

# Zaspokajając apetyt na czyste powietrze



**Sprężone powietrze jest krytycznym medium w przemyśle spożywczym. Ten White Paper opisuje najlepsze praktyki związane ze sprężonym powietrzem stosowanym w branży spożywczej.**

Polska to jeden z największych producentów żywności w Europie. Jak wynika z danych Eurostatu udział rodzimych producentów w unijnym sektorze spożywczym wynosi aż 9% - większy przemysł spożywczy posiadają tylko Francja, Niemcy, Włochy, Wielka Brytania, Hiszpania i Niderlandy. W Polsce produkcja artykułów spożywczych stanowi ok. 16% całkowitej produkcji sprzedanej przemysłu oraz zapewnia zatrudnienie ok. 400 tysiącom osób – tym samym jest to też największy sektor przetwórstwa przemysłowego. Producenci artykułów spożywczych generują ok. 3% wartości dodanej brutto ogółem w gospodarce oraz ok. 11% wartości dodanej przemysłu. Nie jest niespodzianką, biorąc pod uwagę dewastacyjny wpływ zanieczyszczeń żywności na ludzkie życie, iż cały sektor jest ściśle kontrolowany i obarczony licznymi regulacjami. Nigdzie nie jest to bardziej widoczne niż w zakresie sprężonego powietrza. Jest ono bowiem obecne w produkcji żywności niemalże w każdej z aplikacji włączając w to transport produktu, chodzenie, mrożenie, etykietowanie, cięcie i obieranie, napełnianie butelek czy pakowanie.

Jeśli zanieczyszczone powietrze dostanie się do wyrobu spożywczego, może wpłynąć na jego smak, wygląd, barwę, termin ważności, jak też ogólnie kompromituje higieniczne standardy zakładu produkcyjnego. W rzeczywistości, może to doprowadzić do takiego stanu, iż produkt nie będzie możliwy do konsumpcji, co oznacza straty wizerunkowe oraz czyste straty produkcyjne, jak również możliwe koszty prawnych następstw działań organizacji zajmujących się ochroną praw konsumenckich.



# Zaspokajając apetyt na czyste powietrze

Może to także skutkować znacznie poważniejszymi konsekwencjami, które wpłyną na zdrowie konsumentów. Przykładowo, mikroorganizmy i zanieczyszczenia mogą przedostać się do systemu sprężonego powietrza wraz z olejem skutecznie przedostającym się przez uszczelnienia.. Wynikające z tego powodu zanieczyszczenie może prowadzić do poważnych problemów zdrowotnych konsumentów. Tak więc niższa produktywność, wyższe koszty operacyjne oraz potencjalne pozwy prawne mogą być wynikiem nieodpowiedniego zarządzania siecią sprężonego powietrza.

Ponadto zanieczyszczenie sprężonego powietrza zwiększa koszt serwisu i koszt operacyjny, jako że wilgoć i kurz prowadzą prosto do korozji i przedwczesnego zużycia wewnętrznych powierzchni rotujących, cylindrów czy zaworów. Większość producentów przestrzega planu kontroli HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point), który jest systematycznym podejściem do bezpieczeństwa żywności celem zabezpieczenia biologicznych, chemicznych i fizycznych zagrożeń produkcyjnych, powodujących, iż produkt końcowy jest zdrowotnie niebezpieczny.

## Uzdatnianie sprężonego powietrza

Istnieje wiele potencjalnych źródeł zanieczyszczeń sprężonego powietrza, w szczególności:

- Powietrze atmosferyczne: jeśli nie jest uzdatnianie może powodować zanieczyszczenia jak opary wody, zassane cząstki stałe, węglowodory, pyłki i mikroorganizmy.
- Sprężarki powietrza: mogą powodować przedostawanie się cząstek stałych pochodzących z tarcia elementów konstrukcyjnych sprężarki oraz oleju (w przypadku sprężarek smarowanych olejowo). Olej może powstawać w formie cieczy, aerozolu, oparów oraz oksydacji węglowodorów. Bezpośrednio za stopniem sprężającym, chłodnica końcowa schładza powietrze wytwarzając kondensat i wprowadzając go do sprężonego powietrza jako płyn, wodę czy wodny aerozol.
- Zbiornik powietrza i orurowanie: dystrybuują sprężone powietrze w całym zakładzie i poprzez to niejako magazynują zanieczyszczenia pochodzące ze sprężarek. Ponadto schładzają gorące sprężone powietrze, które powoduje dalszą kondensację, wytwarzając jeszcze więcej wody i powodując korozję i potencjalny wzrost liczby bakterii. Korozja jak rdza i kamień w przewodach wraz z mikroorganizmami jest transportowana wraz ze strumieniem sprężonego powietrza.

Przykładowo pomaga to sektorowi spożywczemu w określeniu procedur produkcyjnych aby być pewnym, iż wytwarzany produkt jest bezpieczny do spożycia. Efektywnym sposobem minimalizacji ryzyka jest zastosowanie programu wstępnego HACCP (procesy i hardware, które funkcjonują równolegle do HACCP celem dostarczenia podstawowych środowiskowych i operacyjnych warunków koniecznych do bezpiecznej produkcji żywności), który wspiera „krytyczne punkty kontrolne” (punkty, kroki czy procedury jakie mogą być stosowane a zagrożenia bezpieczeństwa żywności mogą być eliminowane lub zredukowane do akceptowalnego poziomu).

Podobnie większość producentów branży spożywczej specyfikuje swoje własne standardy w oparciu o międzynarodową normę ISO 8573. Należy jednakże pamiętać, iż ISO 8573 jest zbiorem generalnych wymagań odnośnie poziomu zanieczyszczeń oraz klas czystości powietrza i nie określa specyficznych wymagań w zakresie sprężonego powietrza w branży spożywczej.

# Zaspokajając apetyt na czyste powietrze

## Praktyki produkcyjne

Dobra Praktyka Produkcyjna GMP (Good Manufacturing Practice) wraz z Dobrą Praktyką Higieniczną GHP (Good Hygienic Practice) oraz Analizą Ryzyka i Krytycznych Punktów Kontroli HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) to obligatoryjne systemy zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Do wdrożenia GMP w odróżnieniu od HACCP są zobligowani nawet mali przedsiębiorcy zatrudniający do 50 pracowników. Niniejszy raport techniczny zawiera informacje nt. jaki typ sprężarki oraz wyposażenia może zostać zastosowany, jak powinien zostać zainstalowany, kontrolowany i serwisowany oraz, co chyba najważniejsze, rekomenduje poziomy czystości powietrza konieczne do redukcji ryzyka zanieczyszczenia kurzem, wodą, bakteriami i olejem. Jednakże nadrzędnym celem wytycznych jest pomoc producentom z branży spożywczej zastosowania sprężonego powietrza w sposób bezpieczny i efektywny.



Zanieczyszczenia mogą pojawiać się w trzech postaciach: ciała stałe, ciecze oraz gazy – przy czym każda postać wpływa na pozostałe. Tak więc, przykładowo, cząstki stałe w obecności oleju czy wody tworzą cząsteczki jeszcze większych rozmiarów, a olej czy woda może wytwarzać emulsję lub kondensat (wytwarzając opary olejowe lub wodne) we wnętrzu orurowania systemu sprężonego powietrza.

Zanieczyszczenia stałe pojawiają się na skutek zasysania przez sprężarkę cząsteczek kurzu zawartych w otaczającym powietrzu lub też na skutek abrazji i korozji elementów systemu sprężonego powietrza. Rozmiarowo wahają się od dużych do mikronowych rozmiarów.

Zanieczyszczenia sprężonego powietrza występujące w formie cieczy to najczęściej woda oraz olej sprężarkowy aczkolwiek inne płynne zanieczyszczenia mogą zostać zassane z otaczającego powietrza.

Ich koncentracja zależy od temperatury i ciśnienia. Ciecz może być obecna jako rezultat wykrapiania się oparów a ich koncentracja może się wahać od dużego przepływu po ściankach przewodów w kierunku kropli oraz bardzo małych mikronowych aerozoli.

Zanieczyszczenia w formie cieczy, szczególnie woda, mogą powodować korozję w układzie rurociągów dystrybuujących sprężone powietrze, uszkadzając poszczególne komponenty i wytwarzając inne zanieczyszczenia jak rdzę. Zanieczyszczenia generowane przez olej sprężarkowy nie powinny mieć negatywnego wpływu na uszczelnienia i niemetalowe orurowanie włączając w to aluminium i tworzywa sztuczne.



# Zaspokajając apetyt na czyste powietrze

Zanieczyszczenia gazowe generalnie zawierają parę wodną oraz opary olejów sprężarkowych, których koncentracja zależy od temperatury i ciśnienia gazu. Podobnie jak w przypadku zanieczyszczeń w formie cieczy, także inne zanieczyszczenia gazowe mogą być obecne poprzez ich zassanie z otaczającego powietrza.

Zanieczyszczenia gazowe rozpuszczają się obecności cieczy lub też mogą się samodzielnie wykraplać na skutek redukcji temperatury lub wzrostu ciśnienia.

Strategia w zakresie sprężonego powietrza określona w dokumencie BACS Dobra Praktyka Wytuczna 102 – chyba najbardziej obecnie precyzyjnej regulacji - koncentruje się na trzech aspektach:

- Identyfikacja obszarów gdzie sprężone powietrze wchodzi w kontakt z żywnością.
- Rozpoznanie zanieczyszczeń które mogłyby negatywnie wpływać na żywność.
- Określenie gdzie kontakt sprężonego powietrza z żywnością jest bezpośredni lub pośredni.

## Sprężone powietrze bez zanieczyszczeń

BOGE oferuje szeroki wybór sprężarek bezolejowych idealnych do zastosowania w produkcji żywności, ponieważ całkowity brak oleju w konstrukcji maszyn gwarantuje niezanieczyszczone powietrze.

### Seria SO:

Seria SO bezolejowych sprężarek śrubowych oferuje inteligentną konstrukcję, innowacyjną zasadę działania i wysoką precyzję wykonania. Komponenty sprężarki są łatwo dostępne, co zapewnia szybki i bezproblemowy serwis., a zastosowanie wysokiej jakości materiałów i zredukowanie części szybko zużywających się czyni sprężarki bezolejowe BOGE serii SO tak efektywnymi i tak bezpiecznymi jak tylko najbardziej wymagający klient mógłby oczekiwać.

### BOGE Bluekat Converter – sprężone powietrze klasy 0. Bezpieczny i niedrogi w zakupie:

Zintegrowany konwerter BOGE gwarantuje ciągłą klasę 0 zgodnie z ISO 8573-1 jak również bezolejowy kondensat. Katalityczny konwerter zamienia olej i aktywne węglowodory w sprężonym powietrzu w wodę oraz CO<sup>2</sup>. Inaczej niż w zwykłym systemie filtracyjnym z zastosowaniem kolumny węgla aktywnego, jakość powietrza jest stała. Konwerter pracuje niezależnie od temperatury i wilgotności utylizowanego sprężonego powietrza.



# Zaspokajając apetyt na czyste powietrze

## Najlepsze praktyki

Aby ograniczyć wpływ zanieczyszczeń, Dobra Praktyka Wytyczna 102 rekomenduje jako najbardziej efektywne usunięcie zanieczyszczeń ze sprężonego powietrza blisko miejsca, w którym jest używane. Jest kilka sposobów aby to osiągnąć.

## Kondensat, aerozol i opary

W przypadku cieczy, aerozoli i oparów można zastosować:

- Separator wody – zapewnia usunięcie wody i oleju i jest stosowany do ochrony filtrów koalescencyjnych przed wodą.
- Filtr koalescencyjny – używany do usunięcia wody lub oleju w systemie sprężonego powietrza obecnej w formie aerozolu. Aerozole, występujące w formie małych kropelek, są grupowane przez filtr koalescencyjny w większe krople, które osadzają się w dolnej części filtra koalescencyjnego.
- Osuszanie – sprężone powietrze sztucznie podwyższa poziom wody w formie pary czy aerozolu aż nastąpi pełne nasycenie, po czym w przewodach sprężonego powietrza na skutek ochłodzenia następuje wykroplenie. Niski poziom wilgoci w sprężonym powietrzu nie może być uzyskany tylko za pomocą filtra koalescencyjnego. Obniżenie wilgoci może być uzyskana poprzez inne sposoby, przykładowo, wytworzenie wysokiego ciśnienia, chłodzenie, membranowe lub adsorbcyjne osuszacze. Redukcja wody w sprężonym powietrzu wiąże się także ze zmniejszeniem zanieczyszczeń mikroorganizmami czyli bakteriami. Osuszacze adsorbcyjne zapewniają najwyższy poziom osuszania sprężonego powietrza. Nie są one jednakże idealnym zastępstwem filtrów sterylnych, które usuwają mikroorganizmy i inne toksyny jak wirusy czy bakteriofagi.

## Kondensat

Odnosnie kondensatu, Dobra Praktyka Wytyczna 102 rekomenduje regularne osuszanie i usuwanie

rozpuszczonych i zemułgowanych zanieczyszczeń ze sprężonego powietrza. Zanieczyszczenia stałe, włączając w to suche cząstki, są zazwyczaj usuwane przez filtry przeciwpyłowe. Posiadają one generalnie podobną klasę filtracji jak filtry koalescencyjne i stosują te same mechaniczne techniki filtracyjne.

Rzeczywiście, filtracja jest metodą wyboru metody sterylizacji sprężonego powietrza wykorzystywanego w procesach produkcyjnych przemysłu spożywczego. Wysoko jakościowe, sterylizowane parą, wkłady filtracyjne z PTFE czy borokrzemu są powszechnie używane. Hydrofobowa natura PTFE czy borokrzemu zapobiega zawilgoceniu i poprzez to maksymalizuje mikrobiologiczną zdolność pochłaniania w trakcie filtracji gazu.

## Zanieczyszczenia stałe

Całkowite usunięcie zanieczyszczeń stałych oraz mikroorganizmów jest zapewniane przez specjalne filtry membranowe. Określane są one jako sterylne filtry powietrza, jako że zapewniają sprężone powietrze wyjałowione (czytaj: wysterylizowane). Solidna budowa tych filtrów dzięki zastosowaniu korpusu ze stali szlachetnej pozwala na przeprowadzanie dużej liczby cykli sterylizacji parą czy ozonem. Ponadto wkłady filtracyjne mogą być regenerowane w kąpeli ultradźwiękowej lub przez wypłukiwanie.

Orurowanie pomiędzy filtrem sterylnym a miejscem odbioru sprężonego powietrza musi być regularnie czyszczone i sterylizowane.



# Zaspokajając apetyt na czyste powietrze

Oficjalny Partner BOGE


**AERZEN**  
 EXPECT PERFORMANCE

 Aerzen Polska Sp. z o.o.  
 al. Niepodległości 18  
 02-653 Warszawa  
 tel. +48 22 489 55 22  
 fax +48 22 489 55 27  
 info@aerzen.pl

[www.bogepolska.pl](http://www.bogepolska.pl)  
[www.aerzen.pl](http://www.aerzen.pl)

## DOBRA PRAKTYKA PRODUKCYJNA BCAS (BRITISCH COMPRESSED AIR SOCIETY) ZASTOSOWANIA SPRĘŻONEGO POWIETRZA W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM - WYTYCZNA 102

KLASA CZYSTOŚCI ISO 8573- 1:2010	CZĄSTKI STAŁE			WODA		OLEJ
	Ze względu na wielkość cząstek (max ilość cząstek na m <sup>3</sup> )			Ciśnieniowy punkt rosy		Aerozol & Opary
	0.1 µm < d ≤ 0.5 µm	0.5 µm < d ≤ 1.0 µm	1.0 µm < d ≤ 5.0 µm	°C	°F	mg/m <sup>3</sup>
<b>Kontakt bezpośredni 2:2:1</b>	400,000	6,000	100	≤ -40	≤ -40	≤ 0.01
<b>Kontakt pośredni 2:4:2</b>	400,000	6,000	100	≤ +3	≤ +37	≤ 0.1
<b>Zanieczyszczenie mikroorganizmami (bakteriami)</b>	Analiza zagrożeń powinna ustalić ryzyko zanieczyszczenia mikroorganizmami pochodzącymi ze sprężonego powietrza. Określony jako wymagany poziom kontroli nad zanieczyszczeniami mikrobiologicznymi w sprężonym powietrzu należy wykryć przy użyciu metody badawczej specyfikowanej w normie ISO 8573-7.					
<b>Uwagi</b>	Klasy cząstek stałych 1-5 nie mogą być stosowane, jeśli obecne są cząstki >5 mikronów zgodnie z normą ISO 8573-1.					

### Podsumowanie

W przeciwieństwie do innych energetycznych mediów, jak gaz, woda czy prąd, które są zwykle dostarczane z zewnątrz i podlegają surowym tolerancjom i specyfikacjom, sprężone powietrze jest wytwarzane na miejscu przez samego użytkownika i jest wykorzystywane w różnych procesach charakteryzujących się odmiennymi wymaganiami jakościowymi.

Istnieją krajowe i międzynarodowe wytyczne, które w sposób szczególnie odnoszą się do wykorzystania sprężonego powietrza w procesach związanych z produkcją żywności. Nie mają one jednak charakteru wiążących regulacji prawnych. Wydany przez BRC Globalny standard bezpieczeństwa żywności stwierdza jedynie, że: „Powietrze i inne gazy oraz para stosowane w produkcji bezpośrednio lub jako składnik produktu powinny być monitorowane aby uniknąć ryzyka zanieczyszczenia. Sprężone powietrze mające bezpośrednio styczność z produktami powinno być filtrowane”. Jednak zgodnie z Rozporządzeniem (WE) nr 178/2002 producenci są co do zasady zobowiązani do wytwarzania bezpiecznych produktów.

Ponieważ jakość sprężonego powietrza wpływa bezpośrednio na bezpieczeństwo żywności, producenci muszą monitorować także jakość tego medium.

Pod tym względem opracowany przez BCAS dokument Dobra Praktyka Produkcyjna Zastosowania Sprężonego Powietrza w Przemysle Spożywcym – Wytyczna 102 jest niezwykle pomocny. Określa bowiem wymagane obszary gdzie sprężone powietrze wchodzi kontakt z żywnością oraz poziomy dopuszczalnych zanieczyszczeń a także pomaga w różnicowaniu kontaktu sprężonego powietrza z żywnością na bezpośredni oraz pośredni, tzn. kiedy sprężone powietrze w konkretnym z zastosowań miesza się z normalnym powietrzem z otoczenia i dociera do żywności w „rozrzedzonej” formie.