


**TEMAT NUMERU:**  
**MAGAZYNOWANIE MATERIAŁÓW**  
**SYPKICH I APARATURA POMIAROWA**  
**strony 8-36**



**Silosy do magazynowania  
zbóż i ziaren  
z oprzyrządowaniem  
kontrolnym – s. 8**

**Pomiary w magazynach  
warzyw i owoców – s. 21**

# huzap

HUZAP GMBH

„Być z Klientem  
w ciągłym dialogu”

HUZAP GmbH • Marie-Curie-Straße 1 • 53773 Hennef (Niemcy)  
tel +49 2242 96999 0 • fax +49 2242 96999 29  
www.huzap.com • huzap@huzap.com



## Program dostaw firmy Huzap GmbH obejmuje:

- Instalacje do magazynowania, transportu pneumatycznego i dozowania wszelkiego rodzaju granulatów
- Instalacje dostarczania produktu do mieszalników
- Silosy oraz zbiorniki
- Instalacje transportu pneumatycznego i mechanicznego
- Wagi wielokomponentowe
- Wagi dla składników płynnych
- Wagi typu netto oraz brutto
- Automatyczne maszyny pakujące o wydajności do 1600 worków na godzinę
- Urządzenia do napełniania worków Big - Bag, oktabin, kontenerów oraz beczek
- Budowa maszyn i urządzeń specjalnych



## Obsługa Klienta i części zamienne Zakład produkcyjny

- Części zamienne i oprzyrządowanie
- Konserwacja urządzeń
- Zdalna konserwacja
- Usuwanie awarii
- Materiały eksploatacyjne
- Doradztwo techniczne

Zapraszamy  
na nasze stoiska  
na targach:

**Powtech:**  
hala 3 / stoisko 3-343

**K-Messe:**  
hala 9/stoisko D24



# Drodzy Czytelnicy!

Za nami czas wakacyjny, związany z wypoczynkiem. Powoli wchodzimy w okres jesienny, który niemal od zawsze kojarzył się z sezonem obfitującym w wiele imprez targowych, konferencji czy szkoleń. Po dwóch latach niepewności związanych z pandemią wracamy powoli do tzw. „normalności”. Czy w tym roku odbędą się zaplanowane imprezy i targi? Nikt z nas nie wie. Nasza Redakcja działa jednak nadal zgodnie z założonym harmonogramem, o czym świadczy numer, który trzymają Państwo w ręku. W nim też – tradycyjnie już o tej porze roku – sporo miejsca poświęciliśmy szeroko pojętemu magazynowaniu materiałów sypkich. Z przechowywaniem tego rodzaju materiałów nieodzownie kojarzą się problemy związane z wilgotnością, wysoką/niską temperaturą czy monitorowaniem stanu zapelnienia zbiornika. Biorąc to pod uwagę, opisaliśmy szerzej również aparaturę kontrolującą wspomniane parametry. Dzięki niej użytkownicy takich magazynów unikają często problemów związanych z przestojami, a – w najgorszych wypadkach – ze stratami materialnymi wynikającymi z uszkodzenia lub zepsucia się magazynowanych towarów. Zebrane publikacje znajdują Państwo na s. 8–36. Nie sposób wymienić i zarekomendować wszystkich przygotowanych przez nas w tym numerze ciekawostek, więc zachęcamy do lektury całości!

Wielkimi krokami zbliża się najważniejsza dla branży materiałów sypkich impreza targowa – mowa tutaj oczywiście o Międzynarodowych Targach Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych – SyMas. W dniach 19–20 października hala EXPO w Krakowie zapełni się stoiskami firm prezentujących ofertę innowacyjnych rozwiązań dla przetwórstwa materiałów sypkich. Korzystając z okazji, że trzymany przez Państwa numer *Powder & Bulk* jest ostatnim przed wspomnianą imprezą, zapraszamy do współpracy przy tworzeniu jego **specjalnego wydania** – „**Katalogu produktów i usług dla branży materiałów sypkich**”. Zachęcamy do promocji na łamach tego właśnie katalogu, który będzie dystrybuowany m.in. wśród uczestników targów SyMas (wystawców i zwiedzających). Więcej informacji pod numerem: 510 485 880 lub adresem: [redakcja@powderandbulk.com.pl](mailto:redakcja@powderandbulk.com.pl).

Na koniec chcielibyśmy przypomnieć Państwu o kolejnej edycji **konferencji naukowo-technicznej „Nowoczesne technologie dla branży materiałów sypkich”**, którą – po dwóch latach przerwy – organizować będziemy tradycyjnie już w pierwszym dniu targów SyMas (19 października br.) w Krakowie. To już dwunasta jej edycja! Zapraszamy do uczestnictwa!



Szczegółowy harmonogram oraz formularz uczestnictwa dostępny jest na: [www.powderandbulk.com.pl](http://www.powderandbulk.com.pl)

Zapraszamy i życzymy przyjemnej lektury!  
Redakcja POWDER & BULK

## PULSATORY PNEUMATYCZNE



Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji  
Spółka Akcyjna

### Nasza oferta obejmuje również:

- WIBRATORY PRZEMYSŁOWE
- PODAJNIKI I PRZESIEWACZE WIBRACYJNE
- SYSTEMY AERACYJNE
- CZYSZCZENIE ZBIORNIKÓW

PL 41-500 Chorzów, ul. Zgrzebnioka 5  
tel. 32 241 13 09 fax 32 247 48 94 kom. 601 701 188  
[www.inwet.eu](http://www.inwet.eu) e-mail: [inwet@inwet.eu](mailto:inwet@inwet.eu)



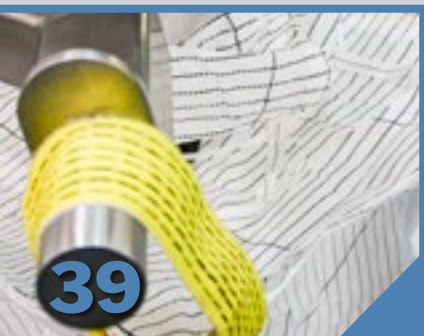
17

Piasek, zaraz po wodzie, jest jednym z najczęściej pozyskiwanych zasobów naturalnych. To także składnik wielu przedmiotów i chemii użytkowej, takich jak: pasta do zębów, urządzenia elektryczne, szkło czy ogniwa słoneczne. Oczywiście największa ilość surowca – nawet do 95% – jest stosowana w budownictwie. Roczne światowe wydobycie piasku przekracza 40 mld ton – to ponad 9 razy więcej niż ropy naftowej. Dlatego tak ważna jest dokładna kontrola jego wilgotności na każdym etapie produkcji.



37

Transport z innego kontynentu materiałów sypkich przeznaczonych do spożycia z innego kontynentu jest nie lada wyzwaniem – nie tylko logistycznym, ale i... prawnym. Zarówno przepisy prawa celnego, jak i zasady dotyczące samego transportu, stanowią kluczową rolę w prawidłowym przewozie takiego towaru. Na przykładzie cukru surowego przedstawiamy, jak prawidłowo przewozić materiały sypkie przeznaczone do spożycia, aby ich transport nie stał się dla firmy słodkोगorzkim doświadczeniem.



39

W artykule omówiono znaczenie etykiety w procesie pakowania. Przedstawiono w zarysie różne rodzaje etykiet wraz z używanymi do ich produkcji materiałami oraz trendami rozwojowymi. Przedstawiono również podstawowe wymagania względem etykiet. Wspomniano również o rynku etykiet oraz uwarunkowaniach w jego dalszym rozwoju.



49

Boom na biomasę sprzed dekady doprowadził w energetyce do wielu wybuchów i pożarów. Dziś brak węgla ze wschodu niejako zmusza energetykę do spalania biomasy oraz „nowego” węgla, które mają drastycznie wyższą skłonność do niekontrolowanego zapłonu i wybuchu niż węgiel spalany do tej pory. Czy grozi nam powtórka z przeszłości? Czy ponownie może dojść do potężnych wybuchów, jakie miały miejsce w Turowie czy Dolnej Odrze?

## SPIS TREŚCI

<b>PRODUKTY</b>	<b>5</b>
<b>WYDARZENIA I AKTUALNOŚCI</b>	<b>6-7</b>
<b>SPECJALNY DODATEK TEMATYCZNY MAGAZYNOWANIE MATERIAŁÓW SYPKICH I APARATURA POMIAROWA:</b>	
<b>Silosi do magazynowania zbóż i ziaren z oprzyrządowaniem kontrolnym</b>	<b>8</b>
<b>Jak pobór próbki może zmniejszyć niepewność pomiaru laboratoryjnego</b>	<b>14</b>
<b>Innowacyjne serie radarów do pomiaru materiałów sypkich 15</b> Rozmowa z Tadeuszem Karmazą, prezesem zarządu firmy Rekord SA	
<b>Nowe metody pomiaru wilgotności piasku – większe bezpieczeństwo w produkcji betonu</b>	<b>17</b>
<b>Nowoczesne i niezawodne rozwiązania od firmy HUZAP 20</b>	
<b>Pomiary w magazynach warzyw i owoców</b>	<b>21</b>
<b>Przegląd rynku</b>	<b>24-29</b>
<b>Charakterystyka silosów smukłych</b>	<b>30</b>
<b>OZB oferuje urządzenia do transportu i magazynowania materiałów sypkich</b>	<b>35</b>
<b>System rurowy Jacob w przemyśle spożywczym</b>	<b>36</b>
<b>TRANSPORT I LOGISTYKA</b>	
<b>Nie taki słodki transport cukru</b>	<b>37</b>
<b>TECHNIKA I TECHNOLOGIA</b>	
<b>Etykiety do opakowań</b>	<b>39</b>
<b>Laboratoryjne układy mielenia i klasyfikacji materiałów</b>	<b>45</b>
<b>BEZPIECZEŃSTWO PRACY</b>	
<b>RYZYKO POŻAROWE W SORTOWNI ODPADÓW.</b>	
<b>Dlaczego i jakie zabezpieczenia należy stosować?</b>	<b>47</b>
<b>Wybuchowy węgiel i biomasa mogą być jesienią kolejnym problemem energetyki</b>	<b>49</b>
<b>ROZMAITOŚCI</b>	
<b>Zapowiedź następnego numeru</b>	<b>51</b>
<b>Formularz prenumeraty</b>	<b>51</b>

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Redakcja:**

ul. Elizy Orzeszkowej 11,  
41-300 Dąbrowa Górnicza  
tel.: 32 262 76 22  
e-mail: redakcja@powderandbulk.com.pl  
www.powderandbulk.com.pl

Redaktor naczelna:

**Agnieszka Tyc**  
tel.: 32 262 76 22,  
e-mail: a.tyc@powderandbulk.com.pl  
Sekretarz redakcji:

**Dobrochna Sajdak-Chudzik**  
tel.: 32 262 76 22,  
e-mail: d.chudzik@powderandbulk.com.pl  
Redaktorzy:

**Marcin Bienkowski, Adam Krzyżowski, Damian  
Żabicki, Krzysztof Mrówczyński, Ewa Skotnicka**  
Konsultacja techniczna:

**Andrzej Mikucki**

Projekt graficzny i skład:  
**Michał Bartłomowicz**

Dział sprzedaży reklam:

Kierownik: **Adam Krzyżowski**  
tel.: 32 262 76 22,  
e-mail: a.krzyzowski@powderandbulk.com.pl

Prenumerata:

tel.: 32 262 76 22  
e-mail: prenumerata@powderandbulk.com.pl

Wydawca:

Śląska Agencja Reklamowo-Dziennikarska

Zdjęcia na okładce:

Redakcja POWDER&BULK

Wszystkie nazwy handlowe i towarowe, występujące w niniejszej publikacji, są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm ośnośnych właścicieli i zostały zamieszczone wyłącznie celem identyfikacji. Wszelkie prawa zastrzeżone. Przedruk materiałów wyłącznie za zgodą redakcji. Materiałów niezamówionych redakcja nie zwraca. Zastrzegamy sobie prawo do skrótów i redakcyjnego opracowania tekstów przyjętych do druku. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za treść ogłoszeń.

## Prototyp nowego łamacza Cardox

Dotarła do nas informacja, że Cardox International dopracowuje prototypowy model łamacza bryłek, który ma być uzupełnieniem systemu Cardox (nabojnic, gniazd i rur przeznaczonych do bezogniowego rozbijania twardych osadów w różnego typu zbiornikach). Kruszarka ta ma być stosowana np. jako dodatkowe urządzenie podczas czyszczenia silosów cementowych zestawami Cardox. Będzie można ją umieszczać pod lejami, silosami i innymi zbiornikami, w których wcześniej zamontowano gniazda systemu Cardox. Wpadające do niej duże kawałki osadów będą rozbijane na łatwe w obsłudze niewielkie grudki.

Więcej informacji na temat tego urządzenia będzie można uzyskać w firmie Endeco z Katowic, która jest wyłącznym dystrybutorem w Polsce oryginalnego systemu Cardox.

[www.endeco.pl](http://www.endeco.pl)



## Modułowe urządzenia filtracyjne BART CDC-O efektem synergii działań rynkowych firmy BART Sp. z o.o. i INSTAL-FILTER SA

Współpraca spółki BART i INSTAL-FILTER, partnerem z dużym zapleczem produkcyjnym i technologicznym, zaowocowała w krótkim czasie ofertą rodziny modułowych odpylaczy. Jednostki filtracyjne BART CDC-O z wkładami kartridżowymi ułożonymi poziomo dostępne są w różnych konfiguracjach modułów dwu-, trzy- i czterorzędowych oraz jedno-, dwu- i trzykolumnowych. Dzięki modułowej budowie jednostki te można łączyć w kolejne segmenty tak, aby uzyskać optymalną architekturę dla poszczególnych aplikacji, w zależności od wymaganych przepływów strumienia zapyłonego powietrza oraz od rodzaju zanieczyszczeń. Zakres wydajności dla całego typoszeregu jednostek BART CDC-O mieści się w przedziale od 3000 m<sup>3</sup>/h aż do ponad 100 000 m<sup>3</sup>/h.

Jednostki filtracyjne z wkładami kartridżowymi z linii BART CDC-O są odpylaczami z automatycznym systemem regeneracji wkładów filtracyjnych – z wykorzystaniem impulsów sprężonego powietrza. Działają na zasadzie urządzeń filtracyjnych typu *down-flow*, które zasysają zanieczyszczone powietrze do górnej części odpylacza, kierując strumień powietrza w dół do leja zsywowego, wspomagając jednocześnie proces regeneracji wkładów filtracyjnych. Cząstki zanieczyszczeń zawarte we wprowadzonym do odpylacza powietrzu dystrybuowane są w przestrzeni pomiędzy wkładami filtracyjnymi. Grubsze frakcje pyłu opadają bezpośrednio na dno leja zsywowego, natomiast część z najdrobniejszych cząstek osiada na materiale filtracyjnym, a następnie w trakcie regeneracji impulsami sprężonego powietrza jest odrzucana z materiału filtracyjnego i dalej opada na dno leja zsywowego.

W wersji standardowej odpylacze są wyposażone w stały zbiornik na pył, ale istnieje możliwość zastosowania ciągłego odbioru

pyłu z wykorzystaniem dozownika celkowego, śluzy motylkowej, zbiorników typu *big bag* lub transportu pneumatycznego. Filtry BART CDC-O przeznaczone są do różnych gałęzi przemysłu – od przetwórstwa spożywczego, poprzez transport materiałów sypkich, aż po obróbkę metalu. Zapewniają one skuteczne usuwanie pyłów i dymów w trakcie rozmaitych procesów. Stosowane są jako autonomiczne jednostki w instalacjach odpylania przemysłowego, a także jako jednostki towarzyszące w instalacjach technologicznych, gdzie wymagana jest najwyższa klasa czystości powietrza – gwarantują stężenie pyłu na wylocie na poziomie < 2 mg/m<sup>3</sup>.



Urządzenia te przeznaczone są do pracy wewnątrz obiektów. Na życzenie mogą być oferowane również w wykonaniu zewnętrznym.

[www.bart-vent.pl](http://www.bart-vent.pl)

## Wrażenia jak na #F1! Sprawdź, co czeka Cię na targach KOMPOZYT-EXPO®!



Gdzie znajdziemy kompozyty? Większość z nas z pewnością pomyśli o deskach kompozytowych na taras, być może o podwoziach sportowych samochodów. Jednak wszędzie tam, gdzie potrzebujemy lekkiego i wytrzymałego materiału wkraczają kompozyty, otaczając nas z każdej strony – z łądu i z powietrza! Elementy samolotów i raket, łódź solarna, narty czy stolik kawowy – to tylko kilka przykładów z wystawy targowej podczas Targów KOMPOZYT-EXPO®. W strefach pokazowych studenci zaprezentują innowacyjne projekty: zero-emisyjną łódź solarną, bolidy (w tym symulator jazdy!), a nawet model protezy stopy przeznaczonej do wspinaczki ściankowej.

Wśród wystawców znajdziemy wiele czołowych firm z branży, m.in.: Milar, C-L, Sarzyna Chemica., LERG, AMARGO, Krosglass, GDP KORAL, s. r. o., Berlac AG, iprotex® GmbH & Co. KG, Walter Mäder AG (Mader Group) czy Celag Srl.

Premierowo na wspólnym stoisku zaprezentują się członkowie Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych oraz Composites United e.V – najważniejszego europejskiego stowarzyszenia zajmującego się kompozytami.

Tradycyjnie, nie może zabraknąć niezwykle bogatego programu merytorycznego. W pierwszym dniu targów, 28 września br., odbędą się dwa specjalne panele konferencyjne, pod wspólnym tytułem: Accelerate the Process: Hydrogen – Composites – Future, dotyczące rozwoju technologii wodorowych, ich promocji, wdrażania oraz współpracy w tym zakresie. Zaplanowane jest również spotkanie partnerów zaangażowanych w pilotażowy program dotyczący wodoru w ramach Vanguard Initiative, w którym oprócz Małopolski uczestniczą Regiony Lombardia i Słowenia.

Drugiego dnia targów polscy i niemieccy goście z Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych oraz Composites United e.V, poprowadzą warsztaty eksperckie.

Tematy warsztatów dotyczyć będą:

- technologii wodorowych;
- kompozytów w branży budowlanej i kolejnictwie;
- materiałów i technologii kompozytowych w sporcie i rekreacji;
- rozwiązań dotyczących recyklingu materiałów kompozytowych.

Szczegółowy program wydarzenia znajduje się na stronie:

[www.kompozyt-expo.pl](http://www.kompozyt-expo.pl).

Dbając o rozwój małych i średnich przedsiębiorstw z regionu, Województwo Małopolskie zaprosi do uczestnictwa w targach 17 przedsiębiorców z branż związanych z kompozytami i technologią wodorową.

Zapraszamy do Krakowa w dniach 28–29 września br.

BILETY DO POBRANIA NA: <https://kompozyt-expo.pl>

PYTANIA O STOISKO: [kompozyty@targi.krakow.pl](mailto:kompozyty@targi.krakow.pl)



## 27-29 września 2022, Bydgoszcz

### 5. Międzynarodowe Targi Kooperacyjne Przemysłu Narzędziowo-Przetwórczego

Bydgoszcz

#### W PROGRAMIE:

- ▶ Konferencja: Przemysł 4.0 w branży narzędziowo-przetwórczej.
- ▶ Konferencja: Jak nie Chiny to kto? Skracanie globalnych łańcuchów wartości szansą dla branżowych przedsiębiorstw.
- ▶ Giełda Kooperacyjna
- ▶ Strefa Usług Przemysłowych
- ▶ Strefa Kariery



[www.innoform.pl](http://www.innoform.pl)

## Ekspertka wiedza na targach SYMAS® i MAINTENANCE



Już 19–20 października br. w Krakowie odbędą się unikatowe w skali Polski i Europy targi przemysłowe. Międzynarodowi wystawcy, eksperckie wykłady, dwie towarzyszące konferencje – to wszystko znajdziecie Państwo w EXPO Kraków podczas 13. Międzynarodowych Targów Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych SYMAS® oraz 13. Międzynarodowych Targów Utrzymania Ruchu i Optymalizacji Produkcji – MAINTENANCE.

Będzie to okazja do spotkania się z ponad 100 firmami, które potwierdziły swój udział w tegorocznej edycji tych dwóch branżowych imprez i zaprezentują całe spektrum rozwiązań skierowanych zarówno do branży materiałów sypkich, jak i do specjalistów utrzymania ruchu. Będą wśród nich m.in. ALIMA-PACK, BART, CEMA S.A., DMN Westinghouse, Euro Sitex, Foeth Polska, GKM Siebtechnik Poland sp. z o.o., HAVER & BOECKER, Herding Polska, INWET S.A., Jesma, Kalenborn, KMC Global Europe, MYSAK Group, Nord Napędy, Precia Polska, ScanChain, VST Engineering.



### Program towarzyszący

Organizatorzy przygotowali, tradycyjnie już, bardzo ciekawy program towarzyszący. W czasie targów odbędą się aż dwie konferencje: „Jesienna Szkoła Utrzymania Ruchu” i „Nowoczesne Technologie dla Branży Materiałów Sypkich”. Podczas pierwszej zostaną zaprezentowane liczne case-studies dotyczące praktycznego podejścia do utrzymania ruchu w takich zakładach, jak ANWIL, Celsa Huta Ostrowiec, LG Electronics czy PGNiG Termika. Cały harmonogram konferencji oraz szczegółowe informacje odnośnie uczestnictwa dostępne są na <https://symas.krakow.pl/pl/dla-odwiedzajacych/program-towarzyszacy/jesienna-szkola-utrzymania-ruchu.html>.

Druga z wymienionych konferencji, tj. „Nowoczesne technologie dla Branży Materiałów Sypkich”, organizowana jest przez nasze

czasopismo. W tym roku zaplanowaliśmy wystąpienia poruszające m.in. następujące zagadnienia:

- rozwiązania i zabezpieczenia przeciwwybuchowe dla stref zagrożonych;
- rozwiązania inżynierskie w zakresie odpylania, filtracji i wentylacji przemysłowej;
- systemy transportu materiałów sypkich;
- urządzenia do przesiewania i separacji materiałów sypkich;
- nowoczesna aparatura badawcza do pyłów i proszków.

Na bieżąco na naszych łamach oraz na stronie internetowej [http://www.powderandbulk.pl/pl-PL/xii\\_konferencja\\_powderbulk.html](http://www.powderandbulk.pl/pl-PL/xii_konferencja_powderbulk.html) można będzie śledzić szczegóły naszego wydarzenia.

Duża dawka branżowej wiedzy zaprezentowana zostanie także podczas bezpłatnych seminariów WorkShops, które odbędą się bezpośrednio w przestrzeni wystawienniczej. Uczestnicy dowiedzą się na nich m.in. jak rozwiązania IoT i algorytmy maszynowe pozwalają zapanować nad zmiennością w procesach produkcyjnych, jak zastosować sztuczną inteligencję do optymalizacji operacji w przemyśle. Ponadto poznają oni zastosowanie przenośników aero-mechanicznych w transporcie materiałów sypkich czy też sposoby automatyzacji dozowania produktów w postaci sypkiej. Na dwa dni targowe zaplanowano 12 otwartych wykładów, w których mogą wziąć udział wszyscy uczestnicy targów SYMAS® i MAINTENANCE. Informacje nt. zaplanowanych wykładów oraz ich plan dostępne są na <https://symas.krakow.pl/pl/dla-odwiedzajacych/program-towarzyszacy/seminaria-workshops.html>.

W imieniu organizatora – Targów w Krakowie Sp. z o.o. – serdecznie zapraszamy do hali EXPO w Krakowie. Startujemy już 19 października o godzinie 9:30!

[www.symas.krakow.pl](http://www.symas.krakow.pl)



OCZYSZCZAMY POWIETRZE OD 1957 r.



NEU-JKF Sp. z o.o.  
Berzyna 81  
64-200 Wolsztyn

Tel.: +48 68 347 07 00  
Fax: +48 68 384 53 38  
e-mail: [info@neu-jkf.pl](mailto:info@neu-jkf.pl)  
[www.neu-jkf.pl](http://www.neu-jkf.pl)



# Silosy do magazynowania zbóż i ziaren z oprzyrządowaniem kontrolnym

dr inż. Marcin  
Bieńkowski

**Prawidłowe przechowywanie ziarna, w tym zbóż, to niezbędny technologicznie proces, który pozwala zachować jego wysoką jakość. Najczęściej do składowania zbóż i ziaren innych roślin wykorzystywanych w przemyśle spożywczym stosuje się silosy zbożowe. Warto pamiętać, że podczas niewłaściwego przechowywania ziarna mogą powstawać ogromne straty – zarówno ilościowe, jak i jakościowe.**

Najważniejszą zasadą, której należy przestrzegać przy przechowywaniu zboża, to magazynowanie ziarna zdrowego, suchego, czystego i wolnego od szkodników. W polskich warunkach klimatycznych ziarno ma najczęściej wilgotność powyżej 14% i temperaturę wyższą niż 18°C. Co gorsza, zdarzają się też zanieczyszczenia. Do zalecanych zabiegów przygotowujących ziarno do przechowywania zalicza się m.in.: czyszczenie, suszenie, konserwację poprzez wymuszoną wentylację, zakiszanie, samokonserwację oraz dodawanie chemicznych środków konserwujących. W zależności od metody konserwacji, ziarno może być przechowywane [1]:

- w stanie suchym – wilgotność 14%, temperatura 17–10°C;
- w stanie schłodzonym do temperatury 5–10°C;
- bez dostępu powietrza, w hermetycznie zamkniętych zbiornikach;
- zakonserwowane środkami chemicznymi o wilgotności dowolnej;
- zakiszane – wilgotność powyżej 22%.

Nie będziemy w tym artykule omawiać jednak metod przygotowywania ziarna do dalszego przetwarzania, a zajmijmy się samym składowaniem już odpowiednio przygotowanych zbóż. Najczęściej wybieraną metodą składowania ziarna jest magazynowanie długoterminowe, a co za tym idzie – przechowywanie materiału w zbiornikach płaskodennych bądź lejowych. Zbiorniki płaskodenne z reguły są dobierane do magazynowania długotrwałego lub dużych ilości zboża, nasion itp. Zbiorniki lejowe z kolei zaleca się do magazynowania krótkotrwałego. Ich zaletą jest rozładunek grawitacyjny, pozwalający na proste i szybkie usunięcie materiału ze zbiornika [2].

## PRZECHOWYWANIE

W Polsce zboża najczęściej przechowuje się w silosach. Silos to budowla lub specjalny zbiornik (najczęściej stalowy) do składowania materiałów sypkich. Silos może składać się z jednej lub wielu komór. Może być też obiektem wolnostojącym bądź zgrupowanym, który zawiera grupę połączonych ze sobą pomocniczą infrastrukturą techniczną silosów.



RYS. 1  
Silos zbożowy z lejem wewnętrznym [ŹRÓDŁO: Norhes]

Do przechowywania większości ziaren – z wyjątkiem przetwarzania ich na kiszonkę, gdzie stosuje się silosy poziome – wykorzystuje się silosy pionowe. Pozwalają one w znaczący sposób zmniejszyć powierzchnię potrzebną do magazynowania zboża. Konstrukcja pionowego silosu ułatwia też jego załadunek i wyładunek. Warto podkreślić, że silosy pionowe to zbiorniki magazynowe, które charakteryzują się przede wszystkim tym, że mają w porównaniu z powierzchnią ich rzutu poziomego znaczną wysokość, dochodzącą nawet do kilkadziesiątu metrów.

Silosy charakteryzują się budową cylindryczną, rzadziej przyrządkowaną. W pierwszym przypadku w rzucie poziomym przekrój silosu ma kształt kołowy, w drugim zaś prostokątny, który nadaje im większą sztywność oraz ułatwia załadunek i wyładunek



RYS. 2  
Zbiornik z trzema technologiami pomiarowymi – od lewej: sensor radarowy z falowodem, sensor radarowy i sensor ultradźwiękowy [ŹRÓDŁO: Emerson Process Management]

magazynowanego surowca. Typowy silos zbożowy wykonany jest z blachy falistej lub gładkiej, pokrytej powłoką z cynku, która to powłoka zwiększa w istotny sposób trwałość konstrukcji. Silos taki składa się z [2]:

- cylindrycznego korpusu ze stali konstrukcyjnej i usztywniaczy;
- nóg wsporczych ocynkowanych ogniowo (jeśli jest to konstrukcja lejowa);
- betonowego fundamentu z infrastrukturą techniczną (najczęściej w wypadku silosów płaskodennych);
- otworów inspekcyjnych;
- drzwi zapewniających dostęp do wnętrza;
- drabin na dachu i drabin wewnętrznych;
- pierścieni zabezpieczających;
- pomostów spoczynkowych;
- systemu wentylacji;
- kanałów wentylacyjnych na dnie silosu.





RYS. 3

Budowa silosu płaskodenego [ZRÓDŁO: Riela Polska]



RYS. 4

Budowa silosu lejowego z lejem wewnętrznym [ZRÓDŁO: Riela Polska]

Dodatkowo silosy zbożowe mogą być wyposażone w:

- wygarniacze do rozładunku masowego;
- system monitorowania temperatury;
- system do rozładunku bocznego;
- reduktor prędkości opadania ziarna;
- maksymalne i minimalne wskaźniki poziomu;
- pomosty, wsporniki, zadaszania.

Prosta konstrukcja silosów ułatwia ich konserwację, czyszczenie i – w razie konieczności – uszczelnianie. Zaletą silosów pionowych jest też ich modułowa budowa, dzięki której można szybko zwiększyć powierzchnię magazynową, dostawiając kolejne silosy lub zwiększając wysokość istniejących urządzeń. Typowe silosy są ładowane od góry przez odpowiednio ukształtowany, zamykany otwór wlotowy, umieszczony w spadzistym dachu. Z kolei wyładunek realizowany jest od dołu. Konstrukcja silosów pionowych umożli-

liwia ponadto wentylację i dosuszanie materiału zgromadzonego wewnątrz, jego konserwację czy schładzanie. Takiej możliwości nie dają silosy płaskie.

### SILOS PŁASKODENNE I LEJOWE

Jak już wspomniano, w przypadku silosów pionowych możemy spotkać się najczęściej z dwoma rodzajami rozwiązań konstrukcyjnych, tj. z silosami płaskodennymi i lejowymi. W pierwszym przypadku ich budowa bazuje na płaskim betonowym fundamencie pokrytym podłogą szczelinową. Silosy płaskodenne wykorzystuje się przede wszystkim do długotrwałego przechowywania zboża, kukurydzy, pasz i wszędzie tam, gdzie załadunek i rozładunek odbywa się rzadko, nie częściej niż 2–3 razy w roku. Niestety w silosach płaskodennych zachodzi potrzeba stosowania dodatkowych mechanizmów opróżniających.

Jeśli chodzi o silosy lejowe, to różnią się od opisanych wyżej tym, że zakończone są na dole dołączonym do konstrukcji lejem umożliwiającym ich samoczynne, grawitacyjne opróżnianie. Z tego też powodu wykorzystuje się je wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba częstego rozładunku i załadunku przechowywanego w nim zboża. Ponieważ na znajdujących się u dołu zbiornika lej opróżniający potrzebne jest miejsce, silos lejowy usadowiony jest, o czym już wspomniano wcześniej, na odpowiednio wysokich i wytrzymałych nogach. Silosy tego typu mają mniejszą objętość niż silosy płaskodenne, a to ze względu na znacznie bardziej ograniczoną wytrzymałość mechaniczną całej konstrukcji. W silosach lejowych stosuje się leje o kącie nachylenia od 45 do 60°, dzięki czemu opróżnianie silosu odbywa się samoczynnie, bez efektu „zatykania się” silosu.

W zależności od sposobu umieszczenia leja silosy lejowe dzieli się na silosy z lejem zewnętrznym i wewnętrznym. W pierwszym przypadku płaszcz leja wsparty jest na zewnętrznej konstrukcji nośnej oraz nogach, na których usadowiony jest cały silos. Konstrukcja leja widoczna jest i dostępna z zewnątrz. W silosach lejowych z lejem wewnętrznym lej umieszczony jest na specjalnej konstrukcji nośnej wewnątrz silosu płaskodenego. Dzięki temu, że lej jest zamknięty i nie działają na niego czynniki atmosferyczne, może być on wykonany z perforowanej blachy, która w istotny sposób ułatwia cyrkulację powietrza wewnątrz silosu.

Zasyp, czyli załadunek silosu, odbywa się zawsze od góry. Ziarno należy więc przetransportować w górę w taki sposób, aby możliwy był później jego zrzut do znajdującego się na dachu otworu wlotowego. Do transportu surowca w górę stosuje się kilka systemów zasypowych. W przypadku zbóż i pasz najczęściej korzysta się z przenośników ślimakowych i pneumatycznych. Są one stosowane w mniejszych silosach, gdzie składowane jest zboże lub pasze o wadze do ok. 100 ton. Wydajność przenośników ślimakowych pozwala przetransportować do silosu ok. 4–5 ton materiału na godzinę. Z kolei pneumatyczne przenośniki ssące i ssąco-tłoczące charakteryzują się wydajnością dochodzącą do 20 ton na godzinę. Ich zaletą jest to, że ziarno można pobierać wprost z przyczepy i nie trzeba budować dodatkowej infrastruktury przeładunkowej. Podczas rozładunku zboże przesypuje się do leja wprost z przyczepy przez tzw. szyber. Podobną wydajność jak przenośniki pneumatyczne mają stacjonarne, pionowe przenośniki ślimakowe. W tym jednak wypadku ziarno nie może być przenoszone bezpośrednio z przyczepy, ale z umieszczonego pod silosem kosza zsykowego. Jest on montowa-



RYS. 5  
Silos spedycyjny Konsil

ny zwykle w murowanej niecce.

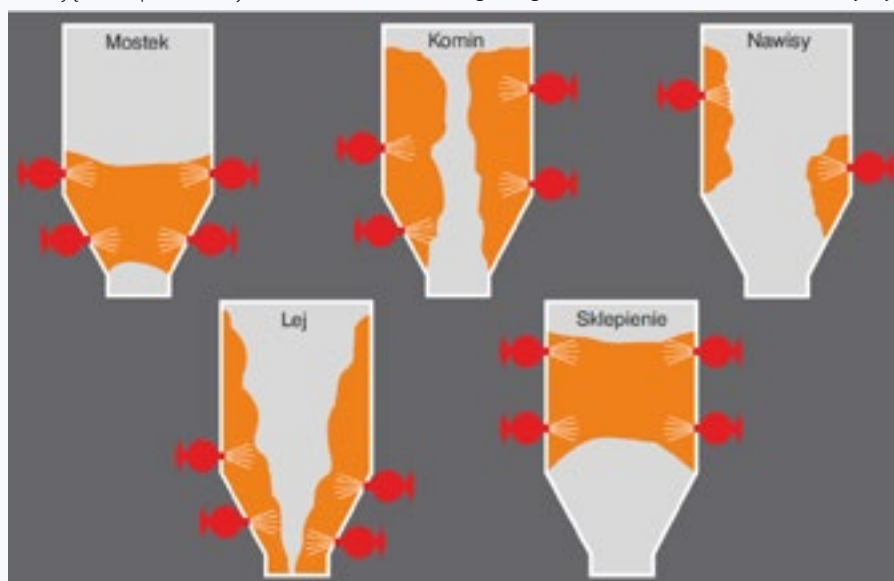
Szybkość zasypu silosów ma istotne znaczenie w rolnictwie. W zależności od rodzaju zboża i jego wilgotności system transportu działa z różną wydajnością. Wydajność przenośników może być więc zupełnie różna w stosunku do tego, co podał producent. Dlatego wydajność przenośników należy dobrać z ok. 30% nadmiarem. Dzięki temu będziemy pewni, że zawsze jesteśmy w stanie w czasie godziny odebrać minimalną, założoną ilość zboża.

### OPRÓŻNIANIE SILOSU

Jeśli chodzi o opróżnianie silosów lejowych, to, jak już zaznaczono, sama siła grawitacji działająca na przechowywane w silosie ziarno

spowoduje jego zsuniecie na spód leja. W tym miejscu montuje się zasuwę oraz króciec przenośnika pobierającego surowiec z silosu. Dzięki takiej konstrukcji w silosie po jego opróżnieniu zostaje nieznaczna ilość materiału. Silosy płaskodenne opróżniają się w nieco bardziej skomplikowany sposób. W najtańszych systemach silos taki opróżnia się grawitacyjnie zsympem dolnym, umieszczonym w bocznej ścianie silosu. Pozostały materiał należy zaś wybrać ręcznie z dna zbiornika za pomocą lekkiego, mobilnego przenośnika ślimakowego lub pneumatycznego.

Często można też spotkać się ze specjalnym, wewnętrznym przenośnikiem ślimakowym lub systemem transportu podpodłogowego. Wówczas na środku silosu znajdują



RYS. 6  
Typowe formy zalegania materiałów sypkich [ZŹRÓDŁO: Inwet]

się zasuwane otwory, do których wysypuje się wybierany materiał. Resztkę wybiera się ręcznie, zgarniając go łopatami do podajnika lub podpodłogowego otworu zsympowego. Coraz częściej w silosach płaskodennych stosuje się pracujące wewnątrz silosu przenośniki ślimakowe – tzw. wygarniacze. Jest to jednak dość drogie rozwiązanie.

### PRZEWIETRZANIE ZIARNA PODCZAS SKŁADOWANIA

W przypadku zbóż i ziaren, które są żywym materiałem organicznym, istotną czynnością przy ich magazynowaniu jest przewietrzanie. Wykorzystuje się tu aktywny nadmuch powietrza – wówczas mamy do czynienia z silosem z aktywną wentylacją. System taki składa się z wentylatora lub zespołu wentylatorów, kanałów powietrznych oraz systemu podłogi sitowej i kominów wentylacyjnych. Zasada działania takiego systemu nie jest skomplikowana. Wtłaczane przez zespół wentylatorów powietrze rozprowadzane jest kanałami i przez podłogę sitową wprowadzane do zmagazynowanego w silosie zboża. Po przejściu przez całą warstwę ziarna powietrze opuszcza silos kominami wentylacyjnymi znajdującymi się w dachu konstrukcji. Zintegrowane z silosem układy przewietrzające muszą – pod względem osiągniętej wydajności przepływu powietrza oraz stopnia jego sprężania – uwzględnić rodzaj przechowywanego surowca. Najbardziej wymagające są pod tym względem zboża, takie jak: pszenica, żyto i rzepak. Nieco mniej wymagająca jest kukurydza.

### OPRZYRZĄDOWANIE

Średniej wielkości silosy wyposażane są w drabiny pozwalające dostać się na ich dach. Na dachu, jak i w ściankach, często znajdują się przeszklone otwory inspekcyjne. W większych zbiornikach znajdziemy drzwi inspekcyjne umieszczone w górnej jego części oraz drzwi umożliwiające dostęp zarówno do podłogi, jak i pod podłogę. W dużych silosach znajdziemy schody lub sekcje drabinowe z podestami pozwalającymi odpocząć podczas wspinaczki – są to wspomniane pomosty spoczynkowe. Duże silosy często przystosowane są też do montażu na ich dachach dmuchaw (do przewietrzania) i przenośników transportowych.

### PRZYGOTOWANIE SILOSU

Aby zasypać silos nowym ziarnem nie można go sobie tak po prostu dostarczyć do otworu zsympowego. Kluczowym elementem przygotowania do nowego sezonu jest dokładne oczyszczenie silosu oraz jego dezynsekcja, która ma na celu usunięcie szkodników, jakie mogły zdążyć się zalegnąć po opróżnieniu



FOT. 1  
Radarowy miernik poziomu zasypu ziaren [ŹRÓDŁO: Auto Instruments]



FOT. 2  
Sondy pojemnościowe Siemens SITR ANS LC300



FOT. 3  
Mechaniczny pomiar poziomu w silosie Maxter LF20

silosu. Szkodniki w krótkim czasie są w stanie zdziesiątkować przechowywane ziarno. Bardzo ważne jest również usunięcie resztek starego, być może nawet zapleśniałego ziarna czy pyłu zbożowego, znajdującego się na powierzchniach, w tym na ścianach bocznych, jak i w urządzeniach przenoszących ziarno. Jeżeli nie usunie się pozostałości z poprzedniego sezonu lub nie uprzątnie się ich na czas, to w istotny sposób rośnie ryzyko zainfekowania nowej partii zboża.

Czyszczenie silosów nie tylko zabezpiecza nowe ziarno przed ryzykiem jego zainfekowania. Osady i resztki zalegające w silosie mogą powodować zapychanie się podajników, a nawet zapoczątkować korozję ścian zbiornika. Silosy zbożowe czyści się zazwyczaj na sucho, korzystając z różnego rodzaju szczotek i odkurzaczy. Dopuszcza się również czyszczenie na mokro myjką wysokociśnieniową, tak jak w przypadku czyszczenia zbiorników przemysłowych. Należy jednak pamiętać, że podniesiona w ten sposób wilgotność sprzyja rozwojowi chorób grzybowych, więc istotne jest jego dokładne osuszenie.

#### UDRAŻNIANIE SILOSÓW

W zależności od rodzaju nasion, przy składowaniu ziarna problemem może być zatykanie

się zsypania silosu, powstawanie nawisów bądź zlepów zalegających na ścianach. Teoretycznie w silosach lejowych sama siła grawitacji przechowywanego materiału sypkiego powinna spowodować jego zsuniecie na spód leja, gdzie montuje się zasuwę oraz króciec przenośnika pobierającego surowiec. W praktyce okazuje się, że nawet nachylenie ścian leja silosu pod kątem 60° może być niewystarczające do tego, aby silos został całkowicie i bezproblemowo opróżniony. Dzieje się tak szczególnie w wypadku rozładunku niektórych surowców drobnoziarnistych, w tym ziaren i nasion. Zboża o zbyt dużej wilgotności mają bowiem tendencję do przywierania do ścian silosu, tworząc zwisy w postaci sklepień lub pionowych ścian. Innym niekorzystnym zjawiskiem jest tworzenie się wspomnianych nawisów powstających na pokrywie i elementach konstrukcyjnych zbiornika, jak również wszelkiego rodzaju narostów. Silosy przeznaczone do przechowywania zbóż mogących absorbować w dużych ilościach wodę z powietrza charakteryzują się specjalnie dostosowaną geometrią i fakturą ścian. Co więcej, dobiera się w nich pochYLENIE ścian leja wysypowego tak, aby ułatwić opróżnianie zbiornika.

Innym rozwiązaniem ułatwiającym wysyp jest montaż na silosie lejowym specjalnych urządzeń wibracyjnych lub uderzeniowych

(zwanych odbijakami), które wprawiają ścianki leja i zbiornika w drgania, ułatwiając wysyp i zapobiegają powstawaniu zwisów. Inną metodą zapobiegającą zbrylaniu się przechowywanego zboża stanowią systemy, które wykorzystują ultradźwięki. Jeszcze innym sposobem przeciwdziałania tworzeniu się w rejonie wylotu silosu mostków, lejów, kominów czy też nawisów są systemy aeracyjne, nazywane również aeratorami lub pulsatorami. Ich zadaniem jest spulchnienie wysypwanego materiału tak, aby płynnie wydostał się przez otwory wysypowe silosu.

Niezależnie od geometrii zbiornika oraz stosowanych w nim systemów wyładowniczo-wysypowych jedną z najlepszych metod zapobiegania przywieraniu materiału do ścian silosu, a co za tym idzie powstawaniu nawisów i sklepień, jest pokrycie wewnętrznej powierzchni silosu odpowiednimi wykładzinami zmniejszającymi tarcie. Duże silosy zbożowe wyklada się odpowiednio wytrzymałym pod względem mechanicznym, śliskim tworzywem sztucznym na bazie teflonu lub polietylenu, które odporne jest na ścieranie, ma właściwości antyelektrostatyczne i hydrofobowe. Dzięki temu zawilgocone ziarna nie mają możliwości przywarcia do ścian silosu. Najczęściej okładzinami, którymi wyklada się metalowe lub betonowe ściany silosu, są polimerowe płyty o grubości od kilku mm do ok. 1 cm, a ich grubość zależy od przenoszonych obciążeń i ścieralności materiału wykładziny.

Wadą polimerowych okładzin są jednak duże koszty ich zakupu oraz montażu na ścianach silosu. Zdarza się, że niektóre płyty potrafią w trakcie eksploatacji po prostu odpaść lub ich powierzchnia nadmiernie się zużyje, tracąc swoje właściwości. Oznacza to, że okładziny wymagają stałych przeglądów i sukcesywnej wymiany uszkodzonych lub startych paneli, co istotnie wpływa na bieżące koszty eksploatacji silosu. Z tego powodu okładziny ścienne w silosach zbożowych wykorzystywane są w praktyce bardzo rzadko. >>>





FOT. 4  
Odbijak pneumatyczny FKL [ZŹRÓDŁO: Inwet]

### OPRZYRZĄDOWANIE KONTROLNE

Określanie poziomu zapełnienia silosu jest kluczowym zagadnieniem związanym z przechowywaniem w nich różnego rodzaju materiału, w tym zbóż i ziaren. Dzięki wiedzy na temat tego, w jakiej części zapełniony jest silos, unikniemy jego przepełnienia mogącego prowadzić do katastrofy budowlanej i zaważenia się zbiornika. Pozwala ona również na prowadzenie racjonalnej polityki magazynowej. Techniki pomiaru poziomu materiałów sypkich polegają głównie na pomiarze odległości w kierunku pionowym w zbiorniku. Ze względu na sposób wykonywania takiego pomiaru wyróżnia się metody kontaktowe i bezkontaktowe. W przypadku pomiarów kontaktowych mierzony surowiec znajdujący się w silosie ma zawsze bezpośredni kontakt z urządzeniem pomiarowym. Metody kontaktowe są najprostszymi metodami pomiaru zapełnienia. Wyróżnić tu można proste metody mechaniczne, które polegają na pomiarze napełnienia silosu za pomocą elementów mechanicznych, np. wycechowanych listew pomiarowych przykręconych do ścianek zbiornika, lub – w wypadku materiałów o małej granulacji, jakim są zboża i ziarna – sond z przymiarem kreskowym wbijanych w składowany w silosie materiał. Jednak tego typu metody są nie tylko mało dokładne, ale wymagają sporego zaangażowania ze strony pracowników.

Do standardowych pomiarów kontaktowych wykorzystywanych w silosach zbożowych stosowane są sondy elektromechaniczne, pojemnościowe, a także sondy mikrofalowe z falowodem. W pierwszym przypadku pomiar polega na sprawdzeniu poziomu zasypu w silosie za pomocą ciężarka umieszczonego na końcu liny, która jest rozwijana i zwijana na bębnie umieszczonym u góry zbiornika. Specjalny układ wykrywa moment, w którym ciężarek dotknie i osiadzie na powierzchni materiału sypkiego i przelicza liczbę wykonanych obrotów bębna na poziom zasypu ziarna w silosie. Użycie wózków poruszających się po elementach konstrukcyjnych silosu czy po podwieszanych szynach u góry pozwala przemieszczać sondę w różne części zbiorni-



FOT. 5  
Pulsatory pneumatyczne [ZŹRÓDŁO: Inwet]

ka. Pomiaru wykonane w różnych punktach pozwalają wyznaczyć rzeczywiste napełnienie zbiornika po uśrednieniu zmierzonych wartości. Zapobiega to powstawaniu błędów związanych z kątem usypu zboża i nierównym wypełnieniem przez nie przestrzeni silosu. Obecnie sondy elektromechaniczne zastępowane są innymi, znacznie bardziej dokładnymi metodami pomiarowymi.

Drugą powszechnie wykorzystywaną metodą kontaktową w pomiarach materiałów sypkich są pomiaru za pomocą sond pojemnościowych. Polegają one na pomiarze pojemności elektrycznej pomiędzy elektrodą kablową, którą stanowi stalowa lub miedziana lina o średnicy ok. 10 mm, a ścianą zbiornika. Należy jednak pamiętać, że warunkiem poprawnej pracy sondy jest brak kontaktu elektrody ze ścianą lub dnem zbiornika. Z najmniejszą pojemnością elektryczną mamy do czynienia w chwili, gdy zbiornik jest pusty, a z największą – po jego całkowitym wypełnieniu.

Ponieważ wzrost pojemności elektrycznej jest ściśle związany ze stałą dielektryczną materiału sypkiego, konieczna jest kalibracja urządzenia pomiarowego. Do zalet sond pojemnościowych zalicza się przede wszystkim to, że są rozwiązaniem ekonomicznym – zarówno w zakupie, jak i utrzymaniu – a także to, że nie wymagają szczególnej konserwacji. Obklejenie liny pomiarowej wilgotnym ziarnem nie stanowi większego problemu, powoduje jedynie niewielkie zawyżenie wskazań. Dokładność metody pojemności-

wej pomiaru wynosi kilka procent, co spowodowane jest zmianą wilgotności ziarna.

### METODY BEZKONTAKTOWE

Najczęściej wykorzystywaną bezkontaktową metodą pomiaru wypełnienia silosu są pomiaru ultradźwiękowe. Zasada wykonywania pomiarów ultradźwiękowych jest wyjątkowo prosta i polega na tym, że z nadajnika wysyłana jest fala ultradźwiękowa o częstotliwości z zakresu od 10 do 50 kHz, która po odbiciu się od powierzchni ziarna dociera do odbiornika. Mierząc czas przelotu wiązki, a więc czas, w którym ultradźwięki pokonały fizyczną drogę od nadajnika do odbiornika, oraz biorąc pod uwagę prędkość propagacji fali, można bez problemu określić odległość pomiędzy nadajnikiem a powierzchnią utworzoną przez zboże. Po uwzględnieniu rozmiarów silosu elektronika sterująca urządzeniem oblicza rzeczywisty poziom zasypu.

Znacznie dokładniejszą metodą pomiarową oferują sondy radarowe. Zasada ich działania bazuje – podobnie jak w wypadku ultradźwięków – na pomiarze czasu przelotu impulsów mikrofalowych o częstotliwości od 5,8 do 78 GHz, emitowanych przez specjalną antenę, które to impulsy po odbiciu od powierzchni materiału sypkiego trafiają do detektora. Czas od momentu wysłania impulsu do jego odbioru zależy bezpośrednio od poziomu ziarna w silosie. Radary pracujące na niższej częstotliwości są mniej wrażliwe na zapylenie bądź zaparowanie zbiornika, natomiast wyższa częstotliwość fali radiowej zwiększa dokładność pomiaru.

Drugim rodzajem mikrofalowego detektora radarowego są sensory mikrofalowe z falowodem, nazywane też czujnikami z sondą przewodzącą. Zasada działania sondy mikrofalowej z falowodem zbliżona jest do funkcjonowania sondy radarowej. Podstawowa różnica polega jednak na tym, że sygnał jest przesyłany falowodem o postaci pręta lub stalowej liny. W miejscu, w którym zmieniają się właściwości dielektryczne ośrodka z umieszczonym falowodem, następuje częściowe bądź całkowite odbicie fali. Moc



FOT. 6  
Wilgotnościomierz i czujnik temperatury zboża Benetech GM 640. Urządzenie pozwala na wybór gatunków zbóż



FOT. 7  
Miernik wilgotności ziarna MD782 2

odbieranego sygnału jest ściśle związana ze stałą dielektryczną – im stała jest wyższa, tym sygnał silniejszy. Podobnie jak w standardowej metodzie radarowej mierzony jest czas przelotu fali od detektora do zintegrowanego z nim odbiornika i na tej podstawie wylicza się wypełnienie silosu.

### SYGNALIZACJA PRZEPEŁNIENIA

Istotnym zagadnieniem związanym z pomiarem poziomu materiałów sypkich jest awaryjna sygnalizacja zabezpieczająca zbiornik przed przepełnieniem. W układach zabezpieczeń często wykorzystywane są czujniki wibracyjne, inaczej nazywane kamertonowymi. Sensory te mają postać widełek, które są pobudzane do drgań. W stanie ustalonym kamerton drga ze swoją częstotliwością rezonansową – jej dokładna wartość zależy od właściwości ośrodka, w którym się znajduje. Gdy czujnik zostanie przysypany ziarnem, zmienia się jego częstotliwość drgań. Zmiana ta rejestrowana jest przez układ sterujący i powoduje włączenie alarmu lub automatyczne wyłączenie zasypu silosu.

### CZUJNIKI WILGOTNOŚCI I TEMPERATURY

Również i tu mamy do czynienia z pomiarami kontaktowymi i bezkontaktowymi. Drugi

podział to taki, w których pomiar odbywa się w sposób bezpośredni lub pośredni. Pomiar bezpośredni to pomiar, którego wynik otrzymuje się na podstawie bezpośredniego wskazania narzędzia pomiarowego, wyworcowanego w jednostkach miary mierzonej wielkości. Pomiar pośredni jest z kolei pomiarem, którego wynik otrzymuje się na podstawie bezpośredniego pomiaru innych wielkości, opierając się na znanej zależności między tymi wielkościami a wielkością mierzoną.

Mikrofalowy pomiar wilgotności to jedna z częściej wykorzystywanych metod bezkontaktowych pomiaru wilgotności zboża. W higrometrach mikrofalowych instalowanych w silosach wykorzystuje się mikrofałę o częstotliwości od 3 do 30 GHz. Układ pomiarowy składa się z jednostki sterującej, anteny nadawczej i odbiorczej oraz przewodów łączących anteny z jednostką sterującą. Sygnał mikrofalowy emitowany przez antenę nadawczą przenika przez produkt i dociera do anteny odbiorczej. W trakcie przenikania mikrofały przez mierzony materiał mamy do czynienia z dwoma zjawiskami – tłumieniem i przesunięciem fazowym nadawanego sygnału. Do pomiaru najczęściej wykorzystuje się zjawisko przesunięcia fazowego [3].

Jednak jedną z najczęściej wykorzystywanych metod pomiaru wilgotności materiałów

sypkich jest kontaktowy pomiar pojemnościowy. Mierniki pojemnościowe bazują na pomiarze stałej dielektrycznej materiałów sypkich, która określa wilgotność materiału. Jest to najprostsza, ekonomiczna metoda stosowana w pomiarach wilgotności zbóż. Wyjście sygnałowe może być skalibrowane na procentowy udział wody w materiale lub też na zawartość suchej masy. W zależności od rodzaju zboża głębokość pomiaru wynosi do 150 mm w głąb materiału. Oznacza to, że pomiar odbywa się jednocześnie na powierzchni materiału, jak również w jego wnętrzu [3].

W praktyce pomiarowej najczęściej wykorzystuje się uniwersalne wilgotnościomierze z sondami pojemnościowymi, które jednocześnie pozwalają na pomiar temperatury. Pomiar wilgotności prowadzony jest w zakresie od 5% do 30%, a temperatury od -10°C do +60°C. Czujniki te bardzo często pozwalają na wybór gatunku ziarna, co eliminuje potrzebę każdorazowej kalibracji. Do urządzeń tego typu dołączana jest zwykle 2-pinowa sonda, która wykorzystuje przetwornik LSI, przez co zapewnia szybki i precyzyjny odczyt pomiarowy. ■

#### LITERATURA

[1] Siemieniako M., *O czym należy pamiętać przy przechowywaniu ziarna zbóż, materiały Podlaskiego Ośrodka Dworactwa Rolniczego.*

[2] Materiały firmy Buttimer.

[3] Materiały firmy Intron zamieszczone na stronie Akademii Automatyki.



[www.agremo.pl](http://www.agremo.pl)

### URZĄDZENIA MAGAZYNÓW ZBOŻOWYCH

- silosy z lejem zsypowym o poj. do 1000 t
- silosy płaskodenne o poj. do 5000 t
- suszarnie zbożowe o wyd. do 73 t/h
- mieszalnie pasz o wyd. do 20 t/h
- kosze zasypowe, wywrotnice, wiaty
- podnośniki i przenośniki
- czyszczalnie i wialnie



### MAGAZYNY GRANULATÓW TWORZYW SZTUCZNYCH

- silosy z lejem zsypowym
- zbiorniki buforowe
- systemy transportu pneumatycznego
- przenośniki pionowe i poziome
- automatyka i sterowanie
- systemy kontrolno-pomiarowe



**Agremo Sp. z o.o.**

ul. Parkowa 7, 49-318 Skarbimierz Osiedle

tel. 77 40-29-460; 77 41-62-683 | e-mail: [agremo@agremo.pl](mailto:agremo@agremo.pl)

# Jak pobór próbki może zmniejszyć niepewność pomiaru laboratoryjnego

**Kontrola i optymalizacja w produkcji stałych produktów – od proszków do brył – wymaga pobierania próbek do analiz technicznych, chemicznych, fizycznych, mikrobiologicznych oraz sensorycznych. Metoda pobierania próbek, masa czy objętość produktu do pobrania różnią się w zależności od charakteru produktu i celu, dla którego wymagane są próbki.**

**P**obieranie próbek to czynność wymagająca największej uwagi. Nie można przecenić konieczności uzyskania właściwie reprezentatywnej próby. Norma ISO/IEC 17025 zobowiązuje laboratoria do posiadania pisemnych procedur pobierania prób. Nawet w trakcie przygotowywania próbki pomniejszonej do badań w laboratorium wymaga się posiadania pisemnej procedury. Procedura pobierania próbek jest częścią procedury pomiarowej, ale nie samego pomiaru. Dlatego nie przyczynia się do niepewności pomiaru. Jednak różnice w pobieraniu prób mogą wpłynąć na niepewność podanego wyniku i dlatego należy je uwzględnić w niepewności pomiaru.

Podczas pobierania próbki niezbędne są:

- znajomość jednostki produktu;
- znajomość planu poboru próbek;
- pobranie określonej liczby próbek pierwotnych;
- redukcja próbki ogólnej (pierwszego stopnia) do próbki laboratoryjnej.

Próbki pierwotne pobiera się za pomocą urządzeń do pobierania próbek. Mogą to być urządzenia ręczne lub mechaniczne (automatyczne). Istotne jest, aby urządzenia do pobierania próbek wprowadzały możliwie mały błąd systematyczny. Próbkowanie technikami mechanicznymi może być stosowane do pobierania próbek do każdego typu analiz. W przypadku pobierania próbek stałych z partii produktu, będącego luzem w przepływie, zastosowanie próbników automatycznych będzie wygodnym narzędziem do pobierania próbek w ustalonych interwałach w ciągu całego czasu transportu partii.

Próbki należy pobierać, uwzględniając wszelkie wymagania, zachowując ostrożność i czystość. W przypadku niektórych produktów istotne jest pobieranie próbek w warunkach chroniących przed kurzem lub wilgocią, lub też wysuszeniem i ogrzaniem produktu – tak aby zachować właściwości badanego materiału. W normie ISO 3165, dotyczącej bezpieczeństwa podczas próbkowania, podano ogólne zalecenia, których należy przestrzegać w ogóle podczas próbkowania, a także szczególne zalecenia dotyczące próbkowania materiałów niebezpiecznych.

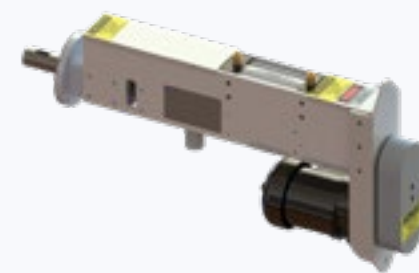
Zależnie od potrzeb można stosować trzy typy próbników mechanicznych:



FOT. 1  
Prognoza wydobywania kruszywa



FOT. 2  
Punktowy pobór próbki proszków ze zsyków z separacją procesu od środowiska. Model ISOLOK SAK

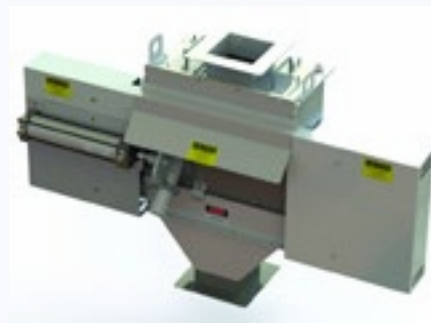


FOT. 3  
Linowy pobór próbki – w wykonaniu ATEX. Model Sentry RB

- automatyczny próbnik punktowy;
- automatyczny próbnik liniowy;
- automatyczny próbnik przekrojowy.

W przypadku materiałów homogenicznych w ruchu można stosować próbniki punktowe z zamkniętymi lub otwartymi zsykami oraz grawitacyjnych lub pneumatycznych linii transportowych.

Próbniki liniowe i przekrojowe stosuje się do pobierania próbek materiałów, których strumienie wykazują segregację czy rozwarstwienie. Znajdują one zastosowanie



FOT. 4  
Przekrojowy próbnik – model Sentry G



FOT. 5  
Model Sentry SC służy do pomniejszania próbki pierwotnej

w poborze próbki ze zsyków, swobodnie opadających strumieni, rurociągów i pneumatycznych linii transportowych.

Norma ISO 8213 zaleca, aby szerokość otworu odbieralnika była co najmniej od trzech do czterech razy większa od największego rozmiaru cząstek. Zwraca ona również uwagę na to, że próbniki wykonane z tworzyw sztucznych mogą powodować niepożądany efekt segregacji próbki, wynikający z działania sił elektrostatycznych.

Wielkość próbki jednostkowej należy dobrać ze względu na potrzeby planowanych badań laboratoryjnych, a także z uwzględnieniem struktury materiału, ponieważ przyjmuje się, że produkty stałe w postaci proszków są bardziej homogeniczne niż materiały aglomerowane (np. pelety, ziarna).

# Innowacyjne serie radarów do pomiaru materiałów sypkich

Z Tadeuszem Karmazą, prezesem zarządu firmy Rekord SA z Pruszkowa, rozmawia Adam Krzyżowski



**TADEUSZ KARMAZA:**

Posiadamy ponad 20-letnie doświadczenie w wykorzystaniu radarów. Byliśmy w Polsce pionierami zastosowań radarów z falą prowadzoną (GWR)

**Adam Krzyżowski: Panie Prezesie, czy w ofercie firmy Rekord SA pojawiły się jakieś nowości?**

**Tadeusz Karmaza:** Dziękuję za pytanie. Tak, pojawiły się. Na przełomie sierpnia i września br. wprowadziliśmy na rynek bardzo nowoczesne radary do ciągłego pomiaru poziomu materiałów sypkich i cieczy. Prace nad nimi trwały na przestrzeni ostatnich kilku lat. Chodzi o NivoRadar serii NR 4000 i NivoRadar serii NR 7000, pracujące w technologii FMCW z częstotliwością 80 GHz. Konstrukcja tych radarów łączy w sobie najlepszą wiedzę, eliminując pewne mankamenty pomiarów radarowych – przy zachowaniu



FOT. 1  
Radarowy przetwornik NivoRadar NR 4000 do pomiaru materiałów sypkich [ŹRÓDŁO: REKORD SA]

bardzo konkurencyjnej ceny. Unikalnym ich wyróżnikiem jest najniższa możliwa stała dielektryczna mierzonego materiału  $\epsilon = 1,1$  przy stałej powietrza  $\epsilon = 1,0$ . Drugą unikalną cechą jest brak strefy martwej. Oznacza to, że radar mierzy od poziomu medium do samej sondy. Bez – jak w przypadku podobnych urządzeń na rynku – strefy niemierzalnej. Jest to istotna zaleta, gdyż podczas zasypu po wejściu poziomu w zakres martwy radaru poziom wskazywany jest wtedy jako błąd – lub występuje brak pomiaru.

Bardzo wysoka częstotliwość pracy to odporność na zapylenie, występujące w wypadku materiałów sypkich. Zapewnia ona doskonale przenikanie fali przez pył. Jeśli dodamy, że przetwornik jest zasilany dwuprzewodowo z pętli i że można się z nim połączyć smartfonem czy iPhone'em, świadczy to o dostosowaniu technologii do wymogów współczesnego użytkownika.

Producentem jest firma UWT z Niemiec, od ponad 40 lat zajmująca się opomiarowaniem i przetwarzaniem poziomu materiałów sypkich. Jest ona niekwestionowanym światowym

wym liderem z ogromnym doświadczeniem – a sam nowy produkt został zaprojektowany i wykonany w Europie. Na polskim rynku produkty UWT oferujemy od 21 lat. Średni okres bezawaryjnej eksploatacji urządzeń tego producenta to zawsze ponad 10 lat. Na urządzenia – za niewielką, jednorazową opłatą rzędu kilkunastu euro – dajemy pięcioletnią fabryczną gwarancję. Do chwili obecnej nie zdarzył się przypadek, aby urządzenie było w okresie pięcioletnim reklamowane.

**A.K.: Czy wymienione radary nadają się do pomiaru produktów sypkich znajdujących się w dużych zbiornikach, takich jak silosy?**

**T.K.:** Tak, do takich pomiarów są przeznaczone – z możliwością zastosowania ich także do cieczy. Wynika to z technologii. Oczywiście dużo łatwiej jest mierzyć ciecz, gdyż mają one stosunkowo wysoką przewodność, a co za tym idzie – wysoką stałą dielektryczną. Dla wody wynosi ona ok.  $\epsilon = 80$ . Woda i roztwory wodne są doskonale widoczne dla fal emitowanych przez radary. Ich pomiar jest prostszy i od dawna stosowany. ➤



FOT. 2  
Przetworniki NivoRadar NR 7000 można stosować nie tylko do pomiarów produktów sypkich, ale też płynnych [ŹRÓDŁO: REKORD SA]



*Naturalnie... wszystko da się zmierzyć*



REKORD S.A.  
ul. Sprawiedliwości 6, p. II  
05-800 PRUSZKÓW

tel. 22 759 85 88 lub 98  
e-mail: biuro@rekordsa.pl  
www.rekordsa.pl

Radary serii NR 4000 przeznaczone są do ciągłego pomiaru materiałów sypkich. Oto ich podstawowe dane:

- zakres pomiarowy: 30 m;
- temperatura medium: od -40 do +80°C;
- ciśnienie pracy: od -1 do +3 bar;
- kąt wiązki wysyłanej przez emiter: 4°;
- zasilanie z pętli: 12 ... 35 V DC;
- komunikacja: HART 7.0;
- zasięg Wi-Fi: < 25 m;
- szczelność/ochrona: IP66/68, ATEX/IEC-Ex Zone 0, 0/1, 20, 20/21.

**A.K.:** W jakiego typu zakładach i w jakich gałęziach przemysłu znajdują zastosowanie te radary i czy na polskim rynku odnotowują Państwo zainteresowanie tym nowym sprzętem?

**T.K.:** Jest to rozwiązanie świetne i bardzo konkurencyjne cenowo. Oczekujemy, że będzie to trafiony produkt na rynku. Znajduje on zastosowanie w zasadzie wszędzie wokół nas, bo przecież jesteśmy otoczeni ciałami stałymi – począwszy od piasku, kruszywa, węgla, cementu, granulatów, poprzez zboża, pasze, a na substratach farmaceutycznych kończąc. Nawet przemysł metalurgiczny jest nimi zainteresowany – a konkretnie hutnictwo. Tak się złożyło, że pierwsze zamówienia na najnowsze radary złożył właśnie ten sektor.



FOT. 3, 4

Do pomiarów materiałów proszkowych doskonale nadaje się też przetwornik NivoRadar NR 7200 (na zdjęciach), również znajdujący się w ofercie firmy Rekord SA [źródło: REKORD SA]

**A.K.:** Gdzie można zapoznać się z działaniem tych urządzeń?

**T.K.:** Obecnie to na europejskich targach, związanych z branżą, a w Polsce to już tylko w naszej firmie. Zapraszamy do kontaktu. Odpowiemy na wszelkie pytania, pokażemy zarówno ich zalety, jak i ograniczenia oraz udzielimy niezbędnych informacji. Posiadamy ponad 20-letnie doświadczenie w wykorzystaniu radarów. Byliśmy w Polsce pionierami zastosowań radarów z falą prowadzoną (GWR). Możemy przyjechać z prezentacją do użytkownika i ocenić możliwości ich zastosowania w konkretnych warunkach produkcyjnych.

Radary są technologicznie bardzo zaawansowane, ale proste w instalacji

i kompaktowe. Mogą stanowić elementy kompleksowego opomiarowania wielkiego zakładu z dużą liczbą silosów. Dotyczy to zarówno pomiarów otwartych, jak i pojedynczych. Doskonale nadają się one do pomiarów samodzielnych zbiorników w małych instalacjach – i to przy prostej obsłudze, z wykorzystaniem Wi-Fi (smartfon, iPhone). Orientacyjne ceny za jedną sztukę (w zależności od opcji i wyposażenia) zawierają się w przedziale od 594 do 1290 euro.

Serdecznie zapraszamy do kontaktu i współpracy.

**A.K.:** Dziękuję za rozmowę.

# Wydanie specjalne na targi SyMas 2022

## KATALOG produktów i usług dla branży materiałów sypkich i masowych

### Przyjmujemy zamówienia na reklamę!

**KONTAKT:**

**e-mail:**

**redakcja@powderandbulk.com.pl**

**tel.: 501 690 740**

**tel.: 510 485 880**





# Nowe metody pomiaru wilgotności piasku – większe bezpieczeństwo w produkcji betonu

Bartosz Frasz

**Piasek, zaraz po wodzie, jest jednym z najczęściej pozyskiwanych zasobów naturalnych. To także składnik wielu przedmiotów i chemii użytkowej, takich jak: pasta do zębów, urządzenia elektryczne, szkło czy ogniwa słoneczne. Oczywiście największa ilość surowca – nawet do 95% – jest stosowana w budownictwie. Roczne światowe wydobycie piasku przekracza 40 mld ton – to ponad 9 razy więcej niż ropy naftowej. Dlatego tak ważna jest dokładna kontrola jego wilgotności na każdym etapie produkcji.**



Ostatnie 30 lat przyniosło ogromny wzrost populacji Ziemi, co wywołało nieproporcjonalne zwiększenie zapotrzebowania na piasek. Budownictwo przeżywa globalny boom, a przecież dwie trzecie budynków tworzone jest z betonu, a ten z kolei składa się w 30–40% z piasku. W kolejnych latach zapotrzebowanie na ten surowiec będzie nadal rosnąć. Jakie własności tego kruszywa powodują, że jest on tak pożądany?

Piasek to występujący naturalnie, nie połączony ze sobą osad, składający się głównie z ziaren mineralnych. Do celów budowlanych można stosować jedynie piasek rzeczny, pochodzący ze żwirowni lub morski. Głównym jego składnikiem jest kwarc, będący bardzo ważnym składnikiem nie tylko dla branży budowlanej, ale również kluczowym surowcem w produkcji szkła czy półprzewodników.

## Wpływ wilgotności piasku na jakość materiału budowlanego

Ziarna piasku mają niewielki rozmiar (typowo 0,1–2 mm), dzięki czemu materiał ten bardzo łatwo chłonie wodę. W przypadku stosowania go w produkcji betonu, poziom wilgotności jest istotnym elementem oce-

ny jakościowej. W zależności od zawartości wody, odpowiednia jej ilość musi być bowiem dodana podczas przygotowywania mieszanki betonowej.

Potocznie zwany współczynnik „woda/cement” określa stosunek efektywnej zawartości wody do zawartości cementu w mieszance betonowej. Zachowanie odpowiedniej proporcji jest niezwykle istotne dla utrzymania parametrów jakościowych. Zależnie od poszczególnych obszarów zastosowań istnieją stałe, optymalne współczynniki dla różnych mieszanek. Jeżeli ich wartość jest za niska lub za wysoka, skutkuje to pogorszeniem własności otrzymanego betonu.

Mieszanka wody i cementu tworzy tzw. pastę cementową, która ulega scaleniu do postaci twardego bloku cementowego z mocno związanymi ze sobą składnikami. Podczas twardnienia świeżego betonu pewna część wody jest zużywana do jego związania. Typowa mieszanka cementowa wiąże ilość wody stanowiącą ok. 40% całkowitej masy.

W praktyce, w zależności od wymagań jakościowych dla materiałów budowlanych, współczynnik „woda/cement” kształtuje się

na poziomie 0,5–0,6. Jeżeli udział wody jest za mały dla danego zastosowania, beton będzie zawierał niezwiązany cement. Z upływem czasu, zwłaszcza gdy będzie narażony na kontakt z wodą, pojawią się w nim spęczenia, co będzie skutkowało utratą wytrzymałości. Natomiast gdy udział wody w świeżym betonie, będzie za duży, jej nadmiar nie będzie mógł być całkowicie związany i uwidoczni się w postaci rozgałęzionych, chłonnych porów. W takiej sytuacji również straci on swoje własności wytrzymałościowe, a przez to nie będzie spełniał wymagań jakościowych. Utworzone pory przez kapilary mogą chłonąć znaczne ilości wody, co spowoduje, że produkt będzie bardzo wrażliwy na mróz i łuszczenie się pod jego wpływem.

## Znane metody kontroli zawartości wody

Z wyżej wymienionych powodów współczynnik „woda/cement” jest sprawdzany w świeżym betonie. Jedną z tradycyjnych i rozpowszechnionych metod pomiarowych jest metoda karbidowa. Próbkę materiału jest ważona i umieszczana w zbiorniku ciśnieniowym ze stalowymi kulkami oraz ampułką zawierającą karbid. Dokładność tej metody oscyluje w okolicach +/- 1–3%, co w zależności od zastosowania mieszanki betonowej może nieść ryzyko utraty jakości gotowego produktu. Dodatkowo, pomiar może być obciążony błędami związanymi z niewłaściwym zważeniem próbki, a także błędami wynikającymi z nieprzeprowadzonej całkowicie reakcji z karbidem z uwagi np. na niepełny kontakt z ampułką. Wyzwaniem jest także czas przeprowadzenia pomiaru, który zajmuje ok. 20 minut. Metoda ta jest dość prosta i łatwa w przeprowadzeniu, wymaga jednak dużego wysiłku związanego z przygotowaniem próbki oraz samym pomiarem.

Inna, powszechnie stosowana, metoda pomiaru wilgotności mieszanki betonowej to wygrzewanie. Nawet w przypadku dokładnie znanej ilości dodanej wody do mieszanki współczynnik „woda/cement” może się różnić z powodu np. niewielkiej





ilości wody pozostałej w mieszalniku czy betoniarnie, deszczu podczas transportu lub przeładunku składników. W celu sprawdzenia współczynnika „woda/cement” w gotowej mieszance wykonuje się test suszenia, pozwalający określić pozostałą ilość wody. W tym celu, co najmniej 5 kg świeżego betonu jest ważone w metalowej misie, a następnie całkowicie suszone w piecu o temperaturze 105°C z ciągłym mieszaniem. Całkowita ilość wody ulega wyparowaniu, gdy masa mierzzonej próbki przestaje się zmniejszać. Różnica między masą próbki przed i po wysuszeniu odpowiada zawartości wody. Oprócz określenia zawartości wody konieczne jest dodatkowo wyznaczenie gęstości świeżego betonu w celu obliczenia współczynnika „woda/cement”.

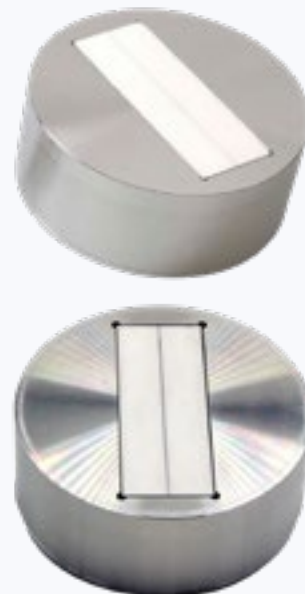


Wymienione metody są czasochłonne, a co gorsza wrażliwe na błędy. W przypadku poboru próbki istotna jest wilgotność zarówno drobnych frakcji (jak piasek), a także tych o większej ziarnistości (jak żwir). Ponadto taka próbka może być niereprezentatywna ze względu na brak właściwych proporcji między docelowymi składnikami. W rezultacie wyniki takiego testu będą dalekie od rzeczywistych warunków w przygotowanej mieszance. Poziom wilgotności poszczególnych składników, jak np. piasek, jest najczęściej szacowany na podstawie doświadczenia obsługi. Może się jednak zdarzyć sytuacja, gdy z powodu

warunków składowania czy opadów podczas transportu wilgotność surowców będzie się znacząco różnić od zakładanej. Typowa wilgotność tego surowca waha się w przedziale od 2 do 8%. Taka różnica może mieć znaczący wpływ na jakość betonu. Z tego powodu wilgotność poszczególnych składników mieszanki betonowej powinna być mierzona przed ich wymieszaniem.

#### Solitrend – precyzyjne rozwiązanie do pomiaru wilgotności

Czujniki Solitrend Endress+Hauser pozwalają dokładnie określić, jak dużo wody zawierają poszczególne składniki mieszanki jeszcze przed pomiarem wilgotności świeżego betonu. Dzięki tej wiedzy można precyzyjnie oszacować ilość wody, którą należy dodać do przygotowywanej mieszanki, a co za tym idzie, zapewnić pożądany poziom wilgotności produktu końcowego. Czujnik Solitrend MMP41 to rozwiązanie stosowane w przypadku różnych materiałów sypkich o wielkości ziaren do 30 mm. Pomiar z wykorzystaniem metody reflektometrii w domenie czasu, zbliżonej co do zasady działania do tzw. radarów falowodowych, umożliwia wykonanie aż 100 interwałów pomiarowych na sekundę, co przekłada się na dokładne i precyzyjne określenie uśrednionej wilgotności dla danej partii materiału. Solitrend może być zainstalowany poniżej wlotu usypowego zbiornika, w przestrzeni, gdzie materiał spada swobodnie lub na przenośniku taśmowym przy użyciu ślizgacza. Pomiar tą metodą ma zasadniczą zaletę – pomaga w sterowaniu procesem, poprzez zmniejszenie ilości dozowanej wody w przypadku stwierdzenia zbyt dużej wilgotności mieszanki. Zbędne jest też ważenie dodatkowych składników. Pora zatem zapomnieć o czasochłonnych analizach laboratoryjnych



i zacząć mierzyć wilgotność w rzeczywistym procesie, a nie tylko w losowej próbce, często niereprezentatywnej. Taki pomiar jest nie tylko powtarzalny, ale również wykonywany w sposób ciągły. Zmierzone wartości mogą być widoczne na opcjonalnym wyświetlaczu lub wysyłane bezpośrednio do systemu kontrolnego. Wprowadzając określone wartości graniczne, można także ustawić progi alarmowe do kontrolowania właściwego dozowania wody. Solitrend MMP41 przekonuje również zapisanymi krzywymi kalibracyjnymi dla większości stosowanych surowców, takich jak: piasek, żwir czy inne kruszywa. Po pierwszym uruchomieniu urządzenie nie wymaga ponownej rekaliibracji. Wysokiej jakości materiały zapewniają jego doskonałą wytrzymałość, a dla kruszyw o wysokich własnościach ścierających dostępne są także wersje wykonane ze stali utwardzanej. W procesach wysokotemperaturowych można zastosować czujnik o wytrzymałości do 120°C.

#### Korzyści na wyciągnięcie ręki:

- bezpieczeństwo procesu dzięki ciągłości pomiaru;
- inteligentne modele obliczeniowe – filtry m.in. do kompensacji przerw w ciągłości przepływu materiału, zmian w procesie, filtry do zastosowań w wymagających warunkach;
- właściwy czujnik do każdego zastosowania;
- bogaty wybór akcesoriów montażowych;
- wysoka wytrzymałość dzięki specjalnej konstrukcji i wysokogatunkowym materiałom wykonania. ■

AUTOR TO PRODUCT MANAGER LEVEL AND MOISTURE  
W FIRMIE ENDRESS+HAUSER POLSKA  
WWW.PL.ENDRESS.COM/SOLITREND

Zapraszamy  
na stoisko B1  
na targach  
**SYMAS**



**NIE ROBIMY STU RZECZY.  
ROBIMY JEDNĄ, ALE DOBRZE!  
THE 6X®. JUŻ DOSTĘPNA!**

W firmie VEGA wiemy o tym od ponad 60 lat: im prościej, tym lepiej. Dlatego nowa sonda radarowa do pomiaru poziomu nie jest dostępna w stu różnych wersjach, tylko w jednej, ale perfekcyjnie dopracowanej. VEGAPULS 6X jest wszechstronna, absolutnie niezawodna i działa w każdych warunkach procesowych.

**VEGA. HOME OF VALUES.**

[www.vega.com/radar](http://www.vega.com/radar)

**VEGA**

# Nowoczesne i niezawodne rozwiązania od firmy HUZAP

www.huzap.com

**Przedsiębiorstwo HUZAP to innowacyjna firma, która powstała w oparciu o przeszło 20-letnie doświadczenie swoich założycieli w dziedzinie budowy wag, maszyn pakujących i instalacji przemysłowych na rynkach zachodnich. Wyjątkowość HUZAP to nie tylko oferowanie dogodnych cen, ale przede wszystkim służenie fachowym, technicznym doradztwem.**



FOT. 1  
Martin Schkrobel, prezes firmy Huzap GmbH

Odbiorcami produktów i usług są: przemysł chemiczny, gumowy, budowlany, tworzyw sztucznych, spożywczy i paszowy. Dobrze wykształceni i zaangażowani pracownicy doradzają przy planowaniu i realizacji projektów. Za swój cel w Polsce przyjęto partnerskie relacje z klientami, doradztwo techniczne i realne ceny rynkowe.

– W nadreńskim Hennef znajdują się działy planowania i sprzedaży, z kolei przygotowanie produkcji oraz sama produkcja umiejscowiona jest w Bytomiu. Podział ten zapewnia wysoki stopień elastyczności wobec różnorodnych wymagań klienta, z drugiej strony gwarantuje atrakcyjny poziom cenowy z zachowaniem wysokiej jakości produktu – mówi Martin Schkrobel, prezes firmy Huzap GmbH.

## INNOWACYJNOŚĆ I STAŁY ROZWÓJ TO KLUCZ DO SUKCESU FIRMY

Różnorakie rozwiązania, które powstają w odpowiedzi na życzenia klienta, są szczegółowo analizowane i często uwzględniane później w realizacjach standardowych. Oprócz stałego rozwijania palety urządzeń, pracownicy firmy skupiają się również na wewnętrznych procesach organizacyjnych i marketingowych, stale poprawiając jakość działania z uwzględnieniem dynamiki zmian rynkowych.

Huzap cały czas się rozwija i wprowadza wiele nowych rozwiązań technologicznych. Dodatkowo skupia się na optymalizacji wewnętrznych procesów produkcyjnych i strukturalnych. – Wyjątkowość firmy Huzap polega na tym, że staramy się dostarczać klientom instalacje odpowiadające ich wyobrażeniom i oczekiwaniom, a są to niejednokrotnie bardzo rozbudowane instalacje. Nasze urządzenia powstają często jednorazowo i odróżniają się od pozostałych istotnymi szczegółami. Gwoli ścisłości, w naszej ofercie istnieją tzw. standardowe maszyny, które klient może zobaczyć choćby w naszych prospektach. Inaczej nie moglibyśmy w pełni przedstawić oferty klientowi, który jeszcze nie zna naszych urządzeń. Urządzeniami standardowymi nazywamy instalacje, które zbudowaliśmy wielokrotnie w podobnym wykonaniu dla wielu klientów z tej samej branży, produkujących ten sam lub zbliżony produkt. Jednak najczęściej spotykamy się z indywidualnymi wyzwaniami stawianymi przez klienta, którym to jesteśmy w stanie podjąć, m.in. ze względu na wieloletnie zawodowe doświadczenie naszych pracowników – dodaje prezes Martin Schkrobel.



## WYSPECJALIZOWANA PRODUKCJA WAG

Firma Huzap specjalizuje się w budowie wag, dzięki czemu klientom z branży przetwórstwa PCW i przemysłu gumowego może zaoferować i dostarczyć kompletne instalacje, w których skład wchodzi bardzo dokładne wagi. Wagi te są sercem całej instalacji i zapewniają odpowiednie przetworzenie mieszanek, zgodnie z zapotrzebowaniem klienta. Stabilność pracy instalacji firmy Huzap gwarantuje naszym klientom osiągnięcie wysokiej jakości produktów końcowych. ■



# Pomiary w magazynach warzyw i owoców

Grzegorz Ciałoń

Obserwując postęp technologiczny w ostatnich dziesięcioleciach, szybko dochodzimy do wniosku, że dotyczy on wszystkich gałęzi gospodarki. Nieustający wyścig we wzroście produkcji i wydajności nie omija więc także branży spożywczej. Cały cykl – od siewu, poprzez uprawę, zbiór, transport, magazynowanie, pakowanie i dostawę do odbiorcy – uległ zautomatyzowaniu i ukierunkowany jest na wzrost efektywności. Bardzo często finalne dojrzewanie warzyw czy owoców następuje już po zbiorze plonu, w magazynach. Wywoływane jest sztucznie, gdyż przynosi zyski w procesie produkcyjnym – zwalnia miejsce na nowy siew oraz przesuwając etap dojrzewania bliżej etapu dostawy do klienta, wydłużając tym samym okres przydatności do spożycia. Jakie czynniki wpływają na jakość magazynowania warzyw i owoców? Jak w tym obszarze pomaga metrologia? Spróbujmy przyjrzeć się tym zagadnieniom.

## Kluczowe magazynowanie

Obecnie z jednego metra kwadratowego uzyskiwane są plony wielokrotnie większe niż w przeszłości. Jednocześnie rolnicy łączą swoje areale, tworząc coraz większe obszary produkcyjne. Niejednokrotnie mamy do czynienia z całymi regionami nastawionymi na produkcję tego samego produktu. Tak duża, skoncentrowana produkcja wymaga zaawansowanych technik magazynowania i transportu.

Mamy świadomość, że najnowsze rozwiązania w dziedzinie magazynowania są często dobrze strzeżoną tajemnicą handlową. Istnieją jednak pewne uniwersalne zasady, którymi kierują się wszyscy uczestnicy rynku warzyw i owoców. Podstawowym celem magazynu jest stworzenie takich warunków, aby produkt w nim przechowywany utrzymywał swoją świeżość (wygląd, ciężar, smak, strukturę) jak najdłużej. Specyficzne warunki, a nawet pewien ich ciąg przygotowywany jest pod konkretny produkt. Warunki są zatem inne dla jabłek, inne dla pomidorów i jeszcze inne dla ziemniaków. Mają one jednakże wiele wspólnych cech.

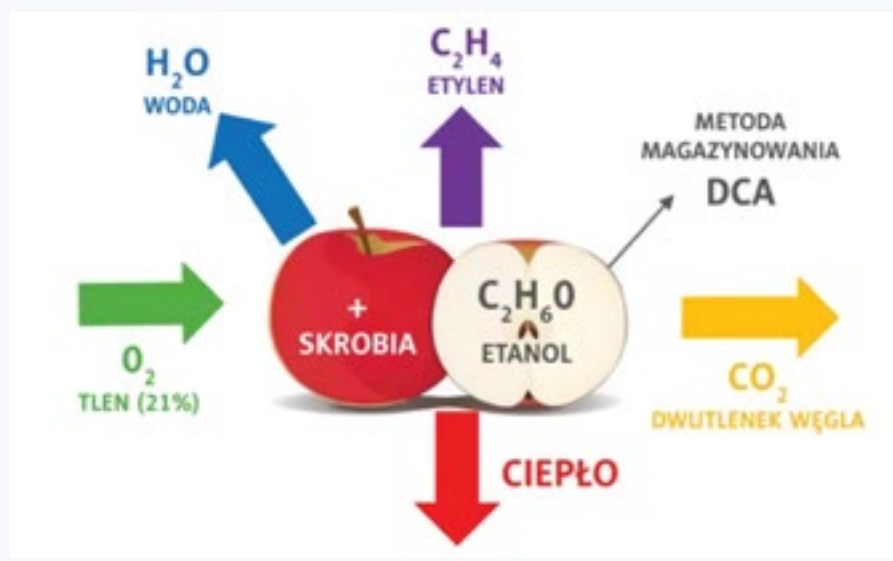
## Kontrolowana atmosfera kluczem do sukcesu

W naturalnym środowisku, po szczytowym procesie dojrzewania, stan owoców i warzyw ulega pogorszeniu. Towarzyszą temu procesy:

- oddychania,
- odwodnienia,
- rozwoju mikroelementów (choroby),
- zmiany składu i procesy fermentacyjne.

Warzywa i owoce nieprzerwanie uwalniają do otoczenia ciepło, wodę oraz dwutlenek węgla. Oznacza to, że podstawą pomiarów, jakie powinny się znaleźć w takim magazynie, są właśnie pomiary wilgotności, temperatury oraz  $\text{CO}_2$ .

W języku branżowym istnieje określenie *Controlled Atmosphere* (CA). Oznacza ono kontrolowanie atmosfery poprzez ciągłe



RYS. 1  
Schemat metody DCA

jej monitorowanie oraz redukcja tlenu. W rezultacie prowadzi to do ograniczenia procesu oddychania i wydłuża okres przechowywania. Istnieją także inne metody takie jak DCA, gdzie kontrola obejmuje także pomiar fluorescencji chlorofilu czy wydzielania etanolu. Zaawansowana dynamicznie kontrolowana atmosfera (DCA) ma jeszcze precyzyjniej determinować generowane warunki, mając dodatkową informację o nadchodzących procesach fermentacji.

## $\text{O}_2$ i $\text{CO}_2$

Pod hasłem CA kryje się kilka koncepcji, m.in. są to ULO, XLO, ILOS, DILOS, DCE. Przykładowo, ULO (*Ultra Low Oxygen*) oznacza wypieranie tlenu z magazynu w początkowej fazie magazynowania, XLO (*Extra Low Oxygen*) – redukcję tlenu jeszcze bardziej poniżej 1%. Brak tlenu wraz ze zmniejszeniem temperatury powoduje, że procesy dojrzewania i oddychania warzyw i owoców zwalniają.

Spowolnienie procesu dojrzewania to pierwszy krok. Choć wolniej, tlen nadal pobierany jest z atmosfery i przetwarzany na dwutlenek węgla. Należy więc uzupeł-

nić braki powyżej poziomu minimalnego, gdyż owoce pozbawione tlenu całkowicie obumrą i nastąpi szybki wzrost fermentacji.

## Temperatura

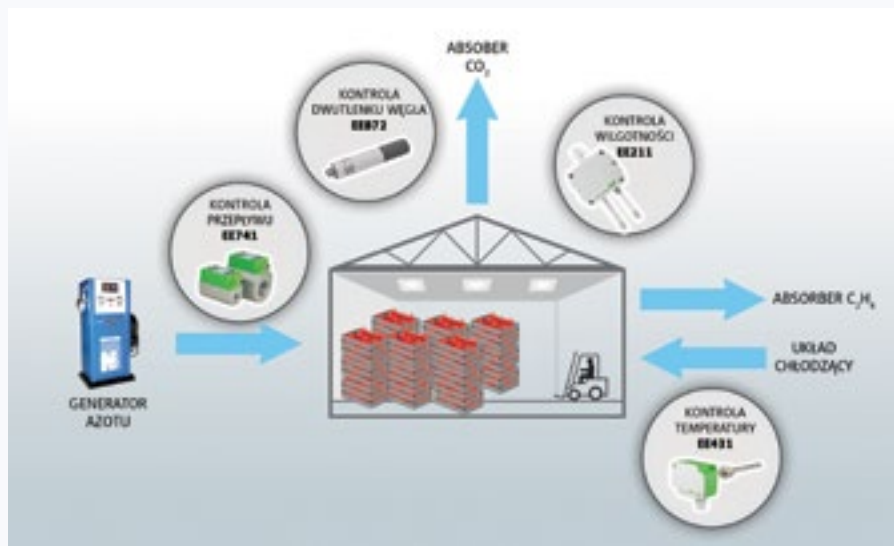
Magazynowane owoce i warzywa wydzielają energię cieplną. Ciepło to należy kompensować obniżając temperaturę. Przy okazji należy zwrócić uwagę na to, aby nie dochodziło do lokalnych zmrożeń, gdyż nieodwracalnie uszkodzą one strukturę produktu. Należy także zdawać sobie sprawę z tego, że w różnych częściach magazynu występują także różnice temperatury, np. w pobliżu ścian czy też elementów chłodzących.

## Wilgotność

Aby ograniczyć odwodnienie generuje się wilgotność atmosfery bliską 100%. W warunkach bliskich kondensacji owoce

	Skład w normalnej atmosferze	Warunki magazynowania według ULO
Azot	79%	97%
Tlen	20,9%	1%
Dwutlenek węgla	0,04%	0,7–4%

TAB. 1  
Skład atmosfery w magazynie o niskiej zawartości tlenu



RYS. 2 Schemat aparatury pomiarowej w magazynie jabłek

nie wysuszają się, nie tracą na wadze, zachowują pożądaną jędrność. Niestety, kiedy dojdzie do nasycenia i skropleń, każda kropla może stać się zaczątkiem rozwoju mikroorganizmów i potencjalnym źródłem zagrożenia całego procesu. Pojawienie się wody może być wywołane zarówno na skutek mało precyzyjnego układu regulacji, jak też zmian pogodowych (temperatury) na zewnątrz magazynu.

**Wymagania w stosunku do urządzeń pomiarowych**

Proces CA zaczyna się więc komplikować. Aby przeprowadzić go właściwie potrzebne są urządzenia pomiarowe. Urządzenia te powinny charakteryzować się długoterminową stabilnością w niesprzyjających warunkach, a w szczególności posiadać:

- wysoką odporność technologii na wilgoć (czujniki podgrzewane);
- dokładne pomiary (małe niepewności poniżej 1,5%);
- szybki czas reakcji nawet przy wysokiej wilgotności;
- odporność na zabiegi chemiczne;
- sondy ze stali nierdzewnej (preferowane w przemyśle spożywczym);
- IP65 (również do pomiaru CO<sub>2</sub>), czasami IP68;

- konstrukcje szybko zdejmowane, odporne na przekładanie, łatwo wymienne elementy.

**Aparatura pomiarowa w magazynie jabłek**

Szacuje się, że na całym świecie magazynowanych jest od 400 do 600 ton jabłek. Jabłka wśród owoców są produktem, który może być przechowywany najdłużej – nawet do 12 miesięcy. Główne wyzwania w tych magazynach to:

- wilgotność 90...95%;
- temperatura 0...5°C;
- CO<sub>2</sub> 0...5000 ppm.

Długi okres przechowywania wymaga stabilnego i niezawodnego systemu. Do pomieszczeń beztlenowych generalnie obowiązuje zakaz wstępu, więc urządzenia muszą być niezawodne i bezobsługowe.

Do tego typu aplikacji proponujemy zastosowanie przetworników wilgotności i temperatury z podgrzewanym sensorem, przetworniki dwutlenku węgla z podgrzewanym modułem pomiarowym i kompensacją zmian ciśnienia, termiczne przepływomierze masowe, a także przetworniki temperatury.

Przetwornik stężenia dwutlenku węgla EE872 wyróżnia się podgrzewanym modu-

łem pomiarowym. Podniesienie temperatury o kilka stopni powyżej otoczenia pozwala obniżyć wilgotność wewnątrz urządzenia, a to zapobiega kondensacji wody oraz korozji.

Klasa ochrony IP65 oraz filtr teflonowy zapewniają doskonałą ochronę w zanieczyszczonym środowisku. Pomiar ciśnienia atmosferycznego zabudowany w urządzeniu pozwala na kompensację zmian ciśnienia aplikacji. Zwiększa tym samym dokładność urządzenia. W przetworniku zastosowano wymienny moduł pomiarowy, co pozwala na szybkie i bezproblemowe prace serwisowe.

Termiczny przepływomierz masowy EE741 służy do pomiaru przepływu powietrza i gazów technicznych np. azotu. Czujnik przepływu może być zainstalowany na rurach od DN15 do DN50. Stopień ochrony obudowy przepływomierzy to IP65. Przepływomierz może być elementem układu sterowania – wyposażony jest w wyjścia impulsowe, analogowe 4 ... 20 mA lub przekaźnikowe.

Przetwornik wilgotności serii EE211 posiada element podgrzewający okolice sensora pomiarowego. Dzięki temu na sensorze unika się skropleń wody powodujących nieprawidłowe wskazanie 100% wilgotności. To główna zaleta tego rozwiązania. Dodatkowo zmniejsza się ryzyko korozji oraz wykwitów biologicznych na sensorze.

Aby jednak obliczyć rzeczywistą wilgotność w aplikacji, w przetworniku występuje odrębny sensor temperatury. Sensor ten może być zamontowany bezpośrednio w przetworniku – wtedy określona zostanie wilgotność powietrza wokół przetwornika. Przy zastosowaniu przewodu, można sensor temperatury wprowadzić w okolice, a nawet przymięć ziemiaków. Otrzymamy wtedy pomiary w okolicach samego składowanego materiału. Warto podkreślić, że metalowa konstrukcja czujnika pozwala na kontakt z żywnością.

**Magazynowanie warzyw**

Przechowywanie warzyw korzeniowych w kontrolowanej atmosferze wymaga trzech głównych czynników:



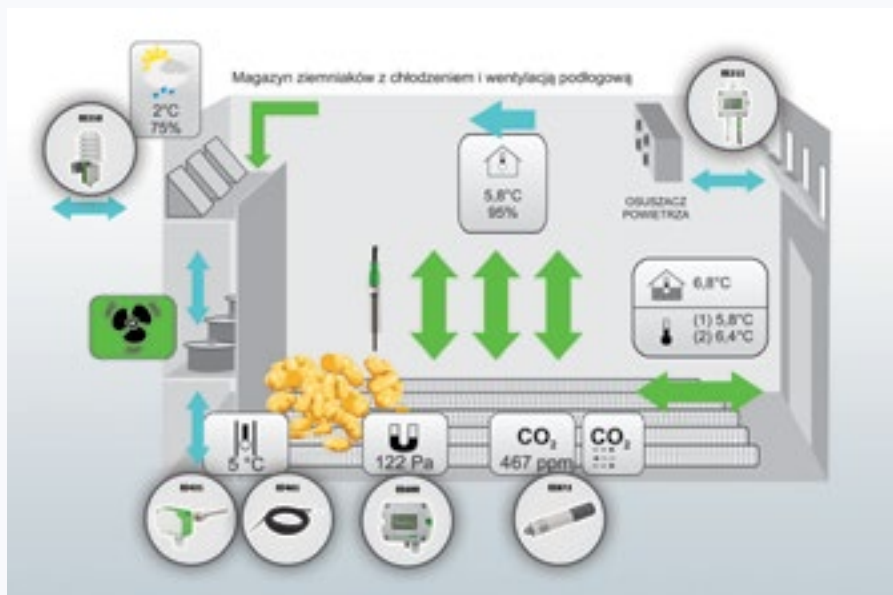
RYS. 3 Przetwornik stężenia dwutlenku węgla EE872



RYS. 4 Termiczny przepływomierz masowy EE741



RYS. 5 Przetwornik wilgotności serii EE211



RYS. 6

Magazyn warzyw korzeniowych – schemat wentylacji

**Właściwa wentylacja.** Szczególnie na początku odbywa się silne wentylowanie powietrzem zewnętrznym, aby uzyskać odpowiednie przesuszenie i schłodzenie produktu. Następnie wentylowanie ma na celu utrzymywać właściwy poziom stężenia dwutlenku węgla i wydzielanego etylenu. Choć etylen we właściwej proporcji jest korzystny, to jego nadmiar może powodować duże straty przez np. kiełkowanie ziemniaków. W przypadku przechowywania cebuli stosuje się techniki CA/UULO.

**Chłodzenie.** Warzywa dłużej pozostają świeże i nadają się do sprzedaży, gdy temperatura jest stale niska. Zmiany temperatury zewnętrznej muszą być korygowane przez wewnętrzne urządzenia schładzające (chillery). Należy jednak uważać, by zbytnio nie wysuszyć powietrza!

**Nawilżanie.** Ziemniaki, marchewki, pory, selery, aby nie ulegały nadmiernemu osuszeniu, powinny być przechowywane przy wysokiej wilgotności względnej od 90 do 95%. Stosuje się specjalne nawilżacze ultradźwiękowe, które pozwalają minimalizować osuszenie powietrza wywołane przez urządzenie schładzające.



RYS. 7

Przetwornik różnicy ciśnień EE600

### Aparatura pomiarowa w magazynie ziemniaków

Szacuje się, że na całym świecie produkuje się rocznie prawie 400 mln ton ziemniaków. Największym producentem są Chiny z produkcją prawie 100 mln ton. Ziemniaki ze swej natury nadają się do długotrwałego przechowywania, jednak stworzenie optymalnych warunków pozwala na wydłużenie tego okresu przy zachowaniu świeżości. Około 50 mln ton ziemniaków jest przechowywanych w nowoczesnych magazynach. Te największe magazyny mogą przyjąć ponad 5000 ton. Podstawowe wymagania magazynu to:

- wilgotność 90...95%;
- temperatura 5...10°C;
- CO<sub>2</sub> 3000...5000 ppm, max 3%;
- wentylacja powietrzem zewnętrznym (różne typy);
- odporność na zanieczyszczenia aparatury pomiarowej;
- ryzyko wzrostu materiałów biologicznych na aktywnych częściach sensorów.

W magazynach ziemniaków, podobnie do jabłek, najlepiej sprawdzają się wspo-



RYS. 8

Przetwornik EE210 Outdoor

minane już przetworniki EE211 z podgrzewanym sensorem oraz przetworniki dwutlenku węgla EE872 z podgrzewanym modulem pomiarowym i kompensacją zmian ciśnienia. W przypadku magazynowania ziemniaków należy także zastosować przetworniki wilgotności EE210 z osłoną radiacyjną do pomiaru warunków zewnętrznych, przetworniki różnicy ciśnień EE600 do określenia prawidłowej wentylacji wsadu i pomieszczenia, a także przetworniki temperatury,

Przetwornik różnicy ciśnień EE600 przeznaczony jest do bardzo dokładnego pomiaru różnicy ciśnień powietrza w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych. Może być także stosowany do monitorowania filtrów, jak również do monitorowania kanałów rozprowadzania powietrza.

Przetwornik EE210 Outdoor to z kolei przetwornik wilgotności i temperatury z osłoną radiacyjną, do pomiarów warunków atmosferycznych na zewnątrz budynków.

### Magazynowane wymaga dokładności

Magazyny warzyw i owoców to obecnie duże powierzchnie, naszpikowane urządzeniami do pomiaru, rejestracji i sterowania. To także olbrzymie zaplecza sprzętu w postaci układów wentylacji, schładzania, nawadniania i regulacji składu atmosfery. Wszystko dograne według najnowszych algorytmów, aby utrzymać optymalne warunki.

Jeden mały czynnik pozbawiony kontroli może być początkiem katastrofy. Chociażby zmiana temperatury zewnętrznej. Oczywistą sprawą jest, że słaba izolacja termiczna wpływa na skoki temperatury wewnątrz magazynu. Mniej oczywistym może być fakt, że gdy w magazynie mamy 8°C i 92% wilgotności względnej (optymalne warunki do przechowywania ziemniaków), to punkt rosy wynosi zaledwie 6,78°C. Oznacza to, że jeśli gdzieś w okolicy (np. dachu czy też konstrukcji stalowej) dopuścimy do lokalnego schłodzenia zaledwie o 1,5°C, to nastąpi efekt kondensacji i skropliny wody wpłyną na produkt. Tego staramy się uniknąć, a pomocnym będzie stosowanie urządzeń pomiarowych o podwyższonej klasie dokładności. Podobną kontrolę należy stosować w magazynach dojrzewania, czy też podczas transportu. Omówienie tych aplikacji wymaga jednak osobnego artykułu. ■

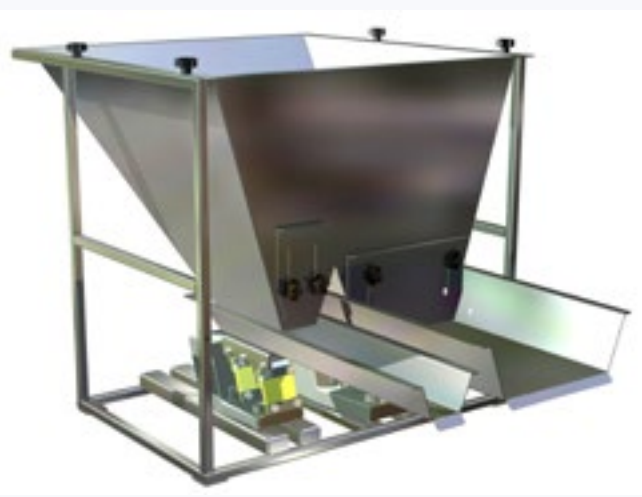
AUTOR JEST KIEROWNIKIEM DZIAŁU KOMPONENTÓW  
AUTOMATYKI W FIRMIE INTROL SP. Z O.O.

### Wibracyjny dozownik cukierków – produkcji INWET SA

Dozowniki tego typu służą do podawania zadanych porcji materiałów sypkich do opakowań. Urządzenie składa się ze zbiornika zasypowego i dwóch podajników wibracyjnych (zgrubnego i dokładnego), wyposażonych w układy sterujące przystosowane do sterowania sygnałami z układu wagowego. Zastosowanie dwóch podajników na jednym dozowniku pozwala znacznie zwiększyć wydajność i dokładność procesu.

Do największych zalet tych urządzeń można zaliczyć: wysokie wydajności w stosunku do niewielkich rozmiarów, proste i precyzyjne sterowanie wydajnością (wielkością podawanej porcji produktu), łatwość utrzymania w czystości wszystkich elementów mających kontakt z produktem oraz wysoką niezawodność i żywotność.

Grafika przedstawia dozownik wibracyjny do podawania cukierków do opakowań kartonowych.



[www.inwet.eu](http://www.inwet.eu)

### Silosy i stacje magazynowe produkcji WAKRO

Firma WAKRO oferuje duży wybór silosów o objętości od 9 do 2000 m<sup>3</sup> do materiałów sypkich w szerokim zakresie ich właściwości fizycznych. Wykonuje również silosy ze specjalnym wyposażeniem do przechowywania materiałów mogących tworzyć z powietrzem atmosferę o właściwościach wybuchowych.

WAKRO produkuje silosy ze stali węglowej lub stopowej w wielu konfiguracjach, np. jednokomorowe, wielokomorowe, z dnem stożkowym lub z dnem aeracyjnym.

W zależności od potrzeb klienta załadunek silosu może być realizowany w sposób:

- grawitacyjny, za pomocą podajnika kubelkowego lub taśmowego;
- pneumatyczny, z wykorzystaniem transportu pneumatycznego z cystern samochodu lub układu technologicznego. Jeśli zachodzi konieczność załadunku silosu z autocysterny przy użyciu urządzeń NO, to WAKRO projektuje kompletne stanowiska rozładownicze zgodnie z wymaganiami TDT.

WAKRO wykonuje również silosy wolnostojące, jak również połączone w grupę silosów i zabudowane na jednej wspólnej konstrukcji wsporczej tzw. stacje magazynowe. Konstrukcja wsporcza silosu może być w wersji przejazdnej (przystosowana do grawitacyjnego załadunku autocystern lub samochodów otwartych) oraz nieprzejazdnej.



Silosy są wyposażone w system bezpieczeństwa, który kontroluje proces napełniania, a także w filtry silosowe, aparaturę kontrolno-pomiarową, przewody załadownicze oraz systemy spalczania materiału montowane na leju w celu ułatwienia opróżniania silosu i inne rozwiązania uzasadnione ze względu na specyficzne właściwości magazynowanego materiału.

Oprócz silosów standardowych WAKRO wykonuje silosy o nietypowej konstrukcji, zaprojektowane indywidualnie na podstawie wymagań określonych przez klienta.

Produkty WAKRO są wytwarzane zgodnie z systemem zarządzania jakością ISO.

[www.wakro.com.pl](http://www.wakro.com.pl)

### Silos tkaninowy

Silos tkaninowy firmy ZUPTOR Sp. z o. o. przeznaczony jest do przechowywania zboża oraz gotowych mieszanek paszowych. Zbudowany jest ze specjalnej, oddychającej i wytrzymałej tkaniny opartej na metalowej konstrukcji. Silos ten może być montowany wewnątrz pomieszczeń. Można go doposażyć w rurę załadunku pneumatycznego oraz zasuwę wysypową.

Produkt wyróżnia się spośród innych tego typu na rynku swoją kompaktową, lecz solidną konstrukcją oraz prostym montażem. Elastyczny i oddychający materiał, z którego wykonano silos sprawia, że

nie skrapla się w nim para wodna, a przez to nie powstaje w nim pleśń.

Parametry techniczne:

Dane techniczne	Jedn.	Typ silosu				
		ST-2	ST-3	ST-5	ST-6	ST-9
Ładowność	t	2,1	3,5	5,0	6,3	9,6
Pojemność	m <sup>3</sup>	3,2	5,5	7,7	9,7	14,8
Wysokość	mm	3500	4000	4500	5000	5300
Szerokość	mm	1800	2100	2200	2200	2700
Wysokość wysypu od podłoża	mm	700	700	800	800	800
Ciężar	kg	170	200	250	270	390

[www.zuptor.com.pl](http://www.zuptor.com.pl)





### Wielopunktowy monitoring temperatury w silosach

Dwuprzewodowe przetworniki temperatury THERMO-POINT są odpowiednie do ciągłego, wielopunktowego pomiaru temperatury, wskazania i transmisji normalnych i wybuchowych cieczy, proszków lub granulatów. Temperatura ziarna, paszy składowanej w silosach musi być monitorowana dla utrzymania właściwej jakości przechowywanego medium. Monitorowanie całkowitej zawartości silosu jest konieczne w celu informowania o przypadkowej utracie jakości lub pojawieniu się bakterii lub grzybów. Ewentualny wzrost temperatury ostrzeże operatora, aby mógł zastosować odpowiednią metodę działania lub przesypywanie materiału. Pomiar temperatury odbywa się poprzez elektroniczne czujniki



temperatury rozmieszczone w równych odległościach w elastycznej rurze ze stali nierdzewnej. Każdy czujnik wysyła aktualnie zmierzoną temperaturę ze swojego obszaru do głowicy przetwornika. Głowica komunikuje się z urządzeniem w sterowni za pomocą HART®. Zmierzone wartości są przekazywane do dalszego przetwarzania przez HART®. Dalsze przetwarzanie wartości można wykonać przy pomocy urządzenia MultiCONT lub komputera PC. Jeśli wymagany jest pomiar poziomu, system można rozszerzyć za pomocą przetwornika. Zaletą korzystania z kombinowanego systemu jest to, że nowy przetwornik może być łatwo wprowadzony do istniejącej pętli, a komunikacja będzie się nadal odbywać przy użyciu HART®.

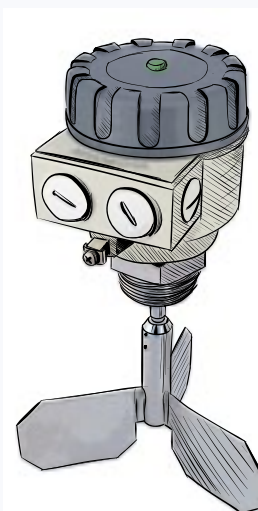
[www.nivelco.pl](http://www.nivelco.pl)

### NIVOROTA – wirnikowy sygnalizator poziomu

Przeprojektowany obrotowy łopatkowy sygnalizator poziomu NIVOROTA wraca z rozszerzonym wyborem śmigieł i bardziej niezawodną konstrukcją.

NIVOROTA wykrywa poziom materiałów sypkich, proszków, ziaren i granulatów. Zamontowany na zbiornikach, silosach i lejach monitoruje i kontroluje poziom, napełnianie i opróżnianie z materiałów, takich jak: kamienie, popiół, piasek, węgiel, pasza, plastry buraczane itp. Śmigło jest napędzane przez silnik elektryczny i obraca się swobodnie przy braku materiałów. Gdy materiał zatrzyma ruch śmigła, silnik zostaje wyłączony, a przełącznik wyjściowy wyzwala. Kiedy poziom materiału spada, śmigło może się znowu swobodnie obracać, silnik jest ponownie aktywowany, a przełącznik wraca do stanu wyjściowego.

Dostępne są wersje pyłowe ATEX Dust-Ex do stosowania w środowisku wybuchowym.



#### CECHY:

- sygnalizacja poziomu materiałów sypkich;
- wersje przedłużone linowe lub prętowe do 3 m;
- automatyczne wyłączenie silnika;
- wykonanie wysokotemperaturowe;
- IP67;
- wykonanie Ex pyłowe;
- moment obrotowy niezależny od napięcia zasilania;
- zbyt niskie napięcie zasilania sygnalizowane migającą LED.

#### ZASTOSOWANIA:

- przemysł spożywczy: ziarna słonecznika, łuski słonecznika, kawa, proszek, kakao, mąka, cukier itp.
- przemysł chemiczny: tworzywa sztuczne proszek, granulaty, pelety
- materiały budowlane: cement, piasek, wapno, gips
- energetyka: sadza, węgiel, miał, popiół

[www.nivelco.com](http://www.nivelco.com)

# NIVELCO

## Pomiary to nasza specjalność!

### POMIARY:

- ▶ Poziomu materiałów sypkich
- ▶ Przepływu materiałów sypkich
- ▶ Emisja pyłu i pył zawieszony
- ▶ Temperatura w silosach zbożowych
- ▶ Aeracja materiałów sypkich

**NIVELCO-POLAND Sp. z o.o.**  
 ul. Chorzowska 44B, 44-100 Gliwice  
 tel.: 32 270 37 01, fax: 32 270 38 32  
 poland@nivelco.pl [www.nivelco.pl](http://www.nivelco.pl)



## Z NIVELCO ...wiesz ile masz

# KOMPOZYT EXPO®

28-29.09.2022  
Kraków

Jedynie takie  
wydarzenie  
w Polsce!



■ **Bogaty program towarzyszący:**

- technologie wodorowe
- kompozyty w branży budowlanej
- materiały i technologie kompozytowe w sporcie i rekreacji
- recykling materiałów kompozytowych

■ **Strefa pokazowa kół naukowych**

■ **Panel konferencyjny i warsztaty eksperckie**



11. Międzynarodowe Targi Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych



## Podnośniki łańcuchowe i kubełkowe z oferty Serafin Maszyny

Na szczególną uwagę zasługują podnośniki łańcuchowe serii T oraz kubełkowe serii Z. Przeznaczone są do transportu pionowego i częściowo poziomego. Mogą być łączone w kompleksowe instalacje do transportu ziarna. Co więcej, podnośniki wykonane są z ocynkowanego materiału, co umożliwia stosowanie ich na zewnątrz.

Podnośniki łańcuchowe T wyposażone są w gumowe zgarniaki, dzięki którym materiały transportowane są cicho i bezpiecznie. Sekcje boczne mogą być wyposażone w koryta zasypowe z przenośnikiem ślimakowym, co pozwala łączyć transport poziomy z pionowym. Łączenia pod kątem 45, 55 lub 90° są możliwe przy użyciu segmentów kątowych. Pomimo niewielkich wymiarów podnośniki charakteryzują się dużą wydajnością, a zlokalizowany na górze wylot zapewnia efektywne wykorzystanie wysokości. Podnośnik sprawdzi się najlepiej przy transporcie ziarna z kosza przyjęciowego bezpośrednio do silosu lub do baterii silosów poprzez przenośnik łańcuchowy z pośrednimi wylotami. Przepustowość podnośników waha się w zależności od modelu od 25 do 45 ton na godzinę, a prędkość łańcucha to 1,71 metra na sekundę.

Podnośniki kubełkowe serii Z przeznaczone są do transportu materiału podatnego na wszelkie uszkodzenia mechaniczne. Składają się z łańcucha zaprzęzonego w pojemne czerpaki, które pozwalają na transport materiału o tej samej wydajności co podnośniki kubełkowe, ale z mniejszą prędkością i większą precyzją poboru oraz wysypu produktu. Dzięki temu nie powodują różnego rodzaju otarć, pęknięć czy innych wad powstających podczas transportu materiału tradycyjnym podnośnikiem kubełkowym. Doskonale sprawdzają się przy gotowych produktach paszowych i spożywczych, jak również w wypadku nasion delikatnych, np. strączko-



FOT. 1  
Podnośnik typu Z

FOT. 2  
Podnośnik łańcuchowy

wych. Dostępne są modele o szerokiej gamie zastosowania i wydajności.

Firma Serafin obchodzi 15-lecie działalności. Obecnie jej oferta obejmuje bardzo szeroką gamę maszyn i urządzeń dla wielu branż gospodarki: maszyny budowlane, komunalne, ogrodnicze, leśne i rolnicze, urządzenia z zakresu technologii zbożowo-nasiennej, takie jak np. mierniki wilgotności zboża i ziarna, urządzenia do zaprawiania, suszenia, magazynowania, ważenia i pakowania ziarna, urządzenia do czyszczenia i sortowania zbóż i nasion, także rozwiązania dot. transportu i magazynowania materiałów sypkich, takie jak przenośniki i podnośniki różnego typu, rury i kształtki do transportu grawitacyjnego oraz rozwiązania przeciwwybuchowe, np. klapy odciągające ATEX, a także silosy.

[www.serafin-maszyny.com](http://www.serafin-maszyny.com)

## NORO

System transportu grawitacyjnego  
**Rury i kształtki**

Asortyment **NORO** obejmuje standardową gamę rozdzielaczy, kształtek i rur o średnicach od 80 do 600mm.

System **NORO** służy do transportu i odpylania **surowców sypkich**. Został zaprojektowany zarówno do transportu grawitacyjnego, jak i pneumatycznego.

# Serafin®

TECHNOLOGIA ZBOŻOWO-NASIENNA W JEDNYM MIEJSCU  
serafin.agro.pl    biuro@serafin.agro.pl    +48 12 43 44 106

**PRECO**

Systemy PRECO  
**Przenośniki i podnośniki materiałów sypkich**

Łódzka firma **Preco** jest ekspertem w dziedzinie przeladunku zboża. Od 1994 roku produkuje przenośniki i suszarnie do zbóż, roślin pastewnych i strączkowych, nasion i innych sypkich produktów.

# Silos z blachy płaskiej czy falistej?

www.agremo.pl

Od kilku lat na rynku magazynów zbożowych zauważalna jest tendencja do lansowania silosów z blachy falistej. Handlowcy oferujący to rozwiązanie zgodnym chórem mówią o dużej wytrzymałości takiej konstrukcji, a także o załamywaniu promieni słonecznych, co rzekomo zapobiega nagrzewaniu przechowywanych materiałów.



FOT. 1

Silosy z lejem zsypowym typu ZL produkowane przez AGREMO, wykonane z blach płaskich.

Czy aby na pewno jest to prawda? Nie ulega wątpliwości, że zastosowanie blachy falistej pozwala na większą swobodę w projektowaniu. Każda „fala” na części walcowej pełni rolę wręgi, co poprawia sztywność. Dzięki temu nie trzeba projektować konstrukcji poszycia opartej na podłużnicach i wręgach poziomych. To zdecydowanie ułatwia projektowanie i montaż, ale niesie za sobą poważne zagrożenia. Dodatkowa sztywność uzyskana przez wykonanie fali pozwala na znaczne zmniejszenie grubości blachy tworzącej poszycie zbiornika. W praktyce oznacza to, że silosy wykonane w takiej technologii mają dużo cieńszą cargę, co jednoznacznie przekłada się na niższą trwałość takiego zbiornika i znacznie krótszy czas jego eksploatacji. Zastosowanie mniejszej grubości blach na poszyciu zbiornika ma ewidentnie negatywny wpływ na jego jakość. Dla przykładu w miejscach, gdzie przy silosie wykonanym z blach płaskich czołowi producenci stosują blachę o grubości 2 mm, przy blachach falistych spotkamy się z blachą o grubości 1÷1,25 mm. To prawie 100% różnicy! Wpływ takiego „odchudzenia” na trwałość i długość cyklu życia produktu jest oczywisty. Doskonale widać to w konstrukcjach montowanych w latach osiemdziesiątych i dzie-

więćdziesiątych, np. w silosach typu PRM. Dziś po latach eksploatacji są one często bardzo zniszczone.

A teraz problem powłoki z cynku i jej trwałości. W silosie „płaskim” część walcowa składa się z arkuszy blach zamontowanych w kolejnych pasach walca (cargach), tak, że powłoka cynku jest nienaruszona. Blachę falistą tworzy się przez walcowanie (wyginanie) płaskich arkuszy na zimno. Jest to operacja technologiczna zwiększająca ilość uszkodzeń mechanicznych cynku, powodująca mikropęknięcia powłoki, w które wnika woda. Proces ten jest szczególnie destrukcyjny zimą.

Na mniejszą trwałość wpływa także specyfika eksploatacji silosów. Podczas



FOT. 2

Trwałe odkształcenie części walcowej silosu z blachy falistej

rozładunku zbiornika przy poszyciu powstają ogromne siły działające na część falistą. Z czasem powoduje to utratę geometrii carg i finalnie uszkodzenie części walcowej. Niejednokrotnie dochodzi do rozszczelnienia poszycia i poważnej awarii zbiornika.

Kolejny problem to utrzymanie czystości w silosach wykonanych z blachy falistej. Mimo staranności producentów w doborze odpowiedniej wysokości fali nie da się w takim silosie zapewnić sterylności, choćby zbliżonej do tej w silosach wykonanych z blachy płaskiej. Kurz ma tendencję do osiadania nawet na elementach pionowych, więc jakiegokolwiek załamanie w postaci fali znacząco pogarsza parametry czystości przechowywanych produktów. Nie od dziś wiadomo, że przedsiębiorstwa przykładające dużą wagę do sterylności produktu, np. firmy związane z nasiennictwem, niemal zawsze korzystają z silosów wykonanych z blach płaskich.

A co z rzekomym ograniczeniem nagrzewania surowca w silosach z blach falistych? Biorąc pod uwagę większą powierzchnię styku ziarna z częścią walcową takiego zbiornika teza ta jest chybiona. Blacha falista i płaska wystawiona na ekspozycję ostrego światła słonecznego nagrzewa się dokładnie tak samo, z tym że na 1 m<sup>2</sup> części walcowej płaskiej przypada 1,2 m<sup>2</sup> „gorącej” powierzchni blachy falistej. Silos o pojemności 1000 t, w zależności od średnicy, ma powierzchnię boczną walca Pb=400–500 m<sup>2</sup> blachy płaskiej, 480–600 m<sup>2</sup> falistej. Latem przy temperaturze powietrza 30°C blacha ma temperaturę 50°C. Jeśli silos z blachy falistej ma powierzchnię o 100 m<sup>2</sup> większą, to przekazuje do wnętrza większą ilość ciepła.

Biorąc pod uwagę powyższe, okazuje się, że nie zawsze powszechnie lansowane poglądy są zgodne z prawdą. Dlaczego więc silosy z blachy falistej oferuje coraz więcej producentów?

Odpowiedź jest oczywista – łatwiejsze projektowanie, mniejsza masa, a co za tym idzie – ilość użytego do produkcji materiału, możliwość wykonania elementów poszycia na jednej maszynie oraz większy zysk, bo niestety cena silosów z blachy falistej jest zbliżona do tych z blach płaskich. A biorąc pod uwagę powyższe, przed zakupem warto sprawę dobrze przemyśleć. ■

## Urządzenia do transportu materiałów sypkich od POM Kalisz

PHIU „POM Kalisz” jest spółką z ograniczoną odpowiedzialnością, która prowadzi działalność produkcyjną w zakresie systemów transportowych od 70 lat. Obecnie jest spółką prawa handlowego, w której wszystkie udziały objęli Marzena i Zbigniew Kolendowie. Nowi właściciele przyjęli kierunek intensywnego rozwoju firmy poprzez rozszerzenie asortymentu produkcyjnego maszyn i urządzeń oraz nowych rynków zbytu. Około 30–40% produkcji jest eksportowane do firm niemieckich, z którymi spółka rozwija współpracę. Modernizacja parku maszynowego oraz zatrudnianie nowej kadry techniczno-produkcyjnej jest głównym kierunkiem rozwoju firmy. Rozwój biura konstrukcyjno-technologicznego poprzez wprowadzenie nowoczesnego oprogramowania daje szansę na lepszy kontakt techniczny z klientami. Współpraca z zewnętrznymi biurami technicznymi pozwala być na bieżąco z nowościami w zakresie technik wytwarzania.



### POM Kalisz doradza, projektuje i produkuje:

- przenośniki kubełkowe o wydajności od 1 do 150 t/h, przeznaczone do transportu materiałów sypkich w rolnictwie i w przemyśle; oferuje wykonanie malowane, ocynkowane oraz ze stali nierdzewnej, dostawę i montaż do klienta z wydłużoną gwarancją;
  - przenośnik ślimakowe, rurowe i korytowe o wydajności od 1 do 50 t/h przeznaczone do transportu materiałów sypkich oraz innych w rolnictwie, przemyśle i przetwórstwie owoców i warzyw, także w wykonaniu malowanym ocynkowanym i nierdzewnym;
  - przenośniki łańcuchowe tzw. redlery o wydajności od 25 do 100 t/h do transportu materiałów sypkich w rolnictwie i przemyśle również w wykonaniu malowanym, ocynkowanych i nierdzewnym;
  - przenośniki taśmowe płaskie i skośne do transportu materiałów różnych, głównie w przemyśle spożywczym;
  - urządzenia towarzyszące dla systemów transportowych: kosze zasypowe, rozdzielacze wielodrogowe, kubełki, rury spadowe i inne części zapasowe;
  - zbiorniki procesowe dla przemysłu spożywczego.
- Przetwórcy owoców i warzyw również należą do grona potencjalnych odbiorców POM Kalisz jako użytkownicy produkowanych przez firmę maszyn i urządzeń.

Wyżej wymieniony asortyment produkcyjny stanowi także ofertę kierowaną do klientów, których urządzenia pracują w strefach zagrożenia wybuchem, głównie do strefy ATEX 22 i 21..

[www.pomkalisz.pl](http://www.pomkalisz.pl)



## PRZENOŚNIKI DO MATERIAŁÓW SYPKICH

### Przenośniki kubełkowe Przenośniki łańcuchowe



### Przenośniki ślimakowe: korytowe i rurowe



### Rozdzielacze wielodrogowe



### Kosze przyjęciowe

**P.P.H. i U. POM Kalisz Sp. z o.o.**  
ul. Tuwima 6  
62-800 Kalisz  
tel.: 62-767 30 91  
e-mail: [pomkalisz@pomkalisz.pl](mailto:pomkalisz@pomkalisz.pl)  
[www.pomkalisz.pl](http://www.pomkalisz.pl)

# Charakterystyka silosów smukłych

W ramach współpracy z Wydawnictwem PWN publikujemy kolejny rozdział z książki pt. „Projektowanie zbiorników żelbetowych” nt. charakterystyki technologiczno-konstrukcyjnej silosów smukłych\*



FOT. 1

Urządzenia transportowe w silosie na klinkier – przewody do transportu pionowego mocowane do ścian i nadbudówka, z której następuje zasyp do dwóch komór: a) w czasie montażu, b) po zakończeniu budowy [ŹRÓDŁO: Uniserv S.A.]



FOT. 2

Baterie wielokomorowe elewatorów zbożowych z wieżą operacyjną i galerią transportową

Smukłe silosy żelbetowe służą najczęściej do przechowywania materiałów sproszkowanych i drobnoziarnistych: cementu i klinkieru – w cementowniach, popiołu lotnego – w elektrociepłowniach, cukru – w cukrowniach, zboża i jego przetworów – w elewatorach zbożowych, młynach i przetwórnictwach produktów zbożowych, wiórów i innych odpadów – w zakładach przeróbki drewna i ciepłowniach czy elektrociepłowniach wykorzystujących je jako paliwo. Używa się ich także do przechowywania pasz i kiszzonek oraz nawozów sztucznych.

Silosy smukłe mają najczęściej przekroje kołowe o średnicach od czterech do ponad dwudziestu metrów (np. silosy zbożowe najczęściej 6÷10 m, silosy na cement i popiół lotny 8÷20 m, na nasiona oleiste do 20 m, na cukier nawet powyżej 30 m).

Spotykane są również komory prostokątne, głównie w elewatorach zbożowych, ale

ich wymiary nie przekraczają kilku metrów (z reguły 3÷5 m). Ze względu na znaczne równoleżnikowe momenty zginające są one mniej ekonomiczne od kołowych, ponadto występuje tu większe prawdopodobieństwo zalegania materiału w strefach naroży.

Rzadziej, również w elewatorach zbożowych, występują komory wielokątne.

Wysokość silosów smukłych waha się od kilkunastu do ponad stu metrów. Najwyższe znajdują się w Niemczech. Są to: Schapfen-Mill-Tower w Ulm o wysokości 115 m i Henninger Turm we Frankfurcie o wysokości 120 m.

Silosy smukłe mogą być kształtowane:

- jako niezależne silosy jednokomorowe;
- w formie pojedynczego silosu, w którym za pomocą ścian działowych uzyskano podział na kilka komór;
- w formie pojedynczego silosu, w którym za pomocą stropów pośrednich uzyskano

podział na kilka komór znajdujących się jedna ponad drugą (taką konstrukcję mają zbiorniki homogenizacyjne w cementowniach);

- w bateriach wielokomorowych, w których poszczególne komory powiązane są ze sobą konstrukcyjnie (tak najczęściej pracują silosy na zboże).

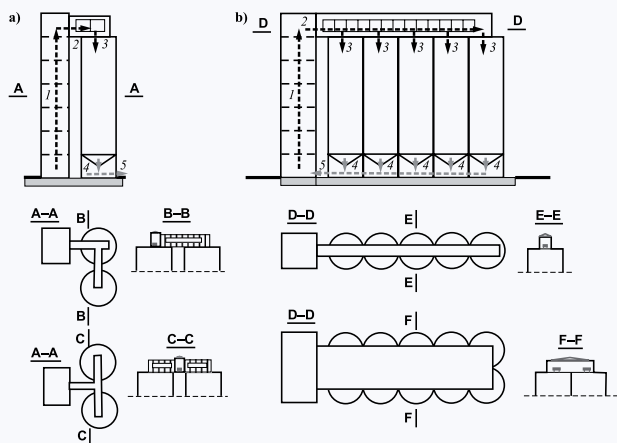
Konstrukcja silosów i baterii wielokomorowych musi zapewnić możliwość przeprowadzania różnorodnych operacji technologicznych. Specyfiką silosów smukłych jest to, że przed zasypaniem do komory materiał musi być wyniesiony na znaczną wysokość.

W przypadku silosów pojedynczych lub baterii o małej liczbie komór transport pionowy może się odbywać za pomocą obudowanych podnośników mocowanych bezpośrednio do ścian silosu (FOT.1), a następnie za pomocą urządzeń pośrednich materiał zasypywany jest do komór. Takie rozwiązanie stosuje się również przy napełnianiu pneumatycznym.

W bateriach wielokomorowych, transport pionowy na poziom przekroczenia realizowany jest najczęściej w wyodrębnionym konstrukcyjnie obiekcie – tzw. wieży transportowej (operacyjnej), która może znajdować się na skraju baterii lub w środku jej długości (FOT. 2, RYS. 1). Następnie materiał transportowany jest poziomo w tzw. galerii nadsilosowej, znajdującej się ponad górnym stropem.

Podczas opróżniania materiał wysypujący się grawitacyjnie z komór odbierany jest albo bezpośrednio na środki transportu, albo na przenośniki taśmowe wyprowadzające materiał poza silos do obiektów, w których następuje wydawanie materiału. Przykładowe schematy silosów wielokomorowych wraz z obiegiem składowanego materiału pokazano na RYS. 1.

W wieży transportowej oprócz podnośników znajdują się urządzenia towarzyszące – wagi, urządzenia czyszczące (w przypadku zboża – wialnie, sortowniki, oddzielacze, sita), suszarnie, urządzenia odpylające (cyklony, filtry), sprężarki itp., a także niewielkie zbiorniki tymczasowe – tzw. operacyjne – służące np. do gazowania zboża przed załadunkiem do komór głównych. Mogą być tu umieszczane urządzenia związane nie tylko z załadunkiem, ale również z wyładunkiem (np. zbiorniki pośrednie, wagi). Wieża transportowa ma zwykle konstrukcję żelbetową ramową lub ścianową. Oddziałujące na wieżę obciążenia,



RYS. 1

Schematy silosów wraz z obiektami służącymi do transportu materiału i obieg materiału w silosie:

- a) układ dwóch komór silosowych z dwoma wariantami usytuowania wieży transportowej,  
 b) bateria wielokomorowa z dwoma wariantami: jeden rząd komór i dwa rzędy komór; 1 – transport pionowy w wieży wyciągowej,  
 2 – transport poziomy w galerii transportowej,  
 3 – zasypywanie materiału do poszczególnych komór, 4 – wysyp materiału z komór,  
 5 – transport poziomy materiału przeznaczonego do odbioru



FOT. 3

Estakada transportowa przy baterii wielokomorowej w cementowni [ZŹRÓDŁO: Uniserv S.A.]

wynikające z pracy urządzeń, mają charakter dynamiczny, a naprężenia przekazywane na grunt z reguły znacznie różnią się od naprężeń pod komorami. Ponadto ze względu na maszynownię tych urządzeń, wieża transportowa jest często posadowiona znacznie niżej niż komory. Z tych wszystkich względów wieża powinna być oddylatowana od silosów.

W bateriach wielokomorowych do magazynowania cementu transport na poziom zasypu odbywa się najczęściej za pomocą przenośników umieszczanych w obudowanych estakadach o konstrukcji stalowej. Ze względu na znaczną wysokość baterii i ograniczony kąt nachylenia przenośnika, który zależy od kąta tarcia wewnętrznego transportowanego materiału, przenośniki są niekiedy bardzo długie (FOT. 3). Materiał wyprowadzony na poziom przekrycia jest rozprowadzany nad otwory zasypowe poszczególnych komór przenośnikami w galerii nadsilosowej.

Galerie transportowe w bateriach wielokomorowych znajdują się nad komorami lub w ich górnych częściach. Mają one konstrukcję żelbetową (jest to stosowane najczęściej w dużych bateriach silosów) lub lekką – stalową. Ich rozwiązanie konstrukcyjne jest ściśle powiązane z konstrukcją przekrycia. Przekryciem może być:

- płyta żelbetowa lub strop płytowo-żebrowy – monolityczny lub prefabrykowany;

- płyta żelbetowa opierająca się na dźwigarach stalowych (kratowych, częściej – blachownicowych lub z belek ażurowych) lub sprężonych; płyty przekrycia, oparte zarówno na ścianach silosu, jak i na dźwigarach stalowych są często wykonywane jako żelbetowe zespolone z blachą trapezową stanowiącą tzw. deskowanie tracone;
- żelbetowa kopuła stożkowa lub kulista o średnicy większej niż 15 m;
- lekka kopuła o konstrukcji stalowej ze stalowym poszyciem; rozwiązanie to jest często stosowane w silosach zagrożonych wybuchem pyłów.

Galerie żelbetowe najczęściej rozwiązuje się jako konstrukcje ramowe (RYS. 2A). Ramy mają kierunek prostopadły do długości galerii, a ich słupy opierają się albo na stykach komór, albo na belkach podłużnych lub poprzecznych, stanowiących również belki podpierające przekrycie komory. Innym rozwiązaniem jest ukształtowanie ścian podłużnych galerii jako pionowych tarcz opartych na ścianach komór (RYS. 2B).

Lekkie galerie stalowe mogą mieć konstrukcję ramową, taką jak opisane wyżej rozwiązanie żelbetowe, mogą też być wykonane w formie obudowanego pomostu (estakady) o konstrukcji kratowej, opartego na ścianach lub przekryciu (FOT. 5, 6, RYS. 3AB). Galerie takie mogą być też konstruowane jako wewnętrzny pomost podwieszony do stalowych dźwigarów przekrycia (RYS. 3C).

Konstrukcja dna zależy od sposobu wyładunku materiału sypkiego, który może być grawitacyjny, pneumatyczny lub wspomagany mechanicznie. Można wyróżnić dwie grupy rozwiązań konstrukcyjnych den silosów. Są to:

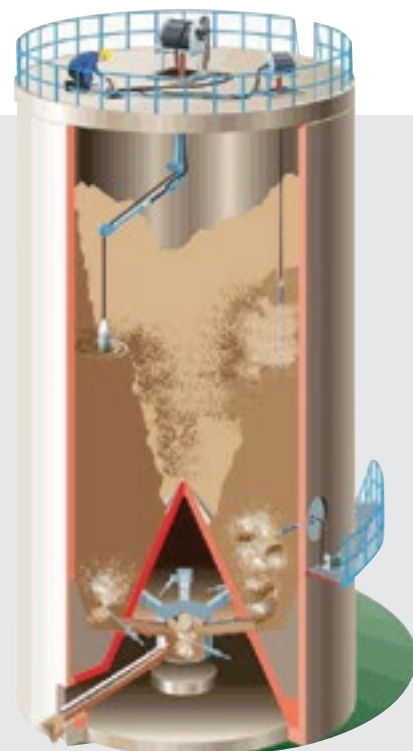
- dna, w których parcie pionowe materiału sypkiego przekazywane jest na grunt, a w silosie nie ma tzw. przestrzeni podkomorowej; ukształtowane w formie płyty betonowej na gruncie albo płyty betonowej na chudym betonie, ułożonym na płycie fundamen-



## ENDECO

### SYSTEM CARDOX

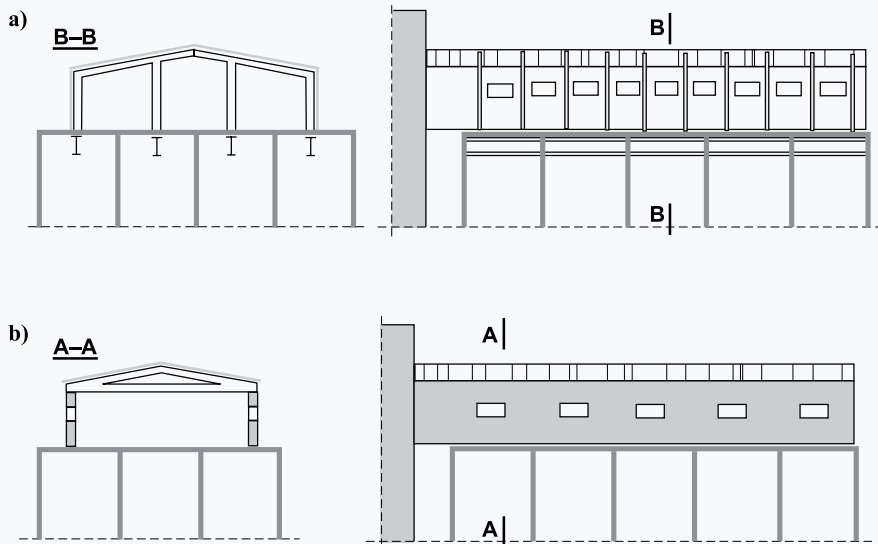
**Bezpieczna, szybka i efektywna metoda udrażniania zbiorników: cementu, klinkieru, gipsu, piasku, żwiru, miału węglowego, zboża itp., jak i instalacji technologicznych do magazynowania masowych materiałów sypkich.**



**CARDOX**  
INTERNATIONAL LIMITED

Szczegółowych informacji udziela  
 wyłączny dystrybutor systemu Cardox w Polsce:

**Endeco Sp. z o.o.**  
 al. Korfantego 76, 40-160 Katowice  
 tel./faks: 32 251 73 22, 32 251 70 28  
 biuro@endeco.pl  
 www.endeco.pl



RYS. 2  
Schemat żelbetowych galerii transportowych:

- a) galeria o konstrukcji ramowej z ramami żelbetowymi wspartymi na dźwigarach stropowych sprężonych lub stalowych (np. kratowych lub na belkach ażurowych),
- b) galeria ze ścianami monolitycznymi pracującymi jako tarcze wsparte na ścianach silosów



FOT. 4  
Żelbetowa konstrukcja ramowa galerii nadsilosowej w elewatorze zbożowym z okresu międzywojennego



FOT. 5  
Stalowa konstrukcja galerii nadsilosowej w baterii wielokomorowej widziana od dołu

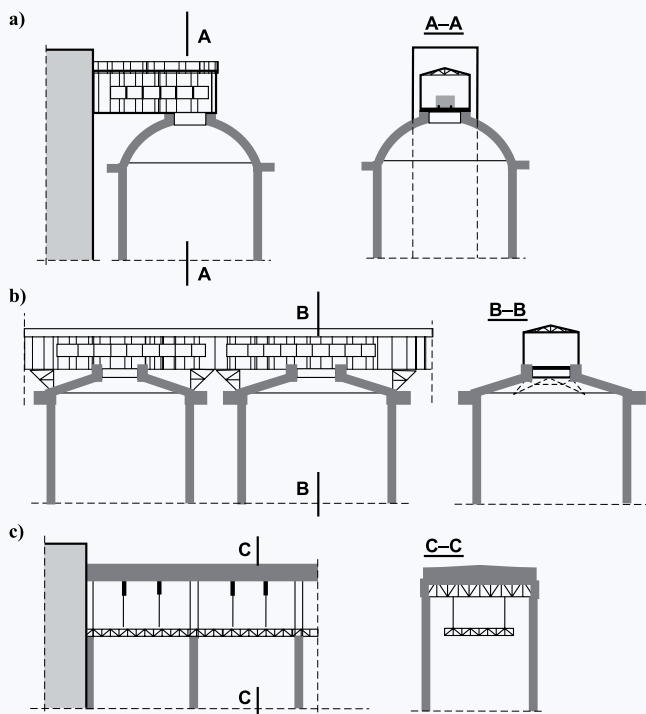
towej lub bezpośrednio na gruncie; warianty den są następujące:

- płyta betonowa płaska stosowana tylko w przypadku pneumatycznego opróżniania od góry materiałów sproszkowanych (RYS. 4A),
- płyta betonowa ze spadkiem w kierunku bocznych otworów wysypowych stosowana w silosach na materiały o dobrej sypkości, np. piasek formierski, przy czym spadek powinien być większy o 10° od kąta stoku naturalnego materiału (RYS. 4B),
- płyta betonowa płaska lub ze spadkiem w kierunku tunelu transportowego, którym materiał wyprowadzany jest poza baterię silosów (RYS. 4C); rozwiązanie stosowane w silosach na nasiona oleiste oraz na cement (tu najczęściej stosuje się wspomaganie wysypu aeracją – w dnie o nachyleniu 9–14° montuje się tzw. „rynny aeracyjne” lub wspomaganie mechaniczne).
- dna, w których parcie pionowe materiału sypkiego przejmowane jest przez strop pośredni lub lej, co powoduje wydzielenie w silosie tzw. przestrzeni podkomorowej, służącej operacjom technologicznym odbioru materiału. W przestrzeń tę mogą wjeżdżać środki transportu albo pracują tu przenośniki wyprowadzające materiał poza silos. Mogą tu również być umieszczane inne urządzenia i instalacje (np. instalacje napowietrzania, klimatyzowania w przypadku silosów na cukier itp.). Najczęściej stosowane rozwiązania den silosów jako stropu są następujące:
- płyta żelbetowa oparta na ścianach sprowadzonych do fundamentów, z nadbetonowaniem kształującym spadki i z otworem wysypowym (RYS. 5A) lub podwieszonym lejem stalowym (RYS. 5B), stosowana w silosach o średnicy do 6,0 m;
- płyta żelbetowa podwieszona do ścian, które nie są sprowadzone do fundamentów, a oparte na słupach (RYS. 5C);

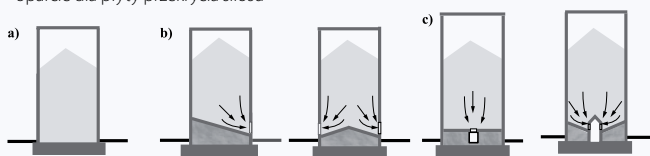


FOT. 6  
Montaż stalowej konstrukcji pod galerią stalową żelbetowy strop silosu [źródło: Uniserv S.A.]

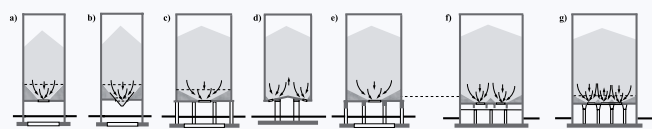




RYS. 3  
Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne galerii transportowych o lekkiej konstrukcji stalowej:  
a) galeria w formie obudowanego pomostu opartego na wieńcu górnym kulistej kopuły żelbetowej lub stalowej stanowiącej przekrycie silosu,  
b) galeria w formie obudowanego pomostu opartego na ścianach silosu za pośrednictwem konstrukcji stalowych i wieńcu górnym kopuły stożkowej stanowiącej przekrycie silosu,  
c) galeria w formie pomostu podwieszanego do stalowych dźwigarów stanowiących oparcie dla płyty przekrycia silosu

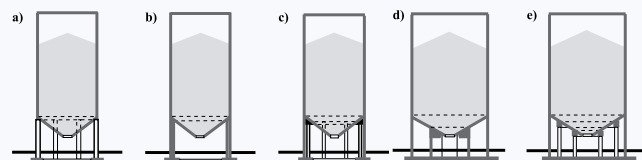


RYS. 4  
Przykładowe rozwiązania den silosów w postaci płyt: a) płyta płaska, b) płyty ze spadkiem w kierunku bocznych otworów wysypowych, c) płyty płaskie lub ze spadkiem w kierunku tuneli transportowych



RYS. 5  
Przykładowe rozwiązania den silosów smukłych w postaci stropów żelbetowych:  
a) płyta ze spadkiem ukształtowanym w stronę otworu wysypowego oparta na ścianach sprowadzonych do fundamentu,  
b) płyta z podwieszonym lejem stalowym, oparta na ścianach sprowadzonych do fundamentu,  
c) płyta taka jak w przypadku a, ale ściany oparte na słupach,  
d) płyta żelbetowa kształtowana ze spadkiem oparta na słupach usytuowanych wewnątrz linii ścian, na której opierają się ściany silosu,  
e) dolna część silosu w formie ramy przestrzennej, na której opierają się ściany i płyta dolna,  
f) strop płytowo-żebrowy, g) strop grzybkowy

- płyta żelbetowa kształtowana ze spadkiem, oparta na wewnętrznych słupach, na której opierają się ściany silosu (RYS. 5D);
  - dolna część silosu w formie ramy przestrzennej, na której opierają się zarówno ściany, jak i płyta żelbetowa stanowiąca dno silosu (RYS. 5E i FOT. 6);
  - strop płytowo-żebrowy z wieloma otworami wysypowymi (RYS. 5F);
  - strop grzybkowy z wieloma otworami wysypowymi (RYS. 5G).
- Stropy płytowo-żebrowe i grzybkowe wykonuje się w silosach o dużych średnicach – powyżej 18–20 m.



RYS. 6  
Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne lejów żelbetowych:  
a) lej podwieszony do ścian opartych na słupach,  
b) lej oparty na pogrubionym dolnym odcinku ściany sprowadzonej do fundamentu,  
c) lej podwieszony do belki obwodowej opartej na słupach umieszczonych wewnątrz ścian silosu,  
d) lej oparty z jednej strony na wewnętrznej ścianie cylindrycznej stojącej na płycie fundamentowej, a z drugiej strony na ścianach silosu,  
e) lej oparty na belkach obwodowych podpartych słupami umieszczonymi w przestrzeni między ścianami silosu

Dna w postaci leja rozwiązuje się konstrukcyjnie w następujący sposób:

- lej podwieszony do ścian opartych na słupach (RYS. 6A);
- lej oparty na pogrubionym dolnym odcinku ściany sprowadzonej do fundamentu (RYS. 6B i FOT. 7);
- lej oparty na niezależnej konstrukcji słupowej, składającej się z belki obwodowej i słupów, umieszczonej przy ścianach sprowadzonych do fundamentu (RYS. 6C);
- lej oparty z jednej strony na niezależnej od ścian konstrukcji w postaci wewnętrznej ściany cylindrycznej stojącej na płycie fundamentowej, a z drugiej strony na ścianach silosu (RYS. 6D);
- lej oparty na niezależnej od ścian konstrukcji (belki obwodowe oparte na słupach), opartej na płycie fundamentowej umieszczonej wewnątrz przestrzeni między ścianami silosu (RYS. 6E).

W silosach na materiały sproszkowane, które się trudno wysypują, np. cement lub popiół lotny, stosuje się „dna samooczyszczające się”. Efekt „rozklinowania” uzyskać można przez umieszczenie w strefie opróżniania wstawki stożkowej. Taką funkcję może pełnić stalowy stożek centralny





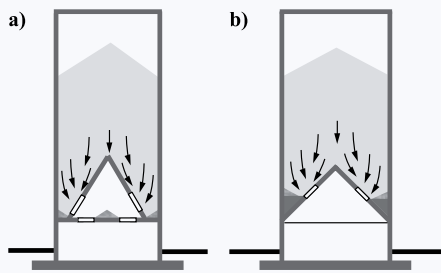
**WAKRO**  
CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE

**INŻYNIERIA MATERIAŁÓW SYPKICH**  
[www.wakro.com.pl](http://www.wakro.com.pl)

- suszarki bębnowe
- instalacje transportu pneumatycznego
- przenośniki mechaniczne
- silosy magazynowe
- systemy dozowania
- stacje big-bag
- mieszarki
- młyny kulowe
- piece tunelowe i obrotowe
- kruszarki
- kompaktory
- kalandry
- filtry i instalacje odpylania
- aparaty chemiczne
- układy sterowania
- przemysłowe konstrukcje stalowe

**INNOWACJA**  
**JAKOŚĆ**  
**PRECYZJA**

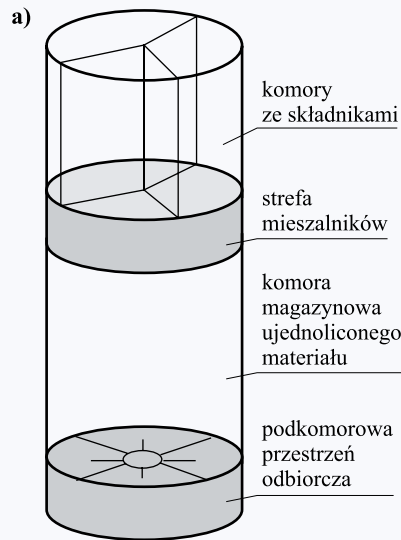
Laboratorium Materiałów Sypkich i Procesów Spawalniczych



RYS. 7

Dno „samoczyszczające się” w silosach na materiały trudno wysypujące się:

- a) ze środkowymi stożkami rozklynującymi materiał,
- b) ze stożkiem centralnym



RYS. 8

Zbiornik homogenizacyjny: schemat podziału na komory

umieszczony na stropie żelbetowym (RYS. 7A), można też specjalnie ukształtować dno w formie żelbetowego stożka kotwionego w ścianach silosu (RYS. 7B). Kąt wierzchołkowy stożka wynosi ok. 60°. Dno pomiędzy stożkiem a ścianami kształtowane jest ze spadkiem obwodowym i spadkiem radialnym, które wynoszą 4–10° w kierunku otworów wysypowych usytuowanych w ścianach stożka. Może być tu również montowana instalacja aeracyjna.

Szczególnym rodzajem silosów są zbiorniki homogenizacyjne, składające się z komór umieszczonych w pionowym ciągu technologicznym. Najczęściej górna część zbiornika wykonywana jest w formie kilku niezależnych komór, do których zasypywane są różniące się składniki. Może to być również jedna komora dzielona ścianami działowymi na kilka mniejszych (RYS. 9). Z tych komór materiał zsypywany jest grawitacyjnie do komory magazynowej. Jeśli technologia przewiduje zastosowanie dodatkowych mieszalników mechanicznych, to pomiędzy wymienionymi komorami kształtuje się komorę pośrednią, w której znajdują się te właśnie urządzenia. Odbiór jednolitego

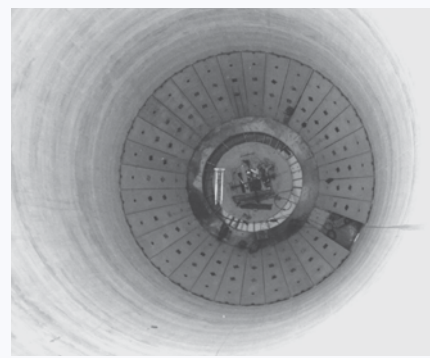


Zdjęcie ilustracyjne (źródło: Agremco)



FOT. 7

Przykład konstrukcji silosu z dolną częścią w formie ramy przestrzennej, na której opierają się ściany i płyta dolna



FOT. 8

Lej silosu na popiół, widok z góry



FOT. 9

Stalowa konstrukcja wsporcza stropu pośredniego w silosie na popiół w czasie montażu

materiału odbywa się, jak w innych silosach na materiały sproszkowane – albo z komory magazynowej za pomocą przenośników usytuowanych w dolnych tunelach transportowych, albo z przestrzeni podkomorowej.

Taka technologia homogenizacji wymaga wykonania stropów pośrednich, które podlegają znacznym obciążeniom, w tym również dynamicznym. Są to najczęściej płyty żelbetowe wsparte na dźwigarach stalowych (FOT.

8). Podobne jak w przypadku płyt przekrycia, stosuje się często płyty zespolone, betonowane na blasze fałdowej jako deskowaniu traconym. Czasem w miejsce klasycznego stropu stosuje się leje żelbetowe lub stalowe podwieszane do ścian lub dźwigarów na tych ścianach wspartych. ■

\*AUTORKI KSIĄŻKI: ANNA HALICKA, DOMINIKA FRANCAK

# OZB oferuje urządzenia do transportu i magazynowania materiałów sypkich



**Polska firma PHU OZB R. Buchowski i G. Zawada sp. j. z Bolesławca od wielu lat jest dystrybutorem nowoczesnych rozwiązań stosowanych w branży materiałów sypkich. Przykładem takich urządzeń w ofercie spółki jest kilka typów dozowników celkowych produkcji uznanego holenderskiego przedsiębiorstwa VDL Industrial.**

**N**aszym celem jest dostarczanie produktów i rozwiązań najwyższej jakości dostosowanych do indywidualnych potrzeb klientów. Szczególny nacisk kładziemy na szybką reakcję na potrzeby odbiorcy. Zapewniamy relatywnie niskie ceny oraz doradztwo techniczne. Spośród oferowanych przez nas urządzeń dla producentów cementu oraz materiałów sypkich rekomendujemy szczególnie podajniki ślimakowe, dozowniki celkowe oraz przepustnice motylowe.

## PODAJNIKI ŚLIMAKOWE

Nasze standardowe podajniki ślimakowe są przeznaczone do pracy w warunkach średnich obciążeń. Projektowane na życzenie dla wielu aplikacji. Wszystkie podajniki ślimakowe składają się ze standardowych komponentów. Posiadamy profile rurowe lub korytowe. Opcjonalnie spirala może być pokryta specjalnym spiekem trudnościeralnym lub w całości wykonana ze specjalnej stali trudnościeralnej Hardox. W ofercie posiadamy także podajniki wykonane ze stali nierdzewnej.



## DOZOWNIKI CELKOWE

W swojej ofercie posiadamy dozowniki celkowe firmy OZBEKOGLU oraz holenderskiej firmy VDL Industrial Products. Proponowane dozowniki przeznaczone są do kontrolowanego rozładunku materiałów sypkich. Znajdują praktyczne zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu – m. in. w branży spożywczej, chemicznej, budowlanej czy ceramicznej.



Dozownik celkowy TYP HT-S – wybrane parametry techniczne:

- wymiar kołnierza przyłączeniowego: DN 250 – DN 450;
- pojemność wirnika: 6,5 do 35 l;
- obudowa i pokrywa: odlew żeliwny, opcjonalnie powlekane chromem lub niklem;
- wirnik: stal węglowa lub stal nierdzewna z 8 celkami ze stałymi lub wymiennymi listwami wirnika;
- łożyska: zewnętrzne kulkowe;
- uszczelnienie wału: regulowane dławicowe oraz opcjonalnie z możliwością przedmuchu;
- maksymalna różnica ciśnień: 0,4 bar.



## FILTRY

Filtry posiadają wkłady filtracyjne zarówno plisowane, jak i elementy workowe gładkie wykonane z tkaniny filtracyjnej, której dobór uzależniony jest od właściwości odpylanego materiału. Są to tkaniny wykonane m.in. z filcu poliestrowego, powlekane teflonem lub membranowe. Obudowa filtra może być okrągła lub prostokątna. Firma OZB w swojej ofercie posiada filtry od 6 do 180 m<sup>2</sup> powierzchni filtracji, charakteryzujące się solidnym i kompaktowym wykonaniem, wyposażone w łatwo dostępne elementy zapasowe. Obudowa wykonana jest ze stali nierdzewnej lub węglowej. W zależności od aplikacji i sektora rynku, aby zapewnić skuteczne przeprowadzenie procesu filtracji, OZB dostarcza filtry otrzeptywane pneumatycznie lub poprzez system wibracyjny.



**PHU OZB**  
**R. Buchowski i G. Zawada Sp.J.**  
 ul. T. Kościuszki 36a, 59-700 Bolesławiec

biuro@ozb.org.pl [www.ozb.org.pl](http://www.ozb.org.pl)  
 tel. + 48 75 611 80 43  
 mob. + 48 790 529 692, +48 790 529 682

# System rurowy Jacob w przemyśle spożywczym

Andrzej Żelazo

**W przemyśle spożywczym mamy do czynienia z określonymi wymogami, jakie muszą spełniać urządzenia i elementy instalacji kontaktujące się z produktem spożywczym. Urządzenie lub elementy instalacji muszą być wykonane ze stali nierdzewnej (czasem o określonej chropowatości), powinny być łatwe do czyszczenia i mycia, a także spełniać określone wymagania temperaturowe czy wybuchowe (ATEX). Takie wymagania spełnia najbardziej rozbudowany system elementów rurowych – system rurowy firmy Jacob.**



W branży spożywczej wykorzystuje się głównie elementy systemu wykonane ze stali nierdzewnej AISI 304 (304L) lub ze stali nierdzewnej AISI 316L-1.4404 lub AISI 316Ti-1.4571. Wszystkie elementy mają atest PZH. Jest to „Świadectwo jakości zdrowotnej”, wydane przez Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny. Mają także certyfikat FDA, czyli świadectwo zgodności z przepisami amerykańskimi „Food and Drug Administration”. Dodatkowym dokumentem jest tzw. certyfikat „Food Grade”. Jest to dokument producenta stwierdzający zgodność elementów systemu rurowego Jacob z rygorystycznymi wymaganiami europejskiego rozporządzenia EC 1935/2004 z 27 października 2004 r. Innym dostarczanym (do danej dostawy / danego elementu) dokumentem może być certyfikat materiałowy 3.1 lub 2.2.

System rurowy Jacob to zestaw rur, łuków, trójników, redukcji, przepustnic, zasuw,

przesypów dwudrogowych lub wielodrogowych, w którym każdy z elementów zakończony jest charakterystyczną wywijką (standardowo ma 6 mm) i łączony jest na obejmy żłobkowe. Zasada działania systemu polega na łączeniu elementów rurociągów z wywijnymi obrzeżami za pomocą obejm żłobkowych.

W przypadku produktów spożywczych generalnie stosowane są elementy wykonane ze stali nierdzewnej oraz uszczelki spełniające wymagania FDA oraz EC 1935/2004 (seria „Food Grade”). Uszczelki mogą być wykonane z silikonu białego lub niebieskiego (wykrywalny na detektorach metali) albo z czarnego EPDM (przewodzącego ładunki elektrostatyczne). Obejmy łączące mogą być wykonane ze stali nierdzewnej (tak jak elementy rurociągów) albo ze stali węglowej ocynkowanej (obejma nie ma kontaktu z produktem). Maksymalna temperatura pracy uszczelek to 250°C (uszczelki silikonowe).

Elementy systemu rurowego firmy Jacob łączone są nie tylko na obejmy żłobkowe (w zakresie średnic od DN 60 do DN 630), ale także za pomocą kołnierzy luźnych (w zakresie średnic od DN 350 do DN 1250) i spawanych kołnierzy płaskich (w zakresie średnic od DN 1250 do DN 1600). Elementy wykonywane ze stali nierdzewnej mają grubość ścianki 1 (1,5) lub 2 mm. Jedynie największe łuki o promieniu  $R = 5D$  mogą być wykonane ze stali o grubości  $g = 3$  mm, ale i tak mają przyspawany na końcu króciec z wywijką o grubości  $g = 2$  mm.

System rurowy Jacob jest odpowiedni do pracy przy ciśnieniu w rurociągu do 0,5 bar. Większość elementów (z reguły dla grubości ścianki 2 mm oraz średnicy do 300 mm) ma odporność na ciśnienie wybuchu wynoszącą 3 bar. W przypadku wymagań ATEX dodatkowo stosuje się elementy służące do odprowadzenia ładunków elektrostatycznych, takie jak ucha, kabelki czy mostki (specjalne elementy nakręcane na śrubę obejmy, łączące metalicznie dwa elementy ze sobą). Mostki składają się z dwóch końcówek ze sprężyną pośrodku, zapewniającą stały ich docisk do łączonych elementów.



Elementy napędowe (przesypy, przepustnice czy rozdzielacze wielodrogowe) dostosowane są do pracy w strefie ATEX 2.0 (wewnątrz urządzenia) oraz mogą być wyposażone w osprzęt do pracy w strefie ATEX 2.2 lub 2.1 (na zewnątrz urządzenia).

Łatwy montaż, szybkość rozłożenia do mycia (czyszczenia) i powtarzalność ponownego złożenia, a także spełnienie wszystkich wymaganych norm zapewniają firmie Jacob czołową pozycję dostawcy elementów rurowych w przemyśle spożywczym. ■



AUTOR JEST PREZESEM ZARZĄDU FIRMY  
PROORGANIKA SP. Z O.O. W WARSZAWIE  
WWW.PROORGANIKA.COM.PL

# Nie taki słodki transport cukru

dr Izabella Tymińska,  
ekspert celny

**Transport z innego kontynentu materiałów sypkich przeznaczonych do spożycia z innego kontynentu jest nie lada wyzwaniem – nie tylko logistycznym, ale i... prawnym. Zarówno przepisy prawa celnego, jak i zasady dotyczące samego transportu, stanowią kluczową rolę w prawidłowym przewozie takiego towaru. Na przykładzie cukru surowego przedstawimy, jak prawidłowo przewozić materiały sypkie przeznaczone do spożycia, aby ich transport nie stał się dla firmy słodko-gorzkiem doświadczeniem.**



**M**ateriałów sypkich mamy bardzo wiele, np.: gips, piasek, żwir, cement, sól drogową, ruda, żużel, ziarna zbóż, cukier, mąka, nasiona roślin, ryż, kawa, barwniki, materiały wypełniające, ziemia, proszki chemiczne, pyły czy popioły, sadze. Ich przewóz jest wyzwaniem dla każdej firmy i każdym rodzajem transportu. Chcąc przewieźć towar sypki z jednego kontynentu na drugi mamy do wyboru właściwie tylko jeden rodzaj transportu, a mianowicie transport morski. Transport morski oznacza konieczność spełnienia specjalnych warunków transportowania: towar sypki musi być zabezpieczony przed wilgocią i musi być odpowiednio rozłożony podczas przewozu.

W dobie globalizacji transport morski odgrywa kluczową rolę w handlu międzynarodowym. W porównaniu z innymi gałęziami transportu można nim przewozić potężne ilości cargo na długie dystanse, po relatywnie niskich stawkach frachtowych. Dlatego to właśnie ten sposób transportu jest najczęściej wybierany do transportu materiałów sypkich. Minusem tego transportu z kolei jest długi czas przewozu i wysokie ryzyko, warto więc pamiętać o ubezpieczeniu ładunku.

Niezależnie oczywiście od rodzaju transportu, transport produktów spożywczych (sypkich bądź płynnych) musi odbywać się zgodnie z ustalonymi regułami i obowiązującymi przepisami. Przy ich przewozie trzeba dopilnować spełnienia wszystkich zasad, a wówczas zyskamy pewność, że transport nie wpłynie negatywnie na jakość transportowanego towaru i możliwość jego dalszego wykorzystania. Jednym z bardziej trudnych i skomplikowanych do transportu z kontynentu na kontynent materiałów jest cukier przewożony luzem, dlatego poniżej opiszę, jak go prawidłowo transportować drogą morską.

## PŁYŃ CUKRZE!

W trakcie przewozu cukru luzem ważne jest to, by działania były nie tylko zgodne z przepisami prawa, ale również i z umową sprzedaży. To w umowie zawarte są bowiem informacje dotyczące np. wagi transportowanego towaru, która wpływa na koszty dostawy. Transport cukru może odbywać się w różnych

opakowaniach. Wybór takowego należy do jednej ze stron umowy. Możliwe jest opakowanie fabryczne cukru, czyli opakowania jednostkowe o max. wadze 50 kg lub jego transport luzem. Istotnym elementem umowy jest też ubezpieczenie towaru na czas transportu, po jego wolnorynkowej wartości, co umożliwi wypłatę odszkodowania w przypadku powstania ewentualnej szkody. Bardzo ważne są również warunki, w jakich przewożony jest towar. Przestrzeń musi być sucha i gotowa do łatwego czyszczenia.

Cukier luzem to rodzaj towaru przewożony w pojemnikach lub kontenerach rozlokowanych na pokładzie statku. Transport morski cukru surowego luzem jest możliwy tylko w pojemnikach lub kontenerach (zbiornikach), które nie są używane do transportu środków spożywczych. Taki cukier aż do momentu pełnego zastosowania i efektywnego procesu rafinacji nie jest przeznaczony do spożycia przez ludzi lub do produkcji żywności.

Pojemniki lub kontenery (zbiorniki) muszą spełniać konkretne wymagania, czyli mają być dokładnie oczyszczone przed załadunkiem cukru surowego luzem, w celu usunięcia pozostałości poprzedniego towaru i innych zanieczyszczeń. Potwierdzić ten fakt musi upoważniona osoba, działająca w imieniu podmiotu odpowiedzialnego za trans-



## PROORGANIKA

JACOB

### OFERUJEMY:

- ELEMENTY SYSTEMU RUROWEGO JACOB
- ZŁĄCZKI RUROWE EURAC
- DOZOWNIKI GERICKÉ
- ZAWORY ZACISKOWE HO-MATIC
- PODAJNIKI CELKOWE ROTAVAL
- ŁUKI O DUŻYM PROMIENIU DO TRANSPORTU PNEUMATYCZNEGO



**PROORGANIKA** Sp. z o.o.

ul. Rogatkowa 34A, 04-773 Warszawa  
tel.: +48 22 29 94 006, +48 22 29 94 850  
proorganika@proorganika.com.pl  
www.proorganika.com.pl



port cukru surowego, na podstawie kontroli. Kontrola taka ma na celu stwierdzenie, czy pozostałości poprzedniego towaru zostały dokładnie usunięte, czy pojemnik lub kontener (zbiornik) spełnia wymagania niezbędne do zapobieżenia lub wyeliminowania zagrożenia zanieczyszczeniem przewożonego luzem cukru surowego oraz czy bezpośrednio przed transportem cukru surowego luzem ładunkiem nie był towar w formie ciekłej luzem.

#### DOKUMENTACJA I WYMAGANIA PRZY TRANSPORCIE

Za transport morski cukru surowego luzem odpowiedzialni są: podmiot działający na rynku spożywczym i kapitan statku. Oni także są zobowiązani do posiadania dokumentacji, która szczegółowo opisuje, jaki ładunek był przewożony bezpośrednio wcześniej w danym pojemniku lub kontenerze (zbiorniku), rodzaj i efektywność procesu czyszczenia zastosowanego przed rozpoczęciem

transportu ładunku cukru surowego luzem, w celu potwierdzenia spełnienia przez dany pojemnik lub kontener (zbiornik) wymagań.

Wspomniana powyżej dokumentacja towarzyszy ładunkowi cukru surowego luzem podczas wszystkich etapów transportu do rafinerii. Podmiot działający na rynku spożywczym odpowiedzialny za proces rafinacji jest zobowiązany do przechowywania kopii tej dokumentacji. Zawiera ona wyraźny, czytelny i nieusuwalny napis "Ten produkt musi zostać poddany rafinacji przed wykorzystaniem w celu spożycia przez ludzi", umieszczony w widocznym miejscu, w co najmniej jednym języku urzędowym Unii Europejskiej.

Podmiot działający na rynku spożywczym i kapitan statku odpowiedzialni za transport morski cukru surowego luzem lub za proces rafinacji, mają obowiązek udostępniać dokumentację na każde żądanie organów urzędowej kontroli żywności.

#### ODPRAWA CELNA CUKRU

Towar po dotarciu do portu przeznaczenia przechodzi odprawę celną zgłoszenia towaru do procedury wraz z pełną kontrolą organów do tego celu ustanowionych.

Towar wprowadzony na teren UE podlega formalnościom celnym. Do obowiązków importera lub osoby reprezentującej importera należy przedstawienie towaru organom celnym oraz zgłoszenie tego towaru do procedury celnej. Importer lub osoba reprezentująca go mają także obowiązek przedstawić towar do kontroli innym organom państwowym, takim jak sanepid i inspekcja handlowa. Jeżeli organy te nie mają zastrzeżeń co do wprowadzenia towaru na teren UE, przechodzi się do zgłoszenia towaru do procedury dopuszczenia do obrotu. Po złożeniu zgłoszenia celnego w urzędzie celno-skarbowym należy spodziewać się zarówno kontroli towaru, jak i załączonych dokumentów. W przypadku cukru surowego stawką celną jest stawka specyficzna tzn. wartość od jednostki miary. Znaczenie również ma wartość celna towaru i kraj pochodzenia. Po czynnościach w urzędzie celno-skarbowym towar zostaje zwolniony do procedury celnej i można nim w pełni dysponować.

#### PÓŹNIEJSZA OBRÓBKĄ CUKRU

Cukier surowy przewożony transportem morskim luzem w pojemnikach lub kontenerach (zbiornikach), które nie są przeznaczone do transportu środków spożywczych, nie nadaje się do spożycia przez ludzi. Przed uznaniem go za odpowiedni do wykorzystania jako żywność lub składnik żywności musi zostać w kolejnym etapie poddany pełnemu i efektywnemu procesowi rafinacji. ■

#### O AUTORCE

##### Dr Izabella Tymińska, ekspert ds. ceł, prawa celnego, handlu zagranicznego.

Zajmuje się doradztwem z zakresu przepisów prawa celnego, importu i eksportu towarów i usług, analizą finansowo-ekonomiczną kontraktów międzynarodowych. Specjalizuje się w sprawach z tzw. „górnej półki trudności” - zawiłych i nietypowych. Wieloletni pracownik Urzędu Celnego. Przez wiele lat pracowała dla firm logistycznych i spedycyjnych, gdzie piastowała m.in. funkcję członka zarządu. Jest wykładowcą na Akademii Sztuki Wojennej na Wydziale Zarządzania i Dowodzenia w Instytucie Logistyki w Warszawie. Wykładała w Szkole Wyższej w Warszawie ALMAMER, Wyższej Szkole Cła i Logistyki czy Uczelni Techniczno-Handlowej. Absolwentka Ekonomii, Logistyki, Stosunków Międzynarodowych, Zarządzania oraz Ekonomiki Obronności.

[www.linkedin.com/in/dr-izabella-tymińska-ekspert-celny](https://www.linkedin.com/in/dr-izabella-tymińska-ekspert-celny)

[www.facebook.com/Ekspert.celny.Doradztwo.celne](https://www.facebook.com/Ekspert.celny.Doradztwo.celne)

[www.ekspertcelny.pl](http://www.ekspertcelny.pl)



# Etykiety do opakowań

A.R. White, AWA Consulting,  
Wielka Brytania

**W artykule omówiono znaczenie etykiety w procesie pakowania. Przedstawiono w zarysie różne rodzaje etykiet wraz z używanymi do ich produkcji materiałami oraz trendami rozwojowymi. Przedstawiono również podstawowe wymagania względem etykiet. Wspomniano również o rynku etykiet oraz uwarunkowaniach w jego dalszego rozwoju.**

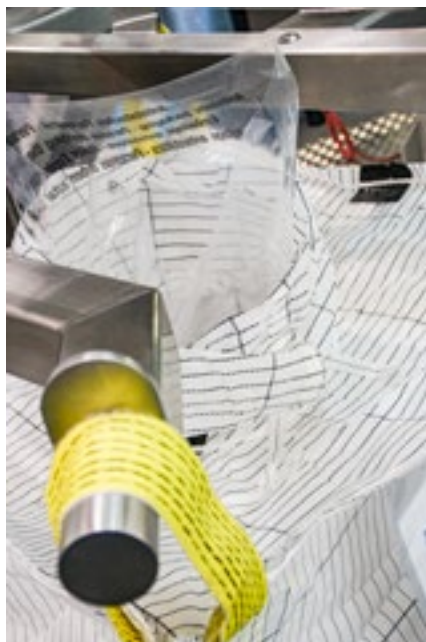
Od ponad 100 lat etykiety są integralną częścią przemysłu opakowaniowego.

Początkowo były to proste, pisane ręcznie etykiety wykorzystywane do identyfikacji bel z tkaninami według partii i koloru. Ich zastosowanie jednak szybko się rozszerzyło i obecnie wykorzystuje się je w różny sposób i do różnych produktów.

Etykieta jest wszechstronnym narzędziem, którego podstawową funkcją jest dostarczenie informacji, w tym obowiązkowych, oraz umożliwienie rozpoznania marki. Może ona być zarówno narzędziem sprzedaży, jak i elementem zabezpieczającym. Najważniejszymi informacjami, które zawierają etykiety, mogą być masa produktu, instrukcje użytkowania, ostrzeżenia o niebezpieczeństwie itp. Etykiety są produkowane w wielu kształtach i rozmiarach, często o ukierunkowanych i zdefiniowanych właściwościach, co zostanie przedstawione w dalszej części tego rozdziału.

Gdziekolwiek spojrzeć, etykiety są widoczne. Wycieczka do miejscowego supermarketu przekonuje o tym, jak ważna jest rola etykiety w rozpoznawaniu produktu, a tym samym jego sprzedaży. O znaczeniu etykiet można się przekonać, oglądając skromne etykiety na wielu butelkach, słoikach lub pudłach. Końcowe przeznaczenie (konsument) etykiet obejmuje wyroby spożywcze, farmaceutyczne, kosmetyczne, przemysłowe, wino i alkohole itp. (patrz RYS. 1), z których każde wymaga szczególnych cech, np. odporności na: środki chemiczne, ścieranie, zamrażanie, wodę itp.

Pochodnymi typowych etykiet są etykiety wtapiane, termokurczliwe etykiety tulejowe i torebki. Istnieją też tzw. „inteligentne” etykiety, które informują o świeżości produktu



spożywczego. Niektóre z nich mają zdolność wiązania tlenu, natomiast inne uniemożliwiają podrabianie i dostarczają dowodów na próby otwarcia opakowania. Mogą być nawet nakładane bezpośrednio na świeże produkty żywnościowe, takie jak jabłka, pomarańcze i banany.

Dalszym rozwinięciem etykiet i rozwojem ich rynku są znaczniki RFID (ang. *radio frequency identification*), które są coraz powszechniej stosowane, co wynika z obniżenia kosztów ich produkcji. Znaczniki RFID wykorzystuje się w różnorodnych zastosowaniach, od śledzenia produktu i zapewnienia jemu ochrony, np. biblioteki, sklepy detaliczne, do monitorowania miejsca produktów w łańcuchu dostaw. Będą one stopniowo zastępowały kody kreskowe przy identyfikacji ceny i w kampaniach promocyjnych.

Jeśli na jednej etykiecie nie można umieścić wszystkich niezbędnych informacji, to można zastosować etykiety wielostronicowe. Pozwalają one na wydrukowanie informacji w kilku językach lub obszernych przeciwwskazań wymaganych w przemyśle farmaceutycznym. Najnowszym elementem wprowadzanym do etykiet są znaki brajlowskie, których obecność jest obowiązkowa na wszystkich opakowaniach leków sprzedawanych detalicznie.

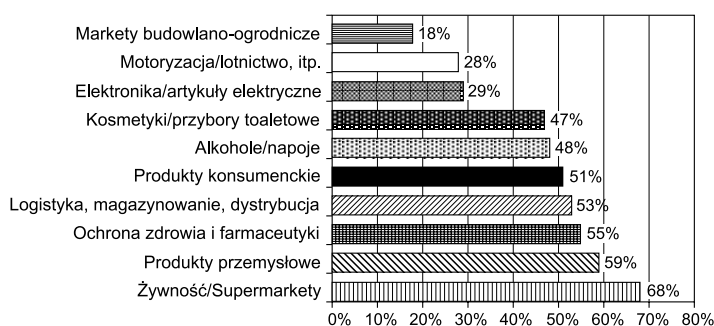
Chociaż puryści powiedzieliby, że etykiety termokurczliwe nie są częścią świata etykiet, to jednak odgrywają one ważną rolę przy dekorowaniu butelek o nietypowych kształtach.

## TRENDY W ROZWOJU ETYKIET

Do pierwszej połowy XX wieku, aż do lat 50., kiedy to Stanton Avery „wymyślił” etykietę samoprzylepną (wrażliwą na nacisk), stosowano jedynie etykiety, do których przyklejano wykorzystywano klej. Na RYS. 2 pokazano obecne zużycie etykiet samoprzylepnych w porównaniu z innymi rodzajami etykiet. Poczesne miejsce w branży etykiet zajmują teraz etykiety wtapiane (ang. *in-mould*) oraz termokurczliwe etykiety tulejowe (ang. *shrink sleeves*).

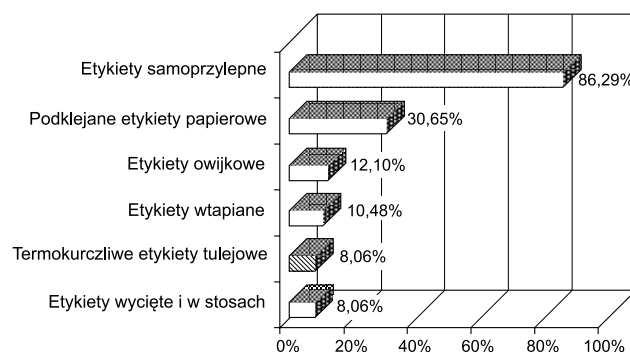
## ETYKIETY SAMOPRZYLEPNE (WRAŻLIWE NA NACISK)

Etykiety tego typu obecnie są zdecydowanie najbardziej popularne i w ciągu ostatnich 10 lat odebrały znaczną część udziału w rynku etykietom do mokrej aplikacji. Etykiety samoprzylepne mogą być wykorzystywane w szerokim zakresie, ponieważ mogą być nakładane na produkt szybciej i mogą być



RYS. 1

Główne branże końcowych użytkowników etykiet [ŹRÓDŁO: M. Fairley, Tarsus Group Ltd]



RYS. 2

Rodzaje etykiet produkowane przez producentów europejskich [ŹRÓDŁO: M. Fairley, Tarsus Group Ltd]

drukowane na wielu różnych podłożach. Dodatkowo za pomocą nowoczesnych maszyn drukarskich i urządzeń wykończeniowych można bardzo szybko i łatwo dokonać zmiany jednego projektu etykiety na inny.

## PRODUKCJA ETYKIET

Ogólnie rzecz biorąc, w celu uzyskania wysokiej wydajności etykiety samoprzylepne produkuje się na maszynie roll to roll i dostarcza się je wykończone, gotowe do nanoszenia na produkt za pomocą szybkiej maszyny do nakładania etykiet.

Wierzchni materiał etykiety, którym może być papier lub folia kompozytowa (dostępnych jest ponad 1200 różnych materiałów wierzchnich, które mogą być stosowane do produkcji etykiet), jest dostarczany w postaci zwoju z naniesioną warstwą kleju na jego spodniej części. Materiał można być zadrukowany za pomocą różnych technik drukowania, chociaż nadal istnieją etykiety, które są dostarczane bez początkowego nadruku. W celu uzyskania wymaganego efektu wizualnego, ukończona etykieta może być laminowana lub lakierowana.

Aby zapobiec przywieraniu materiału do siebie, wykorzystuje się podłoże lub podkład, który odrzuca się, gdy etykieta jest przyklejana do produktu.

Materiał podkładu jest bardzo ważny, ponieważ musi mieć wystarczającą przyczepność, aby utrzymać etykiety na podłożu i jednocześnie musi umożliwić łatwe oddzielenie się etykiety, kiedy jest ona nakładana na opakowanie lub pojemnik. Typowym środkiem zapobiegającym przywieraniu etykiety do podłoża jest powłoka silikonowa.

Podczas drukowania etykiet zwykle wykrawa się jej kształt za pomocą utwardzonych metalowych wykrojników, które mogą być zamontowane na płaskim podłożu lub mieć konfigurację cylindryczną. Wykrojniki metalowe są stopniowo zastępowane cięciem laserowym, ponieważ jest ono szybsze i dużo łatwiej może być dostosowane do żądanego kształtu etykiety. Łatwiej jest też za jego pomocą wytwarzać skomplikowane wzory. Ważnym czynnikiem w wycinaniu wykrojnikowym jest to, że należy przeciąć tylko powierzchnię etykiety, a nie podkład. W przeciwnym razie, gdy dochodzi do etapu nakładania, podkład mógłby oddzielać się razem z rzeczywistą etykieta.

Po wydrukowaniu etykiety i wykrojeniu za pomocą wykrojnika, gotowa etykieta jest oddzielona od ażuru lub nadmiarów (zarys, którym jest powierzchnia niewymagana dla rzeczywistej etykiety), zrolowana i gotowa do użycia w maszynie do etykietowania. Odpady, jeśli to możliwe, są zbierane do utylizacji lub recyklingu.

## JAK PRODUCENT ETYKIETY PODCHODZI DO PRACY?

Gdy zostanie ustalone końcowe zastosowanie etykiety, producent kupuje materiał do ich produkcji o odpowiednich właściwościach, pokryty już od spodu właściwym klejem i zawierającym podłoże. Następnie materiał jest zadrukowany na wierzchniej warstwie zgodnie z wymaganym projektem i precyzyjnym rejestrem, dotyczącym nie tylko wielokolorowych obrazów, lecz także położenia wykrojników. W trakcie produkcji etykieta jest wykrawana do pożądanego kształtu, za pomocą rotacyjnego (zazwyczaj) wykrojnika, który, jak już wspomniano, musi być ustawiony dokładnie tak, aby przecinał tylko materiał wierzchni i warstwę kleju. Nie może być przecięta ani warstwa silikonu ani materiał podłoża. Gdyby jednak tak się stało, to materiał nośnika może zerwać się podczas nakładania etykiet, co powoduje przestoje i straty w produkcji. Etykiety mogą być wykrawane „na styk” (ang. *butt-cut*), tzn. bez odstępu między etykietami, lub, częściej, wycinane do właściwego kształtu z pewnymi odstępami między etykietami.

Zawsze jest wymagane, aby etykiety przeznaczone do podawania półautomatycznego i automatycznego były rozmieszczone na arkuszu nośnika w sposób określony w wymaganiach maszyny do etykietowania. Etykiety są zazwyczaj dostarczane w zwojach.

## PODŁOŻA ETYKIET

Pierwszym i nadal powszechnie stosowanym materiałem używanym do produkcji etykiet samoprzylepnych był papier.

Dobre efekty daje zastosowanie folii z tworzyw sztucznych, ponieważ oferują one w porównaniu z papierem szeroką gamę dodatkowych korzyści. Niektóre z nich przedstawiono poniżej:

- Duży wybór dostępnych efektów estetycznych: połysk, mat, nieprzezroczysty, przezroczysty, perłowy.
- Efektywniejszy recykling dzięki użyciu tylko jednego rodzaju tworzywa sztucznego w całym opakowaniu, np. etykieta polipropylenowa na butelce polipropylenowej wyposażonej w zamknięcie z polipropylenu.
- Tylko folie z tworzyw sztucznych mogą umożliwiać „bezetykietowe” oglądanie przezroczystych pojemników, takich jak butelki ze szkła i PET. Etykiety tego typu stają się coraz popularniejsze, szczególnie na butelkach do alkoholi i wody. Całkowity koszt jest znacznie mniejszy niż zdobienia butelki (zwykle szklanej, ale nie zawsze) za pomocą innych środków. Zastosowanie etykiety tego typu umożliwi wykorzystanie jednego rodzaju butelek w wielu

produktach, po prostu przez zmianę etykiety. Zmniejsza to wymagania dotyczące powierzchni magazynowania materiałów opakowaniowych i oferuje bardziej efektywne kosztowo rozwiązania dla firm zajmujących się napełnianiem.

- Folie z tworzyw sztucznych w wilgotnym otoczeniu, takim jak łazienki i kuchnie, są bardziej trwałe i uniwersalne niż papier.
- Folie z tworzyw sztucznych są bardziej odporne w przypadku, gdy istnieje prawdopodobieństwo wycieku produktu w dół po bokach pojemnika i/ lub produkt może być używany w brudnych lub wilgotnych warunkach, takich jak garaże i ogrody.

(Odporność papieru w tych dwóch ostatnich przypadkach można jednak poprawić przez lakierowanie powierzchni lub laminowanie folią).

## WYBÓR KLEJU

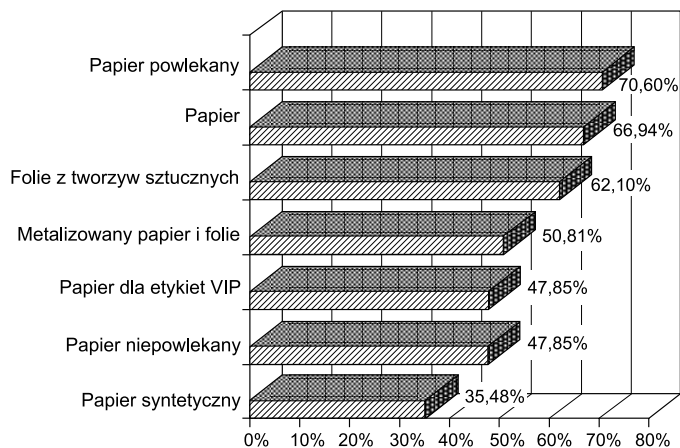
Przy wyborze najbardziej pożądanego materiału wierzchniego dla danego typu etykiety, jest także konieczne wybranie odpowiedniego kleju z wielu standardowych opcji. Kryteria wyboru są oparte na wymaganiach podłoża i oczekiwanych funkcjach końcowego produktu, z uwzględnieniem tego, czy etykieta ma lub nie ma być trwałym elementem opakowania. Etykieta do produktów farmaceutycznych prawie na pewno musi być trwała, natomiast etykieta informacyjna na dekoracyjnej puszcze herbatników może być zaprojektowana jako zdzieralna tak, aby można było ją usunąć podczas pierwszego otwarcia. Etykiety samoprzylepne są dostępne w wersjach trwałych oraz zdzieralnych, mogą być również usuwalne za pomocą wody, co występuje w przypadku pojemników wielokrotnego użytku lub w celu recyklingu.

W zależności od warunków przechowywania produktu i podłoża, na których etykieta jest położona, nawet zdzieralne etykiety po pewnym czasie mogą być trudne do usunięcia, a tzw. trwałe etykiety mogą się odklejać.

## NAKLADANIE ETYKIETY

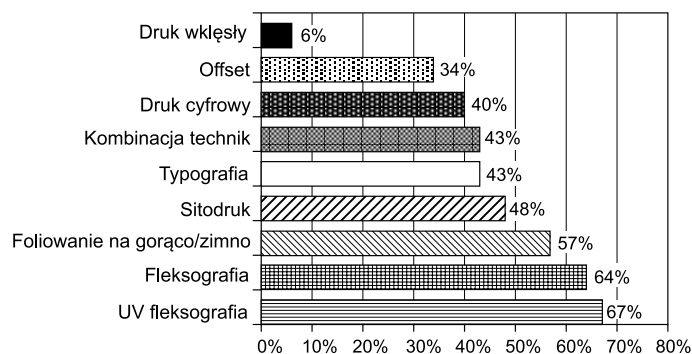
Zależnie od wymaganej prędkości produkcji etykiety samoprzylepne są zazwyczaj nakładane przez półautomatyczne lub w pełni automatyczne urządzenia do etykietowania. W całkowicie zautomatyzowanych systemach, aplikator etykiet jest integralną częścią linii pakowania, dzięki czemu można uzyskać szybkości etykietowania przekraczającej 600 opakowań na minutę. Gdy czujnik wykryje obecność przedmiotu, który ma być oznakowany, etykieta jest automatycznie wydawana z papierowego podłoża. Etykieta jest pobierana w wyniku bezpośredniego kon-





RYS. 3

Główne typy materiałów drukowanych lub przetwarzanych [ŹRÓDŁO: M. Fairley, Tarsus Group Ltd]



RYS. 4

Stosowane techniki druku [ŹRÓDŁO: M. Fairley, Tarsus Group Ltd]

taktu z produktem lub wydmuchiwana na produkt (często jest to stosowane do krawatek). Następnie w celu zapewnienia pełnego przyklejenia do podłoża etykieta jest mocno dociskana do pojemnika.

W pełni automatyczne systemy wymagają specjalnego oprzyrządowania, zwanego „dziobem”, którego budowa zależy od wymiarów i kształtu etykiety.

Celem dzioba jest zawijanie pasa nośnika w kierunku przeciwnym do pierwotnego, co powoduje wyeksponowanie kleju powlekającego krawędzie etykiet. Etykieta jest wówczas gotowa do podniesienia przez pojemnik. Ma teriał nośnika jest nawijany oddzielnie i przekazany do wyspecjalizowanych firm zajmujących się usuwaniem odpadów.

### WARUNKI PRZECHOWYWANIA

Etykiety samoprzylepne powinny być wykozystane (po wydrukowaniu) w rozsądnym okresie po dacie ich produkcji; okres ten, w zależności od warunków przechowywania, nie powinien być raczej dłuższy niż sześć miesięcy.

Wynika to z dwóch powodów: po pierwsze, klej ma tendencję do nieznacznego przesączenia wokół krawędzi wykroju, co oznacza, że klej może przesunąć się na odwrocie wydawanego papieru. Spowoduje to problemy z rozwijaniem na maszynie podającej. Taki efekt może pogłębić się w wyniku przechowywania zwojów z etykietami w zbyt wysokiej temperaturze. Zwoje muszą być zawsze przechowywane w pozycji poziomej na płaskiej krawędzi cięcia, a nigdy na powierzchni wierzchniej. Stosuje się to zarówno do zwojów przeniesionych z produkcji, jak i do nowego materiału od dostawcy, który powinien być pozostawiony w pojedynczo opakowanym zwoju i przechowywany w chłodnych i suchych warunkach.

Drugim potencjalnym problemem związanym z długotrwałym przechowywaniem

jest możliwość trwałego skrzywienia etykiety. Efekt staje się bardziej wyraźny w kierunku rdzenia zwoju. Może to doprowadzić, że etykieta nie będzie wystarczająco łatwo oddzielać się od podłoża na dziobie podczas podnoszenia na pojemnik.

### MOKRY KLEJ (ETYKIETY GUMOWANE)

Etykiety tego typu mogą być produkowane z papieru lub folii i na ogół wymagają stosowania kleju, umożliwiającego przymocowanie etykiety do pojemnika produktu. Technika ta była szeroko stosowana (i nadal jest stosowana w niektórych krajach) do naklejania etykiet na butelki, głównie na rynkach piwa i wódki. Kiedyś do butelek wina używano prawie wyłącznie tych etykiet, ale w ostatnich latach w tym celu stosuje się przede wszystkim etykiety samoprzylepne. Etykiety na mokro są nadal szeroko stosowane do etykiet owijkowych na puszkach i niektórych napojach bezalkoholowych.

### NAKLADANIE ETYKIET NA PRODUKT

Etykiety, przycięte do właściwego kształtu i wymiaru, są zazwyczaj wstępnie zadrukowane i dostarczane do maszyny napełniającej w stosach. Stos etykiet umieszcza się w magazynku maszyny napełniającej, a etykiety są za bierane ze stosu przy użyciu podnośników pokrytych klejem lub próżniowo przenoszone przez rolki klejące, a następnie nakładane na pojemnik. Pojemnik musi być mocno uchwycony, aby zapobiec niepożądanemu ruchowi,

który spowoduje złe położenie etykiety. Etykieta jest dociskana do pojemnika rolkami lub szczotkami. Dla etykiet owijanych wokół cylindrycznych pojemników (np. puszek), linia kleju jest nakładana na puszkę i służy jako mechanizm pobierania etykiety. Puszka obraca się, owijając etykietę wokół powierzchni, a drugą linię kleju nakłada się na zakładkę. Zastosowany w ten sposób klej trzyma wprawdzie w minimalnym zakresie,

ale dzięki temu etykietę łatwiej usunąć podczas recyklingu.

### WYBÓR MATERIAŁÓW

Najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem dla etykiet towarów puszkowanych jest zadrukowany papier. Natomiast jest bardziej prawdopodobne, że butelki piwa i wódki będą etykietowane za pomocą folii laminowanych, folii aluminiowej/laminowanego papieru lub papieru metalizowanego. Dobrymi sposobami wprowadzania dodatkowych efektów wizualnych do etykiety, dających wiele efektów specjalnych, jest tłoczenie i nakładanie folii.

Wybór odpowiednich papierów dla niegumowanych (i innych) etykiet zależy nie tylko od wymaganych efektów estetycznych, lecz także od środowiska, w którym będą one użytkowane. Na przykład, jeżeli etykieta ma być stosowana w warunkach chłodniczych (do produktów zamrażanych), wtedy musi pozostać przyklejona do pojemnika do momentu aż zostanie on rozmrożony, a zawartość wykorzystana. Niektóre z etykiet mogą wymagać odporności na zdzieranie, inne pozostają stale wilgotne, np. na butelkach szamponu. Ważnym elementem w całym łańcuchu produkcyjnym może być ekonomika produkcji etykiet oraz koszt ich umieszczania na opakowaniu.

Papier może być pokryty kaolinem w celu uzyskania gładkiej powierzchni i braku przezroczystości dających wysoką jakość wykończenia odpowiednią do procesu druku wysokiej jakości. Jeżeli czynniki te nie są ważne, to można wybrać tańszy gatunek papieru o niższej jakości. Tak jak w przypadku wszystkich innych materiałów opakowaniowych, technolog opakowań powinien szukać najbardziej efektywnego rozwiązania, wspólnie do spełnienia wszystkich innych wymogów określonych dla opakowania.

Na wybór papieru wpływa również zastosowana metoda aplikacji etykiety.

Na przykład, gdy stosuje się podnośnik próżniowy, ważną rolę odgrywa porowatość papieru względem powietrza, tak samo jak jego sztywność podczas nakładania na mocno zaokrąglone powierzchnie. Jeżeli krzywa zna pojemnika jest duża, to łatwiej jest nałożyć lekką i elastyczną etykietę.

Jest również bardziej prawdopodobne, że pozostanie ona na właściwym miejscu niż materiał bardziej sztywny. Także absorpcja wilgoci (mierzona metodą Cobba) będzie miała wpływ na szybkość zwilżania kleju, czyli na szybkość aplikacji.

Ważną właściwością papieru w trakcie użytkowania w postaci etykiet jest stopień jego pofałdowania. Gdy papier jest zwilżany podczas nakładania niegumowanych etykiet, jego włókna pęcznią w wyniku absorpcji wody.

Stopień pęcznienia jest większy w kierunku poprzecznym niż w kierunku maszynowym, co powoduje zwijanie się papieru równoległe do kierunku maszynowego, daleko od zwilżonej powierzchni. Skutki pofałdowania mogą być minimalizowane przez dobór papieru oraz przez utrzymywanie na minimalnym poziomie ilości wody zużywanej w procesie aplikacji kleju. Wymagany kierunek włókna powinien zawsze być określony przez dostawcę.

Zazwyczaj, ale nie zawsze, kierunek włókien jest równoległy do podstawy etykiety.

Podczas nakładania etykiet owijkowych na butelki z PET używa się etykiet z papieru lub tworzywa sztucznego. Te ostatnie zapewniają lepszą elastyczność na elastycznej butelce, mniejsze marszczenie zależne od chłonności wilgoci i dobre efekty estetyczne. Innymi korzyściami z zastosowania tworzywa sztucznego w porównaniu z papierem jest lepsza odporność na ścieranie druku (etykiety lustrzane, otrzymywane przez nadruk na odwrotnej stronie folii\* metodą reverse print) i większa odporność na rozdarcia i uszkodzenia podczas użytkowania. Etykiety z folii z tworzywa sztucznego na butelkach przeznaczonych do ponownego napełniania łatwiej usunąć w stanie nienaruszonym niż etykiety papierowe, które mogą się rozpaść w procesie czyszczenia, pozostawiając trudny do wyczyszczenia szlam.

Do produkcji etykiet stosuje się wiele materiałów. Zdecydowanie najbardziej popularne są podłoża papierowe, które jak pokazano na RYS. 17.3, wyprzedzają folie z tworzywa sztucznego. Etykiety foliowe są zazwyczaj dostarczane w zwoju, co eliminuje etap cięcia podczas produkcji etykiet oraz są łatwiejsze w obsłudze i mniej podatne na uszkodzenia niż stosy ciętych pojedynczych etykiet. Frez na aplikatorze etykiet tnąc etykietę do wymaganej wielkości.

Etykiety niegumowane znajdują zastosowanie główne na liniach do szybkiego napełniania butelek napojów i do puszkowania żywności. Obecnie są dostępne urządzenia umożliwiające etykietowanie nawet 100 000 pojemników na godzinę.

### ETYKIETY WTAPIANE

Etykiety wtapiane (ang. in-mould labels) są wprowadzane do pojemników podczas procesu produkcyjnego. Wcześniej zadrukowana etykieta jest umieszczona w formie i stopiona z materiałem pojemnika. Staje się więc integralną częścią końcowego elementu. W związku z powyższym na linii napełniania nie musi być urządzeń do naklejania etykiet.

Etykietowanie w formie (IML, ang. *in-mould labelling*) prowadzi się przy formowaniu rozdmuchem polietylenowych i polipropylenowych pojemników lub butelek. Podłożem etykiet może być papier, który w takim przypadku jest powleczony klejem wrażliwym na temperaturę lub folie, np. polipropylenowe, które łączą się bezpośrednio z formowanym pojemnikiem.

Etykietowanie IML podczas formowania wtryskowego najczęściej wykorzystuje etykiety foliowe. Etykiety te są umieszczane w formie, a stopione tworzywo sztuczne jest wtryskiwane. W tym momencie etykieta łączy się z powierzchnią opakowania. Metodą tą można uzyskać dobrą i wszechstronną dekorację.

Metoda jest obecnie używana m.in. do wytwarzania pojemników do masła i margaryny oraz do produkcji dużych pojemników do ciastek. Podobny proces jest stosowany do etykietowania podczas termoformowania.

Wstępnie zadrukowane i wykrojone etykiety są dostarczane do urządzenia wytwarzającego opakowania w stosach i są zazwyczaj umieszczane w formie automatycznie podczas etapu jej otwierania. Krytycznym parametrem dla uzyskania dobrych efektów końcowych jest dokładność ułożenia etykiety w formie.

IML oferuje wysoką jakość wydruków (etykiety foliowe są drukowane w procesach druku wklęsłego lub fleksograficznego), nawet na dużej powierzchni, o doskonałej przyczepności i odporności na ścieranie.

### TERMOKURCZLIWE ETYKIETY TULEJOWE

Etykietowanie za pomocą termokurczliwej tulei\* jest stosunkowo małym, ale szybko rozwijającym się sektorem rynku. Metoda zapewnia możliwość różnorodnej, odpornej na ścieranie (nadruk na odwrotnej stronie folii) dekoracji pojemnika oraz zabezpieczenie zamknięcia, poprzez rozszerzenie tulei na zamknięcie pojemnika. Termokurczliwe tuleje

są również wykorzystywane do połączenia dwóch opakowań jako jednej jednostki sprzedaży, co jest często stosowane w przypadku ofert promocyjnych. Jeśli wymagany jest dowód na ujawnienie niepożądanego otwarcia, to zwykle jest wbudowany pasek (albo w postaci oddzielnej taśmy, albo przez zastosowanie dwóch pionowych linii perforacji), który trzeba zerwać, aby uzyskać dostęp do zamknięcia, oraz pozioma perforacja wokół rękawa w celu uniknięcia usunięcia całej etykiety po otwarciu produktu.

Termokurczliwe tuleje są wykonane z polskiej wstęgi z tworzywa sztucznego, zwykle z PET, PS lub OPP. PCV był używany w przeszłości. Ma on dobre właściwości termokurczliwe i minimalne odkształcenia w niskiej temperaturze, stwarza jednak pewne problemy środowiskowe. Dlatego coraz większy udział w rynku zyskują PET i OPP. PET kurczy się bardzo szybko i aby uniknąć zakłóceń, wymaga ścisłej kontroli temperatury w tunelu. OPP kurczy się wolniej, wymagając dłuższego czasu przebywania w tunelu.

Użycie termokurczliwych tulei obejmuje następujące etapy:

1. Zadrukowanie folii, uformowanie jej w tuleje, a następnie zgrzewanie.
2. Dostarczanie do użytkownika tulei albo już wstępnie przyciętych do ręcznego lub półautomatycznego umieszczania na opakowaniu lub w formie zwoju do automatycznego cięcia i użycia na linii napełniającej.
3. Po nałożeniu tuleja musi znaleźć się we właściwej pozycji na pojemniku. Odbywa się to albo ręcznie, albo za pomocą obracających się kłapek lub szczotek.
4. Transport pojemnika z luźną tuleją do tunelu obkurczającego, w którym etykiety są mocowane na pojemniku w prawidłowej pozycji w wyniku doprowadzenia ciepła do tulei z wykorzystaniem promieniowania cieplnego i pary wodnej lub gorącego powietrza. Aby zapewnić równomierny i prawidłowy poziom skurczu, bez nadmiernego zniekształcenia, należy dbać o właściwy kierunek ogrzewania poszczególnych obszarów tulei.

### WYBÓR TECHNIKI DRUKU

Wybór techniki druku w celu wytworzenia wstępnie zadrukowanej etykiety będzie zależał przede wszystkim od:

- wymaganej liczby etykiet;
- wymaganej końcowej jakości;
- ograniczeń zależnych od typu etykiety;
- tego, czy grafika jest stała, czy zmienna (np. informacje o cenie/masie).

Etykiety mogą być drukowane przy użyciu maszyny rotacyjnej typograficznej, fleksograficznej, rotograviurowej, litogra-

ficznej lub sitodruku, w zależności od ich liczby i wymogów jakościowych, i mogą być powlekane folią\* i/lub wytłaczane w celu uzyskania efektów specjalnych (RYS. 174). Coraz częściej do produkcji etykiet jest też wykorzystywany druk cyfrowy, gdyż pozwala właścicielowi marki wejść na rynek przy minimalnym czasie oczekiwania i znacznie mniejszym koszcie opracowania etykiety. Dzięki temu w odpowiedzi na zmieniające się warunki rynkowe można bardzo szybko przeprowadzić „spontaniczną” kampanię promocyjną. Termokurczliwe etykiety są drukowane na rolce przed utworzeniem tulei, za pomocą fleksografii lub druku wklęsłego.

Druk natryskowy jest techniką „na żądanie” powszechnie stosowaną do drukowania on-line kodów danych, daty określającej termin przydatności do spożycia („najlepiej spożyć przed”), numer serii itp. oraz bezpośrednio na częściach składowych opakowań, takich jak puszki i butelki. System ten nie jest uznawany za technikę dającą efekty wysokiej jakości, a główną okolicznością przemawiającą za jego stosowaniem jest czytelność nadrukowanych informacji. Jest to proces bezkontaktowy, w którym specjalny tusz jest rozpylany przez dyszę na bardzo drobne kropelki, dając znajomy obraz jak z drukarki igłowej.

Wykorzystanie techniki druku natryskowego daje możliwość datowania, kodowania

i wprowadzania różnych informacji podczas drukowania etykiety.

Jednak gdy etykieta jest lakierowana, powierzchnia, która ma zostać zadrukowana, powinna być pozbawiona lakieru w celu uzyskania dobrej przyczepności kropelek tuszu. Na liniach produkcyjnych o dużych prędkościach, gdzie uzasadniają to koszty kapitałowe, dodatkowe informacje mogą być nanoszone za pomocą druku laserowego. Laser skutecznie wytrawia drukowaną powierzchnię, pozostawiając wyeksponowane podłoże etykiety.

#### SPECYFIKACJE ETYKIET

Etykiety drukowane muszą spełniać wszystkie wymagania stawiane każdej zadrukowanej powierzchni w konkretnym zastosowaniu, np. odporność na blaknięcie, zacieranie, działanie niektórych substancji itp. Informacje na etykiecie muszą być łatwe do odczytania w typowych warunkach, w których będzie użytkowany produkt. Wymagania, jakie musi spełniać etykieta, należy brać pod uwagę już na etapie projektowania. Kody kreskowe muszą być tak zamieszczone, by zagwarantować możliwość ich odczytania w miejscu sprzedaży oraz w innych miejscach istotnych dla procesu dystrybucji. Powinny więc być weryfikowane na niektórych etapach cyklu produkcyjnego.

Zanim etykieta będzie drukowana, muszą być określone jej rozmiary, wymiary zwoju, wymiary rdzenia i kierunek odwijania, wszystko to w celu zapewnienia maksymalnej zgodności na kolejnych etapach procesów produkcyjnych.

Zwoje z etykietami powinny być starannie zapakowane, aby chronić je przed uszkodzeniem w czasie transportu do etykietarki. Warunki ich przechowywania powinny być dokładnie kontrolowane, aby zapewnić, że etykiety dotrą w dobrym stanie, gotowe do nałożenia i aby zminimalizować wielkość odpadów.

Etykiety muszą odpowiadać wszystkim wymaganiom produktu, na którym będą naklejone, i mieć dobrą przyczepność do podłoża, na którym zostaną osadzone. Etykieta musi spełniać wszelkie wymagania zarówno w okresie użytkowania produktu, np. butelka szamponu (ciągle mokre i wilgotne warunki), warzywa konserwowe (długie przechowywanie na półkach) itp., jak i na koniec podczas utylizacji/recyklingu. Oznacza to, że w trakcie procesu projektowania opakowań etykieta musi być traktowana jako integralna część układu produkt/opakowanie i w pełni przebadana w celu zapewnienia, że spełni wszystkie stawiane przed nią wymagania.

W aktualnym (2009) FINAT Technical Hand- book zamieszczono 27 metod badań, które



**konferencja**  
**powder & bulk**  
2022 19 października  
Kraków

## XII Konferencja

„Nowoczesne technologie  
w przemyśle materiałów sypkich”

ZAPRASZAJĄ:

Partner:

  
Targi  
w Krakowie

Organizator:

**powder & bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

można wykorzystywać do testowania wielu właściwości materiałów przeznaczonych na etykiety samoprzylepne w celu stworzenia specyfikacji i metodyki badań podczas produkcji. Chociaż nie są to „oficjalne” standardy, to są powszechnie stosowane na całym świecie przez producentów i drukarnie.

Są one postrzegane jako uniwersalne standardy dla określenia pewnych właściwości. Niniejsza publikacja, wraz z FINAT Educational Handbook, dają studentowi bardzo przydatne źródła informacji dotyczące produkcji etykiet.

### CO MOŻE PÓJŚĆ NIE TAK?

Ważne jest, aby odpowiednią jakość etykiet uzyskać za pierwszym razem, im dalej w łańcuchu produkcyjnym powstaje problem, tym bardziej kosztowne jest jego usunięcie i dłużej trwa produkcja. Koszt ponownego drukowania może być bardzo wysoki. Oprócz problemów technicznych podczas etapów drukowania i wykańczania, istnieje wiele obszarów, w których mogą pojawić się spory między stronami zaangażowanymi w proces produkcji etykiet. Jest rzeczą niezbędną, aby korekty były zatwierdzane na każdym etapie procesu produkcji; w ten sposób każdy wie, czego się od niego oczekuje, a korekty lub modyfikacje mogą być wprowadzone na początku procesu.

Specyfikacja etykiety musi być precyzyjna, zaakceptowana, zrozumiana i zaaprobowana przez wszystkie strony znacznie wcześniej, zanim grafika będzie przygotowywana do druku, a etykieta drukowana. Dotyczy to właścicieli marki, projektanta, drukarni oraz firmy napełniającej. Ten etap jest niezbędny i należy poświęcić czas, aby upewnić się, że wszyscy w łańcuchu dostaw rozumieją, czego oczekuje się na każdym etapie produkcji. Jest to czas, w którym uzgadnia się specyfikację podłoża i kleju. Tak samo należy postępować m.in. przy określaniu końcowego sposobu wykorzystania etykiety, typu pojemnika, techniki drukowania, sposobu napełniania oraz oczekiwanego czasu życia etykiety na produkcie.

Dla właściciela marki jednym z najważniejszych parametrów etykiety jest trwałość koloru. Powinna ona być zapewniona nie tylko w długim okresie produkcji, nie tylko z opakowania na opakowanie, lecz także z szarży na szarżę. Spełnienie wymagań, jakie stwarza właściwe naniesienie kolorów, jest prawdopodobnie jednym z najczęstszych obszarów sporów między właścicielem marki a drukarnią. Dlatego używane kolory muszą zostać dokładnie opisane, jeśli to możliwe, przy użyciu jako odniesienia „standardowego” systemu kolorów takiego jak Pantone.

Innym obszarem problemów jest rzeczywistość druk. Chociaż etykieta jest elementem przejściowym w cyklu życia produktu, musi prezentować najwyższą jakość współmierną do rodzaju produktu końcowego, z którym będzie użyta.

Największym pojedynczym błędem jest niepożądane przesunięcie między jednym kolorem a innym. Oczywiście musi ono mieścić się w granicach przyjętej tolerancji. Taki błąd może nie mieć znaczenia w puszcze grochu, lecz jeśli występuje na etykiecie farmaceutycznej, może uniemożliwić łatwe odczytanie informacji. Dotyczy to także „ciężkiego” drukowania, gdzie zbyt duży odciśnięcie (ang. *overimpression*) lub nadmiar atramentu (ang. *overinking*) może spowodować, że niektóre czcionki (zwłaszcza wielkości 4 pt i mniejsze) będą nieczytelne.

Złotą zasadą jest określenie i uzyskanie porozumienia na najwcześniejszym etapie łańcucha produkcyjnego etykiet.

### RYNEK ETYKIET

Jaki jest obecny stan rynku etykiet i jakie będą trendy w przyszłości? Co ma wpływ na rozwój branży etykiet? Następuje coraz większa globalizacja dostawców dla przemysłu i jego klientów, również coraz bardziej globalni są główni właściciele marek. Oznacza to, że właściciele marek szukają światowych przetwórców/drukarni, mogących dostarczyć etykiety w miejscach wytwarzania produktów. Jednak istnieje stosunkowo niewiele takich drukarni, które sygnalizują, że mają potencjalnie dostępne odpowiednie możliwości biznesowe.

Etykiety samoprzylepne zdominowały sektor produkcji etykiet. Należy jednak zauważyć, że produkuje się również coraz więcej innych rodzajów etykiet. Jako potencjalny obszar ekspansji postrzega się termokurczliwe etykiety tulejowe oraz foliowe etykiety owijkowe. Jak wspomniano w innym miejscu, etykiety z mokrym klejem systematycznie tracą udział w rynku, mimo że wielkość ich produkcji nawet rośnie. Etykiety wtapiane są nadal postrzegane jako stosunkowo niewielka nisza rynkowa. Granica pomiędzy opakowaniem giętkim a przetwórstwem etykiet staje się coraz mniej wyraźna. W ciągu ostatnich kilku lat fleksografia stała się dominującą techniką druku na całym świecie z szybko rosnącym udziałem fleksografii UV. Oprócz tego techniką dominującą na najbardziej rozwiniętych rynkach stał się druk cyfrowy. Następuje dalszy spadek udziału typografii w całkowitej wielkości produkcji, a mimo to offsetowa litografia przeżywa odrodzenie. Foliowanie jest coraz bardziej popularne ze względu na wprowadzenie zimnych technik foliowania.

### REWOLUCJA CYFROWA

Niemal na każdym etapie produkcji etykiet i metek znajduje zastosowanie technika cyfrowa: projektowanie i grafika, skanowanie i kamery (aparaty fotograficzne), korekta i opracowanie techniczne, wytwarzanie płyty, drukowanie, wykańczanie, kontrola jakości i wykrawanie. Ponad 12% nowych drukarek etykiet stanowią drukarki cyfrowe lub mające jednostkę cyfrową.

Są wprowadzane do eksploatacji samodzielne drukarki cyfrowe, które działają z akceptowalnymi komercyjnie prędkościami jako rzeczywiste alternatywy dla tradycyjnych technik drukarskich. Ostatecznym wkładem jest cyfrowa kontrola wszystkich operacji poprzez systemy informacji zarządczej (MIS, ang. *management information systems*).

### WNIOSKI I PRZYSZŁE TRENDY

Wykorzystanie cyfrowego druku etykiet i metek stanie się bardziej powszechne. Szybko będą się rozwijać techniki RFID i inne inteligentne technologie. Technologie druku etykiet znajdują zastosowanie na nowym i rozwijającym się rynku „drukowania dla elektroniki” (ang. *printing for electronics*), co jest postrzegane jako dodatkowy segment, a nie jako technologia zastępcza. Aplikacje antyfałszerskie i uwierzytelnianie produktów będą się rozwijać jako odpowiedź na ogromną obecnie aktywność fałszerzy. Istnieją ważne, nowe rozwiązania technologiczne związane z nanomateriałami, które będą wpływać na sposób użycia etykiet do produktów o dużej wartości i produktów farmaceutycznych.

Jednocześnie powstają etykiety o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych i przeciwbakteryjnych. W fazie rozwoju są techniki pozwalające na wykrywanie MRSA i E. coli, BSE, ptasiej grypy azjatyckiej oraz wielu innych drobnoustrojów. Pojawią się nanoczuJNIki pozwalające na śledzenie drogi żywności z gospodarstwa rolnego na talerz konsumenta. W związku z wprowadzaniem tych metod znaczenie farb i materiałów zabezpieczających będzie coraz większe. Nowe możliwości zaoferują tzw. etykiety sprytne, aktywne i inteligentne.

Szansę dla przemysłu etykiet w przyszłości są ogromne. W ciągu następnych 5–10 lat przewiduje się rozwój przemysłu etykiet i znaczące jego różnicowanie. ■

TEKST PUBLIKUJEMY DZIĘKI UPRZEJMOŚCI WYDAWNICTWA NAUKOWEGO PWN. STANOWI ON FRAGMENT PUBLIKACJI PT., „TECHNIKA OPAKOWAŃ. PODSTAWY, MATERIAŁY, PROCESY WYTWARZANIA”; PRACA ZBIOROWA POD REDAKCJĄ NAUKOWĄ ANNE EMBLEM I HENRY’EGO EMBLEM.

#### LITERATURA

- [1] Fairley M., *European Label Survey 2007*, Tarsus Group, London.
- [2] Fairley M., *Label Market Trends 2008*, Tarsus Group, London.
- [3] Fairley M., *World and European Trends 2009*, Tarsus Group, London.
- [4] *Labels and Labelling International magazine* (miesięcznik). [www.labelsandlabelling.com](http://www.labelsandlabelling.com)
- [5] *NarrowWebTech magazine* (kwartalnik). [www.flexo.de](http://www.flexo.de)
- [6] Spring R. (red.) (1996) *FINAT Educational Handbook: Self Adhesive Labelling*, FINAT, The Hague; patrz też: *FINAT Technical Handbook (Test Methods) 2009*, FINAT, The Hague

# Laboratoryjne układy mielenia i klasyfikacji materiałów

dr Jacek Kołacz

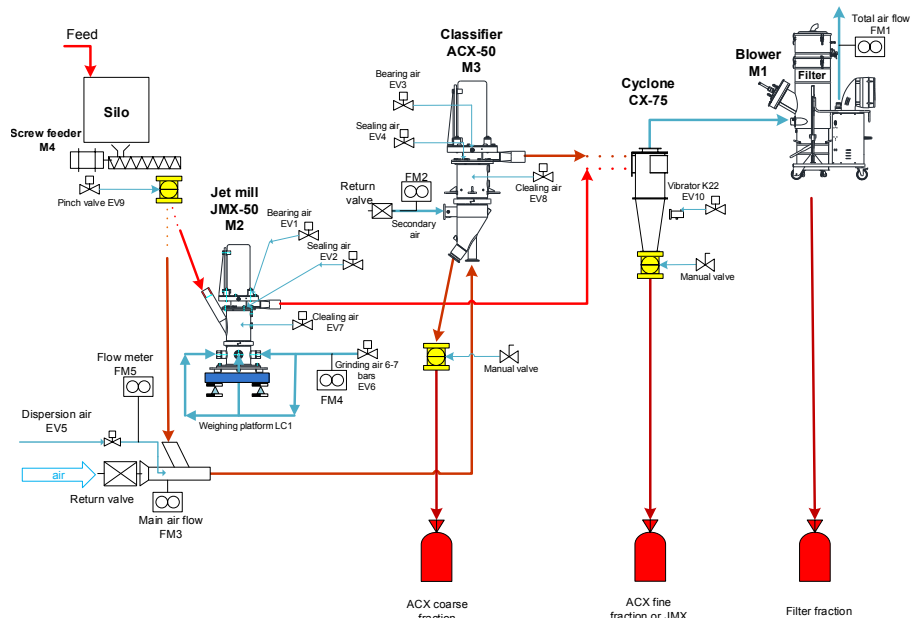
**Comex oferuje systemy o wysokim stopniu czystości i układy spełniające wymagania pracy w strefie Ex.**

Laboratoryjne systemy mielenia lub klasyfikacji są niezbędne przy produkcji eksperymentalnych porcji materiału oraz w celach optymalizacji większych układów produkcyjnych. Dotyczy to zarówno standardowych systemów, jak i procesów o wysokim stopniu czystości lub spełniających wymagania strefy Ex. W wielu przypadkach zanieczyszczenia nawet na poziomie ppm lub ppb mogą spowodować znaczną degradację jakości materiału podczas jego wytwarzania. Materiały ogólnie określone jako niebezpieczne lub wybuchowe mogą ulegać procesom niekontrolowanego utleniania nawet bez obecności tlenu. Systemy produkcyjne muszą być w związku z tym dopasowane do wymogów tzw. dyrektywy ATEX. W tym celu firma Comex wprowadziła na rynek układy mielenia i klasyfikacji aerodynamicznej do przeprowadzania badań w skali laboratoryjnej, które pozwalają na zaprojektowanie optymalnych instalacji przemysłowych spełniających wymagania ATEX oraz gwarantujących minimalny stopień zanieczyszczenia końcowego produktu.

## ZASADA DZIAŁANIA

Schemat układu mielenia i separacji przedstawia RYS. 1. Układ może działać jako samodzielny system mielenia strumieniowego, jako osobny układ klasyfikacji aerodynamicznej lub jako wersja łącząca te dwa warianty. W systemie mielenia materiał wsadowy dostarczany jest grawitacyjnie do komory młyna poprzez podajnik śrubowy, umieszczony nad młynem strumieniowym. Sprężone powietrze zaś jest przesyłane do młyna za pomocą czterech dysz, ułożonych naprzemianlegle. Odpowiednie obroty wirnika wewnętrznego klasyfikatora zapewniają uzyskanie wymaganego rozdrobnienia produktu. Zmielony produkt przedostaje się wraz z powietrzem do cyklonu, gdzie prawie wszystkie cząstki są usuwane z powietrza. Wylot cyklonu jest podłączony do filtra, gdzie są oddzielane bardzo drobne cząstki niewyłapane przez cyklon. Wylot filtra jest połączony z wentylatorem, aby zapewnić podciśnienie w układzie w celu ograniczenia emisji materiału do atmosfery.

Jeżeli układ jest skonfigurowany do klasyfikacji, to materiał wsadowy dostarczany jest do klasyfikatora za pomocą podajnika



RYS. 1  
Schemat systemu mielenia i klasyfikacji aerodynamicznej

ślimakowego i transportu pneumatycznego. Wewnątrz klasyfikatora znajduje się wirnik, którego prędkość determinuje wielkość odseparowanych cząstek. Cząstki grube (lub ciężkie) są odrzucane przez wirnik i grawitacyjnie opadają do pojemnika frakcji grubej. Produkt drobny, który przedostał się przez wirnik, trafia do cyklonu i filtra, gdzie – podobnie jak w przypadku młyna strumieniowego – usuwany jest z powietrza.

W układzie mieszanym możliwe jest połączenie młyna strumieniowego z dodatkowym klasyfikatorem, co daje możliwość bezpośredniej produkcji określonego materiału w postaci dwóch frakcji. Wówczas można produkować materiał o wymaganym rozmiarze maksymalnych i minimalnych cząstek (i możliwe jest np. uzyskanie stromej krzywej składu ziarnowego).

Wszystkie wspomniane konfiguracje umożliwiają uzyskanie bardzo czystego produktu bez zanieczyszczeń (na poziomie ppm, a nawet ppb) pochodzących od wewnętrznych elementów układu – dzięki zastosowaniu specjalnych wyłożeń w wewnętrznych elementach mających kontakt z materiałem. Dodatkowo system mielenia i klasyfikacji przystosowany jest do pracy z materiałem o różnym stopniu wybuchowości. W przypadku niskiego

zagrożenia wybuchem możliwe jest zablokowanie fali nadciśnienia gazu w układzie oraz odciążenie niewielkiego wybuchu za pomocą zaworu upustowego zamontowanego na korpusie filtra. Gdy materiał jest bardzo niestabilny i zagrożenie wybuchem jest wysokie, wówczas można zastosować atmosferę azotu lub innego gazu obojętnego. Ponadto wewnętrzne, ruchome elementy mechaniczne systemu wykonane są z odpowiednich materiałów, eliminujących powstawanie zapłonu mieszaniny materiału z gazem lub powietrzem. Fot. 1 przedstawia opisany układ podczas produkcji w warunkach laboratoryjnych. System ten jest bardzo kompaktowy, może pracować w niedużym pomieszczeniu laboratoryjnym i wymaga niewielkiej ilości materiału – zazwyczaj kilku lub kilkunastu kilogramów.

## TYPOWE ZASTOSOWANIA

Mikrosystemy mielenia i klasyfikacji mogą być stosowane wszędzie tam, gdzie niezbędne jest produkowanie ograniczonych ilościowo próbek materiału pod ścisłą kontrolą układu pomiarowego. Dotyczy to głównie materiałów o wysokiej jakości oraz wartości. Bardzo ważne jest też zapewnienie minimalnych strat materiału wsadowego w stosunku do końcowego produktu.

Przeprowadzenie optymalizacji mielenia i klasyfikacji wymaga bardzo wielu doświadczeń i jest pracochłonne. W efekcie taki proces optymalizacji jest praktycznie niemożliwy w warunkach przemysłowych – z powodu wysokich kosztów, pracochłonności oraz dużego zużycia materiału wsadowego, a przede wszystkim ze względu na wymagania dyrektywy ATEX. W przypadku opisywanego układu możliwe jest przeprowadzenie prób w kontrolowanych warunkach, aby określić wpływ poszczególnych parametrów systemu na końcowy produkt. Możliwe jest wtedy przeskalowanie parametrów systemu mielenia do skali przemysłowej, w której już zastosowane parametry będą zbliżone do optymalnych. Firma Comex Polska wielokrotnie przeprowadzała tego typu badania w skali laboratoryjnej w celu optymalizacji procesu, a następnie dostarczała klientom oparty na tych badaniach system produkcyjny działający w skali przemysłowej. Więcej informacji na temat systemów mielenia i klasyfikacji wykonywanych z zachowaniem wysokiej czystości produktu oraz przeprowadzanych w atmosferze gazu obojętnego – zarówno w skali laboratoryjnej, jak i przemysłowej – znajduje się na stronie producenta:

[www.comex-group.com](http://www.comex-group.com). ■

AUTOR JEST PREZESEM ZARZĄDU FIRMY

COMEX POLSKA SP. Z O.O. W KRAKOWIE



FOT. 1

Systemy mielenia i klasyfikacji podczas prowadzenia testów

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

*Zasypujemy informacjami!*



Zapraszamy na naszą stronę: [www.powderandbulk.com.pl](http://www.powderandbulk.com.pl)

# Ryzyko pożarowe w sortowni odpadów. Dlaczego i jakie zabezpieczenia należy stosować?

Mateusz Światała,  
kierownik działu PPOŻ | GRUPA WOLFF

**Tylko w 2019 r. doszło do ponad 19 tys. pożarów w miejscach składowania odpadów. Owszem, do tego zbioru należą także pożary śmietników wolnostojących, ale te najgroźniejsze zdarzenia dotyczą sortowni i miejsc zagospodarowania odpadów. Według Komendy Głównej Straży Pożarnej, sporej części z tych pożarów udało się uniknąć, gdyby ww. instalacje były wyposażone w odpowiednie systemy przeciwpożarowe. Do tej pory systemy te były rzadkością w branży zagospodarowania odpadów. Stan ten ma zmienić Rozporządzenie, które weszło w życie 3 kwietnia 2020 r.**

## Sortownie – ważne ogniwo recyklingu, które w przypadku pożaru generuje olbrzymie koszty

Na wstępie warto powiedzieć, dlaczego dziś rozważamy temat sortowni odpadów. Wspomniane wyżej Rozporządzenie MSWiA jest jedynie następstwem zmian, jakie następują w naszym kraju pod kątem recyklingu. Znowelizowana ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach nałożyła na nie wyraźną podwyżkę wymaganego poziomu recyklingu. W tym roku to jest już poziom 50%. Z tego względu śmieci komunalne (te zmieszane, jak i sortowane) muszą być poddawane procesom recyklingowym w miejscach zagospodarowania odpadami.

Procesy te realizują przystosowane do tego sortownie, które najczęściej stanowią integralną część całego kompleksu zakładu zagospodarowania odpadów. Przykładowa linia sortowni składa się z:

- rozrywarki do worków;
- kabiny wstępnej segregacji;
- sita bębnowego;
- separatorów optopneumatycznych;
- separatora balistycznego;
- separatora metali Fe oraz ALU;
- kabiny doczyszczającej;
- kabiny frakcji >300 mm;
- prasy belującej.

Wymogi stawiane przez przepisy prawa związane z poziomem recyklingu niejako stawiają konieczność uruchamiania nowych sortowni tam, gdzie ich jeszcze nie było, lub modernizacji istniejących instalacji, aby były w stanie osiągnąć wymagany pułap.

Co się jednak stanie, gdy pożar strawi taką sortownię? Bolesnie przekonał się o tym w 2016 r. Zakład Gospodarki Odpadami S.A. w Bielsku-Białej. Ogień, który powstał w kontenerach z odpadami, objął znaczną część hali wraz z całą infrastrukturą służącą do sortowania śmieci. Milionowe straty to nie jedyny koszt, jaki powstał w wyniku tragedii. Wciąż należało zapewnić zgodne z harmonogramem usługi komunalne dla miesz-



kańców, a jednocześnie odebrane śmieci musiały zostać odpowiednio zagospodarowane. Rzecznik urzędu miasta Tomasz Ficoń wypowiedział się wręcz, że jest to problem firmy wywozowej, sortowni oraz urzędu miasta. Wypowiedź tę można uszczegółowić, mówiąc, że:

- Sortownia utraci swój zysk, ponieważ do czasu odbudowy obiektu nie będzie mogła przyjmować wielu frakcji odpadów;
- Dodatkowe koszty poniosą firmy wywozowe, zmuszone transportować odpady do dalej położonej sortowni;
- Koszty firm wywozowych zapewne były więc renegotjowane z urzędem miasta, który również musiał ponieść koszty podpisania umowy z zastępczą sortownią, która przejęła ciężar zagospodarowania odpadów z Bielska-Białej.

Jak więc widać skutki pożaru w sortowni odpadów nie dotyczą tylko bezpośrednio właściciela instalacji, ale są odczuwane również przez inne firmy i instytucje.

## Dlaczego dochodzi do pożarów w sortowniach odpadów?

Sortownie odpadów, tak samo jak pozostałe części instalacji w zakładach zagospodarowania odpadami, charakteryzują się wysokim ryzykiem wystąpienia pożaru. Wynika ono z następujących przyczyn:

- Na terenie takich instalacji występuje wysoka gęstość obciążenia ogniowego ze względu na zgromadzenie dużej ilości materiałów palnych na stosunkowo niewielkiej powierzchni;
- Trudno jest określić i kontrolować skład odpadów oraz wydzielanych z nich gazów, a to oznacza, że trudno przewidzieć co spowoduje pożar oraz jaki materiał zostanie nim objęty. Częstą przyczyną pożarów, która jest wymieniana przez straż pożarną, jest samozapłon wydzielanych gazów;
- Duży udział w wymienionym w powyższym punkcie problemie mają firmy wywozowe, które niejednokrotnie ukrywają jedne odpady w drugich, aby „pozbyć się problemu”. To sprawia, że do sortowni trafiają materiały, które stwarzają zagrożenie pożarowe, na które dana linia sortownicza nie jest przygotowana;
- Ze względu na powyższe zróżnicowanie materii, która zaczyna się palić, pożary te są gwałtowne i szybko się rozprzestrzeniają;
- Podczas rozrywania worków oraz rozdrabniania odpadów występują siły tarcia – tym większe, im twardsze tworzywa czy metale są rozdrabniane przez wały i ostrza w rozdrabniaczach. Powstałe w ten sposób gorące cząstki mogą być oczywistym źródłem pojawienia się pożaru;





Podobne siły tarcia prowadzące do powstania zapłonu mogą pojawić się na taśmach transportowych czy też podczas transportu odpadów koparko-ładowarkami na linii sortowni. Te ostatnie są ryzykowne nie tylko ze względu na siły tarcia, ale również na dostarczenie pożywki dla ognia pod postacią tlenu. Przed sortowaniem zdarza się, że śmieci długo leżą bez przenoszenia. Jeśli znajdują się wśród nich odpady chemiczne, biologiczne czy też np. uszkodzone baterie, zaczynają one wytwarzać ciepło, które przy poruszeniu śmieci otrzymuje dopływ tlenu, dzięki któremu możliwy jest zapłon;

jeśli popatrzymy na trzy powyższe punkty, zobaczymy, jaki jest zakres odpowiedzialności poszczególnych uczestników procesu oraz na czym każdemu z nich zależy.

Oczywiście nigdy nie da się zdiagnozować i w pełni wyeliminować ryzyka wystąpienia pożaru. Czasem pożar w miejscach przetwarzania i składowania odpadów rozpoczyna się w zupełnie niecodzienny sposób. Tak było 4 lipca 2020 r. w Przysieci Polskiej, kiedy to niedopałek papierosa wyrzucony z jadącego obok pociągu zapoczątkował 14-godzinny pożar w firmie zajmującej się recyklingiem odpadów.

**Czego dotyczy Rozporządzenie MSWiA?**

Ze względu na fakt, iż w ostatnich latach mieliśmy w Polsce znaczny wzrost pożarów w miej-

scach przetwarzania i składowania odpadów, MSWiA zdecydowało się wydać nowe Rozporządzenie. Wprowadza ono szereg wymagań dotyczących zabezpieczenia przeciwpożarowego tych obiektów. Nowością, która musi być wdrożona, jest m.in. wymaganie zamontowania stałego urządzenia gaśniczego. Rozporządzenie wprowadza także m.in. określone wymagania dotyczące stosowania systemów sygnalizacji pożarowej oraz urządzeń alarmowych czy oddymiających.

**Jakie zabezpieczenia sprawdzają się w sortowni odpadów?**

Dotychczasowe pożary w sortowniach i miejscach gromadzenia odpadów bardzo klarownie pokazywały, jak niebezpieczne są to obiekty w momencie wystąpienia pożaru. Ogień rozchodzi się gwałtownie i szybko zajmuje duży obszar. Pożar powoduje duże i trujące zadymienie, które zawsze jest potencjalnie niebezpieczne dla otaczającego środowiska. Ze względu na niejednorodny rodzaj materiałów palnych, nigdy nie wiadomo, w którą stronę pożar się rozejdzie, a także czy nie dojdzie dodatkowo do eksplozji. Dlatego tak ważne jest odpowiednie zabezpieczenie tych instalacji odpowiednimi systemami ppoż. Pytanie jakimi? Otóż:

- należy zastosować specjalne, przeznaczone bezpośrednio do gaszenia w halach magazynowych, instalacje zraszaczowe;

- nieskuteczne w takich warunkach okazują się systemy gaszenia wodą. Topniejący plastik, którego w sortowniach odpadów jest duże nagromadzenie, tworzy niejako „skorupę”, po której spływa woda, nie dostając się w głąb hałdy śmieci;
- skuteczne jest za to gaszenie pianą, która dzięki strukturze rozlewiskowej dobrze radzi sobie z dotarciem do głębszych warstw śmieci, gdzie często rozprzestrzenia się pożar;
- gaszenie pianą posiada także zaletę związaną z mniejszym zapotrzebowaniem na powierzchnię pod zbiornik z wodą. W tego typu instalacjach zwykle występuje maksymalne wręcz wykorzystanie terenu, dlatego mniejszy zbiornik, spełniający jednak jednocześnie wymogi przeciwpożarowe, spotyka się często z dużą aprobatą u inwestora.

Istotne we wczesnym wykryciu niebezpieczeństwa będą odpowiednie czujki dymu i temperatury, czy też nawet kamery termowizyjne. Pozwolą one na szybką reakcję gaśniczą. W przypadku czujek dymu istnieje jednak ryzyko, że często nagromadzony w dużych ilościach pył i kurz może inicjować fałszywe alarmy.

**Co warto sprawdzić, przygotowując się do modernizacji związanej z instalacją zabezpieczeń przeciwpożarowych?**

Przede wszystkim należy podkreślić, jak ważna jest wizyta potencjalnego wykonawcy instalacji na obiekcie. Taka wizja lokalna pozwala dokładnie sprawdzić, jak wygląda obiekt inwestora, co później znacznie ułatwia zaproponowanie dedykowanych rozwiązań. Kolejnym jej plusem jest możliwość bezpośredniej rozmowy pomiędzy przedstawicielami inwestora i firmy wykonawczej, która często prowadzi do scementowania wzajemnego zaufania, również powoduje, że inwestor nabierze słusznego dystansu do firmy, która nie wzbudza zaufania.

Drugą istotną kwestią dla wielu firm jest sprawdzenie kompleksowości oferty i złożonej przez potencjalnych wykonawców. Zamontowanie instalacji przeciwpożarowej wymaga konieczności przeprowadzenia wielu prac na obiekcie inwestora. Są to m.in. wykonanie fundamentu pod zbiornik i pompownię, dostarczenie zbiornika i pompowni, poprowadzenie sieci p.poż w ziemi, doprowadzenie zasilania do zbiornika, wykonanie instalacji wewnątrz hali, czy też prace związane z automatyką instalacji. Warto zawsze się upewnić, czy potencjalny wykonawca proponuje kompleksową ofertę, czy też w którymś momencie będzie trzeba skorzystać z innych wykonawców.





# Wybuchowy węgiel i biomasa mogą być jesienią kolejnym problemem energetyki

www.g-w.eu

**Boom na biomasę sprzed dekady doprowadził w energetyce do wielu wybuchów i pożarów. Dziś brak węgla ze wschodu niejako zmusza energetykę do spalania biomasy oraz „nowego” węgla, które mają drastycznie wyższą skłonność do niekontrolowanego zapłonu i wybuchu niż węgiel spalany do tej pory. Czy grozi nam powtórka z przeszłości? Czy ponownie może dojść do potężnych wybuchów, jakie miały miejsce w Turowie czy Dolnej Odrze?**

## LEKCJA NA BŁĘDACH

Pył węglowy zawsze wybuchał. Każdy, kto choć trochę zna realia energetyki, wie, że tego typu zdarzenia nie są niczym nowym. Najczęściej kończyło się jednak na strachu lub stosunkowo niewielkich lub średnich stratach. Tak było przez długie lata.

## WYBUCH W ELEKTROWNI DOLNA ODRA

Wszystko zmieniło się nieco ponad dekadę temu, gdy elektrownie i elektrociepłownie w całej Polsce masowo zaczęły spalać lub współspalać biomasę – paliwo o zdecydowanie niższej energii zapłonu oraz znacznie wyższej energii wybuchu. Na efekty nie trzeba było długo czekać. W 2010 r. w Elektrowni Dolna Odra doszło do potężnego wybuchu. Zniszczeniu uległa część układu nawęglania. Konieczne było wyłączenie pracujących bloków energetycznych. Moc elektrowni ograniczono do minimalnego poziomu 60 MW. W rezultacie odnotowano duże straty finansowe. Najgorszy był jednak fakt, że w wyniku zdarzenia śmierć poniosła jedna osoba, a trzy kolejne zostały ranne.

Zaraz po wybuchu rzeczniczka Prokuratury Okręgowej w Szczecinie informowała: śledczy wraz z policjantami rozpoczęli działania. Przesłuchano ponad 40 świadków – osoby, które były na terenie zakładu w czasie tragedii. Zabezpieczono niezbędną dokumentację dotyczącą pracy zniszczonych bloków elektrowni, przeprowadzono również oględziny zwłok męczenników wydobytych spod gruzów zawalonego budynku.

Zdarzenie to było głównym przyczynkiem do serii kontroli, jakie Państwowa Inspekcja Pracy przeprowadziła w kilkudziesięciu elektrowniach i elektrociepłowniach. Wydany wtedy raport nie pozostawiał wątpliwości: w zdecydowanej większości elektrowni i elektrociepłowni rozpoczęto współspalanie biomasy i węgla bez odpowiedniego zabezpieczenia ciągów nawęglania i zespołów młynowych przed moż-



FOT. 1  
Wybuch w Elektrowni Turów

liwością powstania i rozwoju wybuchów mieszanek pyłowo-powietrznych. Ponadto w zdecydowanej większości zakładów od około 2005 r., kiedy to rozpoczęto współspalanie biomasy z węglem na skalę przemysłową miały miejsce pożary technologiczne.

## WYBUCH W ELEKTROWNI TURÓW

Gdy jeszcze nie opadł kurz po wybuchu w Dolnej Odrze, w 2012 r. doszło do wybuchu w Elektrowni Turów. Zdarzenie swoje zarzewie miało w obrębie bloku energetycznego numer jeden. Był on wyłączony z powodu trwającego remontu, ale w konsekwencji powstałego pożaru konieczne było wyłączenie bloków numer 2, 3 i 4. W eksplozji uszkodzone zostały cztery osoby.

Po wybuchu na miejscu pracowała prokuratura, Państwowa Inspekcja Pracy, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska oraz służby przeciwpożarowe. Dzień po wybuchu do Elektrowni Turów przyjechał Krzysztof Kiljański – ówczesny prezes PGE. Potwierdził, że pomimo poważnych uszkodzeń sytuacja jest pod kontrolą. Z kolei aktywiści z obszaru ochrony środowiska wszczęli akcję informacyjną, twierdząc, że... wybuch i pożar w elektrowni Turów to wynik zachłanności Polskiej Grupy Energetycznej.

## RYZYKO ZNÓW ROŚNIE

Tak było kiedyś. A jak sytuacja wygląda dzisiaj?

W obliczu sytuacji geopolitycznej, która przekłada się na brak węgla ze wschodu, energetyka jest niejako zmuszana do spalania biomasy oraz „nowego” węgla, które mają drastycznie wyższą skłonność do niekontrolowanego zapłonu i wybuchu niż np. spalany do tej pory węgiel kamienny. W rezultacie grozi nam powtórka z przeszłości.

GRUPA WOLFF brała udział w zabezpieczeniu przed wybuchem i pożarem przeszło 200 zespołów młynowych, m.in. w PGE, EDF (dziś PGE), Veolia, Energa, Enea, CEZ, PGNiG, Tauron czy PAK. Za ich realizacją odpowiadał Zbigniew Wolff, który tak ocenia dzisiejszy stan rzeczy: „sytuacja jest poważniejsza niż ta z biomasowego boomu z lat 2005–2012. Wynika to z kilku faktów.”

## DLACZEGO SYTUACJA JEST POWAŻNIEJSZA?

Po pierwsze dziś mamy do czynienia nie tylko z biomasą, ale także z węglem, często o dużej zawartości palnych gazów. Oba te paliwa stwarzają znacznie wyższe zagrożenie wybuchowe i pożarowe niż węgiel spalany do tej pory.

Po drugie, dziś brakiem paliwa zagrożoną jest każda elektrownia czy elektrociepłownia, przez co skala zjawiska może być znacznie większa.



FOT. 2, 3  
Wybuch w Elektrowni Dolna Odra

Po trzecie, zakłady, które wprowadziły zabezpieczenia przeciwybuchowe w przeszłości, mogą mieć przeświadczenie, że są bezpieczne pomimo zmiany paliwa. Dopóki parametry zapalności i wybuchowości tych paliw są podobne do parametrów, dla których wspomniane zabezpieczenia zosta-

ły zaprojektowane, tak właśnie będzie. Jeśli jednak będą inne, zabezpieczenia mogą być nieskuteczne. W takiej sytuacji należałoby wprowadzić korekty w systemie zabezpieczającym.

Po czwarte, dostarczane często z bardzo egzotycznych kierunków paliwo, posiada

dużą ilość zanieczyszczeń, jak kamienie czy metalowe elementy, które mogą spowodować iskry, wywołujące zapłon mieszanki pyłowo-powietrznej.

#### JEDNI WIEDZĄ, INNI NIE

– Aktualnie prowadzimy rozmowy z kilkoma zakładami, są to zarówno wytwórcy systemowi jak i przyzakładowi produkujący prąd i ciepło na potrzeby własne. Poziom świadomości zagrożenia jest bardzo różny. Z jednej strony są firmy, które wiedzą, jak poważne ryzyko wiąże się z wprowadzeniem nowego paliwa, z drugiej znajdują się firmy, które o ryzyku dowiedziały się przypadkiem. Osobiście mnie to nie dziwi. W dobie braku paliwa na rynku oczy wszystkich skierowane są w inną stronę i to jest normalne. Wszyscy chcą się zabezpieczyć przed nadchodzącą zimą – komentuje Wolff.

– Na koniec wspomnę o badaniach, jakie wykonaliśmy dla jednej z elektrowni, która w trybie awaryjnym rozpoczęła pozyskiwanie węgla z nowego źródła dostaw. Okazało się, że pomimo iż badania TG nie wykazały znaczących różnic, to już parametry zapalności i wybuchowości były istotnie różne. Przykładowo parametr Kst – kluczowy z punktu widzenia doboru zabezpieczeń – w przypadku nowego węgla był dwukrotnie wyższy. Z kolei minimalna energia zapłonu obłoku pyłu, która pokazuje, jak łatwo może dojść do zapłonu, była dwukrotnie niższa. Podobnie temperatura zapłonu warstwy pyłu była niższa o 160°C. Czy to duże zmiany? Obrazowo powiedziałbym, że różnica jest taka, jak w przypadku rozpalania ogniska z suchego i świeżego, wilgotnego drewna – kończy Wolff. ■

## SKORZYSTAJ Z REKLAMY W INTERNECIE!

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Szeroka oferta  
banerów  
i newsletterów!**



### Kontakt:

[redakcja@powderandbulk.com.pl](mailto:redakcja@powderandbulk.com.pl)

tel. 32 262 76 22, 510 485 880

# KATALOG PRODUKTÓW I USŁUG DLA BRANŻY MATERIAŁÓW SYPKICH I MASOWYCH

Firmy zainteresowane reklamą w katalogu prosimy o kontakt:  
tel.: 510 485 880; 516 979 440; 501 690 740  
e-mail: redakcja@powderandbulk.com.pl



## PROMOCJA PRENUMERATY

**Cena prenumeraty rocznej, 8 wydań**  
(7 numerowanych i katalog na Targi SyMas) – koszt **80 złotych** (+8% VAT)

**Prenumeratę można zamówić poprzez:**  
wypełnienie poniższego formularza i przesłanie go na adres:  
prenumerata@powderandbulk.com.pl

**Zamów prenumeratę!**  
**Tylko ona daje gwarancję regularnego otrzymywania czasopisma.**



## FORMULARZ ZAMÓWIENIA PRENUMERATY

Zamawiam prenumeratę czasopisma  
„Powder & Bulk – Materiały Sypkie i Masowe”:  
roczną, na 8 kolejnych wydań, w cenie 80 zł netto

PRENUMERATĘ CHCĘ ROZPOCZAĆ OD NASTĘPNEGO NUMERU  
(7/2022)

Złożenie zamówienia jest równoznaczne ze zgodą na przechowywanie i przetwarzanie przez redakcję P&B danych osobowych zawartych w zamówieniu (dla potrzeb niezbędnych do realizacji usługi wysyłki) zgodnie z obowiązującymi przepisami ustawy z dn. 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883), która gwarantuje prawo wglądu do własnych danych oraz ich usunięcia. Dane te będą przechowywane w sposób uniemożliwiający dostęp osobom niepowołanym.

Dane zamawiającego / wypełniającego ankietę

Nazwa firmy: .....  
Adres: .....  
NIP: .....

Imię i nazwisko zamawiającego: .....  
tel.: ..... faks: .....  
e-mail: .....

Czasopismo proszę przesłać na adres (należy wypełnić, jeżeli adres wysyłkowy różni się od adresu wskazanego powyżej)

Wyrażam zgodę na otrzymywanie informacji handlowych w rozumieniu ustawy z 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną (Dz.U. nr 144, poz. 1204 z późn. zm.)

Miejscowość i data: ..... Podpis: .....

CO TYDZIEŃ NOWE  
MASZyny W MAGAZYNIE!

# AF FOETH

USED AS NEW SINCE 1908

✓ DOSTĘPNE OD ZARAZ

✓ PONAD 2800+ MASZYN W OFERCIE

✓ WYSOKA JAKOŚĆ

✓ DOSTAWA NA CAŁY ŚWIAT

## Największy asortyment w Europie

AUTOKLAWY

CHŁODNICE TAŚMOWE

DMUCHAWY

KRUSZARKI

WIRÓWKI

DRAŻOWNICE

KOMPAKTORY

ŚLIMAKOWE PRZENOŚNIKI

ŚRUBOWE

ODGAZOWYWACZE

KOLUMNY DESTYLACYJNE

SUSZARKI

SEPARATORY PYŁU

WYTŁACZARKI

FILTRY

MŁYNY

WYMIENNIKI CIEPŁA

ZAGNIATARKI

RÓŻNE

MIESZALNIKI

MASZyny PAKUJĄCE

MASZyny DO OBRÓBKI TWORZYW SZTUCZNYCH

PRASY

ZBIORNIKI TECHNOLOGICZNE

POMPY

REAKTORY

DOZOWNIKI CELKOWE

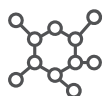
SITA

ZBIORNIKI MIESZALNIKOWE

ZBIORNIKI MAGAZYNOWE

## Kup i sprzedaj swój sprzęt procesowy!

## TWÓJ PARTNER W DZIEDZINIE ODNOWIONYCH URZĄDZEŃ WYSOKIEJ JAKOŚCI W PRZEMYSŁE PRZETWÓRCZYM



Chemia



Farma



Spożywczy



Recykling