przyciąganiu i zatrzymywaniu pracowników będą trwały w 2021 roku i w latach późniejszych. Przedsiębiorstwa przemysłowe muszą niezwłocznie zająć się rozwiązywaniem problemu obsadzenia stanowisk – zarówno przez początkujących, jak i wykwalifikowanych pracowników.

Na koniec: wiele osób pracujących w tych gałęziach przemysłu jest już w wieku przedemerytalnym, natomiast na ich miejsce przychodzi niewielu młodych pracowników. Coraz większy brak pracowników wykwalifikowanych będzie problemem dla zakładów z wielu branż przemysłu.

Redukcja przestojów i kosztów dzięki wykorzystaniu hermetycznych opraw oświetleniowych

Obecnie istnieje większa niż kiedykolwiek przedtem potrzeba optymalizacji niezawodności sprzętu wykorzystywanego w przemyśle, aby zmaksymalizować czas bezawaryjnej pracy sprzętu oraz wydajność produkcji. Według raportu amerykańskiej firmy doradczej McKinsey & Company z 2018 r. pod tytułem „Przemysł produkujący sprzęt do przetwarzania, pakowania i transportu bliskiego żywności: dojrzały do zakłóceń?”⁴, klienci obecnie oczekują takich maszyn, które zwiększają efektywność operacyjną, obniżają koszty i działają dłużej bezawaryjnie.

Co prawda oprawy oświetleniowe nie są częścią linii produkcyjnej, jednak firmy z branży przetwórstwa żywności mogą zmniejszyć ilość zachorowań spowodowanych zanieczyszczeniami produkowanych wyrobów spożywczych, zmniejszyć koszty operacyjne oraz przestoje dzięki wykorzystaniu w swoich zakładach opraw hermetycznych. Innowacyjne rozwiązania dla infrastruktury przemysłowej, takie jak hermetyczne oprawy oświetleniowe LED, mogą zapewnić spełnianie wymogów przepisów sanitarnych, a prace konserwacyjne nad liniami produkcyjnymi są ograniczone do minimum.

Dobrze zaprojektowana hermetyczna oprawa, w której zastosowano konstrukcję i materiały wysokiej jakości, praktycznie eliminuje ryzyko zanieczyszczenia i skażenia żywności oraz potrzebę częstej konserwacji. Konstrukcja wykonana z nieporowatego materiału, z potrójnym uszczelnieniem, zapewnia brak korozji oraz wnikania i gromadzenia się brudu, pyłu, owadów, wilgoci i bakterii. Zainstalowanie takich hermetycznych opraw oświetleniowych pomaga też w ograniczeniu kosztownych nieplanowanych przestojów, ponieważ podzespoły wewnętrzne opraw są chronione przed czynnikami zewnętrznymi.

Standardy i normy dla oświetlenia w przemyśle

Zakłady przetwórstwa żywności muszą bardzo zwracać uwagę na bezpieczeństwo produktów. Zwykle obejmuje to mycie pod ciśnieniem i dezynfekcję sprzętu. W takim otoczeniu zainstalowanie hermetycznych opraw oświetleniowych LED może zwiększyć bezpieczeństwo żywności, zachowanie zgodności z przepisami oraz zredukować przestoje fabryki.



Fot. 1. Hermetyczne oprawy oświetleniowe, zainstalowane w fabryce firmy U.S. Pet Nutrition w Lyons (stan Georgia), posiadające certyfikaty głównych organizacji akredytacyjnych, w tym FDA oraz Kanadyjskiej Agencji Inspekcji Żywności (Canadian Food Inspection Agency).
Źródło: Kenall Manufacturing Co.

Zakłady przemysłu spożywczego muszą przestrzegać regulacji Departamentu Rolnictwa USA⁵, w tym odnoszących się do obecności szkła w zakładzie. Przy nieprawidłowym obchodzeniu się ze szkłem, takim jak zawarte w niektórych oprawach oświetleniowych, pozostaje ryzyko zanieczyszczenia żywności. Amerykańska Agencja Żywności i Leków⁶ wymaga, aby w zakładach przemysłu spożywczego były wykorzystywane hermetyczne oprawy oświetleniowe, posiadające certyfikat na odpowiedni stopień ochrony (IP) oraz spełnianie wymagań NSF⁷. Celem tego jest ograniczenie ryzyka skażenia żywności oraz uniknięcie kosztownych zakłóceń w pracy zakładu, spowodowanych nieplanowanymi pracami konserwacyjnymi.

Celem standardów i norm dotyczących sprzętu wykorzystywanego w przemyśle spożywczym jest ustalenie minimalnych wymagań dotyczących higieny i ochrony żywności, dla materiałów, projektów, wytwarzania, konstrukcji oraz pracy sprzętu do przetwórstwa i transportu bliskiego żywności, w tym także opraw oświetleniowych. Aby zapewnić bezpieczeństwo oraz ograniczyć prace konserwacyjne, FDA opracowała odpow-



Wycofanie produktów z rynku kosztuje firmy z branży spożywczej miliony dolarów każdego roku, jednak w 2019 roku 50% takich przypadków w całych Stanach Zjednoczonych oraz Wielkiej Brytanii i Irlandii było możliwe do uniknięcia

wiednie certyfikaty i standardy. Na przykład oprawy oświetleniowe w zakładach przetwórstwa żywności powinny być:

- łatwe do mycia;
- wykonane z gładkiego, niezawierającego pory oraz odpornego na korozję materiału;
- zaprojektowane tak, aby ograniczyć wnikanie pyłu, brudu, owadów oraz innych możliwych zanieczyszczeń.

Poza standardami dotyczącymi sprzętu mającego kontakt z żywnością opracowano także wytyczne na temat współczynnika oddawania barw CRI przez źródła światła, aby zapewnić prawidłową kontrolę jakości produktów spożywczych. Ponadto pomieszczenia, w których ma miejsce przetwarzanie żywności, muszą spełniać wymagania dotyczące natężenia oświetlenia każdego miejsca, w którym wykonuje się zadania związane z przetwórstwem. Aby spełnić ostre wymagania standardów opracowanych przez USDA, FDA oraz Stowarzyszenie Techniki Oświetleniowej⁸ zaleca się, aby współczynnik oddawania barw wynosił minimum 85 w miejscach, gdzie prawidłowe widzenie kolorów ma kluczowe znaczenie.

Mycie i dezynfekcja opraw oświetleniowych w zakładach przemysłu spożywczego

Ustawa FSMA⁹ przekształca narodowy system bezpieczeństwa żywności w USA, poprzez przeniesienie działań z reagowania na choroby wywołane zanieczyszczeniami żywności na zapobieganie tym zanieczyszczeniom. Wycofanie produktów z rynku kosztuje firmy z branży spożywczej miliony dolarów każdego roku, jednak w 2019 roku 50% takich przypadków w całych Stanach Zjednoczonych oraz Wielkiej Brytanii i Irlandii było możliwe do uniknięcia.

Fabryki przetwarzające żywność są bardzo trudnym środowiskiem pracy dla opraw oświetleniowych z powodu wpływu codziennego mycia i dezynfekcji. Do mycia sprzętu w takich zakładach są wykorzystywane agresywne związki chemiczne, takie jak wodorotlenek sodu oraz inne substancje żrące, które mogą być także ekstremalnie korozyjne. Poza użyciem żrących chemikaliów, do mycia stosuje się spray pod

wysokim ciśnieniem, dochodzącym do 1000 psi (69 bar). Co prawda zapewnia to usunięcie wszystkich zanieczyszczeń, jednak w przypadku opraw niehermetycznych woda dostaje się do środka i powoduje poważne uszkodzenia.

Natomiast oprawy hermetyczne zapobiegają zarówno przedostawaniu się do środka, jak i wydostawaniu się pyłu, grzybów, bakterii oraz innych zanieczyszczeń, które mogłyby narazić ludzi i procesy w zakładzie na ryzyko. Ponadto NSF wprowadził nowy protokół – NSF P442 – który wymaga dokładnego testowania szczelności sprzętu pod ciśnieniem oraz uzyskania certyfikatów od stron trzecich, które udowadniają, że dane oprawy oświetleniowe kwalifikują się do użytku w pomieszczeniach czystych w przemyśle. Konstrukcja takich opraw musi uniemożliwiać przepływ powietrza pomiędzy wnętrzem a otoczeniem, być chroniona przed zanieczyszczeniami, cząstkami stałymi i wilgocią oraz łatwa do mycia. Spełnienie warunków tego protokołu jest bardzo trudne, jednak oprawa, która przejdzie pozytywnie testy, jest na pewno hermetyczna i gotowa do użycia w najtrudniejszych otoczeniach. Nie w każdej sytuacji wymagane jest zastosowanie opraw spełniających warunki tego protokołu, jednak gdy tak jest, to zakład powinien poszukać opraw posiadających certyfikat NSF P442.

Innowacje zmniejszają problemy firm przemysłowych

Niedobór techników w działach utrzymania ruchu tworzy kaskadę problemów dla producentów żywności. W krótkim okresie problemy te to: zakłócenia harmonogramów produkcji oraz zwiększone zagrożenia dla bezpieczeństwa. Natomiast w dłuższej perspektywie brak regularnej konserwacji oraz kontrolowania funkcjonowania maszyn może narazić zakład na ryzyko poważnych awarii i skrócenia czasu eksploatacji sprzętu. Każdy z tych problemów stawia firmę produkcyjną w niekorzystnej sytuacji wobec konkurencji.

Oprawy oświetleniowe zainstalowane nad liniami produkcyjnymi żywności nie są głównym wyposażeniem zakładów, jednak mogą mieć bardzo duże znaczenie dla pracowników wykonujących swoje zadania oraz dla utrzymania ruchu. Zainstalowanie opraw hermetycznych, które spełniają standardy przemysłowe, jest jednym z efektywnych rozwiązań, pomagających przezwyciężyć niedobór siły roboczej.

Lynn Walldorf, menedżer produktu w firmie Kenall Manufacturing Co. Kenall Manufacturing Co., firma produkująca oprawy oświetleniowe, założona w Chicago w 1963 r. Obecnie część firmy Legrand.

¹ Manufacturing Institute

² ATS; dostawca usług dla utrzymania ruchu

³ National Association of Manufacturers

⁴ oryg. McKinsey on Food Processing & Handling: Ripe for Disruption?

⁵ United States Department of Agriculture, USDA

⁶ Food and Drug Administration (FDA)

⁷ National Sanitation Foundation; amerykańska organizacja zajmująca się testowaniem, inspekcją i certyfikacją produktów

⁸ Illuminating Engineering Society, IES

⁹ Food Safety Modernization Act; Ustawa Modernizująca Bezpieczeństwo Żywności

IGUS

Nowe polimerowe łożyska przegubowe firmy igus poprawiają bezpieczeństwo żywności

Nowy materiał czaszy kulistej iglidur A181 potraja odporność na zużycie łożysk wahliwych igubal FC

Aby uczynić maszyny i systemy w przemyśle spożywczym jeszcze bezpieczniejszymi, firma igus wprowadza nowy standard łożysk przegubowych igubal Food Contact (FC) z wysokowydajnym tworzywem sztucznym iglidur A181 jako materiałem czasz kulistych. Czasze te mają trzykrotnie wyższą odporność na zużycie niż poprzednik iglidur FC180, kosztują 25% mniej i jest bezsmarowe, bezobsługowe, higieniczne i zgodne z FDA i EU 10/2011.

„Czy jest jeszcze coś, co możemy zjeść, nie martwiąc się?” - coraz więcej konsumentów zadaje to pytanie w obliczu regularnego wycofywania produktów. Producenci żywności nieustannie zmagają się z niebezpiecznymi zanieczyszczeniami — często drobnymi odłamkami zepsutych elementów maszyn przetwórczych. „Rozlewnia, maszyna do przetwarzania mięsa lub system pakowania: producenci muszą stale poprawiać wytrzymałość i niezawodność sprzętu, jednocześnie zwiększając wykrywalność drobnych zanieczyszczeń”, mówi Dennis Steffen, Product Manager łożysk sferycznych igubal w firmie igus. „Wspieramy producentów w działaniach na rzecz optymalizacji bezpieczeństwa żywności, stale rozwijając asortyment łożysk przegubowych igubal FC o główce przegubowej i łożyska stojakowe czy kołnierzowe. Naszą najnowszą innowacją jest czasza sferyczna wykonana z nowego materiału iglidur A181”.

Trzykrotnie wyższa odporność na zużycie przy zaledwie trzech czwartych ceny poprzedniej wersji

Obudowa przegubów igubal FC jest nadal wykonana z materiału igumid FC — wytrzymałego, odpornego na korozję, wysokowydajnego tworzywa sztucznego, które jest odporne na wilgoć, kwasy, zasady i promieniowanie UV. Ostatnio jednak czasza kulista umieszczona w obudowie została zmieniona z FC180 na iglidur A181 — następcę charakteryzującego się wysoką odpornością na

zużycie. „Dzięki nowemu składowi materiału, czasza kulista jest do trzech razy bardziej odporna na zużycie na wałach ze stali nierdzewnej niż poprzednia wersja FC180”, mówi Steffen. „Dzięki temu ruchy w maszynie są jeszcze bezpieczniejsze i bardziej niezawodne”. Podobnie jak wszystkie produkty igus, łożyska sferyczne igubal udowadniają swoją wytrzymałość w licznych testach w labora-

nie wymagają zewnętrznego smaru, do którego może przywierać brud i kurz, tworząc lepkie osady i stwarzając potencjalne ryzyko zanieczyszczenia. Zamiast tego firma igus wprowadza do materiału stały środek smarny, który z czasem jest uwalniany automatycznie, zapewniając higieniczną pracę na sucho o niskim współczynniku tarcia. Zarówno obudowa, jak i nowy materiał czasz



Większe bezpieczeństwo żywności dzięki bezsmarowym motion plastics firmy igus: dzięki nowej czaszy kulistej A181 łożyska przegubowe igubal FC są teraz trzykrotnie bardziej odporne na zużycie i kosztują 25% mniej.

Źródło: igus GmbH

torium testowym firmy igus o powierzchni 3800 m². Jednocześnie cena została obniżona o 25% — pozytywny efekt uboczny, który ułatwia wielu inżynierom mechanikom wymianę klasycznych systemów połączeń metalowych. „Przewaga cenowa jest teraz ogromna. igubal FC kosztuje do 85% mniej niż warianty ze stali nierdzewnej”.

Eliminacja smarów poprawia higienę maszyn i systemu

Jednak łożyska przegubowe igubal FC z nową czaszą kulistą A181 nie tylko kosztują mniej niż metalowe odpowiedniki, ale także poprawiają higienę maszyn i urządzeń w przemyśle spożywczym. W przeciwieństwie do metalowych łożysk sferycznych,

kulistych są zatem zgodne z wymogami FDA i UE 10/2011. „Atest FDA, z jednymi z najsurowszych wytycznych higienicznych na świecie, oraz zgodność z dyrektywą UE 10/2011 potwierdzają wysoki poziom higieny łożyska przegubowego” — mówi Steffen. Aby jeszcze bardziej poprawić higienę, zarówno obudowa łożyska, jak i czasza kulista są zabarwione na kolor niebieski, co ułatwia optyczne wykrycie w przypadku uszkodzenia maszyny. W materiale obudowy wbudowane są również odpowiednie dla żywności, wykrywalne dodatki. W sytuacjach awaryjnych pozwalają wykrywaczom metalu znaleźć nawet najdrobniejsze fragmenty — w zakresie jednej dziesiątej grama.

BOSCH REXROTH

Elektroniczna kontrola pomp w układzie otwartym umożliwia budowę wszechstronnych maszyn roboczych

Architektura systemu hydraulicznego eOC (electronic Open Circuit) pozwala producentom maszyn w pełni wykorzystać potencjał maszyn mobilnych. Pakiet eOC firmy Bosch Rexroth obejmuje oprogramowanie i komponenty hydrauliczne do dynamicznej kontroli maszyn roboczych i napędów jezdnych.

Architektura systemu hydraulicznego dla maszyn mobilnych z potencjałem rynkowym

Oprogramowanie i komponenty optymalizują potencjał maszyn

W przyszłości systemy hydrauliczne jezdnej i roboczej będą obsługiwane w jednym układzie

Producenci maszyn mobilnych muszą obecnie decydować, czy kontrolować pompy za pomocą ciśnienia hydraulicznego, momentu obrotowego, czy kąta wychylenia – co sprawia, że zawsze muszą iść na kompromis. To samo dotyczy wielu innych parametrów, które są określane jednorazowo w przypadku komponentów i pozostają niezmiennie w całym okresie eksploatacji maszyny. Nowe rozwiązanie firmy Bosch Rexroth w dziedzinie napędów elektrohydraulicznych eliminuje te problemy poprzez przeniesienie funkcji kontroli ze sterownika hydromechanicznego na oprogramowanie. To sprawia, że maszyny są jeszcze bardziej wszechstronne i elastyczne. Jednocześnie pozwala to zwiększyć ich wydajność i obniżyć zużycie energii.

Pompa eOC – centralny komponent

Oprogramowanie eOC, sterowane za pomocą sieci CAN, umożliwia elastyczną konfigurację różnych parametrów w trakcie obsługi. Dzięki wykorzystaniu funkcji sterowania hydromechanicznego i przeniesieniu interfejsów do oprogramowania tryby sterowania można zmieniać indywidualnie i łączyć w trakcie obsługi, a dynamikę pompy można konfigurować w zależności od potrzeb danej funkcji maszyny. Wartości ciśnienia hydraulicznego, momentu obrotowego i kąta

wychylenia są zatem kontrolowane niezależnie w elektronicznym układzie sterowania. Wstępnie skonfigurowane parametry zapewniają optymalną pracę pompy hydraulicznej w ramach systemu hydraulicznego, niezależnie od funkcji. Interfejs magistrali CAN pozwala również na dynamiczną regulację wartości zadanych i parametrów, umożliwiając



Elektroniczne sterowanie pomp hydraulicznych pracujących w układzie otwartym za pomocą systemu eOC firmy Bosch Rexroth otwiera nowe możliwości dla systemów hydrauliki roboczej. Przeniesienie wszechstronności sterowań mechanicznych na elektroniczne, pozwala zwiększyć elastyczność i produktywność maszyn.

Źródło ilustracji: Bosch Rexroth AG.

korzystanie z dodatkowych funkcji i dostosowywanie maszyn do specyficznych wymagań klientów i różnych zadań.

Oprogramowanie eOC można instalować na sterowniku BODAS firmy Bosch Rexroth lub na sterowniku innego producenta. Stale dostosowuje ono moc hydrauliczną w oparciu o dostępny moment obrotowy silnika spalinowego, umożliwiając korzystanie z dynamicznych, precyzyjnych funkcji zwiększających ogólną wydajność maszyny. Zużycie energii przez cały system hydrauliczny jest optymalizowane, co przekłada się na mniejsze zużycie paliwa lub lepsze wykorzystanie akumulatorów.

Koncepcja maszyny z potencjałem rynkowym

Maszyny produkowane seryjnie już korzystają z nowej architektury systemu hydraulicznego. Są to między innymi kompaktowe koparki, które weszły do produkcji w pierwszej poło-

wie 2021 r. W tym celu opracowano właśnie tryb zasilania do wykonywania wymagających wykopów. Tryb pracy pozwala korzystać z maksymalnej wartości ciśnienia hydraulicznego i momentu obrotowego oraz maksymalnej dynamiki gradientu ciśnienia, na przykład przy opróżnianiu łyżki koparki. Inny tryb obsługi maszyny umożliwia dodatkowo bezpieczną i płynną pracę, na przykład przy układaniu rurociągów.

Architektura eOC jest także idealna dla koparek kołowych. W przeszłości, aby regulować moc tych wielofunkcyjnych maszyn odpowiednio do określonych zadań, trzeba było korzystać z wielu zaworów. Przejście na architekturę eOC pozwoliło znacznie ograniczyć koszty sprzętu i eksploatacji, a także wyeliminować potencjalne źródła usterek przy przełączaniu zaworów hydraulicznych.

Dalszy rozwój

Jako rozwiązanie konfigurowalne, pakiet eOC firmy Bosch Rexroth może być wdrażany krok po kroku – począwszy od pompy elektrohydraulicznej eOC z czujnikiem kąta wychylenia i czujnikami ciśnienia, po układ obejmujący cały system hydrauliczny. W tej opcji dostarczany jest główny blok sterowania eOC i joystick elektryczny.

Firma Bosch Rexroth ulepszyła szeroko ofertę pomp wielotłokowo-osiowych i wprowadziła wiele nowych funkcji uzupełniających istniejącą już podstawową koncepcję. Przykładowo, obecna architektura eOC umożliwia dynamiczną kontrolę ciśnienia, kąta wychylenia i gradientów momentu obrotowego. Oznacza to, że pompa nie tylko osiąga określone parametry docelowe – określane są również gradienty potrzebne, aby osiągnąć wymaganą wartość ciśnienia. To umożliwia wykonywanie znacznie płynniejszych i delikatniejszych ruchów, szczególnie w fazie początkowej ruchu.

Automatyczna kalibracja, w ramach której komponent jest kalibrowany na maszynie, to kolejna nowa funkcja eOC. Kalibracja nie

odbywa się więc statycznie na końcu linii produkcyjnej dostawcy OEM, ale jest wykonywana cyklicznie w trakcie pracy maszyny. Oprogramowanie eOC rejestruje specyficzne dane kalibracji przy każdym uruchomieniu maszyny. Pozostałe dane są rejestrowane, gdy tylko umożliwiają to warunki pracy maszyny. W tym przypadku rejestrowane są aktualne dane, uwzględniające m.in. skutki starzenia się komponentów i różnice temperatur, a parametry są dostosowywane automatycznie. W ten sposób zwiększa się powtarzalność reakcji maszyny, można w pełni wykorzystywać moc pompy hydraulicznej, a informacje o stanie pompy przetwarzane dalej na poziomie maszyny zyskują największą możliwą precyzję.

Koncentracja na napędzie jezdnym

Architektura eOC firmy Bosch Rexroth nie tylko stwarza nowe możliwości w obszarze systemów hydrauliki roboczej, ale także umożliwia zastosowanie nowego podejścia w dziedzinie napędów jezdnych, szczególnie w maszynach kompaktowych. W eOC funkcje jezdne wykorzystują koncepcję sterowania wtórnego. Jest to połączenie funkcji napędu jezdnego z układem zamkniętym z fizyczną strukturą napędu w układzie otwartym, który wymaga zastosowania tylko jednej pompy do obsługi funkcji jezdnych i roboczych.

W rezultacie cała hydraulika jezdna i robocza w maszynach kompaktowych może być połączona w jednym układzie hydraulicznym – wszystkie urządzenia obrotowe są podłączone bezpośrednio do przewodu pod ciśnieniem. Wtórny system logiczny bez dodatkowych zaworów kierunkowych kontroluje wydajność silników hydraulicznych oraz moment wyjściowy, aby uzyskać żądaną prędkość obrotową. Koncepcja napędu jezdnego eOC wymaga mniejszej ilości komponentów montowanych w maszynie i upraszcza architekturę systemu hydraulicznego. Złożoność systemu hydraulicznego przeniesiono do oprogramowania. Jezdne zawory kierunkowe oraz zawory hamulcowe nie są już potrzebne. Oprócz tego, połączenie funkcji jezdnych i roboczych w jednym układzie hydraulicznym umożliwia odzyskiwanie energii hydraulicznej w czasie hamowania lub opuszczania wyposażenia, co przekłada się na optymalizację zużycia mocy napędu.

RITTAL

Klimatyzatory Blue e+ Outdoor – maksymalna efektywność przy każdej pogodzie

Klimatyzatory naściennne „Blue e+ Outdoor” Rittal są uzupełnieniem serii wysokowydajnych klimatyzatorów o rozwiązanie przeznaczone do zastosowań na zewnątrz budynków. Poza oszczędnością energii na średnim poziomie 75 procent nowe urządzenia posiadają zabezpieczoną przed wandalizmem obudowę, wysoki stopień ochrony IP i gwarantują bezpieczną eksploatację nawet w najsurowszych warunkach. Wraz z obudowami outdoor serii Rittal Toptec tworzą idealnie dopasowany system modułowy, który można stosować w każdych warunkach.

Gdy urządzenia elektrotechniczne – np. w infrastrukturze telefonii komórkowej lub stacji ładowania samochodów elektrycznych – muszą być instalowane na zewnątrz, przed zastosowanymi obudowami czy szafami i ich chłodzeniem pojawiają się szczególne wyzwania.

Przed wszystkim te obudowy czy szafy sterownicze i klimatyzatory muszą wykazywać wysoki stopień ochrony IP, wysoką odporność na promieniowanie ultrafioletowe i duże wahania temperatury, a także zapewniać ochronę przed wandalizmem.

Ekstremalna wytrzymałość: idealnym rozwiązaniem w przypadku surowych warunków otoczenia są nowe obudowy Outdoor oraz klimatyzatory naściennne serii „Blue e+ Outdoor” firmy Rittal. Bezpieczną eksploatację i wysoką odporność na zewnątrz zapewniają: odporny na promienie ultrafioletowe lakier, wysoki stopień ochrony IP56 lub Nema 4/3R/12 oraz certyfikaty potwierdzające wytrzymałość na szeroki zakres temperatur od -30 °C do + 60 °C.

Prawdziwa efektywność: wyposażenie klimatyzatorów w technologie Blue e+ i heat pipe pozwala zapewnić wysoką efektywność energetyczną. W porównaniu do zwykłych rozwiązań chłodzenia można w ten sposób zaoszczędzić średnio 75 procent energii i wyraźnie zredukować ślad węglowy CO₂.

Nowe standardy wyznacza również integracja przez interfejs IoT, która ułatwia zdalny monitoring – co jest ważne w przypadku monitorowania instalacji rozproszonych na



dużych obszarach. W ten sposób można na przykład kontrolować na bieżąco temperaturę i inne parametry w całej sieci oraz ustawić wysyłanie automatycznych powiadomień w przypadku wystąpienia awarii.

Pozwala to w znacznym stopniu wykluczyć niezaplanowane przestoje i awarie systemów, co prowadzi do zredukowania związanych z tym kosztów. Ponadto użytkownicy mogą polegać na rozwiązaniach klimatyzacji dzięki globalnej sieci serwisowej Rittal oraz wysokiej dostępności części zamiennych.

Łatwy montaż: nowe klimatyzatory wraz z obudowami Rittal Toptec Outdoor tworzą innowacyjny, modułowy system, w którym szafa sterownicza i klimatyzator są do siebie idealnie dopasowane. Dwuścienna konstrukcja szaf sterowniczych zapewnia wysoką wydajność pasywnego odprowadzania ciepła („efekt komina”). W ten sposób redukuje się nagrzewanie się wnętrza spowodowane nasłonecznieniem, a przez to – zużycie energii przez klimatyzator.

System szafa + klimatyzator gwarantuje szybki i łatwy montaż oraz jednolity design obu rozwiązań.

Klimatyzatory naściennne Rittal Blue e+ Outdoor znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie instalowane są zewnętrzne instalacje elektrotechniczne. Typowymi przykładami są systemy telefonii komórkowej, instalacje w gospodarce wodnej i kanalizacyjnej oraz infrastruktura energetyczna.

Zgodność z międzynarodowymi atestami i certyfikatami oraz zintegrowana obsługa wielu napięć przez system Outdoor Blue e+ umożliwiają stosowanie ich bez żadnych ograniczeń na całym świecie.

MAZAK

Mazak prezentuje technologię kształtowania wiązki laserowej

Wycinanie laserowe wydajne i stabilne jak nigdy dotąd. Mazak prezentuje dwie ultranowoczesne wycinarki laserowe do obróbki 3D rur, profili oraz arkuszy blach: FG-400 NEO i OPTIPLEX 3015 NEO 15 kW.

FG-400 NEO

Wycinarka FG-400 NEO pozwala na optymalizację produkcji i poprawę wydajności poprzez realizację wielu procesów, w tym cięcia 3D, gwintowania, wiercenia, fazowania i wiercenia w technice „flow drill” w jednej maszynie.

To rozwiązanie sprawdzi się znakomicie w przypadku cięcia rur i profili o dużych gabarytach, w tym kształtowników zamkniętych okrągłych, kwadratowych i prostokątnych, a także dwuteowników, dwuteowników szerokostopowych i kątowników. Połączenie najnowszej głowicy laserowej 3D z obrotami w osiach A i B i technologią lasera światłowodowego gwarantuje stabilną obróbkę skomplikowanych detali i materiałów silnie reflekcyjnych, takich jak miedź i mosiądz. System 4 uchwytów zapewnia najwyższą stabilność, zapobiegając odkształcaniu się materiału podczas obróbki.

Maszyna wzbogacona została również w szereg funkcji podnoszących komfort pracy, takich jak nesting części oraz symulacja i monitorowanie procesu obróbki, co pozwala na skrócenie czasu ustawiania i zapewnia nieprzerwaną pracę.

OPTIPLEX 3015 NEO 15 kW

OPTIPLEX 3015 NEO 15 kW to najnowsza pozycja w rodzinie wycinarek laserowych OPTIPLEX 2D. Dzięki połączeniu innowacyjnych rozwiązań takich jak najnowszy system sterowania MAZATROL SmoothLx CNC oraz głowica tnąca MCT3, maszyna gwarantuje bardzo dokładne i precyzyjne cięcie arkuszy blach.

Model ten oferuje wiele funkcji automatycznych umożliwiających skrócenie czasu ustawiania (do 95% w porównaniu ze standardowymi wycinarkami laserowymi), w tym automatyczną wymianę dysz oraz automatyczne wykrywanie i pozycjonowanie ogniskowej w celu zwiększenia łatwości obsługi i optymalizacji wydajności wycinania.

Duże przednie i boczne drzwi zapewniają lepszy dostęp do obszaru roboczego, usprawniając operacje załadunku i rozładunku. Kamera centrowania dyszy wyświetla położenie dyszy na ekranie sterownika, umożliwiając operatorowi szybką i wygodną operację centrowania dyszy. Funkcja automa-

tycznego za-gnieżdżania wyznacza optymalny rozkład detali na pozostałym materiale.

System automatyzacji

Wycinarka OPTIPLEX 3015 NEO 15 kW zintegrowana jest w system automatyzacji CST 3015 z zamontowaną nad stołem wycinarki pojedynczą wieżą wyposażoną w 8 półek umożliwiających załadunek surowych arkuszy blachy oraz rozładunek wyciętych detali.

Projektujemy z myślą o zrównoważonym rozwoju środowiska

Jako światowy lider produkcji obrabiarek i wycinarek laserowych, firma Yamazaki Mazak dąży usilnie do ograniczenia swojego wpływu na środowisko naturalne i osiągnięcia neutralności węglowej do 2030 roku, co znajduje swoje odzwierciedlenie w realizowanej przez nią inicjatywie „Go Green”.

Działanie obu wycinarek, zaprezentowanych na targach EuroBLECH 2022, opiera się na rewolucyjnych systemach kształtowania wiązki laserowej i technologii Fiber firmy Mazak. Unikalna technologia Beam Shaping automatycznie dostosowuje średnicę wiązki i skupienie energii dla zapewnienia najlepszego rezultatu cięcia różnego rodzaju materiałów.

Technologia Fiber zapewnia znaczne obniżenie kosztów i oszczędności energii (do 60% w porównaniu z wcześniejszymi modelami), dostarczając jednocześnie niezrównaną szybkość i jakość cięcia zarówno grubych, jak i cienkich materiałów.



Ryszard Nowicki

z klapkami na oczach

Przygotowanie inwestycji wymaga przygotowania SIWZu, a w nim rozdziału dedykowanego przyszłościowemu systemowi nadzorowi stanu technicznego środków produkcji. Współcześnie winien to być system umożliwiający co najmniej predykcyjne UR, a **jeszcze lepiej, gdyby zgodnie z duchem PRZEMYSŁU 4.0, umożliwiał preskryptywne UR.**



Współcześnie mało które przedsiębiorstwo bierze się za pisanie SIWZu. SIWZ jest zamawiany w jakimś biurze projektowym i najczęściej rozdział dotyczący UR jest redagowany przez przypadkowego autora – w konsekwencji mało sensownie, a następnie bezkrytycznie przyjmowany przez inwestora. Bezskrytycznie – czyli z klapkami na oczach. Trudno jest krytycznie spojrzeć na redakcję dokumentu, za który się płaci, kiedy specjaliści strony odbierającej nie posiadają wystarczającej wiedzy co do współcześnie wymaganego zakresu formułowanych zapisów.

Mały projekt: np. pojedyncza maszyna. Ileż to razy widziałem w kraju wymagania SIWZu sprzeczne z uznanymi międzynarodowymi normami. W konsekwencji można wydać pieniądze na system, który zaprojektowany błędnie nie będzie dawał w przyszłości oczekiwanych korzyści. Klapki na oczach.

Większy projekt: instalacja, blok energetyczny. W większości przedsiębiorstw panuje głęboka wiara, że producent, że dostawca wiedzą najlepiej, jak maszyna winna być monitorowana i zabezpieczona. Wiara czyni cuda. Brak wiedzy (mniejszy lub większy) to klapki na oczach (mniejsze lub większe). Prawda wygląda tak: producent maszyny śląc swoją ofertę do kontraktora jest przede wszystkim zainteresowany wygraną przetargu i wie, że w większości przypadków o jego sukcesie zadecyduje cena. Kontraktor także nie jest zainteresowany w bardzo dobrym nadzorowaniu maszyny. Lepszy nadzór to więcej problemów uruchomieniowych. Inwestor może za dużo widzieć i w konsekwencji więcej chcieć. W Polsce mamy aktualnie kilka procesów inwestycyjnych in progres i w części z nich docenia się wagę wystarczająco dobrego rozwiązania systemów nadzoru. Zainteresowani mogliby się udać do takich nieco bardziej światłych inwestorów i porozmawiać o podejściu kontraktora do problemu i o błędach w przygotowaniu SIWZu. Mogliby – chyba że preferują mieć klapki na oczach.

Jeśli taka inwestycja jest czyniona przez przedsiębiorstwo posiadające już doświadczenia z systemami nadzoru to w SIWZ-ie winny się typowo znaleźć wymagania kompatybilności dostarczanego systemu nadzoru z systemem już użytkowanym. Jeśli przedsiębiorstwo wchodzi w skład grupy to ten dostarczany system winien być kompatybilny z systemem diagnostyki wdrożonym już w koncernie. Natomiast mało jest dyrektorów przedsiębiorstw, którzy by stymulowali swoją kadrę do standaryzacji tych systemów w ramach przedsiębiorstwa, a jeszcze

mniej zarządzających koncernami świadomych korzyści z posiadania koncernowego standardu systemu nadzoru. Kadra zarządzająca koncentruje się typowo na dniu powszednim i nie kalkuluje przyszłościowych wydatków na UR. Ot swoiste klapki na oczach.

Ostatnio, w prasie technicznej SIGMA-NOT, dwóch profesorów – obaj po habilitacji – opublikowało artykuł dotyczący badania agregatów pompowych. Wydawać by się mogło, że treści czasopisma wydawnictwa odpowiadają awizowi: „SIGMA-NOT wydaje czasopisma fachowe informujące czytelników o najnowszych osiągnięciach naukowych i nowoczesnych rozwiązaniach technicznych w Polsce i na świecie, popularyzując problemy techniczne oraz poszerza wiedzę i kulturę techniczną”, a ich jakość jest gwarantowana przez proces recenzowania. Błaga! Artykuł ten posługuje się prymitywnym żargonem technicznym (także błędnie). Publikuje dezinformację o „obowiązującej normie PN-IEC 34-14:1998” (blisko 20 lat temu została wycofana i zastąpiona przez PN-EN 60034-14:2004, a na świecie aktualnie obowiązuje jej rewizja 4.0 z 2018), odwołuje do ISO-10816-1 (w 2016 norma ta została zastąpiona przez ISO-20816-1) oraz PN-01359:1993 (wycofana z użycia przez PKN w 2014). Autorzy popełniają elementarne błędy charakteryzując wykonane analizy cyfrowe, w procesie wyrównowywania stosują widma amplitudowe (wyważający wirniki technicy od lat wiedzą, że jednak lepiej to robić z pomocą analizy wektorowej) i prezentują szereg analiz widmowych w stosunku do których nie zadają sobie żadnego trudu interpretacji fizycznej kilku widocznych na nich dominujących składowych drgań. Dynamika widm ignoruje elementarne zasady prezentacji wyników na wykresach, a stwierdzenie, że w widmach tych dla pasma powyżej 500 Hz można zidentyfikować wyznaczone numerycznie częstotliwości rezonansowe płyty górnej fundamentu jest lekceważeniem czytelnika. To już nie klapki na oczach, a kłapy: wydawnictwa, autorów, recenzentów.

Edukacja jest jedną z najważniejszych dziedzin życia społecznego i to przede wszystkim edukacja w zakresie ważnym dla efektywnego rozwoju kraju. Edukacja jest ważna, bowiem minimalizuje klapki na oczach. Już w 1600 r, w akcie fundacyjnym Akademii Zamojskiej, Jan Zamoyski napisał „Takie będą Rzeczypospolite, jakie ich młodzieży chowanie...” i przesłanie to w niczym nie traci na aktualności – także w odniesieniu do kadr decydujących o kształceniu i poziomie służb UR.



WARSAW
**INDUSTRY
WEEK**
6. EDYCJA

Organizator:

**PTAK
WARSAW
EXPO**


ufi
Member

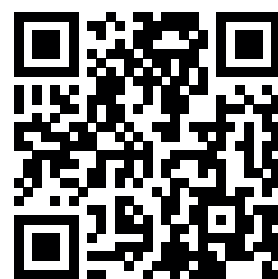
Partnerzy Targów:



Patronat Honorowy:

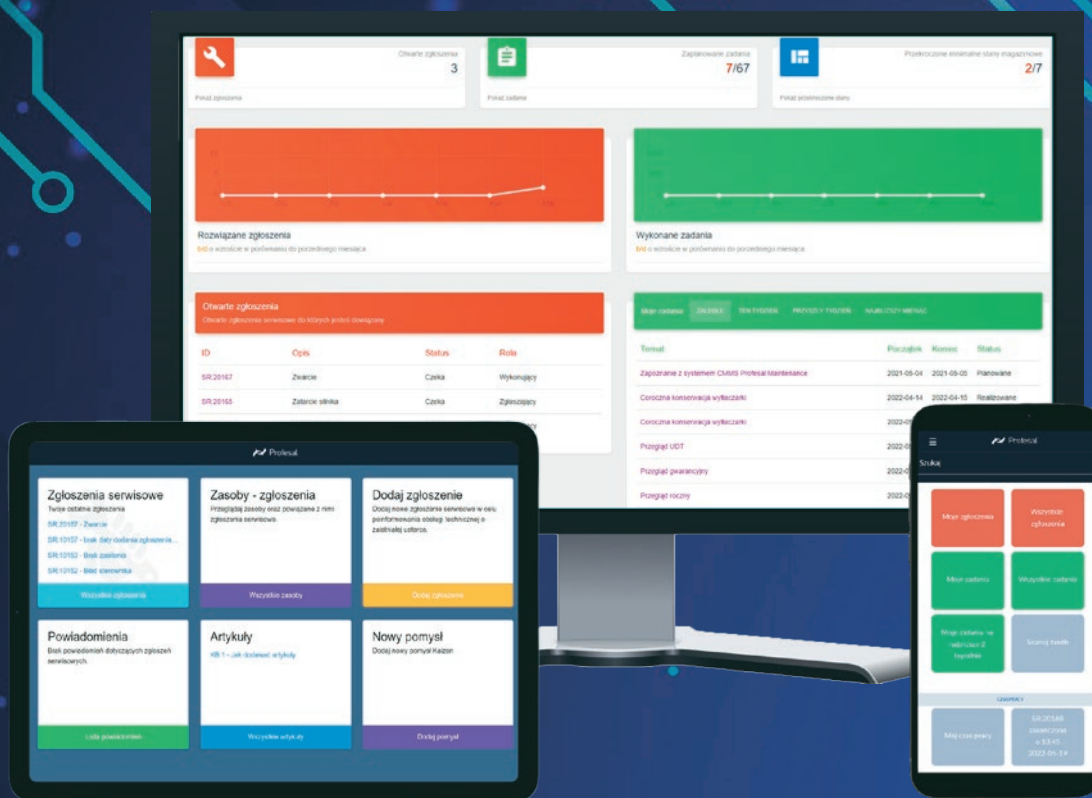
**NAJSZYBCIEJ ROZWIJAJĄCE SIĘ
TARGI PRZEMYSŁOWE W POLSCE**

ZAREJESTRUJ SIĘ



24 – 26 PAŹDZIERNIKA 2023

www.industryweek.pl



Poznaj sposób na Nowoczesne utrzymanie ruchu z systemem CMMS

Korzyści z wdrożenia systemu dla działu utrzymania ruchu, to m.in:

- podniesienie wskaźników bezawaryjności urządzeń o **40%**
- przyspieszenie komunikacji między działowej o **25%**
- podniesienie efektywności działania SUR szczególnie w zakresie planowania działań prewencyjnych o **40%**
- zwiększenie możliwości operacyjnych działu UR od **20%-50%**

(opracowanie na podstawie wdrożeń systemu CMMS Profesal Maintenance)



CMMS Profesal Maintenance



Skontaktuj się z nami: profesal@profesal

