

**TEMAT NUMERU:**  
**WAŻENIE I DOZOWANIE**  
**MATERIAŁÓW SYPKICH**  
**strony 10-16**

**Mielenie i granulowanie – s. 17-23**

**Przetwórstwo i recykling tworzyw sztucznych (przegląd rynku) – s. 24-33**

**Beton – produkcja i zastosowanie (cykl artykułów) – s. 34-45**

**ABOUT "POWDER & BULK" IN ENGLISH – pages 46-47**

**SYMAS<sup>®</sup>**  
MAINTENANCE

18-19.10.2023  
EXPO Kraków

## Najważniejsze targi dla branży materiałów sypkich i masowych

Przemysł 4.0, cyberbezpieczeństwo  
i kompleksowe rozwiązania dla twojej  
fabryki.

## Zobacz jak zaoszczędzić na udziale w targach

Promocyjna oferta kończy się 31 maja.  
Zobacz więcej na str. 6

## Kierowniku Utrzymania Ruchu! Musisz tu być!

Konferencja „Jesienna Szkoła Utrzymania  
Ruchu” świętuje 10. urodziny!



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

Targi  
w Krakowie

EXPO  
KRAKOW



## WYBRANE IMPREZY BRANŻOWE W 2023 r.

W roku bieżącym imprezy branżowe odbywają się już zgodnie z ustalonym wcześniej planem – bez zakłóceń i przesunięć terminów. Poniżej podajemy wybrane z nich, najważniejsze dla podmiotów funkcjonujących m.in. na rynku materiałów sypkich i masowych:

|                        |               |                     |
|------------------------|---------------|---------------------|
| PLASTPOL               | Kielce        | 23–26.05.2023 r.    |
| ITM INDUSTRY EUROPE    | Poznań        | 30.05–02.06.2023 r. |
| OPOLAGRA               | Kamień Śl.    | 16–18.06.2023 r.    |
| ENERGETAB              | Bielsko-Biała | 12–14.09.2023 r.    |
| PACKAGING INNOVATIONS  | Kraków        | 20–21.09.2023       |
| AGROSHOW               | Bednary       | 22–24.09.2023 r.    |
| POLAGRA i TAROPAK      | Poznań        | 27.–29.09.2023 r.   |
| KOMPOZYT EXPO          | Kraków        | 04–05.10.2023 r.    |
| KONFERENCJA DNI BETONU | Wisła         | 09–11.10.2023 r.    |
| POL-ECO                | Poznań        | 17–19.10.2023 r.    |
| SYMAS                  | Kraków        | 18–19.10.2023 r.    |
| MAINTENANCE            | Kraków        | 18–19.10.2023 r.    |
| FASTENER Poland        | Kraków        | 18–19.10.2023 r.    |

# PULSATORY PNEUMATYCZNE



**INWET**  
ROK ZAŁ. 1989

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 e-mail: inwet@inwet.eu



Precyzyjne ważenie i dozowanie materiałów sypkich nie tylko pozwala wyznaczyć masę wyprodukowanego, sprzedawanego lub wykorzystywanego w procesie technologicznym surowca, ale również niezbędne jest do sporządzania raportów dotyczących przepływu ilości masy w danym czasie, a co za tym idzie – sporządzania raportów finansowych.



Dynamiczne mieszarko-granulatory typu MDM, produkowane przez firmę IdeaPro z Nowej Soli, należą do maszyn przeznaczonych do sporządzania na sucho i mokro różnorodnych mieszanek homogenicznych i granulatów, w szczególności w przemyśle nawozowym, ceramicznym, spożywczym, szklarskim, betonowym, branży materiałów ogniotrwałych, materiałów ściernych, przeróbki odpadów itp.



Zawartość wody jest istotnym parametrem jakościowym dla transportowania, przechowywania oraz przetworstwa tworzyw sztucznych. Nadmiar wody w tworzywach sztucznych podczas ich przetwarzania skutkuje zazwyczaj otrzymaniem produktu o niskiej jakości, często z widocznymi wadami powierzchni. Defekty struktury mogą pojawiać się nawet wtedy, gdy granulaty jest wstępnie suszony, co może wskazywać na konieczność modyfikacji parametrów prowadzonego procesu. Najpowszechniejszą metodą badania zawartości wody w tworzywach sztucznych jest metoda polegająca na określeniu straty masy próbki po jej suszeniu (LOD), tzw. metoda wagosusarkowa.



Beton to z pozoru bardzo prosty materiał powstający z połączenia spoiwa (czyli cementu) z wypełniaczem, w charakterze którego używa się kruszywa oraz wody. Dodatkowym elementem mogą być wszelkiego rodzaju domieszki i dodatki (do 20% całkowitej masy spoiwa), nadające betonowi pożądane w danych zastosowaniach cechy.

## SPIS TREŚCI

|   |              |
|---|--------------|
| <b>PRODUKTY</b>   | <b>5</b>     |
| <b>WYDARZENIA I AKTUALNOŚCI</b>   | <b>6</b>     |
| <b>TECHNIKA I TECHNOLOGIA</b>   |              |
| <b>Nowa seria silników Hägglunds Quantum wyznacza nowy poziom wydajności – na wielu płaszczyznach</b>                         | <b>7</b>     |
| <b>Import, eksport i produkcja urządzeń do materiałów sypkich</b>   | <b>8</b>     |
| Rozmowa z Igozem Grigorenco, prezesem Zarządu PWI INWET SA, oraz z Jerzym Pawlikowskim, prezesem Rady Nadzorczej PWI INWET SA |              |
| <b>Specjalny dodatek tematyczny<br/>WAŻENIE I DOZOWANIE MATERIAŁÓW SYPKICH</b>  |              |
| <b>Wagi do materiałów sypkich</b>   | <b>10</b>    |
| <b>Wagi dynamiczne z zastosowaniem czujnika wagowego M260 i miernikiem wagowym SWIFT</b>                                      | <b>12</b>    |
| <b>Urządzenia ważące (przegląd rynku)</b>   | <b>14–16</b> |
| <b>TECHNIKA I TECHNOLOGIA</b>   |              |
| <b>Mielenie i granulowanie (przegląd rynku)</b>   | <b>17–23</b> |
| <b>Nowoczesny mieszarko-granulator MDM z wieloma funkcjami</b>  | <b>18</b>    |
| <b>Wykorzystanie pilotażowego układu mielenia kulowego BMX-400 firmy Comex do produkcji mikroproszków specjalnych</b>         | <b>20</b>    |
| <b>Badania zawartości wody w granulatach tworzyw sztucznych metodą termogravimetryczną</b>                                    | <b>24</b>    |
| <b>UPCYKLING – wyższa forma recyklingu</b>  | <b>28</b>    |
| <b>Rozwiązania do recyklingu tworzyw sztucznych</b>   | <b>30–31</b> |
| <b>System rurowy Jacob, łuki i złączki dla przemysłu tworzyw sztucznych</b>   | <b>32</b>    |
| <b>Rodzaje i zastosowanie betonu</b>  | <b>34</b>    |
| <b>Zrównoważone węzły betonowe ważnym elementem zielonej transformacji w budownictwie</b>                                     | <b>39</b>    |
| <b>Betoniarnia mobilna MB-S30</b>   | <b>40</b>    |
| <b>Chemia w budownictwie: zaprawy, kleje, pigmenty, spoiwa</b>  | <b>42</b>    |
| <b>TRANSPORT I LOGISTYKA</b>  |              |
| <b>OZB oferuje urządzenia do transportu i magazynowania materiałów sypkich</b>  | <b>22</b>    |
| <b>ROZMAITOŚCI</b>  |              |
| <b>About POWDER &amp; BULK in English</b>   | <b>46–47</b> |
| <b>Biblioteczka Powder &amp; Bulk</b>   | <b>48</b>    |
| <b>Formularz prenumeraty</b>  | <b>49</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.: 510 485 880  
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.: 501 690 740  
e-mail: a.krzyzowski@powderandbulk.com.pl

Prenumerata:

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

Wydawca:

Śląska Agencja Reklamowo-Dziennikarska

Zdjęcie na okładce:

Endress + Hauser Polska Sp. z o.o.

Wszystkie nazwy handlowe i towarowe, występujące w niniejszej publikacji, są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm odośnośnych 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.

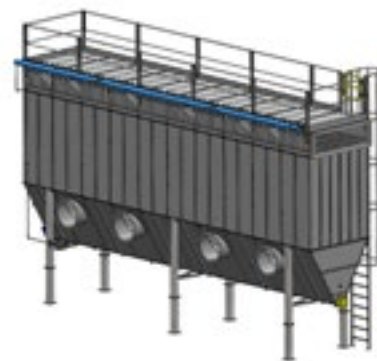
## Modułowe urządzenia filtracyjne IF-FPS kolejnym efektem synergii działań rynkowych firm BART Sp. z o.o. i INSTAL-FILTER SA

Dzięki intensywnej współpracy firmy BART z INSTAL-FILTER, jej partnerem z dużym zapleczem produkcyjnym i technologicznym, pojawiła się w tym roku kolejna rodzina modułowych urządzeń filtracyjnych – filtry IF-FPS.

Nowo opracowane filtry są przeznaczone do pyłów suchych, niewybuchowych i nieklejących i znajdują zastosowanie m.in. w procesach produkcji w przemyśle materiałów budowlanych, ceramicznych, w branży odlewniczej, metalurgicznej czy też energetycznej.

Filtr IF-FPS ma budowę modułową i wyposażony jest w zbiorczy lej zsypany ze zintegrowanym przenośnikiem śrubowym zakończonym dozownikiem celkowym. Kompletny układ automatyki steruje regeneracją filtrów, jak i układem odbioru pyłu. Filtr oferowany jest w podstawowym modelu niez izolowanym, dla którego maksymalna dopuszczalna temperatura medium wynosi +60°C, ale urządzenie w wersji z izolacją termiczną pozwala na zwiększenie temperatury granicznej aż do +130°C.

Urządzenie filtracyjne IF-FPS może pracować na zewnątrz i wewnątrz hali produkcyjnej w strefach niezagrażonych wybuchem w zakresie temperatur otoczenia od -20°C do +30°C.



Aktualnie dostępnych jest dziewięć konfiguracji produktu o powierzchni filtracji od 140 do 700 m<sup>2</sup>, w modułach złożonych mających od dwóch do dziesięciu komór, przygotowanych dla uzyskania optymalnej architektury w zależności od wymaganych przepływów strumienia zapyłonego powietrza oraz rodzaju zanieczyszczeń.

Szczegółowej informacji o ofercie urządzeń filtracyjnych firm BART i INSTAL-FILTER udzielią specjaliści obydwu przedsiębiorstw.

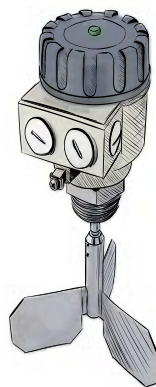
[www.bart-vent.pl](http://www.bart-vent.pl)

[www.instalfilter.pl](http://www.instalfilter.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.

[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

## Spotkanie branży kruszyw w Kudowie Zdroju

Od wielu lat Zarząd Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa we Wrocławiu z Wydziałem Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii organizują konferencje naukowo-techniczne dotyczące górnictwa kopalni skalnych. W dniach od 19 do 21 kwietnia br. odbyła się w Kudowie Zdroju XXIII konferencja KRUSZYWA MINERALNE Surowce – Rynek – Technologie – Jakość. Obrady konferencji zaszczylił swoją obecnością, m.in.: prezes Zarządu Głównego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa Jerzy Markowski, wiceprezes ZG Naczelnej Organizacji Technicznej Stefan Góralczyk, wiceprezes Wyższego Urzędu Górniczego Piotr Wojtacha, dyrektor Okręgowego Urzędu Górniczego we Wrocławiu Grzegorz Wowczuk oraz dyrektor Wydziału Geologii Urzędu Marszałkowskiego Województwa Dolnośląskiego Waldemar Kaźmierczak.

Referat wprowadzający w tematykę konferencji – dotyczący aktualnej sytuacji na rynku kruszyw – wygłosił Łukasz Machniak, natomiast 17 opublikowanych artykułów obejmowało szeroką problematykę: środowiskowych uwarunkowań eksploatacji kopalni, procesów przerobczych, badań surowców i produktów uwzględniających jakościowe wymagania krajowego rynku kruszywowego. Podczas dwóch dni konferencji w wystąpieniach przedstawiono ocenę głównych kierunków badań w zakresie kruszyw mineralnych w Polsce i na świecie w oparciu o dane bibliometryczne, omówiono krajową bazę zasobów złóż kruszyw, kamieni łamanych i blocznych oraz jej wykorzystania, a także ważne aspekty pozyskiwania kruszyw z surowców odpadowych. W osobnym referacie



przedstawiono zagadnienia dotyczące techniki robót wiertniczo-strzałowych. Pozostałe wystąpienia przedstawiały aspekty produkcji związane z procesami eksploatacyjnymi, przeróbką i transportem kruszyw, rekultywacyjnym zagospodarowaniem terenów, a ponadto uwarunkowaniami formalno-prawnymi i badaniami laboratoryjnymi.

Wśród 275 uczestników liczną grupę stanowili krajowi i zagraniczni producenci z wielu branż maszyn i urządzeń, którzy swoją ofertę dla producentów kruszyw prezentowali na stoiskach wystawowych. Podczas tegorocznej edycji z takiej formy prezentacji podczas konferencji Kruszywa Mineralne skorzystały 23 firmy. Jak w poprzednich latach ważną część konferencji stanowiły wystąpienia firm. Dostawcy urządzeń i usług dla kopalni surowców skalnych przedstawili interesujące rozwiązania: Powerstone Sp. z o.o. – Powerstone GIGA – Zakłady do sortowania i płukania kruszyw z systemem uzdatniania i odzysku wody; Amago Sp. z o.o. – Optymalizacja kosztów produkcji przy użyciu maszyn o napędzie hybrydowym; COBRA Europe Sp. z o.o. – Sprawdź, nadzoruj i zdefiniuj czas życia taśmy; Schüttflix Polska – Cyfryzacja rynku kruszyw w Polsce; Flexco Europe GmbH – Urządzenia do monitorowania pracy zgarniaczy w celu rozwiązania rzeczywistych wyzwań operacyjnych.

W trzecim dniu konferencji w trakcie tradycyjnej wycieczki uczestnicy zwiedzili Kopalnię Piława Górna, należącą do Kompanii Górniczej Sp. z o.o.

Znamy już termin przyszłorocznej edycji. Kolejna, XXIV Konferencja Kruszywa Mineralne, planowana jest na 17–19 kwietnia 2024 r.

[www.kruszmin.pwr.wroc.pl](http://www.kruszmin.pwr.wroc.pl)

## Targi SYMAS® i MAINTENANCE 2023: wyzwania Przemysłu 4.0, utrzymanie ruchu, cyberbezpieczeństwo oraz nowości z branży materiałów sypkich i masowych

Najważniejsze w Polsce targi dla branży materiałów sypkich i masowych SYMAS® oraz utrzymania ruchu MAINTENANCE odbędą się 18 i 19 października 2023 r. w Krakowie, ale o rezerwacji stoiska warto (i przede wszystkim opłaca się!) pomyśleć już teraz. Firmy, które swój udział potwierdzą do 31 maja, skorzystają z promocyjnych cen stoisk i powierzchni.

Podczas 14. edycji wydarzenia porozmawiamy o najważniejszych szansach i wyzwaniach, jakie stoją przed nowoczesnym przemysłem, m.in. o cyberbezpieczeństwie, zmianach w dyrektywie maszynowej oraz Przemysłu 4.0.

### Kierowniku Utrzymania Ruchu! Musisz tu być!

Specjalistyczna konferencja „Jesienna Szkoła Utrzymania Ruchu” w tym roku świętować będzie 10. urodziny. Podczas konferencji specjaliści utrzymania ruchu podzielą się najlepszymi praktykami i przedstawiają

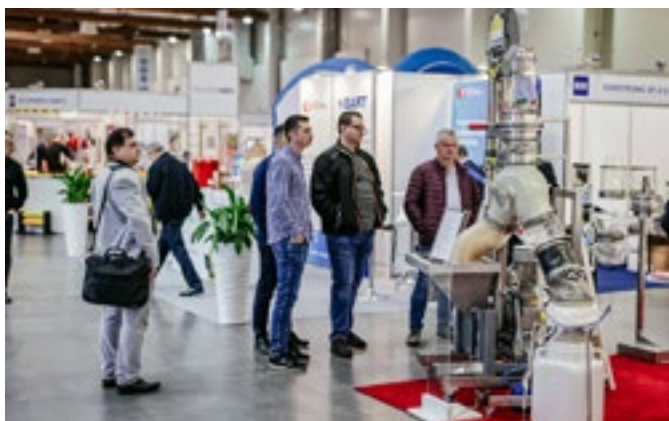
konkretne case studies. Uczestnicy, wśród których znajdują się kierownicy utrzymania ruchu, główni energetycy oraz osoby zarządzające niezawodnością czy infrastrukturą zakładową, doceniają nie tylko dużą wartość merytoryczną wykładów, ale przede wszystkim możliwość wykorzystania poznanych metod i technologii w codziennej pracy.

### Wykorzystaj promocyjne ceny stoisk i wyróżnij się na targach

Rezerwując stoisko do końca maja zapłacisz nawet 1600 zł mniej. Zaoszczędzony budżet możesz wykorzystać np. na dodatkową promocję stoiska: bannery, roll'upy czy naklejki podłogowe. Dodatkowa reklama wyróżni twoje stoisko i nie pozwoli zwiedzającym go ominąć.

Wcześniejsza rezerwacja stoiska to niższe ceny, lepsze lokalizacje do wyboru oraz dłuższa promocja Twojej firmy w katalogu wystawców. Zgłoś się już teraz! Napisz do nas i zapytaj o ofertę stoisk: [symt@targi.krakow.pl](mailto:symt@targi.krakow.pl). Bezpłatna rejestracja online dla zwiedzających jest już otwarta.

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



# Nowa seria silników Hägglunds Quantum wyznacza nowy poziom wydajności – na wielu płaszczyznach

[www.hagglunds.pl](http://www.hagglunds.pl)  
[www.boschrexroth.pl](http://www.boschrexroth.pl)

**Silniki hydrauliczne Hägglunds serii Quantum to wejście w nową, ambitną przestrzeń. Ta seria eliminuje utrwalone bariery, łącząc moment i prędkość obrotową z nieosiągalną wcześniej wydajnością. Napędy bezpośrednie mogą dysponować teraz zupełnie nowym wymiarem mocy w wymagających zastosowaniach.**



Silnik Hägglunds Quantum [źródło: Bosch Rexroth]

## NOWA DEFINICJA ROZMIARU, SIŁY I PRĘDKOŚCI

Seria silników Hägglunds Quantum łączy na nowo sprawdzone rozwiązania, charakteryzując się niespotykanym zakresem wydajności. Silniki te osiągają maksymalną prędkość powyżej 150 obr./min i zapewniają stały maksymalny moment przekraczający 350 kNm. Maksymalna moc jest wprost niewiarygodna i może sięgać aż 3 MW – a wszystko

przy niewielkich rozmiarach i z zachowaniem nieprzerwanej wydajności.

– *Seria silników Hägglunds Quantum wyznacza nowe standardy gęstości mocy, szczególnie jeśli chodzi o wydajność przy wyższych prędkościach* – mówi Wolfram Ulrich, wiceprezes ds. sprzedaży marki Hägglunds. – *Dzięki przesunięciu granic tak daleko w porównaniu ze starszymi rozwiązaniami, napędy stają się bardziej ekologiczne i mogą być wykorzystywane m.in. w maszynach mobilnych.*

## JEDNA SERIA – DWIE WYDAJNE OPCJE

Seria silników Hägglunds Quantum składa się z dwóch modeli o wspólnej konstrukcji. Hägglunds Quantum to silnik znany wcześniej pod nazwą Hägglunds CB, który z czasem istotnie wyewoluował, znacznie odbiegając od swojego pierwowzoru. Ulepszenie konstrukcji oraz zastosowanie lepszych materiałów zwiększyło wydajność i trzykrotnie wydłużyło przewidywalną trwałość napędu, przez co stał się on idealną bazą dla kolejnego rewolucyjnego rozwiązania.

Jest nim Hägglunds Quantum Power, w którym niezawodny silnik uzupełniono o nowy blok przyłączeniowy niewielkich rozmiarów. Dzięki zastosowaniu dodatkowych portów i innowacyjnej konstrukcji wewnętrznej, blok umożliwia pracę z wyższą prędkością obrotową z zachowaniem pełnego momentu i wysokiej wydajności. Hägglunds Quantum Power może więc dostarczać jeszcze większą moc tańszym kosztem i w sposób bardziej przyjazny dla środowiska w porównaniu z poprzednim rozwiązaniem.

– *Oba elementy serii Hägglunds Quantum – Hägglunds Quantum oraz Hägglunds Quantum Power – oferują płynną moc, bez strat w zakresie prędkości obrotowej i momentu* – dodaje Ulrich. – *Jeden odzwierciedla ciągłe dążenie do doskonałości, co stanowi podstawę wszystkich rozwiązań Hägglunds. Drugi to rezultat zupełnie nowego podejścia – to prawdziwa rewolucja.*

## PIERWSZA PREZENTACJA PODCZAS TARGÓW CONEXPO-CON/AGG

Klienci mogli po raz pierwszy zobaczyć silniki Hägglunds Quantum podczas targów CONEXPO-CON/AGG 2023 w Las Vegas. Możliwości urządzeń z tej serii prezentowane były przez cały czas trwania wystawy.

Zapraszamy do odwiedzenia strony Hägglunds: [www.hagglunds.pl](http://www.hagglunds.pl) oraz Hägglunds Quantum [www.hagglunds.com/quantum](http://www.hagglunds.com/quantum). ■

### Informacje o Bosch Rexroth

Jako jeden z największych na świecie dostawców technologii napędów i sterowania, Bosch Rexroth gwarantuje sprawny, mocny i bezpieczny ruch w maszynach i systemach dowolnej wielkości. Firma łączy globalne doświadczenie w zakresie wdrażania zastosowań w segmencie mobilnym i przemysłowym, jak i w automatyzacji przemysłu. Za pomocą inteligentnych komponentów, spersonalizowanych rozwiązań systemowych, inżynierii i usług, firma Bosch Rexroth tworzy odpowiednie środowisko wymagane przez zastosowania w pełni oparte na sieci. Bosch Rexroth oferuje swoim klientom rozwiązania z zakresu hydrauliki, napędów elektrycznych i technologii sterowania, technologii przekładni oraz techniki przemieszczeń liniowych i montażu, w tym oprogramowanie i interfejsy do Internetu rzeczy. Nasze oddziały znajdujące się w ponad 80 krajach, zatrudniające przeszło 32 000 pracowników, wygenerowały w 2022 r. przychody ze sprzedaży na poziomie blisko 7,0 miliardów euro.

**Hägglunds** to marka, która jest synonimem przełomowych technologii bezpośrednich napędów hydraulicznych i ukierunkowania na potrzeby klientów. Projektowane i produkowane w Mellansel (Szwecja) silniki hydrauliczne i kompaktowe systemy napędu bezpośrednio Hägglunds odznaczają się wyjątkową wydajnością, elastycznością i niezawodnością, a o ich zaletach mogą przekonać się klienci z całego świata. Hägglunds jest marką firmy Bosch Rexroth, czołowego globalnego dostawcy technologii napędów i sterowania.

# Import, eksport i produkcja urządzeń do materiałów sypkich

Z Igorem Grigorencu, prezesem Zarządu PWI INWET SA, oraz z Jerzym Pawlikowskim, prezesem Rady Nadzorczej PWI INWET SA, rozmawia Adam Krzyżowski



**IGOR GRIGORENCO (Z PRAWEJ):**

Szczególnie ciekawe jest uzyskanie przez nas certyfikatów eksportowych na rynki euroazjatyckie

**JERZY PAWLIKOWSKI:**

Nasze przedsiębiorstwo zawsze było otwarte na świat. Brałismo udział w wielu wydarzeniach międzynarodowych, targach i konferencjach

**Adam Krzyżowski: Panie Prezesie, niedawno nastąpiła zmiana na stanowisku prezesa Zarządu w Państwa firmie. Co było jej przyczyną?**

**Jerzy Pawlikowski:** Przyczyna zmian w naszej firmie była prozaiczna – każdy kiedyś przechodzi na emeryturę. Ważne jest jednak, aby mieć następców. Tak też się stało. Akcjonariusze wybrali nowego prezesa Zarządu w osobie Igora Grigorencu, ale też innych członków Zarządu. Po prostu nastąpiła zmiana pokoleniowa. Firma do tej zmiany była gotowa od dawna. Obecni członkowie Zarządu wcześniej byli pracownikami naszego przedsiębiorstwa przez wiele lat – od 11, a nawet od 30 lat. Po prostu normalna kolej rzeczy. Przez te wszystkie lata wspólnej pracy nabierali oni doświadczenia, ale też nauczyli się wzajemnej akceptacji i szacunku. Taka zmiana w sposób bezbolesny zapewnia firmie niezakłóconą ciągłość działania i utrzymanie kompetencji na odpowiednim poziomie. Także naturalne było przejście byłego prezesa Zarządu na stanowisko prezesa Rady Nadzorczej, gdzie dbam o interesy akcjonariuszy oraz utrzymywanie właściwych relacji z Zarządem.



FOT. 1

Od lat sztandarowym produktem firmy INWET SA są pulsatory pneumatyczne [źródło: INWET]



FOT. 2

Pulsatory pneumatyczne przygotowane do eksportu [źródło: INWET]





FOT. 3  
Importowany i oferowany przez INWET SA turbinowy wibrator pneumatyczny typu GT [źródło: INWET]



FOT. 4  
Wibracyjny podajnik lodu – produkcji INWET SA [źródło: INWET]

**Adam Krzyżowski: Panie Prezesie, Państwa flagowym produktem są pulsatory pneumatyczne stosowane w branży materiałów sypkich. Co nowego pojawiło się w ich ofercie?**

**Igor Grigorencu:** Pulsatory produkujemy od 1989 r., a więc już 34 lata. W tym czasie przeszły one wiele zmian – stosownie do postępu techniki obserwowanego przez te lata. Aktualnie mamy kilka nowoczesnych rozwiązań i wielkości pulsatorów, dostosowanych do wszelakiego rodzaju zastosowań. Szczególnie ciekawe jest uzyskanie przez nas certyfikatów eksportowych na rynki euroazjatyckie, a także uzyskanie dopuszczenia stosowania pulsatorów w atmosferach wybuchowych, czyli certyfikatu ATEX-owego. Te nowe certyfikaty znakomicie rozszerzają możliwości stosowania pulsatorów tam, gdzie dotąd nie było to możliwe.

**A.K.: Jak w firmie INWET mają się sprawy jakości produktów w kontekście coraz większego nacisku w gospodarce światowej na jakość?**

**J.P.:** Sprawy jakości naszej pracy i naszych produktów zawsze były dla nas priorytetem przy budowie stabilnego przedsiębiorstwa. Od zawsze kładliśmy nacisk na jakość naszych usług, wdrażając początkowo własne procedury jakościowe, a potem wprowadzając system jakości ISO. Co roku poddajemy się certyfikacji, wiedząc, że tylko wysoka jakość pozwoli nam utrzymać się na rynku.

**A.K.: W Państwa działalności handlowej zawsze był najważniejszy eksport, ale INWET zaczynał przecież działalność od**

**importu... Jak aktualnie wygląda Państwa aktywność importowa?**

**I.G.:** Importujemy różnego rodzaju urządzenia, przede wszystkim w obszarze technik wibracyjnych. Rozwiązania te później oferujemy nie tylko na rynku polskim, ale też na rynkach wschodniej i południowej Europy.

Największym naszym partnerem jest szwajcarska firma Findeva, czołowy producent wibratorów pneumatycznych dla przemysłu. Sprzedajemy jej produkty zarówno na rynku polskim, jak i na rynkach wschodnio- i południowo-europejskich, gdzie w wielu przypadkach dysponujemy wyłącznością reprezentacji.

Ponadto handlujemy również wibratorami elektrycznymi różnych europejskich producentów.

W obszarze podajników i przesiewaczy wibracyjnych współpracujemy z takimi zagranicznymi firmami, jak niemiecki Vibtech, włoski Vibrotech i belgijski Tuxel, gdzie zakupujemy małe napędy do dozowników.

**A.K.: INWET to także własna produkcja podajników i przesiewaczy wibracyjnych. Jakie nowe działania podjęli Państwo w tym obszarze swojej działalności?**

**I.G.:** Od prawie 30 lat zajmujemy się projektowaniem i produkcją przesiewaczy, podajników i stołów wibracyjnych. Zasada, którą się kierujemy, to zaprojektować i wykonać maszyny dopasowane do potrzeb klienta. Mamy w tym duże doświadczenie i projektujemy maszyny na wymiar dla wielu wymagających klientów, szczególnie z branży spożywczej. Naszymi partnerami są tu takie firmy, jak Maspex, Lubella, Prymat, Makar, Bakalland i inne.

To nie wszystko, produkujemy również napędy elektromagnetyczne do własnych zastosowań – ale też dla innych użytkowników.

Naszym nowym wyzwaniem jest zaistnienie w branży *automotive*, gdzie powszechnie są podajniki pozycjonujące, co rozszerzyłoby naszą ofertę na ten obszar.

**A.K.: Czy w trosce o rozwój przedsiębiorstwa zamierzają Państwo też podjąć współpracę z uczelniami wyższymi i skorzystać z funduszy europejskich?**

**J.P.:** Nasze przedsiębiorstwo zawsze było otwarte na świat. Braliśmy udział w wielu wydarzeniach międzynarodowych, targach i konferencjach. Współpracowaliśmy z uczelniami podczas projektowania nowych rozwiązań, a także z organizacjami studenckimi z Europy, przyjmując na praktyki studentów zarówno z uczelni polskich, jak i zagranicznych. Odbывало się to poprzez organizacje AIESEC i IAESTE oraz wyższe uczelnie techniczne. Często ci praktykanci zostawali potem pracownikami firmy, a niektórzy są nimi do dzisiaj. Przykładem jest pan Igor Grigorencu, który zaczynał u nas pracę jako student, a teraz jest prezesem Zarządu.

Wiemy, że możliwość skorzystania z funduszy europejskich jest szansą na rozwój przedsiębiorstwa. Tak więc podejmujemy współpracę z uczelniami dla opracowania i wdrożenia do produkcji nowych rozwiązań, które przyczyniłyby się do umocnienia naszej pozycji na rynku i które uatrakcyjniłyby i rozszerzyły naszą ofertę.

**A.K.: Dziękuję za rozmowę.**

# Wagi do materiałów sypkich

dr inż. Marcin Bieńkowski

**Ważenie, dozowanie, a następnie pakowanie materiałów sypkich to procesy technologiczne, które kończą cykl produkcyjno-dystrybucyjny dowolnego materiału sypkiego, takiego jak kruszywo, cukier, cement czy zboże. W artykule skupimy się na procesie ważenia i dozowania oraz omówimy najważniejsze rodzaje wag dostępnych na rynku.**

**P**recyzyjne ważenie i dozowanie materiałów sypkich nie tylko pozwala wyznaczyć masę wyprodukowanego, sprzedawanego lub wykorzystywanego w procesie technologicznym surowca, ale również niezbędne jest do sporządzania raportów dotyczących przepływu ilości masy w danym czasie, a co za tym idzie – sporządzania raportów finansowych. Dzięki systemom ważąco-dozująco-pakującym możliwy jest również łatwy i dokładny załadunek właściwej ilości surowca bez możliwości wystąpienia jakiegokolwiek pomyłek ludzkich.

## WAŻENIE

Ciężar to jedna z najczęściej mierzonych i regulowanych wielkości fizycznych w warunkach przemysłowych. Niemal każda branża związana z produkcją i dystrybucją wykorzystuje wagi do wyznaczania i definiowania masy. Na przestrzeni lat urządzenia do ważenia ewoluowały. Obecnie urządzenia mechaniczne ustąpiły miejsca zaawansowanym układom tensometrii oporowej oraz elektronicznym miernikom wagowym. Taki sterowany mikroprocesorowo system wyposażony jest często we własne oprogramowanie i interfejsy komunikacyjne umożliwiające włączenie go do zakładowego systemu automatyki. Urządzenia ważące coraz częściej spełniają też wymagania Przemysłu 4.0 i mogą być z powodzeniem jednym z elementów Przemysłowego Internetu Rzeczy. Co więcej, praktycznie każda waga przemysłowa pozwala na rejestrowanie i zapisywanie w swojej pamięci wartości pomiarowych, co sprawia, że mogą być one obrabiane wedle wymagań użytkownika. Sama konstrukcja urządzeń ważąco-dozujących jest również udoskonalona.

Obecnie w procesach przemysłowego ważenia materiałów sypkich i masowych korzysta się z czterech głównych rodzajów wag:

- przenośnikowych, zwanych też taśmociągowymi;
- platformowych;
- zbiornikowych.
- przepływomierzy masowych, nazywanych też wagami przepływowymi.

Tensometryczne wagi przenośnikowe stosuje się do pomiaru przepływu i sumowania masy oraz do ciągłego i sekwencyjnego dozowania składników sypkich. Wagi tego



FOT. 1

Waga przenośnikowa [źródło: Wagsystem]

typu wykorzystywane są również do zabezpieczenia taśmociągów i środków transportu, na które trafia surowiec przed przeładowaniem. Wykorzystywane są one też przy inwentaryzacji materiałów oraz do rozliczeń.

Platformę wagową montuje się na taśmociągu w miejscu jednego zestawu rolek. Typowa waga taśmociągowa składa się z trzech podstawowych elementów [1]:

- pomostu wagowego, na którym zainstalowane są czujniki tensometryczne. Element ten reaguje zatem na obciążenie pochodzące od materiału przenoszonego na taśmie. Czujniki tensometryczne przetwarzają obciążenie na proporcjonalne sygnały elektryczne;
- czujnika prędkości taśmy. Jest to element odpowiedzialny za generowanie sygnałów impulsowych proporcjonalnych do prędkości taśmy. Mogą być to różnego rodzaju czujniki optyczne lub magnetyczne pozwalające dzięki znacznikom znajdującym się bezpośrednio w taśmie czy rolkach przenośnika rejestrować prędkość jej przesuwu. Wykorzystuje się tu również mierniki obrotu wału. Najczęściej jednak są to różnego rodzaju mierniki mechaniczne wykorzystujące toczące się po taśmie zwrotne koło;
- miernika wagowego. Miernik wagowy odbiera sygnały z czujników i przelicza je na natężenie przepływu masy, sumuje przeniesioną masę materiału i generuje sygnał proporcjonalny do natężenia przepływu, który przekazywany jest do systemu automatyki sterującego procesem.

Podzespoły mechaniczne wagi muszą uwzględniać parametry konstrukcyjne przenośnika. Bierze się tu pod uwagę długość i szerokość taśmy, a także prędkość oraz wydajność przenośnika. W wagach tych

wykorzystuje się od jednego do czterech przetworników siły, z którymi połączony jest element ważący w postaci jednego lub kilku zestawów rolkowych. Pomost wagowy z zabudowanymi tensometrycznymi przetwornikami siły wraz z impulsatorem, odpowiedzialnym za prędkość taśmy, instalowany jest w poprzek przenośnika w miejsce jednego lub dwóch zestawów, odpowiednio od siebie oddalonych rolek. Terminal wagowy wyświetla zaś informacje dotyczące ilości materiału na jednym metrze taśmy, sumy zbilansowanego materiału oraz wartości wskaźników dodatkowych. Mogą być to np. liczniki dobowe lub zmianowe. Oczywiście przy sprzęgnięciu terminala z systemem SCADA można uzyskać wieloparametrowe statystyki dotyczące przepływu materiałów.

## WAGI ZBIORNIKOWE

Wagi zbiornikowe montowane są na nowo projektowanych lub istniejących zbiornikach, gdzie istotna jest informacja o ilości materiału znajdującego się wewnątrz. W zależności od konstrukcji zbiornika do prawidłowej pracy wagi wykorzystuje się od trzech do czterech czujników tensometrycznych, na których wspiera się zbiornik. Wagi zbiornikowe umożliwiają ważenie materiałów zarówno sypkich, jak i płynnych – w stanie spoczynku jak i w ruchu, co umożliwia rozbudowanie systemu wagowego w układ sterujący oraz dozujący zadaną wartość. Rozwiązanie takie pozwala na bieżący podgląd ilości znajdującego się w zbiorniku surowca oraz na kierowanie procesem produkcji [2].

Jak już wspomniano, czujniki tensometryczne zabudowywane są w podporach zbiorników. Istotną rzeczą jest odpowiedni dobór oraz zachowanie precyzji przy ich montażu, aby uniknąć niepotrzebnego pomiaru dodatkowych sił (np. wprowadzonych przez nieelastyczne połączenia zbiornika z pozostałymi elementami procesu).

Rola wagi zbiornikowej nie ogranicza się wyłącznie do samego ważenia. Zastosowanie sterownika programowalnego PLC pozwala na komunikację z nadrzędnymi systemami sterowania procesami produkcyjnymi. Sterownik taki pozwala ponadto na włączenie wagi zbiornikowej do systemów wizualizacji SCADA. Dzięki temu istnieje też możliwość archiwizowania zmian ciężaru w zbiorniku w funkcji czasu.



FOT. 2  
Waga odważająca

Zastosowanie technologii ważenia materiału sypkiego w zbiorniki ma wiele zalet w porównaniu z innymi technologiami pomiarowymi. Uwalnia od konieczności brania pod uwagę rodzaju materiału oraz jego właściwości – nie ma znaczenia, czy jest to płyn, proszek, czy gaz, nie ma również znaczenia, czy materiał powoduje korozję, pieni się, ma małą stałą dielektryczną albo się pyli. Jest to jedna z najdokładniejszych metod pomiaru ilości materiału w zbiorniku [3].

Do ważenia zbiorników od 10 kg do 1000 t lub więcej wykorzystuje się czujniki wagowe na ściskanie lub moduły wagowe na ściskanie. Sworzeń wahliwy zapewnia największą dokładność w przypadku występowania zjawisk rozszerzania lub kurczenia cieplnego. Moduły wagowe na ściskanie idealnie nadają się do przekształcania zbiorników w wagi zbiornikowe. Wagi zbiornikowe lub koszone można podwieszać do czujników lub modułów wagowych na rozciąganie, uzyskując dokładność podobną do osiąganą z systemami pracującymi na ściskanie. Ta metoda montażu bywa wygodna, jeśli konstrukcja podwieszona już istnieje lub gdy przestrzeń pod wagą musi pozostawać wolna. Można ją stosować do wag o nośnościach od ok. 20 kg do 30 t [4].

### WAGI PLATFORMOWE

Wagi platformowe i pomostowe to obecnie najczęściej stosowany typ wag w przemyśle. Znajdują one zastosowanie wszędzie tam, gdzie konieczny jest pomiar masy przedmiotów bądź surowców, w tym materiałów sypkich, położonych bezpośrednio na pomost wagi. Wagi te charakteryzują się trwałą konstrukcją wykonaną, a jej budowa pozwala na bezpośrednie posadowienie jej na nawierzchni drogowej, betonowej, z kostki brukowej lub



FOT. 3  
Najazdowa waga samochodowa [źródło: Wagi Bydgoszcz]

na utwardzonym gruncie. Waga pomostowa (platformowa) jest w pełni przenośna, co umożliwia w każdej chwili zmianę miejsca jej użytkowania bez utraty parametrów metrologicznych. Ważenie możliwe jest przez załadunek towaru suwnicą, wózkiem widłowym lub przez bezpośredni wjazd na wagę, co wykorzystywane jest przy ważeniu materiałów sypkich podczas ich transportu [2].

Wagi platformowe charakteryzują się stosunkowo prostą konstrukcją. Platforma spoczywa na tensometrycznych przetwornikach siły, których liczba uzależniona jest od konstrukcji platformy, cechującej się małym wymiarem wysokościowym. Dzięki temu ważone surowce czy towary nie muszą być podnoszone na znaczne wysokości. Waga może być wyposażona w najazdy lub zagłębiona w nawierzchni. Wagi platformowe wyposażone w najazdy są szczególnie użyteczne wszędzie tam, gdzie przedmiot pomiaru przewożony jest przy pomocy różnego rodzaju wózków ręcznych. Najazdy ułatwiają transport ważonego surowca/towaru bez konieczności rozładowywania wózka, co znacząco przyspiesza i ułatwia proces pomiaru. Odmianą wag platformowych są najazdowe wagi samochodowe, pozwalające szybko zważyć załadowany na ciężarówkę towar [5].



FOT. 4  
Waga dozująca bigbag [źródło: Wagsystem]

### PRZEPLYWOMIERZE MASOWE

Ostatnim wykorzystywanym w branży materiałów sypkich i masowych typem wagi są przepływomierze masowe. Przepływomierz materiałów sypkich pozwala na ciągłe ważenie swobodnie przepływających materiałów, takich jak proszki lub granulaty. Przepływomierz do materiałów sypkich reaguje jedynie na przemieszczający się materiał, dzięki czemu uzyskuje się dużą dokładność pomiaru oraz jego powtarzalność. Pomiar sumy przepływającego produktu jest wykonywany z typową dokładnością  $\pm 1\%$  (w niektórych zastosowaniach lepiej niż  $\pm 0,5\%$ ). Typowa powtarzalność wynosi  $\pm 0,2\%$  [1].

Zasada działania przepływomierzy oparta jest na pomiarze siły wywieranej przez przepływający produkt. Całkowicie zamknięta konstrukcja wyklucza wydostawanie się na zewnątrz pyłów, redukuje obsługę, zmniejsza koszty czyszczenia oraz chroni otoczenie. Materiał jest tu kierowany na płytkę czujnika i uderzając w nią, powoduje jej mechaniczne ugięcie. Następnie strumień materiału opuszcza przepływomierz tak, że pomiar nie powoduje ani zakłóceń, ani przerwania procesu produkcyjnego. Składowa siła działająca na płytkę czujnika jest przetwarzana na sygnał elektryczny. Sygnał ten jest wykorzystywany przez współpracujący z przepływomierzem integrator do bieżącego wyświetlania wartości przepływu oraz do sumowania masy przepływającego produktu.

Dokładność przepływomierzy materiałów sypkich wynika z faktu, że pomiaru przepływu dokonuje się wyłącznie na podstawie pomiaru składowej poziomej siły wywieranej na płytkę czujnika przez przepływający materiał. Na siłę, z jaką materiał uderza o płytkę, wpływają cztery czynniki: prędkość przepływu, kąt uderzenia, charakterystyka pochłaniania energii oraz masa materiału. Prędkość materiału jest zawsze stała, jeżeli spada on z pewnej, ustalonej wysokości lub zsuwa się rynną prowadzącą [1].

### LITERATURA

- [1] Materiały firmy Meskon dostępne na stronie <http://www.meskon.com.pl/>.
- [2] Materiały firmy Progress-Wagi dostępne na stronie <http://wagi.pl/>.
- [3] Materiały firmy InterProcess dostępne na stronie <https://interprocess.pl/>.
- [4] Materiały firmy Mettler-Toledo dostępne na stronie <https://www.mt.com/>.
- [5] Materiały firmy Procelwag dostępne na stronie <https://procelwag.com.pl/>.

# Wagi dynamiczne z zastosowaniem czujnika wagowego M260 i miernikiem wagowym SWIFT

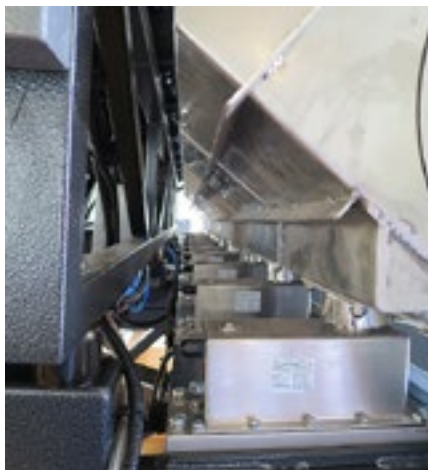
www.utilcell.pl

**Życie pędzi coraz szybciej. Podobnie jest z niektórymi procesami ważenia. Niektóre procesy bardziej niż inne wymagają szybkich pomiarów, wtedy zwykle stosować trzeba specjalne czujniki wagowe i specjalną elektronikę. Tylko dzięki dobrze dobranym podzespołom możemy uzyskać szybki pomiar.**

W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku Grupa UTILCELL wprowadziła na rynek czujnik wagowy M200, zanurzony w oleju, zabezpieczony w specjalnej obudowie (czujnik z tłumieniem wiskotycznym). Powodem tego były wymagania rynku dotyczące szybkiego odzysku gotowości do kolejnego pomiaru w celu zwiększenia szybkości ważenia, głównie w wagach kontrolnych. Klienci firmy potrzebowali kolejnych rozwiązań dla swoich urządzeń, systemów – i tak pojawił się również czujnik wagowy M260 w szerokim zakresie nośności od 5 do 200 kg. Czujnik ten posiada obudowę ze stali nierdzewnej o stopniu ochrony IP68. Ważna jest szybkość, z jaką ten czujnik wagowy odzyskuje energię po impulsie ważonego produktu docierającego na platformę wagową.

Czujnik wagowy M260 to udana konstrukcja, która przez ostatnie 7 lat stała się bardzo popularna wśród producentów maszyn rolniczych w kilku krajach UE. Oprócz jego niezawodności należy podkreślić – co potwierdzają użytkownicy – bardzo dobrą stabilność pomiarów i dokładność. Przy zachowaniu pewnych zasad specyficznych dla czujników z tłumieniem wiskotycznym oraz jednopunktowych, model M260 jest bardzo spójny pod względem pomiarowym.

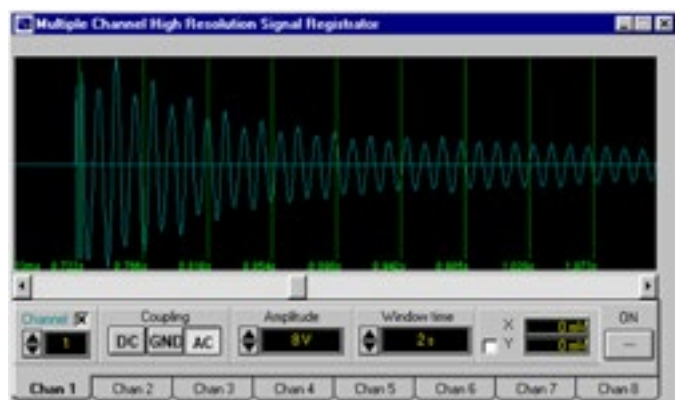
W tym czujniku najważniejszy jest specjalny olej, który pozwala na znacznie szybszą stabilizację elementu sprężystego, niż miało-



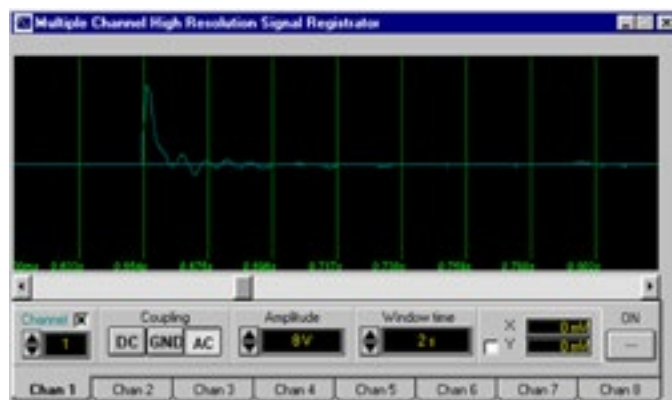
by to miejsce bez oleju. Olej ten znajduje się w obudowie ze stali nierdzewnej i poprzez oddychający zawór umożliwia swobodny ruch elementu sprężynowego. Olej w obudowie zachowuje się jak filtr dolnoprzepustowy, redukując drgania o wysokiej częstotliwości, wywołane przez materiał docierający do platformy wagowej. W rezultacie czujnik wagowy stabilizuje się znacznie szybciej niż w przypadku zastosowania zwykłego czujnika wagowego bez tłumienia. W pomiarach laboratoryjnych można stwierdzić, że czas stabilizacji zwykłego czujnika jednopunktowego wynosi ok. 990 ms, podczas gdy dla czujnika M260 o tej samej pojemności wynosi on 40 ms. Ta ogromna różnica jest powodem, dla którego czujnik wagowy M260 jest z powodzeniem

stosowany w takich urządzeniach, jak wagi kontrolne, jednostki pakujące itp.

Oczywiście wraz z czujnikiem wagowym potrzebny jest jeszcze jeden element, a mianowicie szybkie urządzenie elektroniczne (wskaźnik, miernik wagowy), które będzie odczytywało dane z czujnika wagowego i będzie miało odpowiednią prędkość, aby odczytać wszystkie dane bez ich pominięcia, a tym samym, aby uniknąć nakładania się sygnałów. W tym przypadku problemem była częstotliwość próbkowania wskaźnika, aby była wystarczająco wysoka. Do rozwiązania tego problemu firma UTILCELL oferuje wskaźnik, miernik wagowy SWIFT. Jak sama nazwa wskazuje, prędkość jest najważniejszą kwestią tego wskaźnika, który dysponuje 2400 odczytami na sekundę 24-bitowego przetwornika A/D. I właśnie w tym tkwi siła wskaźnika SWIFT – szybkość i doskonałe rozpoznanie. Wskaźnik SWIFT może być zasilany napięciem od 10 VDC do 28 VDC i może zasilać do 8 czujników wagowych o wartości 350 Ω lub 16 czujników wagowych o wartości 700 Ω. Komunikuje się on z kilkoma protokołami (Modbus RTU – ASCII jako standard oraz Profibus, Profinet lub EtherNet/IP opcjonalnie). Model SWIFT posiada również w jednej z wersji wyjście analogowe konfigurowalne 0–5 V, 0–10 Vm 0–20 mA i 4–20 mA z izolacją galwaniczną. Urządzenie może być skonfigurowane za pomocą przycisków na panelu przednim, ale jeszcze lepiej za pomocą dostarczonego za



RYS. 1 Zachowanie jednopunktowego czujnika wagowego M240/10kg po uderzeniu masą 210 g z wysokości 100 mm



RYS. 2 Zachowanie czujnika M260/10kg po takim samym uderzeniu

darmo oprogramowania SWIFT PC. Za pomocą tego oprogramowania urządzenie może być całkowicie skonfigurowane. Również za pomocą tego oprogramowania można zainstalować w urządzeniu SWIFT zaktualizowane oprogramowanie sprzętowe (*firmware*), ponieważ oprogramowanie posiada program rozruchowy (*bootloader*).

Kombinacja czujnika wagowego M260 i wskaźnika SWIFT podłączonego do PLC lub HMI jest obecnie stosowana przez wielu producentów. Zastosowanie to: pakowanie warzyw i owoców poprzez połączenie kilku ważonych pojemników, puszkowanie farb, pakowanie pasz, dedykowane wagi kontrolne, pakowanie elementów do mebli typu „zrób to sam”, pakowanie zestawów medycznych i sprawdzanie ich kompletności i wiele innych.

Jeżeli wskaźnik SWIFT zostanie podłączony do modułu SensoCom w celu bezprzewodowego zdalnego monitorowania, pozwala to na ciągłe monitorowanie procesu napełniania wagi w sposób bezprzewodowy i uzyskanie jak największych korzyści z systemu ważenia, poprzez jego pełną cyfryzację. Podłączenie SensoCom do portu RS-232 lub RS-485 urządzenia SWIFT pozwala na monitorowanie sygnału pochodzącego z urządzenia SWIFT, wysyłanie tych wartości do chmury, gdzie dane te zostaną przetworzone i wyświetlone

w spersonalizowanym interfejsie graficznym. Ponadto monitorowanie będzie dotyczyło również stanu czujnika wagowego, parametrów takich jak zero, stabilność itp. w celu przeprowadzenia konserwacji predykcijnej. Jeśli SensoCom jest podłączony do PLC systemu ważenia, więcej danych może być wykorzystanych do konserwacji predykcijnej, jak np. czas bezczynności, czas wytwarzania, energia zużyta na kg produkcji itp.

Pracownicy biura UTILCELL Poland oraz zespół wspierający w Brnie lub Barcelonie są w stanie doradzić w zakresie wdrożenia najbardziej odpowiednich czujników wagowych do szybkiego pomiaru w różnych środowiskach. Zadzwoń do nas, a my z przyjemnością znajdziemy odpowiednie rozwiązanie dla większości zastosowań w ważeniu.

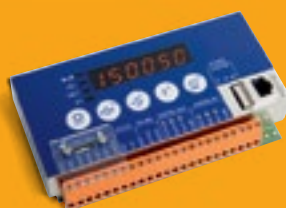
Zapytaj o dodatkowe informacje pod adresem: Pablo Dustet [p.dustet@utilcell.com](mailto:p.dustet@utilcell.com) ■



## Rozwiązanie systemowe do ważenia i monitorowania linii pakujących i napełniających



**M260**  
Czujnik tensometryczny



**SWIFT**  
Miernik wagowy



Moduł do zdalnej diagnostyki i monitoringu

**UCS**  
KOMPATYBILNE

**UCS**  
UNIFIED CLOUD SENSORS

## Wagi samochodowe od firmy Wagotechnika

Wagotechnika specjalizuje się w wykonywaniu elektronicznych wag samochodowych, które oferuje w wersji betonowej, stalowej, betonowo-stalowej oraz mobilnej. W zależności od potrzeb klienta, urządzenia montowane są w dwóch wariantach: jako konstrukcja wyniesiona lub zagłębiona.

Dzięki możliwości łączenia poszczególnych segmentów, firma stworzyła ofertę zawierającą szeroki wybór urządzeń ważących, o wymiarach dostosowanych do różnej długości pojazdów.

### Sprzęty do rozliczeń handlowych

Jeżeli użytkownik jest zainteresowany dokonywaniem rozliczeń handlowych z użyciem tego typu urządzenia, firma Wagotechnika przeprowadza legalizacje wag samochodowych. Usługi te świadczy na terenie całej Polski, współpracując z lokalnymi Urzędami Miar. Producent wystawia niezbędne świadectwa, które pozwalają użytkownikom dokonywać rozliczeń zgodnie z polskim prawem. Sprzęt po dokonanej legalizacji, posiada odpowiednie plomby zabezpieczające oraz informacje o okresie ważności legalizacji.

### W jaki sposób działają wagi samochodowe?

Elektroniczna waga samochodowa jest urządzeniem służącym do pomiarów masy pojazdów. Proces ważenia samochodów odbywa się w momencie, w którym pojazd zatrzyma się na kilkanaście sekund na wadze w celu dokonania stabilnego pomiaru. Waga elektroniczna posiada kilka elementów, które można podzielić na dwie grupy - podstawowe, wchodzące w skład każdej wagi oraz dodatkowe, zwykle służące jako wyposażenie opcjonalne.

#### Elementy podstawowe

Czujniki tensometryczne – przekształcają wielkości mechaniczne (siła) na wartość elektryczną (napięcie).

Miernik wagowy – dokonuje przekształcenia wartości elektrycznej (z czujników tensometrycznych) na wskazanie masy. Miernik może wyświetlić pomiar oraz przekazać go do zewnętrznego wyświetlacza wielkogabarytowego lub komputera.

Uszczelki – służą do zabezpieczania podłoża wagi przed dostawaniem się zanieczyszczeń.

#### Elementy dodatkowe

Komputer – odczytuje sygnał z miernika wagowego oraz zamienia go na informację, które będą przetwarzane przez specjalne oprogramowanie. Dzięki temu możliwe jest

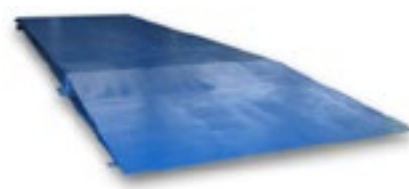


FOT. 1

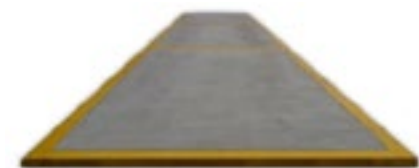
Waga samochodowa na skupie makulatury



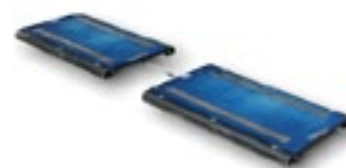
WAGI BETONOWE



WAGI STALOWE:



WAGI BETONOWO-STALOWE



WAGI MOBILNE

automatyczne wprowadzenie dokonanego pomiaru do systemu, co umożliwi dalszą analizę danych pochodzących z wagi.

Wyświetlacze wielkogabarytowe – umożliwiają odczyt masy pojazdu z dużych odległości również przy intensywnym świetle słonecznym

Szlabany oraz sygnalizacja świetlna – zezwalają pojazdom na wjazd oraz zjazd z wagi w określonych odstępach czasowych wyznaczonych przez program bądź sterowanych indywidualnie

Kamery wideo – wykorzystywane są do robienia zdjęć oraz nagrywania procesów wjazdu oraz zjazdu z wagi

Oprogramowanie komputerowe – jest to zwykle specjalistyczny program wagowy, które umożliwia zapisywanie szczegółowych informacji na temat ważenia (dane kontrahenta, kierowcy, towar, miejsce dostawy,

data, godzina, zdjęcia z kamery oraz wiele innych wg indywidualnych potrzeb)

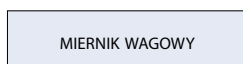
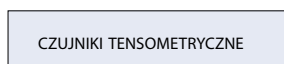
Drukarki – służą do odbioru informacji o wskazaniu masy, dzięki czemu możliwe jest otrzymywanie wydruku (pokwitowania), które jest dokumentem potwierdzającym dokonanie ważenia

Czytniki kart – służą między innymi do identyfikacji elektronicznej pojazdów oraz kierowców posiadających identyfikatory w postaci pamięci dotykowych

Fotokomórki – informują o nieprawidłowym ustawieniu pojazdu na wadze

Pomieszczenia wagowe – są to budynki służące do umieszczania elementów dodatkowych wagi – komputera, drukarki oraz osób sterujących procesem ważenia

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



### Przepływomierz Master BulkSlide

Na rynku dostępny jest szeroki wybór urządzeń do ważenia materiałów sypkich, takich jak: węgiel, żwir, piasek oraz wszelkiego rodzaju kruszywa, przy czym zakres urządzeń przy tego rodzaju produktach zależy w dużej mierze od skali przedsiębiorstwa. Czy jest to kopalnia, żwirownia, piaskownia, czy punkt sprzedaży opału.

Zajmująca się od wielu lat dystrybucją oraz serwisem wag firma TORFBUD z Chorzowa proponuje kompleksowy zakres dostaw, od wag paczkujących po wagi na

wozidłach. Jedną z wag oferowanych przez firmę jest model Rinstrum BF060. Master BulkSlide to przepływomierz, który może być stosowany do większości produktów stałych - sypkich i nieklejących. Mierzy z dokładnością od  $\pm 0,5$  procent. BulkSlide posiada wiele zalet, należy do nich m.in. bardzo niskie zużycie energii oraz prawie zero konserwacja. Dzięki kompaktowej konstrukcji i wielu opcjom komunikacyjnym, umożliwiającym przesyłanie danych do PLC lub PC, BulkSlide jest przystosowany do pracy w różnych środowiskach oraz gałęziach przemysłu.



wagielektroniczne.com.pl

### Wagi pokładowe z oferty firmy ATTR

Wagi pokładowe to nowoczesne systemy pomiarowe montowane w ładowarkach teleskopowych i wózkach widłowych, które precyzyjnie mierzą ciężar ładunku przemieszczanego w tyłce lub na widłach. Lista ich zalet jest długa...

Przede wszystkim należy podkreślić, że wagi pokładowe wytrzymują trudne warunki środowiskowe. Są odporne na zapylenie i wilgoć. Ponadto skracają czas załadunku, umożliwiają bieżący nadzór nad pracą operatorów i optymalizację procesu produkcyjnego, a także zmniejszają koszty zużycia ciężarówek oraz ryzyko kar za przeładowanie pojazdu na drodze. Co więcej, dzięki bezprzewodowej transmisji danych pomiarowych pozwalają na integrację z zakładowym systemem zarządzania procesem produkcyjnym oraz na gromadzenie i analizę danych w celu podejmowania długofalowych decyzji produkcyjnych. Transmisja danych może być realizowana za pomocą modemów GPRS w ramach sieci telefonii komórkowej lub też za pomocą modemów WiFi w ramach wewnętrznej sieci zakładowej.



#### Dla małych i dużych

Użytkownikami wag ATTR są zarówno odbiorcy indywidualni, jak i największe firmy w branży wydobywczej, przetwórczej i transportu kruszyw i materiałów sypkich dla potrzeb budownictwa i drogownictwa. Firma posiada także aplikacje w segmencie energii odnawialnej oraz zagospodarowania odpadów komunalnych i biologicznych. Wagi pokładowe stanowią korzystne uzupełnienie innych systemów pomiarowych pracujących na terenie zakładu produkującego, np. dobrze współpracują z istniejącymi wagami najazdowymi w celu wstępnego załadunku ciężarówek przed ich wjazdem na wagę.

#### 18 lat doświadczenia

Firma ATTR od 18 lat oferuje na polskim rynku systemy wagowe najwyższej jakości, o wysokiej precyzji pomiarowej, które przez ten czas udowodniły już wysoką dokładność w ponad tysiącu instalacji, na łado-



warkach wszystkich znanych producentów. Firma oferuje kompleksową obsługę na terenie całego kraju – instalacje, uruchomienia, szkolenia operatorów, kalibracje i legalizacje systemów oraz serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.

www.attr.pl

## Zakład Mechaniki Precyzyjnej i Usług Technicznych S.C.



OD 1992

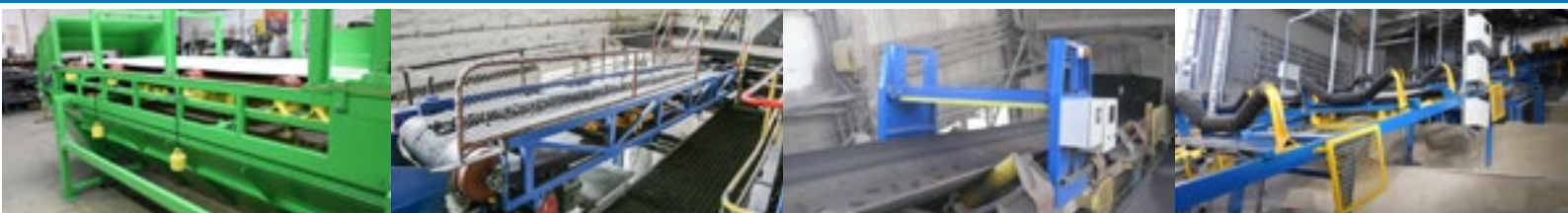
Polska firma. Wyspecjalizowany producent przemysłowych wag: taśmociągowych, zbiornikowych, pomostowych, wagoprzenośników (projektowanie, budowa i instalacje na miejscu) oraz terminali wagowych. Zaawansowana automatyka przemysłowa i kompleksowe systemy sterowania w rozbudowanych procesach ważenia. Dedykowane do zadań, oprogramowanie. Systemy monitoringu pracy przenośników taśmowych i tras taśmociągowych. Od ponad 30 lat na rynku (rok założenia firmy 1992) – ponad 2200 realizacji

Uznanie w największych centrach przemysłowych w Polsce (m.in.: KGHM, Mittal Steel, Bełchatów; Konin, Turoszów itd.), w ciepłowniach, w kopalniach; węgla, rud, kruszywa, soli i innych minerałów, w cementowniach, cukrowniach, zakładach chemicznych itd.

Wagi taśmociągowe naszej produkcji – typoszeregu WMTP, posiadają Certyfikat Badania Typu uprawniający do ich legalizacji na terenie całej wspólnoty europejskiej (Legalizacja WE). W ofercie produkcyjnej: wersje ATEX a także wykonania ze stali nierdzewnych.

Montaże w Niemczech, Mołdawii i Czechach, na Litwie, Ukrainie i Słowacji. Eksport urządzeń do partnerów z Austrii, Finlandii i Pakistanu. Kompetentny Serwis fabryczny. Legalizacje oraz wzorcowania urządzeń ważących.

Nowym naszym produktem są jedno i dwucewkowe detektory metali WM3100 do zabudowy na przenośnikach taśmowych.



Dział Handlowy - Zakład Produkcyjny: ul. Krawiecka 24D, 48-303 Nysa, tel./fax 0-77/435 25 27

biuro@zmpiut.pl

www.zmpiut.pl

**WAGI TAŚMOCIĄGOWE, AUTOMATYKA**

## Wagi do zbiorników

Firma Automatyka Serwis oferuje wagi do ważenia zbiorników, również w wersjach zintegrowanych z układami automatyki i wizualizacji.

Budowa wag zbiornikowych opiera się na prostej konstrukcji, polegającej na osadzeniu konstrukcji zbiornika na przetwornikach (czujnikach) tensometrycznych. Dzięki temu ciężar materiału znajdującego się w zbiorniku może być ważony z zachowaniem bardzo wysokiej precyzji pomiaru.

Waga zbiornikowa znacznie ułatwia gospodarkę magazynową oraz sterowanie procesem produkcyjnym, w którym są używane materiały przechowywane w zbiornikach.

Rola wagi zbiornikowej nie ogranicza się wyłącznie do samego ważenia. Stosowane przez firmę mierniki wagowe, będące urządzeniami samodzielnymi lub elementami



sterownika programowalnego PLC, pozwalają na komunikację z nadrzędnymi systemami sterowania procesami produkcyjnymi. Umożliwiają ponadto włączenie wag zbiornikowych do systemów wizualizacji, co pozwala na kontrolowanie stanu zbiornika poprzez system komputerowy.

Dzięki temu istnieje możliwość np. archiwizowania zmian ciężaru w zbiorniku w funkcji czasu.

W wagach zbiornikowych, wyposażonych w mierniki wagowe, będące elementami sterowników PLC, można np. automatycznie sporządzać mieszanki według zadanych receptur, sterować zaworami, kłapami i innymi elementami wyposażenia zbiornika.

W ofercie firmy dostępne są wagi zbiornikowe o szerokim zakresie obciążenia maksymalnego – nawet do 200 t.

[www.automatyka-serwis.com.pl](http://www.automatyka-serwis.com.pl)

## Urządzenia do napełniania i odważania INTERPROCESS

Jednym z typowych zastosowań produktów firmy INTERPROCESS są wszelkiego rodzaju układy napełniania. Dotyczy to zarówno procesów w skali mikro, w tym w szczególności towarów paczkowanych poniżej 10 kg, oraz makro – takich jak mieszanie półproduktów lub napełnianie dużych worków.

Jako firma inżynierska INTERPROCESS analizuje każdy układ oddzielnie i w zależności od wymagań dobiera odpowiednie elementy. Może zaproponować gotowe urządzenie do napełniania lub dostosować je do elementów, które klient już posiada. W ofercie znajdują się m.in. dozowniki grawimetryczne śrubowe, wibracyjne i taśmowe – każde z nich może być wykorzystane w aplikacji napełniania.



Unikatową właściwością systemów sterowania firmy jest sposób przetwarzania danych, który charakteryzuje się szybkością i wyjątkową dokładnością. Wykorzystanie najnowocześniejszych układów przetwornikowych i wydajnych procesorów powoduje, że szybkie napełnianie nie oznacza już małej dokładności i przepelnienia pojemników.

### Typowymi rozwiązaniami są:

- sterownik Flex/2100 z oprogramowaniem MFL lub stworzonym indywidualnie;
- sterownik 1020 z oprogramowaniem MFL;
- sterownik SGM800 z oprogramowaniem MFL;
- odważanie małych porcji.

Aplikacje polegające na podawaniu wcześniej odważonej ilości materiałów do pudełek to jedno z zastosowań urządzeń INTERPROCESS. Tego typu zastosowania bardzo często mają miejsce przy pakowaniu, które najczęściej objęte jest ustawą o towarach paczkowanych. Szczególnie przy dozowaniu małych porcji dokładność, powtarzalność i szybkość mają decydujące znaczenie. Odważanie małych porcji realizowane jest przy wykorzystaniu dozowników śrubowych DSL oraz zaawansowanych systemów sterujących Flex, 1020 lub SGM800. Efektem tego jest uzyskanie wysokiej precyzji (dokładność nawet poniżej 0,5 [g]) przy niskim koszcie urządzenia. Przy tego typu aplikacji dozowanie odbywa się na zewnętrzną wagę, która posiada mechanizm opróżniania się po podaniu zewnętrznego sygnału (np. w momencie podstawienia opakowania pod lej zsypowy). Ultraszybki system sterowania kontroluje prędkość strumienia materiału. W ostatniej fazie podawanie materiału jest wolniejsze, a napędzany pneumatycznie zawór odcinający hamuje w ułamku sekundy materiał. System sterowania potrafi uczyć się procesu i minimalizować błędy dozowania wraz z kolejnymi podanymi porcjami.

### Zalety zastosowania dozowników INTERPROCESS przy dozowaniu małych porcji:

- niski koszt implementacji urządzenia w linii produkcyjnej;
- wysoka dokładność i powtarzalność;
- możliwość legalizacji w kl. III wag nieautomatycznych (eliminuje konieczność zastosowania wag kontrolnych);
- podgląd statystyki dozowania (średnia, odchylenie standardowe, sumator materiału itp.);
- łatwy dostęp i demontaż elementów do czyszczenia;
- mechanizm wagi może być w pełni obudowany, w przypadku mocno pyłącego materiału.

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



## Młyn do tworzyw sztucznych STILER 22 kW

Maszyna została zaprojektowana do rozdrabniania miękkich oraz twardych tworzyw sztucznych, ale także doskonale radzi sobie z tekturą, papierem oraz drewnem, dlatego jest niezbędna w każdym zakładzie zajmującym się recyklingiem. Na wale tnącym znajduje się 24 noże tnących, współpracujących z dwoma nożami stałymi umieszczonymi na osłonie komory tnącej. Dzięki otwieranej komorze tnącej, wymiana i konserwacja noży tnących oraz sit jest bardzo prosta. Dodatkowo noże tnące mogą być wielokrotnie ostrzone i użyte ponownie.

### Dane techniczne:

- silnik: 22 kw, 400V
- wydajność: do 900 kg/h (w zależności od rozdrabnianego materiału)
- średnica oczek sita: 12 mm
- średnica rotoru: 360 mm
- prędkość obrotowa rotoru: 560 obr./min.
- system tnący: 24 noże ruchomych + 4 stałe
- wymiar komory tnącej: 480x800 mm
- wymiary: 1760 / 1370/ 1835 mm
- głośność: 80-95 dB
- waga netto: 1250 kg



Głowica tnąca wyposażona została w 24 noże tnące ustawione w 3 rzędy oraz 4 noże stałe (podporowe). Wymiary komory tnącej to 800 mm szerokości oraz 480 mm długości. W dolnej klapie umieszczone zostało sito 12 mm. Posiadamy także sita 6 mm za dodatkową opłatą.

### Kruszarka rozdrabnia takie materiały jak:

- butelki plastikowe
- deski drewniane
- materiały z tworzyw sztucznych (podeszwy, paski, wytlóczki, folia)
- materiały z małą zawartością metalu (kable, płytki elektroniczne)
- makulatura, papier, kartony
- tworzywa gumowe

Maszyna pracuje przy 560 obr./min., dzięki czemu nie topi materiału. Duży silnik 22 kW oraz masywne koło zamachowe sprostają nawet najtwardszym tworzywom sztucznym. Maszyna osiąga wydajność do 900 kg/h. Wysuwana szuflada odpadowa pozwoli na szybkie i łatwe opróżnienie zbiornika. Szuflada wyposażona jest w 4 koła. Łatwy dostęp do komory tnącej ułatwia czynności konserwacyjne oraz inspekcyjne maszyny. Górna osłona wyposażona została w dwa siłowniki ułatwiające otwieranie oraz zamykanie. Maszyna wyposażona została w wyłącznik główny, wyłącznik awaryjny, oraz czytelny panel sterowania.

Wszystkie zabezpieczenia spełniają rygorystyczne standardy unijne. Kruszarki posiadają certyfikat CE.

Każda klapa posiada wyłącznik krańcowy uniemożliwiający włączenie młyna podczas czynności konserwacyjnych.

### Wymiary komory wrzutowej:

- szerokość: 800 mm
- wysokość: 360 mm

Kruszarka posiada regulowane stopki do precyzyjnego ustawienia maszyny w poziomie.

[www.stiler.eu/pl](http://www.stiler.eu/pl)

**Przedsiębiorstwo Projektowo-Produkcyjne  
IdeaPro Sp. z o.o.**  
ul. Dolnośląska 8, 67-100 Nowa Sól  
tel. +48 68 444 89 42 / sekretariat@ideapro.com.pl  
[www.idealpro.com.pl](http://www.idealpro.com.pl)

**PRODUCENT URZĄDZEŃ  
I LINII TECHNOLOGICZNYCH**

 **IdeaPro**

## PRZETWARZANIE MATERIAŁÓW / GRANULOWANIE

KRUSZENIE • GRANULOWANIE • CHŁODZENIE • SUSZENIE • KALCYNACJA • SEPARACJA • PRZESIEWANIE • MIESZANIE  
**TRANSPORT I MAGAZYNOWANIE**

WAŻENIE • DOZOWANIE • TRANSPORT PRZENOŚNIKOWY I PNEUMATYCZNY • SILOSY



# Nowoczesny mieszarko-granulator MDM z wieloma funkcjami

www.ideapro.com.pl

**Dynamiczne mieszarko-granulatory typu MDM, produkowane przez firmę IdeaPro z Nowej Soli, należą do maszyn przeznaczonych do sporządzania na sucho i mokro różnorodnych mieszanek homogenicznych i granulatów, w szczególności w przemyśle nawozowym, ceramicznym, spożywczym, szklarskim, betonowym, branży materiałów ogniotrwałych, materiałów ściernych, przeróbki odpadów itp.**



**D**zięki zastosowaniu szybkoobrotowej turbiny intensyfikującej proces homogenizacji wszystkich składników, dynamiczny przebieg procesu mieszania przeciwbieżnego w mieszarko-granulatorach typu MDM zapewnia uzyskanie mieszanek o wysokiej jednorodności. Kinematyka narzędzi mieszających pozwala na ujednorodnienie mieszanek z dodatkami składników lekkich, włóknistych, płynnych oraz innych.

W tym mieszarko-granulatorze ponad 90% energii jest zużyte na intensywne mieszanie porcji masy znajdującej się w zasięgu szybkoobrotowej turbiny, obracającej się w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu miski. Ponieważ każda masa – ze względu na swoją konsystencję, uziarnienie itp. – wymaga określonego wkładu energii dla pełnej homogenizacji, wydajna turbina musi cechować się wysoką intensywnością mieszania, gdyż to gwarantuje krótkie czasy mieszania i wysoką wydajność

urządzenia. Wysoka intensywność mieszania nie prowadzi do wysokiego zużycia energii, bowiem ze wzrostem intensywności mieszania ulega skróceniu jego czas.

Obrotowa miska i zgarniacz dostarczają w sposób ciągły mieszaną masę w obszar działania szybkoobrotowej turbiny, której robocze łopatki są tak ustawione, aby dokonywać przemieszczenia materiału we wszystkich płaszczyznach, także w kierunku równoległym do osi turbiny.

Pochylona ruchoma miska wymusza ciągłe grawitacyjne przemieszczanie się materiału, potęgując efekt homogenizacji/ujednorodnienia masy, znacznie obniżając zużycie dodatków, czasu cyklu procesu oraz zapewniając jego powtarzalność i precyzję.

Dynamiczny mieszarko-granulator omawianego typu ma następującą przewagę technologiczną nad innymi urządzeniami mieszającymi:





**PRZECIWBIEŻNY, DYNAMICZNY MIESZARKO-GRANULATOR MDM**

|  |  |
|--|--|
| Nominalne jednorazowe załadowanie            | 20 dm <sup>3</sup> – 40 dm <sup>3</sup> – 80 dm <sup>3</sup> |
| Czas mieszania                               | wg wymogów technologii                                       |
| Rozładunek mieszarki                         | przez wychył misy cylindrem hydraulicznym                    |
| Prędkość obrotu turbiny                      | regulowana   |
| Prędkość obrotu misy                         | regulowana   |
| Misa z funkcją aglomeracji podczas wyładunku | obrotowa – pochyła   |

- umożliwia idealne ujednorodnienie/homogenizację mieszanych materiałów;
- pozwala na granulację mieszaniny i sterowanie jej ziarnistością;
- zapewnia wzmocnienie wytworzonego granulatu poprzez aglomerację.

W tego typu urządzeniu technika realizacji procesu mieszania sprzyja powstawaniu granulek, jeżeli zostaną spełnione warunki zapewniające wytworzenie odpowiednio silnych połączeń adhezyjnych między poszczególnymi ziarenkami (tzw. zarodkowania). Sposób przemieszczania się materiału w czasie mieszania jest bardzo podobny do torów przemieszczania się materiału w granulatach talerzowych, ale wielokrotnie przyspieszony przez szybkoobrotową turbinę.

Połączenie w jednym urządzeniu funkcji mieszania z funkcją granulacji stwarza możliwości znacznego uproszczenia instalacji produkcyjnej. W klasycznym rozwiązaniu granulacji materiałów wieloskładnikowych instalacje takie muszą się składać z mieszalnika do ujednorodnienia mieszaniny i następnie dozownika i granulatora bębnowego lub talerzowego.

Dynamiczny mieszarko-granulator (homogenizator) z obrotową, pochyloną misą dzięki wysokiej energii mieszania, nawet do 20 kW / 100 kg, zapewnia duże szybkości przemieszczania mieszanego materiału, dochodzące do 30 m/s. Dynamika ta stwarza zupełnie nowe możliwości w procesach granulacji materiałów o różnej konsystencji i specyficznych właściwościach, często wykluczając zastosowanie spoiwa, bazując tylko na zagęszczeniu/sprężeniu granulki.

Agglomeracja to ostatnia faza do opcjonalnego zastosowania w tej maszynie, realizowana poprzez częściowe wychylenie ruchomej misy pod odpowiednim/wybranym kątem.

Urządzenie ma podnoszoną pokrywę i wychylną misę, co zapewnia łatwość w obsłudze i eksploatacji.

Zalety urządzeń MDM:

- możliwość użytkowania „od zaraz” z poziomu „zero”, bez dodatkowej zabudowy i fundamentów;
- prosta i zwarta budowa;
- trwała i mocna konstrukcja;
- dobry dostęp do mechanizmów mieszarki;

- regulacja obrotów misy;
- regulacja obrotów turbiny;
- pomiar poboru mocy;
- pomiar temperatury wsadu z układem odmuchowym;
- mała liczba części technologicznego zużycia;
- łatwo wymienialne części technologicznego zużycia;
- łatwość czyszczenia elementów mieszających;
- duża trwałość elementów roboczych;
- niski koszt eksploatacji;
- niska awaryjność i wysoka niezawodność działania;
- wysokiej jakości zespoły napędowe.

Mobilny, przeciwbieżny, dynamiczny mieszarko-granulator MDM dostarczany jest do klienta w stanie gotowym do eksploatacji. Nie wymaga żadnych prac związanych z zainstalowaniem. Wymagane jest jedynie podłączenie kabla zasilającego, wyposażonego we wtyczkę 3L+N+PE do odpowiedniego gniazda zasilającego, przystosowanego do pracy z elektroniką.

Obsługa maszyny odbywa się poprzez rozbudowany układ sterowania przeznaczony szczególnie dla laboratoriów i zakładów charakteryzujących się produkcją o małych wydajnościach. Receptury są zapisywane w sposób krokowy, co pozwala w ramach jednego procesu ustawić na osi czasu różne parametry pracy narzędzi. Nastawy krokowe receptur pomocne są w szczególności przy realizacji bardziej wymagających procesów technologicznych, a także przy technicznym podawaniu wielu składników.

Układ sterowania mieszarki umożliwia pracę automatyczną oraz pozwala uruchamiać poszczególne zespoły niezależnie od siebie (ręcznie). Operator mieszarki może wszystkie zespoły uruchamiać za pomocą przycisków sterowniczych.



# Wykorzystanie pilotażowego układu mielenia kulowego BMX-400 firmy Comex do produkcji mikroproszków specjalnych

Rafał Grubka

**W dzisiejszych, niełatwych czasach, w których firmy produkujące mikroproszki w skali przemysłowej – zarówno te najbardziej popularne, jak i te do zastosowań specjalistycznych – borykają się z ogromnymi problemami dotyczącymi niestabilnych cen energii. Nie jest łatwo w takiej sytuacji planować nowe inwestycje z powodu dużego ryzyka niepowodzenia skalkulowanego wcześniej nowego projektu. Jeśli dodamy do tego ambitne plany Unii Europejskiej dotyczące redukcji CO<sub>2</sub> i dążenia do neutralności klimatycznej, to wyzwanie bycia innowacyjnym na rynku staje się naprawdę kluczową sprawą.**

Generalnie sposoby mikronizacji zostały już opracowane i są dobrze znane – począwszy od młynów udarowych, kulowych, walcowych, rolowych, wibracyjnych, a skończywszy na strumieniowych. W zależności od rodzaju rozdrabnianego materiału dolną realną granicą uziarnienia, którą można uzyskać w skali przemysłowej, jest kilka mikrometrów przy populacji D97. W skali laboratoryjnej można zejść dużo niżej, jednak jest to mielenie w układzie zamkniętym, gdzie nie ma możliwości przeniesienia tych rezultatów do skali przemysłowej. Na rynku najbardziej popularną metodą mielenia jest mielenie kulowe w połączeniu z klasyfikatorem powietrznym – z uwagi na prostotę konstrukcji i niskie nakłady energetyczne w stosunku do wydajności.

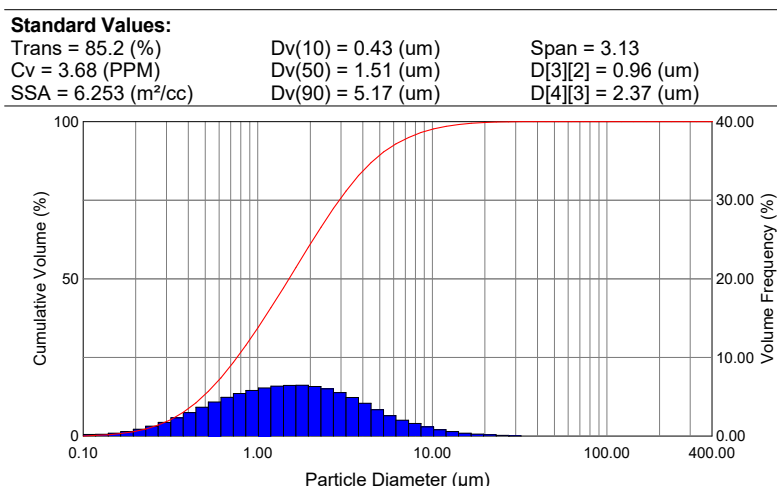
Żeby przedsiębiorstwa mogły się nieustannie rozwijać i powiększać swoje portfolio, niezbędne są ciągłe testy i badania nad nowym zastosowaniem materiałów. W skali przemysłowej takie testy są mało realne z uwagi na szereg ograniczeń technicznych i czas niezbędny do ich realizacji, dlatego firma Comex, wychodząc naprzeciw zapotrzebowaniu na tego typu testy, ciągle udoskonala laboratoryjne systemy mielenia symulujące pracę typowej przemysłowni.

System ten umożliwia w pełni przeprowadzanie testów mielenia wraz ze skalowaniem *online* ich wyników w przeliczeniu na zużycie energii liczonej w kWh/t. Ponadto użytkownik w trakcie przeprowadzania testów ma na bieżąco wyświetlane i zapisywane takie parametry, jak: *circulation load* [kg/h], *feed rate* [kg/h], *return rate* [kg/h] oraz *system load* [kg/h]. Zastosowany w układzie separator bez problemu zapewnia otrzymanie produktu w odpo-



RYS. 1

Frontpanel typowego oferowanego układu mielenia młyna kulowego w układzie otwartym z jednokrotną separacją BMX-400



RYS. 2

Przykład otrzymanego produktu z układu o uziarnieniu D97 = 10 µm

wiednim zakresie uziarnienia, np. dla kierunku D97 = 5–100 µm.

Zastosowany w systemie sterowania innowacyjny układ regulacji nadawą samoczynnie utrzymuje ustawione przez użytkownika parametry wejściowe. Układ moż-

na doposażyć również w cyklon pomiędzy separatorem a filtrem tak, aby na bieżąco móc pobierać próbkę do analizy uziarnienia.

Ponadto firma Comex oferuje również otwarty system mielenia kulowego

z podwójną separacją, którą wykorzystuje się do produkcji ultradrobego produktu.

W porównaniu z układem z pojedynczą separacją wychód z młyna jest tu dzielony na produkt wstępny i frakcję grubą, która jest zawracana z powrotem do młyna. Następnie produkt wstępny jest dalej transportowany na drugi stopień separacji, gdzie następuje jego drugie rozdzielanie na frakcję drobną i grubą. W ten sposób możemy zasymulować produkcję dwóch produktów w jednym ciągu produkcyjnym, w tym jednego bardzo drobnego.

Oba proponowane systemy wychodzą naprzeciw zapotrzebowaniu rynkowemu na testy laboratoryjne, a ich dodatkową funkcjonalnością jest możliwość automatycznego kontrolowania procesu w jednostkach SI lub Imperial. Również w zależności od wymagań klientów układy te Comex może doposażyć w automatyczny system pomiaru uziarnienia oparty na dyfrakcji laserowej, zapewniający pomiar *online* podczas przeprowadzania testów. Takie połączenie mielenia z pomiarem znacznie skraca czas testów, ponieważ analiza wyników odbywa się jednocześnie podczas pracy systemu mielenia. ■

AUTOR JEST KIEROWNIKIEM DS. PRODUKCJI  
PROSZKOWEJ W FIRMIE COMEX POLSKA SP. Z O.O.  
WWW.COMEX-GROUP.COM



RYS. 3  
Frontpanel układu sterowania otwartym systemem mielenia kulowego z podwójną separacją



RYS. 4  
Frontpanel układu pomiarowego współpracującego z systemami mielącymi BMX-400

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

*Zasypujemy informacjami!*

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

# 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 pokrywy: 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: 1,0 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 otrępywane 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

## Młyny wysokociśnieniowe produkcji WAKRO

Firma WAKRO systematycznie rozszerza zakres produkowanych maszyn i urządzeń. Oprócz młynów kulowych w ofercie posiada także młyny wysokociśnieniowe, które znajdują zastosowanie głównie w przemyśle surowców mineralnych. Młyny te składają się z dwóch walców o tych samych średnicach, które obracając się względem siebie z tą samą prędkością, powodują zgniecenie materiału i jego pęknięcie na drobniejsze cząstki. Ciśnienia w złożu materiału są większe niż 50 MPa, sięgają nawet do 300 MPa. Młyn wysokociśnieniowy firmy WAKRO cechuje się bardzo dobrą wydajnością oraz niewielkim zużyciem energii. Nadaje się on do kruszenia i mielenia różnych rud metali, rud niemetalicznych, peletów i kruszyw.

Urządzenia tego typu firma WAKRO dobiera w zależności od wielkości cząstek zasilających, twardości materiału czy wymaganego



uziarnienia końcowego. Elementami młyna, które wpływają na zdolność przerobową, są: średnica rolki dociskowej, szerokość rolki dociskowej, prędkość liniowa rolki. Dla zapewnienia długiej żywotności urządzenia firma WAKRO używa odpowiednich materiałów oraz kształtów walców.

Jako producent firma WAKRO gwarantuje odpowiedni dobór urządzenia, dostosowa-

ny do wymagań kontrahenta i w pełni spełniający jego oczekiwania. Urządzenia tej firmy charakteryzują się dużą niezawodnością oraz bardzo dobrą jakością wykonania. WAKRO zapewnia kompleksowy projekt instalacji, wykonanie, montaż oraz uruchomienie.

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

## Maszyny do re-granulacji NGR

Firma NGR jest producentem maszyn do recyklingu (re-granulacji). Cechą wyróżniającą maszyny NGR jest nowatorskie, opatentowane rozwiązanie polegające na prostym ustawieniu osi wolno-obrotowego szredera nad wyciązką, pozwalające na podawanie do systemu odpadów w bardzo różnej postaci np. ścinków folii, rolek folii, pojemników, rur, zlepów, włókien, dywanów itp. Systemy NGR mogą więc przetwarzać odpady produkcyjne bez wstępnego cięcia. Maszyny powinny być tylko załadowane materiałem i wtedy pracują właściwie same. Są kompaktowe, niezawodne i wytrzymałe, dzięki czemu mogą zastąpić nawet 2 maszyny (np. młyn umieszczony nad zagęszczarką), czyli potrzebują mniej energii i innych mediów.

Firma produkuje szeroki zakres urządzeń, począwszy od najmniejszych serii E:GRAN, które służą do regranulacji w linii ścinek bocznych,



a skończywszy na dużych maszynach serii X:GRAN o wydajnościach dochodzących do 2 t/h. Najpopularniejszą jednak serią jest podstawowa seria S:GRAN o zakresie wydajności 150÷700 kg/h. W Polsce pracuje ich kilkanaście sztuk.

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



Producent urządzeń  
do przetwarzania  
materiałów sypkich  
[www.wakro.com.pl](http://www.wakro.com.pl)

Centrum Badawczo-Rozwojowe



### PRODUKTY:

- suszarnie 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
- kompletne linie technologiczne

**INNOWACJA  
JAKOŚĆ  
PRECYZJA**

# Badania zawartości wody w granulatach tworzyw sztucznych metodą termogravimetryczną

Sławomir Janas,  
Iwona Kwiecień,  
Małgorzata Kowalska

**Zawartość wody jest istotnym parametrem jakościowym dla transportowania, przechowywania oraz przetworstwa tworzyw sztucznych. Nadmiar wody w tworzywach sztucznych podczas ich przetwarzania skutkuje zazwyczaj otrzymaniem produktu o niskiej jakości, często z widocznymi wadami powierzchni. Defekty struktury mogą pojawiać się nawet wtedy, gdy granulaty jest wstępnie suszony, co może wskazywać na konieczność modyfikacji parametrów prowadzonego procesu. Najpowszechniejszą metodą badania zawartości wody w tworzywach sztucznych jest metoda polegająca na określeniu straty masy próbki po jej suszeniu (LOD), tzw. metoda wagosuszkowa. Pozornie prosta metoda badania nie zawsze jednak daje wyniki prawdziwe, ponieważ wymaga bardzo dokładnego zmierzenia niewielkiego ubytku masy. W pracy przedstawiono możliwości pomiarowe wagosuszkarki, którą wykorzystano w badaniach zawartości wody różnego rodzaju granulatów tworzyw sztucznych.**

**A**bsorpcja wody przez tworzywa sztuczne jest zjawiskiem fizycznym zależnym od warunków ich przechowywania i składowania oraz od możliwości sorpcyjnych materiału.

W przypadku tworzyw o niskiej sorpcji takich jak poletylen (PE), polipropylen (PP), polichlorek winylu (PVC) czy polistyren wilgość gromadzi się na ich powierzchni [7]. Tworzywa takie jak poliamid (PA), polistyren (PS), poliwęglan (PC), politereftalan etylenu (PET), akrylonitryl-butadien-styren (ABS), politereftalan butylenu (PBT) wykazują znacznie większy poziom sorpcji wilgoci, która może znacząco zmienić ich masę, nawet do ok. 10% tak jak w przypadku poliamidu [5, 6]. Tak duży poziom sorpcji wody jest wynikiem migracji wilgoci do wnętrza granulatu, przez co uzyskuje się efekt jej objętościowego pochłaniania.

Zazwyczaj granulaty z tworzyw sztucznych wymagają wstępnego suszenia, które jest prowadzone przez kilka godzin w odpowiedniej temperaturze. Istotne znaczenie w tym procesie ma metoda suszenia (adsorpcyjna, kondensacyjna, metody hybrydowe), która powinna zapewnić dehydratację granulatu do takiego poziomu, jaki wymaga proces jego przetwarzania. Domyślnie zakłada się skuteczność procesu osuszania, ale i tak zawsze weryfikowana jest jakość produktu finalnego w kontekście cech wizualnych, mechanicznych, wytrzymałościowych itd.

Zgodnie z teorią, że Quality by Design [8], jakość powinna być wbudowana w produkt, a nie weryfikowana na etapie końcowym, dąży się zatem do opracowania takiej metody produkcji (transportowanie, magazynowanie, przetwarzanie), która pozwala na szybką międzyoperacyjną weryfikację kluczowych determinantów jakościowych granulatu. Jednym z nich jest zawartość wody. Parametr ten może być weryfikowany dla materiału, który jest dostarczany do magazynu. W tym przypadku uzyskuje się informację weryfikującą

jakość zamówionego granulatu, czyli wiarygodność dostawcy. Kluczowym badaniem jest jednak określenie wilgotności granulatu po procesie przemysłowego suszenia. Na podstawie pomiarów zawartości wody można wnioskować o skuteczności procesu osuszania oraz wprowadzać korekty w zakresie parametrów sterujących procesem wstępnego suszenia. Niezależnie od miejsca poboru próbki, badania zawsze wykonywane są w laboratorium, które powinno posiadać wiedzę oraz umiejętności, które pozwolą na dokładne określenie wilgotności badanej próbki. Należy tu zauważyć, że wymagania co do dopuszczalnej zawartości wody w procesie formowania są zróżnicowane (TAB. 1) i mają dość niskie wartości [9], co stawia przed systemem pomiarowym wysokie wymagania co do precyzji, jak i dokładności pomiaru.

Zawartość wody w granulatach tworzyw sztucznych można wyznaczać co najmniej dwiema metodami. Pierwsza wykorzystuje reakcję Karla-Fischera i jest podana w dokumentach normatywnych [1, 2, 3]. Zaletą tej

metody jest detekcja tylko cząstek wody, jaka istnieje w badanym produkcie, co przy wielowariantowości metody czyni ją skuteczną nawet wtedy, gdy wilgotność granulatu jest bardzo niska. Metoda KF nie jest powszechnie stosowana przez laboratoria związane bezpośrednio z produkcją ze względu na koszty eksploatacji oraz poziom skomplikowania. Takich cech nie posiada druga metoda badania zawartości wody, która bazuje na ubytku masy granulatu w czasie jego kontrolowanego ogrzewania [4]. Jest to znacznie prostsza metoda, która jednak wymaga walidacji, czyli empirycznego zweryfikowania poprawności parametrów suszenia. Jest ona uniwersalna, tańsza w eksploatacji, ale niestety nieco mniej dokładna.

## MATERIAŁ I METODY

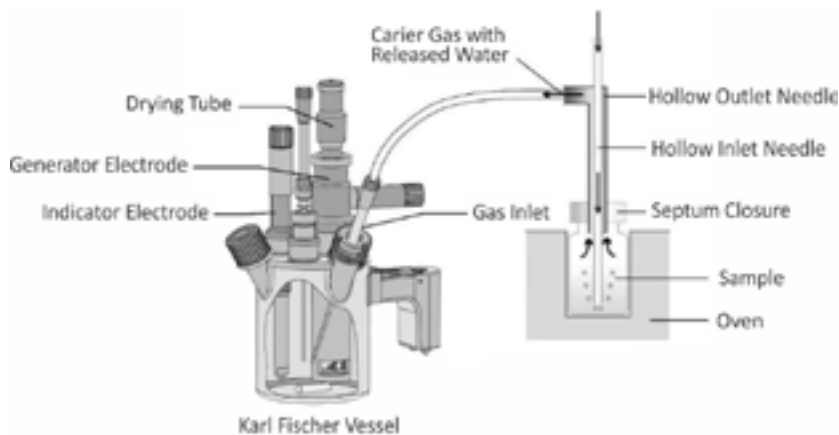
Badanie zawartości wody zrealizowano dla granulatów tworzyw sztucznych takich jak: PA6 Ultramid, PA66 GF50 EMS, PW Makrolon 1260, PC BAYER APEC 2095, ABS Nowodur HH-12, PMMA Plexiglas, POM Delrin 90 P BK602, HDPE CRP 1000,

| NAZWA TWORZYWA                                      | ABSORPCJA WILGOCI (ISO 62) [%] | TEMPERATURA SUSZENIA/CZAS [°C/GODZ.] | TEMPERATURA PRZETWORSTWA [°C] | DOPUSZCZALNA ZAWARTOŚĆ WODY [%] |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| PA 6 (poliamid)                                     | 1,60–1,90                      | 75–85/4–5                            | 240–280                       | 0,10                            |
| PW (poliwęglan)                                     | 0,10–0,20                      | 100–120/3–4                          | 270–310                       | 0,05                            |
| ABS – oli(akrylonitryl–co–butadien–co–styren)       | 0,10–1,80                      | 75–85/3–4                            | 190–260                       | 0,10                            |
| PMMA – poli(akrylan metylu)                         | 0,10–0,40                      | 75–95/2–6                            | 190–250                       | 0,05                            |
| POM (polioksymetylen)                               | 0,15–0,50                      | 90–100/2–3                           | 180–220                       | 0,10                            |
| PBT (politereftalan butylenowy)                     | 0,10–0,20                      | 110–130/2–4                          | 230–260                       | 0,05                            |
| PPO – polioksyfenylen                               | 0,06–0,12                      | 100–120/2–4                          | 240–380                       | 0,10                            |
| PS (polistyren)                                     | 0,01–0,04                      | 70–80/2–3                            | 190–270                       | 0,10                            |
| HDPE  | 0,01                           | ×                                    | 190–290                       | 0,10                            |
| Tarnamid T–27 GF30 NAT bez dosuszania (Grupa Azoty) | 1,90                           | 80/2–4                               | 240–290                       | 0,10                            |
| Alphalon 27 C bez dosuszania (Grupa Azoty)          | 1,60–1,90                      | 75–85/4–5                            | 240–280                       | 0,10                            |

TAB. 1

Zawartość wody oraz dopuszczalna zawartość wody podczas przetworstwa tworzyw sztucznych. Źródło: <https://www.tworzywa.pl/wiedzopedia/baza-tworzyw>





RYS. 1

Schemat kulometrycznej metody KF. [ZŹRÓDŁO: *Determination of Moisture in Petroleum Samples According to ASTM D6304* (Karl Fischer Oven Method). Metrohm USA Inc.]



RYS. 2

Wagosuszarka MX 50 X2.A. [ZŹRÓDŁO: opracowanie własne]

Tarnamid T-27 GF30 NAT, Alphonon 27°C. Wszystkie próbki przed badaniem były przechowywane w szczelnie zamkniętych szklanych pojemnikach, z których pobierano odpowiednią ilość próbki do analizy metodą kulometryczną Karla-Fischera oraz metodą termogravimetryczną – wagosuszarka MA 50.X2 produkcji firmy Radwag Wagi Elektroniczne. Analizy metodą kulometryczną Karla-Fischera wykonano zgodnie z wymaganiami normy ISO 15512 B2 w Centrum Projektowania i Rozwoju Aplikacji Tworzyw w Grupie Azoty S.A., wykorzystując urządzenie Metrohm 831 KF Coulometer z 874 Oven Sample Processor.

W metodzie kulometrycznej KF niewielka ilość próbki była umieszczana w hermetycznie zamkniętej fiolce. Do wnętrza fiolki

wprowadzano sondę, która poprzez suchy strumień gazu nośnego przenosiła uwolnioną w efekcie podgrzewania wilgoć do celi miareczkowej, RYS. 1.

W celi miareczkowej następowała reakcja wody z jodem generowanym elektrolitycznie. Proces przebiegał automatycznie do osiągnięcia punktu końcowego analizy. Stechiometrycznie 1 mol wody reagował z 1 molem jodu, tym samym osiągnięcie punktu końcowego oznaczało to, że w układzie pomiarowym nie było już wody, gdyż została ona związana z wygenerowanym jodem. Iloczyn czasu analizy oraz prądu wymaganego do osiągnięcia punktu końcowego miareczkowania był wprost proporcjonalny do ilości wytworzonego jodu, co pozwoliło na wyznaczenie ilości wody, jaką posiadała próbka.

W metodzie wykorzystującej wagosuszarkę MA 50.X2.A (RYS. 2) próbka w ilości kilkunastu gramów była umieszczana na szalce wagi w komorze suszenia. Automatycznie rejestrowana była masa początkowa granulatu w stanie wilgotnym, a następnie komora suszenia była ogrzewana do ustalonej temperatury. Ubytek masy granulatu w efekcie desorpcji wilgoci był na bieżąco rejestrowany, a wilgotność była wyznaczana z zależności (1).

$$w_c = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:  $m_1$  – masa wilgotnego granulatu;  $m_2$  – masa granulatu po suszeniu.

Zastosowano profil narastania temperatury STANDARD, co oznaczało szybki wzrost temperatury ze stanu początkowego do zadanej temperatury, w której następowało wygrzewanie granulatu.

Parametry analizy dla badanych próbek granulatu, takie jak temperatura suszenia oraz sposób zakończenia analizy, były optymalizowane celem uzyskania jak najlepszej zbieżności wyników zawartości wody z wynikami, jakie uzyskano metodą kulometryczną Karla-Fischera.

Wzrost temperatury granulatu niezbędny do usunięcia wilgoci uzyskiwano w efekcie zjawiska konwekcji i promieniowania podczerwonego. Należy zauważyć, że taki sposób ogrzewania jest znacząco różny od typowych procesów ogrzewania próbek realizowanych w suszarkach laboratoryjnych, gdzie dominuje zjawisko konwekcji lub suszarniach przemysłowych, gdzie występuje kontrolowany ruch gorącego powietrza. Zakończenie analizy równoważne z całkowitym usunięciem wody z próbki było zdefiniowane jako niezmiennosc masy granulatu w zakresie  $\pm 1\text{mg}$  w określonym czasie. Sterowanie czasem obserwacji umożliwiło uzyskanie lepszej zbieżności wyników zawartości wody metody wagosuszkowej względem wyników zawartości wody, jakie uzyskano metodą Karla-Fischera, co było jednym z elementów procesu walidacji. Parametry suszenia, jakie wykorzystano w metodzie wagosuszkowej, zaprezentowano w TAB. 2.

Podczas analizy zawartości wody z zastosowaniem wagosuszarki następowała desorpcja z granulatu wszystkich substancji, które mogą być usunięte z próbki w efekcie wzrostu jej temperatury. Tym samym w pewnych przypadkach uzyskany wynik zawartości wody może być obciążony błędem wynikającym z wydzielania się np. formaldehydu [11] w procesie depolimeryzacji, tak jak w przypadku suszenia polioksymetyleny (POM).

| NAZWA PRÓBKİ           | PROFIL SUSZENIA | TEMPERATURA ANALIZY | ZAKOŃCZENIE ANALIZY | MASA PRÓBKİ |
|------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------|
| PA Ultramid            | Standard        | 150°C               | 1 mg/40 sek.        | ~12 g       |
| PA 66 GF50 EMS         | Standard        | 150°C               | 1 mg/40 sek.        | ~12 g       |
| PW Makrolon            | Standard        | 115°C               | 1 mg/60 sek.        | ~15 g       |
| PC Bayer APEC 2095     | Standard        | 70°C                | 1 mg/60 sek.        | ~12 g       |
| ABS Nowodur HH-12      | Standard        | 110°C               | t = 28 min          | ~13 g       |
| PMMA Plexiglas         | Standard        | 100°C               | 1 mg/80 sek.        | ~15 g       |
| POM Derlin 90 BK 602   | Standard        | 100°C               | 1 mg/60 sek.        | ~13 g       |
| HDPE CRP 1000          | Standard        | 100°C               | 1 mg/60 sek.        | ~14 g       |
| Tarnamid T-27 GF30 NAT | Standard        | 120°C               | 1 mg/60 sek.        | ~13 g       |
| Alphalon 27 C          | Standard        | 125°C               | 1 mg/60 sek.        | ~13 g       |

TAB. 2  
Parametry suszenia – metoda wagosuszkowa

## WYNIKI BADAŃ

Wyniki zawartości wody w granulatach tworzyw sztucznych, jakie uzyskano metodą Karla-Fischera przedstawiono w TAB. 3. Największe wartości uzyskano dla próbek PA 6, PA 66, co potwierdziło ich właściwości higroskopijne, a najniższą dla polietylenu o dużej gęstości HDPE, który ma właściwości hydrofobowe. Wyniki zawartości wody z metody KF wykorzystano jako wartości referencyjne dla metody wagosuszkowej, która wymagała optymalizacji w zakresie parametrów suszenia.

Badanie zawartości wody metodą wagosuszkową MA 50.X2.A przeprowadzono wykorzystując parametry podane w TAB. 2. Przed pomiarami każda z próbek była przechowywana w szczelnie zamkniętych pojemnikach, które otwierano tylko w momencie poboru próbek analitycznej do badań. Wyniki zawartości wody granulatu tworzyw sztucznych, precyzję pomiaru, dokładność analizy oraz czas badania, jakie uzyskano z wykorzystaniem wagosuszkarki MA 50.X2.A, pokazano w TAB. 4.

Największy ubytek wody stwierdzono dla higroskopijnych granulatu PA 6, PA 66, co było zgodne z wynikami zawartości wody, jakie uzyskano metodą Karla-Fischera. Całkowity czas analizy tych próbek wyniósł około 15–16 minut, gdy do badań użyto próbkę o masie ok. 12 g. Precyzja pomiaru zawartości wody wyniosła 0,03%, co jest wystarczające z metrologicznego punktu widzenia, uwzględniając graniczną zawartość wilgoci, jaka wymagana

|                        | ZAWARTOŚĆ WODY ± PRECYZJA POMIARU *<br>$\bar{x} \pm st. dev. [\%]$ | CZAS ANALIZY [min:s] | UBYTEK MASY [mg] | BŁĄD OZNACZENIA ZAWARTOŚCI WODY** [%] |
|------------------------|--|----------------------|------------------|---------------------------------------|
| PA 6 Ultramid          | 1,62 ± 0,02  | 14:18                | ~205,8           | - 0,01                                |
| PA 66 GF50 EMS         | 1,41 ± 0,03  | 15:48                | ~202,2           | 0,00                                  |
| PW Makrolon 1260       | 0,10 ± 0,01  | 07:09                | ~20,4            | - 0,01                                |
| PC BAYER APEC 2095     | 0,07 ± 0,01  | 04:04                | ~6,2             | 0,03                                  |
| ABS Nowodur HH-12      | 0,33 ± 0,01  | 28:00                | ~47,3            | - 0,04                                |
| PMMA Plexiglas         | 0,17 ± 0,01  | 15:48                | ~30,3            | - 0,01                                |
| POM Delrin 90 P BK602  | 0,23 ± 0,01  | 09:09                | ~31,4            | 0,01                                  |
| HDPE CRP 1000          | 0,02 ± 0,003   | 04:36                | ~2,4             | x                                     |
| Tarnamid T-27 GF30 NAT | 0,09 ± 0,01  | 05:40                | ~12              | -0,003                                |
| Alphalon 27 C          | 0,02 ± 0,001   | 01:31                | ~2,7             | 0,001                                 |

\* – precyzję pomiaru wyznaczono jako odchylenie standardowe z serii 5 pomiarów;

\*\* – błąd oznaczenia zawartości wody wyznaczono jako różnicę między średnią zawartością wody uzyskaną metodą wagosuszkową MA 50.X2 i wynikiem zawartości wody uzyskanym metodą Karla-Fischera

TAB. 4  
Zawartość wody w granulatach tworzyw sztucznych – metoda wagosuszkowa MA 50.X2

| NAZWA                  | MASA PRÓBK [g] | TEMPERATURA ANALIZY [°C] | ZAWARTOŚĆ WODY [%] |
|------------------------|----------------|--------------------------|--------------------|
| PA Ultramid            | 0,5            | 180                      | 1,62±0,04          |
| PA 66 GF50 EMS         | 0,5            | 180                      | 1,41±0,0           |
| PW Makrolon            | 0,5            | 180                      | 0,11±0,01          |
| PC Bayer APEC 2095     | 0,5            | 180                      | 0,04±0,001         |
| ABS Nowodur HH-12      | 0,5            | 180                      | 0,37±0,04          |
| PMMA Plexiglas         | 0,5            | 160                      | 0,18±0,001         |
| POM Derlin 90 BK 602   | 0,3            | 145                      | 0,21±0,01          |
| HDPE CRP 1000          | 1,0            | 145                      | 0,001±0,001        |
| Tarnamid T-27 GF30 NAT | 0,3            | 180                      | 0,09±0,01          |
| Alphalon 27 C          | 0,3            | 180                      | 0,02±0,001         |

TAB. 3  
Zawartość wody w metodzie Karla-Fischera

jest w czasie przetwórstwa tego typu tworzywa (tab. 1). Zawartość wody w poliwęglanach, Makrolon 1260/ Apec 2095 była nieco zróżnicowana, otrzymano wartości 0,10%, 0,07% przy wysokiej precyzji pomiaru wynoszącej 0,01%. Granulat Apec 2095 był de facto kondensatem standardowego biosfenolu A (poliwęglanu Makrolon) oraz BPTMC tym samym jego właściwości higroskopijne mogły być nieco inne niż w przypadku Makrolonu 1260.

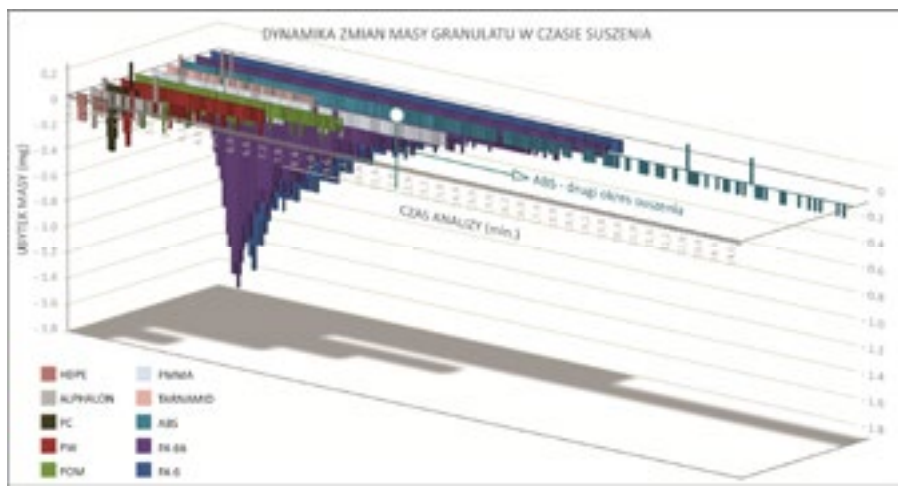
Wykazane podczas badania różnice w zawartości wody poliwęglanów mogły wynikać z warunków przechowywania oraz transportowania próbek do badań – wartość absorpcji wody według ISO 62 wynosi dla obydwu poliwęglanów 0,30%. Zawartość wody w granulacie ABS wyznaczono jako 0,33% (metodą wagosuszkową MA 50.X2.A) z błędem – 0,04%, co sugeruje, że granulat był lekko niedosuszony względem badania przeprowadzonego metodą KF. Otrzymano precyzję pomiaru 0,01%, co pozwala różnicę w wynikach zawartości wody uwzględnić jako tzw. błąd systematyczny. W czasie badań określono stały czas analizy ABS jako 28 ze względu na bardzo małą dynamikę zmian masy próbki w drugim okresie jej suszenia (RYS. 3). Zastosowanie kryterium zakończenia analizy bazujące na obserwacji zmian masy próbki w czasie nie było wystarczające w tym procesie.

Zawartość wody dla granulatu PMMA oraz POM wyznaczono z dokładnością 0,01% przy takiej samej precyzji pomiaru wynoszącej

0,01%. Uzyskano wyniki zawartości wody 0,17% dla PMMA oraz 0,23 % dla POM, przy ubytku masy wynoszącym ok. 30 mg. Istotną różnicą dotyczyła czasu analizy, który dla polioksymetyleny był o ok. 30% krótszy niż czas badania polimetakrylanu metylu, który wyniósł około 16 minut. To wskazuje na pewne trudności w desorpcji wody ze struktury PMMA, gdy temperatura analizy była taka sama dla obydwu próbek, tj. 100°C. Najniższą zawartość wody uzyskano dla polietylenu o dużej gęstości (HDPE) oraz Alphalonu 27°C (0,02%) przy precyzji pomiaru zawierającej się w zakresie 0,001%–0,003%. Wyznaczone wartości były bliskie dolnej granicy oznaczalności zawartości wody metodą wagosuszkową (LOQ – *Limit of Quantification*). W przypadku analizy takich próbek konieczne było studzenie komory suszenia między pomiarami. Miało to na celu dokładne określenie masy początkowej próbki, ponieważ całkowity ubytek masy granulatu w efekcie suszenia wynosił poniżej 3 mg. Bardzo dobra wartość precyzji pomiaru, jaką uzyskano dla granulatu HDPE oraz Alphalonu wskazuje na to, że badania zawartości wody metodą wagosuszkową MA 50.X2 można prowadzić nawet dla próbek o śladowej wilgotności. Należy jednak zauważyć, że w takich badaniach kluczowa jest wiedza o zjawiskach, jakie zachodzą w czasie analizy, w kontekście suszonej próbki, jak i działania urządzenia. Proces suszenia Tarnamidu T-27 wymagał czasu około 6 minut, uzyskano dokładność suszenia jako 0,003% przy precyzji wyznaczenia zawartości wody 0,01 % (TAB. 4). Masa analizowanej próbki wyniosła około 12 g, a jej ilość była tak dobrana, żeby pokrywała całą powierzchnię szalki niezbyt grubą warstwą. Z praktyki wiadomo, że możliwe jest zastosowanie w badaniu znacznie większych mas granulatu, ale zwiększenie masy próbki prowadzi zazwyczaj do otrzymania zaniżonego wyniku zawartości wody. Gradient temperatury, jaki powstaje w strukturze suszonej próbki, ogranicza desorpcję wody z dolnych jej warstw.

## WNIOSKI

Badanie zawartości wody w granulatach tworzyw sztucznych można wykonać za



RYS. 3

Dynamika zmian masy granulatu w czasie suszenia

pomocą wagosuszarki MA 50.X2.A, jednakże każdy proces pomiarowy wymaga optymalizacji oraz uwzględnienia możliwości pomiarowej urządzenia. W przypadku prowadzenia badań laboratoryjnych w krótkim okresie czasu dokładność analizy powinna być determinowana tylko przez precyzję pomiaru, gdy założymy że inne parametry prowadzonego procesu takie jak: temperatura suszenia, masa próbki, tryb zakończenia suszenia są dobrane optymalnie. Poza sferą techniki należy uwzględnić także czynnik ludzki, czyli wymagany pewien poziom wiedzy oraz

umiejętność jej aplikacji w rzeczywistości. Współcześnie wiele urządzeń działa intuicyjnie, tak więc podobne oczekiwania dotyczą także urządzenia i metody wyznaczania zawartości wody wykorzystującej wagosuszkę. Niestety nie wszystkie procesy można zautomatyzować, a wiedza dotycząca tego, jakie procesy zachodzą w urządzeniu i próbkę podczas badania, jest kluczowa dla oceny otrzymanego wyniku. Z drugiej strony istnieje wsparcie merytoryczne ze strony producenta sprzętu pomiarowego, co daje nadzieję na opracowanie takich metod

badawczych dla przemysłu przetwórstwa tworzyw sztucznych, które będą dokładne oraz efektywne. ■

ARTYKUŁ UKAZAŁ SIĘ WCZEŚNIEJ NA ŁAMACH CZASOPISMA „TWORZYWA SZTUCZNE”

AUTORZY SKŁADAJĄ SERDECZNE PODZIĘKOWANIA DLA CENTRUM PROJEKTOWANIA I ROZWOJU APLIKACJI TWORZYW, GRUPY AZOTY S.A. ZA POMOC W REALIZACJI BADAŃ ORAZ CENNE UWAGI MERYTORYCZNE.

dr Sławomir Janas

Centrum Metrologii Badań i Certyfikacji – Laboratorium  
Badawcze Radwag Wagi Elektroniczne,  
ul. Toruńska 5, 26-600 Radom

mgr Iwona Kwiecień

Centrum Projektowania i Rozwoju Aplikacji Tworzyw  
Grupa Azoty S.A.,  
ul. Kwiatkowskiego 8, 33-101 Tarnów

prof. dr hab. inż. Małgorzata Kowalska

Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa  
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. K.  
Pułaskiego w Radomiu,  
ul. Bolesława Chrobrego 27, 26-639 Radom

#### LITERATURA

- [1] ASTM D6304-20. Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, and Additives by Coulometric Karl Fischer Titration.
- [2] ISO 15512:2019. Plastics – Determination of water content.
- [3] ASTM D 6869-17. Standard Test Method for Coulometric and Volumetric Determination of Moisture in Plastics Using the Karl Fischer Reaction.
- [4] D 6980 – 04. Test Method for Determination of Moisture in Plastics by Loss in Weight.
- [5] D.V. Terjek, E. Kokai, *Measurement possibilities of water content in polyamide*. 10P Conference. Series: Material Sciencenand Engineering 903 012014. Doi: 10.1088/1757-899X/903/1/012014.
- [6] G. Musielak, A. Kłozieński. *Wpływ technik suszenia na właściwości poliamidu*. Tworzywa Sztuczne w Przemysle, 1/2021, str. 3–5.
- [7] J. Jaymin, *Manufacturing Methods and The Impact of Moisture on Plastic Resins. Plastic Resins And Moisture Whitepaper*. [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/203881/\\_CONTENT-RESOUR-CEs/PDFs/Moisture-and-Plastic-Resins-White-Paper.pdf](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/203881/_CONTENT-RESOUR-CEs/PDFs/Moisture-and-Plastic-Resins-White-Paper.pdf).
- [8] M.D. Kengar, J.A. Tamboli, C.S. Magdum, *Quality by Design – A Review*; PharmaTutor; 2019; 7(4); 48-51; <http://dx.doi.org/10.29161/PT.v7i4.2019.48>.
- [9] <https://www.tworzywa.pl/wiedzopedia/baza-tworzyw>.
- [10] PN-EN ISO 62:2008. Tworzywa sztuczne. Oznaczanie ab- sorpcji wody.
- [11] ZALECENIE KOMISJI (UE) 2019/794 z dnia 15 maja 2019 r. w sprawie skoordynowanego planu kontroli w celu ustalenia rozpowszechnienia niektórych substancji migrujących z materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością.

## Instalacje odpylania w przemyśle zbożowym

Oferujemy linie odpylania zakładów przetwórstwa spożywczego. Swoje rozwiązania opieramy na niezawodnych filtrach workowych.

Całość instalacji wykonujemy zgodnie z obowiązującymi wytycznymi dyrektywy ATEX.

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

## Główne Zalety

- Automatemczyste oczyszczanie rękawów filtracyjnych
- Wytrzymała, stalowa konstrukcja
- Certyfikat TÜV
- Możliwość pracy w atmosferach wybuchowych
- Wykonanie zgodne z dyrektywą ATEX

# UPCYKLING – wyższa forma recyklingu

**W wyniku procesów tradycyjnego recyklingu tworzyw sztucznych otrzymane surowce wtórne mają zawsze gorszą jakość niż oryginalne nowe surowce. Co zrobić, aby móc otrzymać surowce wtórne o podwyższonej jakości?**

Odpowiedzią jest UPCYKLING (ang. *upcycling*), będący najnowocześniejszym rodzajem recyklingu. Jest to proces, w wyniku którego powstają tworzywa o wartości wyższej niż materiału recyklowanego.

Najpopularniejszą metodą UPCYKLINGU tworzyw sztucznych jest REKOMPANDOWANIE (ang. *recompounding*), które polega na połączeniu w jeden cykl regranulacji i kompowania recyklowanych tworzyw ze specjalnymi dodatkami.

Dzięki tym dodatkom można modyfikować recyklowane tworzywa i dostosowywać ich parametry mechaniczne, fizyczne i chemiczne do konkretnych zastosowań.

Podczas rekompandowania stosuje się następujące dodatki i wypełniacze:

- kreda oraz inne wypełniacze mineralne: talk, kaolin, siarczan baru, mika, wollastonit;
- wypełniacze włókniste: włókna szklane, włókna węglowe, włókna naturalne;
- proszki metali;
- pigmenty i barwniki, wypełniacze perłowe, sadza, dwutlenek tytanu;
- uniepalniacze;
- modyfikatory udarności;
- modyfikatory MFI;
- absorbery zapachu;
- antystatki;
- stabilizatory UV;
- dodatki procesowe;
- antyutleniacze;
- środki poślizgowe;
- środki antyblokujące;
- środki antyfogujące;

W zależności od wymagań projektu, technolodzy firmy MARIS dobierają jedną z trzech konfiguracji linii do rekompandowania:

- EVOREC PLASTIC PLUS 1 – tandem: wycłaczarka jednoślismakowa oraz wycłaczarka dwuślismakowa;
- EVOREC PLASTIC PLUS 2 – tandem: dwie wycłaczarki dwuślismakowe;
- Linia z pojedynczą wycłaczarką dwuślismakową.

## REKOMPANDOWANIE NA LINII EVOREC PLASTIC PLUS 1

W pierwszej fazie do zagęszczarki podawane są odpady, gdzie następuje ich mielenie, podsuszanie i zagęszczanie (1). Tak przygotowany materiał jest kierowany do wycłaczarki jednoślismakowej przy pomocy systemu wymuszonego podawania (2). Zadaniem wycłaczarki jednoślismakowej jest wstępne

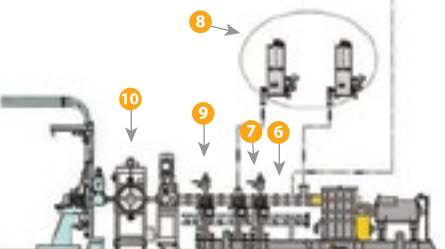
### WYTLĄCZARKA JEDNOŚLIMAKOWA

#### Przetwarzane materiały:

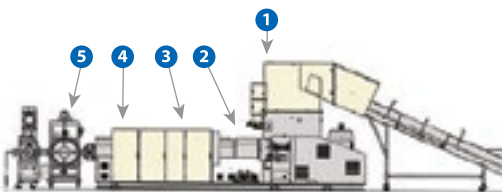
- o niskiej gęstości nasypowej
- bardzo wilgotne (do 12 %)
- bardzo zabrudzone

#### ETAP 1

- 1 Mielenie, suszenie, składowanie
- 2 Wymuszone podawanie
- 3 Uplastycznianie
- 4 Pierwsze odgazowywanie
- 5 Filtracja



uplastycznienie (3), odgazowanie (4) i homogenizacja recyklowanego materiału oraz jego wstępna filtracja (5). W drugiej fazie procesu uplastyczniony, odgazowany i przefiltrowany materiał jest przekazywany do wycłaczarki dwuślismakowej współbieżnej, gdzie następuje jego kompowanie z dodatkami modyfikującymi. Materiał jest homogenizowany (6) i ponownie odgazowany (7), a za pomocą podajników bocznych (8) dozowane są dodatki/wypełniacze. Następnie materiał jest ponownie odgazowany (9) homogenizowany, filtrowany i granulowany (10).



### WYTLĄCZARKA DWUŚLIMAKOWA WSPÓLBIEŻNA

#### Jakość i wydajność

- Wydajne mieszanie
- Wydajne odgazowywanie
- Granulat wysokiej jakości
- Dodawanie wypełniaczy i dodatków

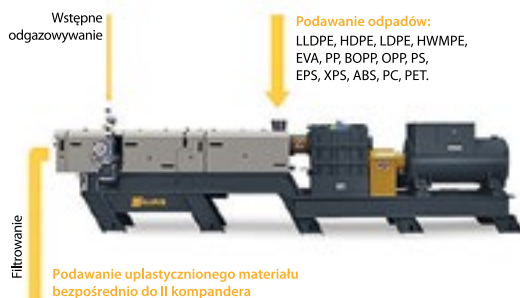
#### ETAP 2

- 1 Homogenizacja materiału
- 2 Drugie odgazowywanie
- 3 Podawanie polimerów/wypełniaczy/dodatków
- 4 Trzecie odgazowywanie
- 5 Filtracja i granulacja

## REKOMPANDOWANIE NA LINII EVOREC PLASTIC PLUS 2

Rekompandowanie na linii EVOREC 2 jest podobne do rekompandowania na linii EVOREC 1. Różnicą jest to, że w pierwszej fazie materiał jest podawany uplastycznieniu, odgazowaniu i filtracji na wycłaczce dwuślismakowej współbieżnej zamiast na jednoślismakowej.

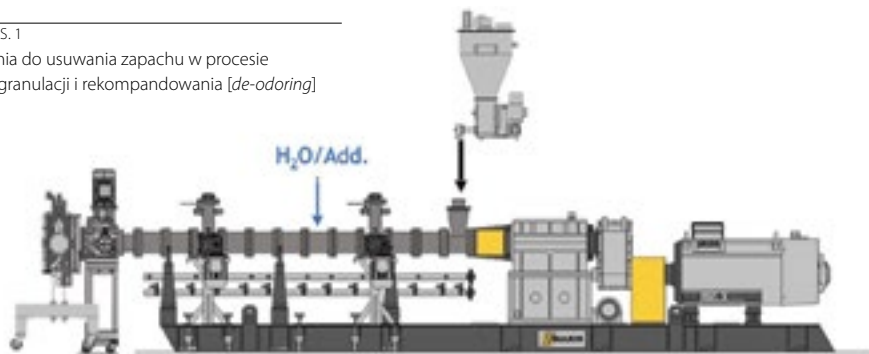
Proces rekompandowania na linii EVOREC 2 wiąże się z jeszcze lepszą homogenizacją, odgazowaniem oraz pozwala na uzyskiwanie znacznie wyższych wydajności niż w przypadku linii EVOREC 1.



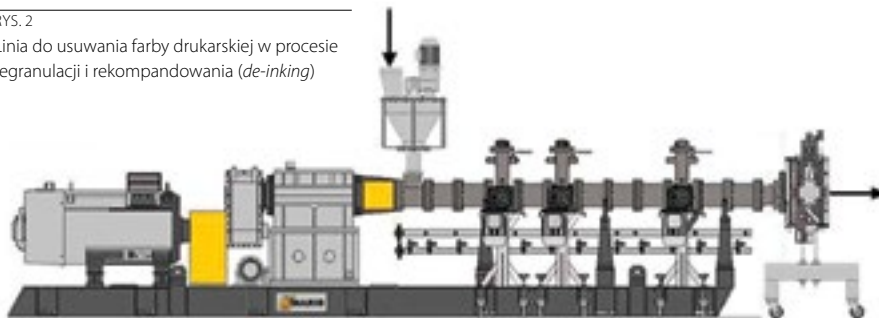
**Gotowy produkt:**  
 Regranulat  
 Komandy napelniane  
 Komandy wzmacniane  
 Komandy barwione  
 Blendy polimerowe  
 Masterbacje



RYS. 1

Linia do usuwania zapachu w procesie regranulacji i rekompandowania [*de-odoring*]

RYS. 2

Linia do usuwania farby drukarskiej w procesie regranulacji i rekompandowania (*de-inking*)

Na liniach do rekompandowania EVOREC 1 i EVOREC 2 możliwe jest rekompandowanie bardzo szerokiej gamy materiałów, a dzięki jednoetapowemu procesowi ciągłemu polimer nie jest narażony na wysokie naprężenia i degradację. Wielopunktowe odgazowanie eliminuje wilgoć, farby z nadruków oraz zapachy. Modułowa konstrukcja ślimaka wytłaczarek dwuślimakowych pozwala na dokładne dopasowanie linii do indywidualnych potrzeb. Oprócz szeregu korzyści technologicznych, procesy na liniach EVOREC posiadają również zalety ekonomiczne, takie jak duża wartość dodana końcowego produktu w stosunku do użytych surowców z recyklingu oraz obniżone koszty zużycia energii.

### LINIA Z POJEDYNCZĄ WYTŁACZARKĄ DWUŚLIMAKOWĄ

Proces rekompandowania zwykle odbywa się na linii złożonej z dwóch wytłaczarek ustawionych kaskadowo. Na pierwszej następuje uplastycznienie materiału, odgazowanie i filtracja a na drugiej dozowanie i mieszanie dodatków modyfikujących, dodatkowe odgazowanie,

filtracja i granulacja. W pewnych sytuacjach istnieje jednak możliwość przeprowadzenia całego procesu rekompandowania tylko na jednej wytłaczarce – na wytłaczarce dwuślimakowej współbieżnej. Pojedyncza wytłaczarka dwuślimakowa może być wykorzystana do rekompandowania szerokiej gamy tworzyw pochodzących z odpadów poprodukcyjnych. Możliwe jest też użycie materiałów pokonsumenckich, które jednak muszą być uprzednio poddane efektywnemu czyszczeniu na linii do rozdrabniania, mycia i suszenia. W tym wypadku nie ma potrzeby intensywnego czyszczenia materiału, jaki zwykle odbywa się na pierwszej wytłaczarce i kompletny proces rekompandowania odbywa się tylko na wytłaczarce dwuślimakowej. Podczas procesu następuje uplastycznienie tworzywa, odgazowanie, kompandowanie dodatków modyfikujących, filtracja oraz regranulacja.

### USUWANIE ZAPACHÓW (*DE-ODORING*)

Firma MARIS dostarcza również kompletne linie do skutecznego usuwania zapachów z odpadowych tworzyw sztucznych w pro-

cesie regranulacji i rekompandowania (*de-odoring*). Zwykle redukcję zapachów osiąga się poprzez poddanie recyklowanego materiału intensywnemu odgazowaniu, gdzie stosuje się kilka punktów odgazowania. Firma MARIS opracowała natomiast specjalną, bardzo efektywną, metodę redukcji zapachu. Podczas procesu stosuje się wtrysk wody, która wiąże monomery zapachowe i następnie po przejściu w stan gazowy jest intensywnie odgazowywana. Przetwarzany materiał można zreganulować i otrzymać regranulat wolny od zapachów. Można również jednocześnie dozować dodatki modyfikujące i w wyniku tego procesu otrzymujemy regranulat o zmodyfikowanych właściwościach, wolny od zapachów.

### USUWANIE FARBY DRUKARSKIEJ (*DE-INKING*)

Firma MARIS dostarcza także kompletne linie do skutecznego usuwania farby drukarskiej w procesie regranulacji i rekompandowania (tzw. *de-inking*). Dzięki technologii MARIS proces usuwania farby realizowany jest w sposób ciągły i ze stałą wydajnością. W wyniku tego procesu otrzymuje się regranulat pozbawiony farby drukarskiej, bez porowatości i zapachu. Również w tym przypadku można połączyć proces usuwania farby z dozowaniem dodatków modyfikujących i w wyniku otrzymać regranulat o zmodyfikowanych właściwościach, pozbawiony farby z nadruków.

### REKOMPANDOWANIE – DLACZEGO SIĘ TO OPŁACA?

Zaletą rekompandowania jest to, że jest to proces ciągły i jednoetapowy, gdzie wszystkie jego fazy tj. plastyfikacja, odgazowanie, dodawanie dodatków modyfikujących, filtracja i granulacja następują bezpośrednio po sobie. To z kolei przynosi szereg ważnych korzyści – zarówno technologicznych jak i ekonomicznych. W wyniku jednoetapowego procesu ciągłego ograniczona do minimum jest degradacja polimeru i jednocześnie następuje obniżenie zużycia energii (niższa energia właściwa kWh/kg). W rezultacie, proces rekompandowania pozwala otrzymać tworzywo perfekcyjnie odgazowane i zhomogenizowane, o precyzyjnej recepturze i właściwościach, idealnie dopasowanych do konkretnych późniejszych zastosowań.

Biorąc pod uwagę dużą wartość dodaną końcowego produktu w stosunku do użytych surowców z recyklingu, technologia rekompandowania, nazywana również recyklingiem 2.0, szybko się rozpowszechnia na całym świecie w recyklingu tworzyw sztucznych. ■



## Kruszarka dwuwałowa zębata z dociskiem

Kruszarka dwuwałowa zębata z dociskiem z oferty firmy ARGUS MASZyny Sp. z o.o. przeznaczona jest do rozdrabniania beczek, pojemników PE PP, opon samochodowych, palet drewnianych i z tworzyw sztucznych, itp. Wały mają konstrukcję stalową o wysokiej wytrzymałości. Ich budowa równoważy właściwości statyczne i dynamiczne, aby zapewnić płynną i niezawodną pracę maszyny. W kruszarce dwuwałowej serii AMWT zarówno proces kruszenia, jak i jego wynik zależy od grubości tarcz tnących oraz ilo-



ści hakowatych ostrzy na obwodzie każdej z tarcz. Odpowiedni wybór ostrzy będzie miał wpływ na wydajność oraz możliwość kruszenia różnorodnych materiałów. Geometrię ostrzy rozdrabniacza można dostosować

w zależności od przetwarzanego materiału. Dwa przeciwbieżne wały ze specjalnie zaprojektowanymi ostrzami i grzebieniami dystansowymi, umieszczone między ostrzami i przymocowane do ścian komory rozdrabniania, tną materiał na kawałki z dużą siłą. W zależności od modelu maszyny i rodzaju przetwarzanego materiału możemy liczyć na uzyskanie wydajności od 300 kg/h do 5000 kg/h. Wszystkie maszyny oraz instalacje są każdorazowo projektowane i konfigurowane zgodnie z indywidualnymi wymaganiami klienta.

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

## SOREMA uruchamia nową, kompletną linię do recyklingu butelek PET

SOREMA, światowy lider w dziedzinie linii do mycia i recyklingu tworzyw sztucznych, dostarczyła nową kompletną instalację do recyklingu butelek PET do firmy OK Plast w Afryce w Demokratycznej Republice Konga.

Zakład OK Plast przetwarza dziennie 50 ton odpadów z tworzyw sztucznych w Kinszasie w Demokratycznej Republice Konga (DRK). Zakład został oddany do użytku 15 kwietnia 2022 r. i jest kolejnym krokiem w dalszej ekspansji recyklingu w Afryce, pomagając rozwiązać problem odpadów z tworzyw sztucznych. Ponadto SOREMA zbudowała już zakłady recyklingu dla Afryki w Nigerii, Algierii, RPA, Egipcie i Tunezji.

Linia SOREMA zawiera kluczowe etapy technologii recyklingu butelek PET, tj. sortowanie, mielenie i mycie. Linia do produkcji płatków rPET o jakości food grade posiada wydajność na wyjściu 1200 kg/h płatków rPET i jest zintegrowana z produkcją nowych preform, butelek i nowych pojemników.

Kluczem do sukcesu firmy SOREMA w liniach do recyklingu jest możliwość dokładnej analizy i dostosowywania oferowanej linii do konkretnej struktury odpadów z tworzyw sztucznych oraz możliwość oferowania klientom kompletnych prób recyklingu i mycia w swoim pilotażowym



zakładzie RRC „Recycling Research Center”, w celu określenia bilansu masowego i oceny końcowej jakości produktu.

[www.sorema.it](http://www.sorema.it)

## Linia recyklingowa PET

Linia recyklingowa służy do przerabiania odpadów z tworzyw sztucznych na granulaty surowy zwany recyklatem. Przedstawiona linia firmy METAL CHEM nadaje się zwłaszcza do przeróbki odpadów butelek plastikowych (typu PET). Otrzymany recyklat jest półfabrykatem do przeróbki na różne substancje użyteczne.

Firma oferuje linie do recyklingu w kilku konfiguracjach, różniących się głównie wydajnością i zdolnością do oczyszczania otrzymanego recyklatu. Wydajność linii jest dopasowana do wydajności młyna rozdrabniającego surowiec.

Produkowane są podstawowe typy linii:

- z młynem UR 400 – o wydajności około 200 kg/h i mocy zainstalowanej 40-55 kW;
- z młynem UR 600 – o wydajności około 500 kg/h i mocy zainstalowanej 65-80 kW.

Różnice w zainstalowanej mocy zależą od sposobu skompletowania linii (zwiększona

zdolność oczyszczania, rodzaj suszarki, różne funkcje dodatkowe).

Produkowane przez METAL CHEM linie oczyszczają recyklat metodą mycia w zwykłej wodzie. Typowa linia składa się z podajnika taśmowo-progowego, który ładuje surowiec do młyna. Rozdrobniony produkt jest następnie przekazywany podajnikiem ślimakowym do zestawu płuczko-odwirowującego wykonanego ze stali nierdzewnej. Zestaw ten składa się z trzech wirówek głównych i wirówki specjalnej (tzw. wirówki korka), dwóch wanien płuczko-segregujących oraz dwóch podajników typu ślimakowego. Linia jest zakończona młynem rozdrabniająco-suszącym wyposażonym w odciąg pneumatyczny. W jej skład wchodzi instalacja wodna składająca się z rur złączy i pomp oraz instalacja ściekowa wykonana z typowych kształtek PCV i zaworów. Ważną zaletą opisywanej linii jest brak wymogu usuwania z butelek nie tylko etykiet, ale i nakrętek wraz z tzw. obręczkami. Linie recy-

klingowe są rozwiązaniem złożonym, przystosowanym do spełniania różnych wymagań. Dlatego ich produkcja ma charakter jednostkowy i jest za każdym razem dostosowywana do indywidualnych życzeń klienta.

[www.metal-chem.com](http://www.metal-chem.com)



**Prasa seria R120**

Prasy nowej serii R120 są przeznaczone dla dużych rekuperatorów, szczególnie do belowania twardych materiałów, odpadów wielkogabarytowych, opon i materiałów elastycznych. Innowacyjnym aspektem tej serii jest system prekompakcji (wstępnego prasowania), który ułatwia zgniatanie, bez skrawania nadmiaru materiału. Jest to możliwe dzięki montażowi dwóch klap w leju zasypowym – jednej z przodu i jednej z tyłu. Po zakończeniu cyklu wstępnego zgniatania urządzenie otwiera klapki i odsuwa tłok dociskający, umożliwiając w ten sposób rozpoczęcie nowego cyklu prasowania.

Opracowany przez firmę Coparm system może być także zahamowany i pracować z otwartymi klapkami zgodnie z regułami tradycyjnego działania. Zmniejszenie zużycia energii jest zagwarantowane poprzez zastosowanie silników o wysokiej sprawności. Emisja hałasu jest ograniczona i zgodna z obowiązującymi przepisami. Prasy R120 są wynikiem zastosowania nowoczesnych metod projektowania i najlepszych technologii. Zapewniają wysoką wydajność produkcyjną przy niskim zużyciu energii i charak-



teryzują się zmniejszoną podatnością na zużycie poszczególnych elementów.

**Dane techniczne:**

- rozmiar beli: 1100 × 1100 mm;
- wydajność: 25–30 ton/h;
- wydajność objętościowa: 620 mc/h;
- moc: 2 × 45 kW;
- nacisk: 145 ton;

- cykl: N° 4 / min;
- ciśnienie: 12 kg/mc/cm<sup>2</sup>;
- wiązanie: N° 5 wiązań horyzontalnych;
- drut wiążący: żelazny i/lub plastikowy;
- rozmiar lejka zasypowego: 1000 × 1800 mm.

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



[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)

# System rurowy Jacob, łuki i złączki dla przemysłu tworzyw sztucznych

Andrzej Żelazo

W przemyśle tworzyw sztucznych znajdują zastosowanie trzy grupy produktów z oferty firmy Proorganika. Są to elementy systemu rurowego Jacob, łuki o dużym promieniu oraz złączki rurowe Eurac. Wszystkie one mają zastosowanie w transporcie grawitacyjnym lub pneumatycznym produktów sypkich. Każdy z tych produktów jest łatwy w demontażu i czyszczeniu.

## ZŁĄCZKI RUROWE EURAC

Złączki te służą do łączenia elementów rurociągów (łuki, rury itp.). W przemyśle tworzyw sztucznych stosowane są głównie złączki typu L lub typu M (identycznie wykonane tylko o długości 150 mm).

Każda złączka ma na obudowie napis Eurac®, typ złączki (w tym przypadku L) oraz podaną średnicę (w tym wypadku  $\phi$  50/50,8 mm, czyli 2"). Złączka ma długość  $L = 100$  mm (dwie śruby), pasek do odprowadzenia ładunków elektrostatycznych oraz biały wkład uszczelniający wykonany z NBR. Zasada łączenia rur i łuków za pomocą złączek Eurac jest niezwykle prosta. Złączkę nasuwamy na jedną rurę, wsuwamy drugą rurę i skręcamy złączkę śrubami. Dobrze jest zaznaczyć wcześniej na rurze, jak głęboko należy ją wsunąć w złączkę.



## ŁUKI O DUŻYM PROMIENIU

Są one łukami giętymi na zimno wykonanymi ze stali nierdzewnej AISI 304 (czasami AISI 316). Przeznaczone są do instalacji transportu pneumatycznego produktów sypkich. Produkują się je w średnicach od  $38,0 \times 1,5$  mm do  $206,0 \times 3,0$  mm.

Łuki do transportu pneumatycznego powinny mieć promień gięcia ok. 10 razy większy od średnicy rurociągu ( $R = 10 D$ ). Standardowe łuki wykonuje się o promieniu gięcia 250, 500, 800 lub 1000 mm (najbardziej typowe). Możliwe jest też wykonanie łuków o promieniu 1200 lub 1500 mm. Każdy łuk jest zakończony odcinkami prostymi po 100 lub 200 mm (prosty koniec ułatwia spawanie lub



założenie złączki). Do produktów wycierających można zastosować łuki ze stali nierdzewnej z dodatkową obróbką cieplną (oznaczenie: HVA-Niro®).



## SYSTEM RUROWY JACOB

System ten jest układem połączeń, w którym elementy zakończone są charakterystycznymi wywijkami. Podstawowymi elementami systemu są: rury, segmenty, łuki, trójniki, redukcje, przepustnice, zasuwy, wzierniki, przesypy dwudrogowe i wielodrogowe.

Przepustnice, zasuwy i przesypy mogą być wykonane z napędem ręcznym, elektrycznym lub pneumatycznym. Wszelkie elementy w zakresie od DN 60 do DN 630 są zakończone charakterystycznymi wywijkami (po 6 mm) oraz łączone obejmami żłobkowymi. Dostępne są też elementy o średnicy od DN 350 do DN 1600 łączone na kołnierze. Wszystkie one mogą być wykonane ze stali węglowej malowanej, ocynkowanej albo ze stali nierdzewnej AISI 304 lub AISI 316. Typowym kolorem, w jakim wykonane są elementy systemu Jacob, to RAL 7032. ■

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



# PROORGANIKA

## JACOB

### OFERUJEMY:

- ELEMENTY SYSTEMU RUROWEGO JACOB
- ZŁĄCZKI RUROWE EURAC
- DOZOWNIKI GERICKE
- 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



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  
www.neu-jkf.pl



# Rodzaje i zastosowanie betonu dr inż. Marcin Bieńkowski

**Każda budowa, niezależnie od tego, czy budowane są budynki, stadiony, mosty, czy drogi, nie obejdzie się bez betonu. Beton charakteryzuje się wysoką uniwersalnością zastosowań, a jego wynalezienie przypisuje się starożytnym Rzymianom, którzy wykorzystywali go już od III w. p.n.e.**



FOT. 1, 2  
Stacjonarny węzeł betoniarski (ZRÓDŁO: Metpol)

**B**eton to z pozoru bardzo prosty materiał powstający z połączenia spoiwa (czyli cementu) z wypełniaczem, w charakterze którego używa się kruszywa oraz wody. Dodatkowym elementem mogą być wszelkiego rodzaju domieszki i dodatki (do 20% całkowitej masy spoiwa), nadające betonowi pożądane w danych zastosowaniach cechy. Składniki te miesza się do ich całkowitego połączenia. Wymieszane składniki, których stan umożliwia dalsze zagęszczenie, nazywane są mieszanką betonową. Kiedy ulega ona stwardnieniu i osiąga konkretny poziom wytrzymałości na ściskanie, staje się betonem stwardniałym.

Wpływ na jakość betonu ma rodzaj i jakość składników użytych do wykonania mieszanki oraz ich wzajemne proporcje. W skrócie można powiedzieć, że woda nadaje mieszance betonowej odpowiednią konsystencję, a kruszywo – czyli piasek i żwir – są materiałami wypełniającymi. To, jakie właściwości będzie miał beton, uzależnione jest od jakości oraz rodzaju składników. Istotny jest też odpowiedni dobór średnicy ziaren, w zależności od wymaganych pośrednich i końcowych cech betonu. Przy ustalaniu składu mieszanki betonowej zwykle korzysta się z norm i tablic i na ich podstawie ustala się szczegółową recepturę roboczą dla jednego metra sześciennego mieszanki.

## BETON BETONOWI NIERÓWNY

Najważniejszą cechą betonu jest jego odporność na ściskanie i to ona decyduje o jego klasie oraz sile naprężeń, które może przenosić. W zależności od swojej klasy beton wyróżnia

się również odpornością na korozję, wodochpornością ani wysoką trwałością. Ponadto jest to materiał ogólnodostępny, a jego przygotowanie ani wylewka nie wymagają specjalistycznych narzędzi. Głównym kryterium w nazewnictwie betonu jest gęstość właściwa materiału. Ze względu na ciężar objętościowy beton dzieli się na następujące rodzaje [1]:

- beton ciężki – to beton o ciężarze objętościowym wyższym od 2600 kg/m<sup>3</sup>. Do jego produkcji wykorzystuje się specjalne kruszywo (np. manganowe lub stalowe). Beton ciężki wykorzystuje się wszędzie tam, gdzie waga materiału nie ma większego znaczenia. Z racji tego, że beton ciężki zatrzymuje część promieniowania jonizującego, stosuje się go w roli osłon radiologicznych w szpitalach czy elektrowniach atomowych;
- beton zwykły – charakteryzuje się ciężarem objętościowym od 2000 do 2600 kg/m<sup>3</sup>. Do produkcji tego rodzaju betonu stosuje się kruszywo naturalne (takie jak żwir) lub łamane (jak np. granit). Beton zwykły wykorzystywany jest do budowy elementów konstrukcyjnych, ścian osłonowych czy pustaków. Niestety ten rodzaj betonu – pomimo tego, że jest wytrzymały – to może pękać i rozwarstwiać się. Wylewki tego rodzaju betonu nie należy przeprowadzać w ziemie;
- beton lekki – jego ciężar objętościowy mieści się w granicach od 800 do 2000 kg/m<sup>3</sup>. Do produkcji tego rodzaju betonu wykorzystuje się lekkie kruszywo, takie jak agloporyt, keramzyt lub pollytag. Beton lekki ma zastosowanie przy budowie elementów ściennych i stropowych oraz wylewkach

wyrównawczych i podkładowych, a także do miejsc o dużym nachyleniu.

Oprócz tego w literaturze i praktyce można się również spotkać z rozróżnieniem betonu ze względu na dodatki i domieszki. Tutaj możemy mieć do czynienia z takimi betonami, jak:

- beton jastrychowy – używa się go do wylewania posadzek. Ma on dużą wytrzymałość i wysoką odporność na zużycie;
- beton polimerowy – wykorzystuje się go do naprawy elementów lub poprawiania ich właściwości. Spoiwo cementowe zastępują w nim żywice syntetyczne;
- fibrobeton – stosuje się go w budownictwie przemysłowym. W jego skład – obok kruszywa i spoiwa – wchodzi także włókna stalowe, szklane lub syntetyczne. Fibrobeton nazywany jest też betonem ze zbrojeniem rozproszonym lub włóknobetonem;
- żużlobeton – w nim kruszywem jest w dużej części żużel;
- asfaltobeton – znany jest też jako beton asfaltowy. Jest to podstawowa warstwa jezdni, tworząca podkład do asfaltu właściwego;
- beton komórkowy – to lekki materiał, który służy do stawiania ścian lub stropów;
- beton autoklawizowany – to jednorodny i trwały materiał do wznoszenia ścian.

Drugim istotnym kryterium podziału jest klasa betonu. O jakości betonu decyduje przede wszystkim jego klasa, która powiązana jest wprost proporcjonalnie z wytrzymałością betonu na ściskanie. Klasy wytrzymałości betonu określane są na podstawie normy PN-EN 13791. Próba przeprowadzana jest na walcach oraz kostkach sześciennych. W sze-



XII KONFERENCJA

# DNI BETONU 2023

w programie m.in.



## POWER CONCRETE

ogólnopolski konkurs  
technologów betonu



## DNI BETONU W BIEGU

bieg charytatywny

9-11 października 2023  
Hotel Gołębiowski w Wiśle

rejestracja i więcej informacji:

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

ORGANIZATOR



STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW CEMENTU

PARTNERZY



SPONSORZY





FOT. 3,4  
Mieszarka dwuwalowa CCM1600 [ZŹRÓDŁO: PowerTec]

FOT. 5,6  
Mieszarka planetarna [ZŹRÓDŁO: PowerTec]

FOT. 7  
Węzeł betoniarSKI kompletny [ZŹRÓDŁO: PowerTec]

ściennych elementach rozkład naprężeń jest najbardziej korzystny, przez co ich wytrzymałość uznaje się za większą. Elementy betonowe rzadko jednak mają foremną budowę, w związku z czym wytrzymałość określana na próbkach walcowych jest często dużo bardziej przystająca do rzeczywistości. To dlatego, według najnowszych norm, na opakowaniach produktu służącego do wykonania mieszanki umieszczany jest uniwersalny symbol, np. C8/10, C12/15, C16/20 czy C25/30. Przykład dla symbolu C16/20:

- litera C określa rodzaju betonu. Stosowana jest dla betonu ciężkiego i zwykłego, natomiast LC dla lekkiego;
- pierwsza liczba, w zakresie od 8 do 1000, oznacza, jaką dany beton ma wytrzymałość na ściskanie kostki sześcienniej. Dla naszego przykładu jest to 16 MPa;
- druga liczba, w zakresie od 10 do 115, oznacza, jaką wytrzymałość ma beton w postaci walca. W naszym

przypadku jest to 20 MPa.

Betony lekkie mają trochę inny zakres wytrzymałości. Po oznaczeniu LC można spotkać liczby w przedziale od 8 do 80 oraz drugą, mieszczącą się między 9 a 88. W starszym nazewnictwie dla betonów zwykłych pojawiało się oznaczenie literą B z jedną liczbą (patrz ramka: Klasy wytrzymałości wg PN-EN 13791 na ściskanie betonu ciężkiego, zwykłego oraz lekkiego), jednak obecnie jest ono rzadko stosowane.

Największy wpływ na ten parametr ma wskaźnik wodno-spoiny, a także procentowa zawartość cementu. Im mniej wody i więcej spoiwa, tym mocniejszy jest beton. Przykładowo do przygotowania 1 m<sup>3</sup> betonu wspomnianej przed chwilą klasy C16/20 z udziałem cementu 32,5 o konsystencji gęstoplastycznej trzeba użyć 1500 kg żwiru, 600 kg piasku, 250 kg cementu i 125 l wody, a w przypadku konsystencji płynnej odpowiednio – 1500 kg / 480 kg / 315 kg / 160 l.

Zwiększanie udziału cementu wpływa jednak negatywnie na właściwości reologiczne mieszanki. Wywołuje to nadmiar naprężeń, które w tak wczesnej fazie są dla betonu zbyt trudne do przeniesienia. Zwiększeniu ulega także temperatura procesu hydratacji, przez co w strukturze materiału zaczynają się pojawiać pęknięcia. Sposobem na ograniczenie ich ilości jest wykorzystanie odpowiedniego zbrojenia przeciwskurczowego, a także stosowanie domieszek chemicznych w betonach o dużej wytrzymałości [2].

#### JESZCZE INNE RODZAJE BETONU

Oprócz przedstawionych powyżej klasyfikacji beton dzieli się ze względu na jego właściwości. Wyróżniamy tu:

- beton samozagęszczalny – musi przede wszystkim mieć odpowiednią konsystencję i wysoką urabialność, wytrzymałość znajduje się na drugim planie;
- beton samopoziomujący – przeznaczony

#### Klasy wytrzymałości wg PN-EN 13791 na ściskanie betonu ciężkiego, zwykłego oraz lekkiego

**Betony ciężki i zwykły:** C8/10 (zbliżona do dawnej klasy B10), C12/15 (zbliżona do dawnej klasy B15), C16/20 (zbliżona do dawnej klasy B20), C20/25 (zbliżona do dawnej klasy B25), C25/30 (zbliżona do dawnej klasy B30), C30/37 (zbliżona do dawnej klasy B37 lub B35 i B40), C35/45 (zbliżona do dawnej klasy B45), C40/50 (zbliżona do dawnej klasy B50), C45/55 (zbliżona do dawnej klasy B55), C50/60 (zbliżona do dawnej klasy B60), C55/67, C60/75, C70/85, C80/95, C90/105, C100/115.

**Beton lekki:** LC8/9, LC12/13, LC16/18, LC20/22, LC25/28, LC30/33, LC35/38, LC40/44, LC45/50, LC50/55, LC55/60, LC60/66, LC70/77, LC80/88. Beton posiadający klasę wyższą od C50 nazywany jest **betonem wysokowartościowym** (BWW), a jego wytrzymałość na ściskanie wynosi powyżej 60 MPa. Do wytworzenia betonu wysokowytrzymałego stosuje się cement oraz kruszywa o dużej wytrzymałości. Wykonane z nich elementy cechują się wysoką nośnością i rozpiętością, ale jednocześnie posiadają stosunkowo małą masę.

Kolejną grupą są **betony bardzo wysokowartościowe** (BBWW), które zaliczają się do klasy od C100 do C150. Do grupy najbardziej wytrzymałych należy **beton ultrawysokowartościowy** (BUWW) o klasie wytrzymałości powyżej 150 MPa. Najczęściej stosuje się go ze zbrojeniem rozproszonym. Betony BUWW cechują się unikalnymi, znacząco odbiegającymi od najpopularniejszych betonów składami mieszanek.

**Lekki beton wysokowartościowy** (LBWW) charakteryzuje się wytrzymałością na ściskanie w granicach od LC60 do LC85, przy gęstości ustalonej na 1850–2000 kg/m<sup>3</sup>. **Wysokowartościowy włóknobeton** (WBWW) to z kolei beton ze zbrojeniem rozproszonym w formie włókien. Mogą być to włókna węglowe, metalowe, a nawet polipropylenowe. Wyróżnia się także **betony samozagęszczające się** (SCC) oraz **prawie samozagęszczające się** (ASCC), należące do najbardziej upłynnionych. Można je układać bez wibrowania, nawet przy gęstym zbrojeniu oraz skomplikowanych kształtach [1, 2].

jest na podkłady podłogowe ze względu na zawartość płynnego jastrychu;

- beton wysokowartościowy – nie przepuszcza wody, jest bardzo trwały i odporny na ścieranie czy działanie czynników zewnętrznych. Jego wytrzymałość na ściskanie przekracza 60 MPa;
- beton wodoszczelny – jego skład jest przygotowywany niezwykle precyzyjnie, tak by mieszanka była jak najmniej porowata;
- beton odporny na ścieranie – wykorzystywany jest w obiektach przemysłowych, w garażach czy na podjazdach;
- beton architektoniczny – to ogólna nazwa, ponieważ każdy beton może pełnić taką funkcję, o ile można dostosować jego kolor czy fakturę do określonych preferencji.

Wspomnieć tu też można o betonie pływającym, w którym kruszywo w pewnym stopniu „wystaje” z mieszanki i przez to oferuje ciekawe efekty estetyczne. Kolejnym rodzajem betonu w tej klasyfikacji jest beton stemplowany, który może imitować inne materiały (np. kamień, drewno czy cegłę). Z kolei wymieniony przed chwilą beton samozagęszczalny to beton, do którego wylewania nie wymaga się procesu wibrowania, ponieważ sam zagęszcza się pod swoim ciężarem. Beton suchy z kolei to beton praktycznie pozbawiony wody, a beton siarkowy to beton, w skład którego wchodzi siarka. Pierwiastek ten zwiększa odporność betonu na kwasy. Istnieją także betony wodoszczelne, które dzięki swoim dodatkom wykazują zwiększoną odporność na ciecz. Stosuje się je głównie w budownictwie wodnym (zapory, jazy czy śluzy) oraz przy budowie mostów. Wyróżnia się także beton samoczyszczący, który również dzięki specjalnym dodatkom samoistnie utlenia wszelkie zanieczyszczenia.

Oddzielną grupę stanowią też wyroby betonowe. W zależności od przeznaczenia dostępne są m.in. prefabrykаты i płyty betonowe, podkłady kolejowe, a także całe elementy konstrukcji, bloczki komórkowe, kolumny, portyki, kominki, blaty, donice, a nawet zlewy i wanny. Oprócz tego beton podzielić można również na różne rodzaje ze względu na metodę zagęszczania. Mamy wówczas do czynienia z tzw. betonem wałowanym, wirowanym, natryskowym oraz próżniowym.

Warto też zwrócić uwagę na fakt, że gotowe mieszanki betonu najczęściej klasyfikowane są na beton towarowy oraz wspomniany przed chwilą beton architektoniczny. W pierwszym przypadku materiał nie jest wyrabiany na placu budowy, tylko zamawiany w betoniarni. Beton architektoniczny wytwarzany jest natomiast samodzielnie, dzięki czemu można nadać mu określony kształt, fakturę czy kolor. Wytwarza się z niego wszelkie ozdoby architektoniczne, ścian-

ki działowe, elewacje, elementy armatury, a nawet ogrodzenia.



FOT. 8  
Kosz zasypowy [ŹRÓDŁO: PowerTec]

### KLASY EKSPOZYCJI BETONU

W tym miejscu kilka słów należy poświęcić tzw. klasom ekspozycji betonu. Opisują one wpływ czynników środowiskowych na dany materiał. Innymi słowy klasa ekspozycji betonu określa ryzyko wystąpienia w nim zniszczeń chemicznych lub mechanicznych pod wpływem warunków zewnętrznych (np. atmosferycznych). Klasyfikacja ta w istotny sposób ułatwia wybór odpowiedniego betonu do danego zastosowania.

Podatność na poszczególne zniszczenia wyrażana jest liczbowo z literą X z przodu. Oczywiście im wyższa klasa, tym bardziej ekstremalne oraz intensywne może być oddziaływanie czynników z danej kategorii. Wyróżnia się tu takie oddziaływanie czynników środowiskowych, jak [2]:

- ryzyko agresji środowiska lub korozji nie występuje;
- występuje ryzyko korozji spowodowanej karbonatyzacją;
- występuje ryzyko korozji spowodowanej chlorkami;
- występuje ryzyko korozji spowodowanej chlorkami wody morskiej;
- występuje ryzyko agresywnego oddziaływania zamrażania lub rozmrażania, z uwzględnieniem środków odladzających lub bez uwzględnienia;
- występuje ryzyko agresji chemicznej;
- występuje ryzyko korozji spowodowanej ścieraniem.

Konstrukcje betonowe mogą być narażone nawet na kilka oddziaływań – wówczas opisywane są wszystkimi klasami, które ich dotyczą. Jeżeli nie występuje żadne z zagrożeń, stosowane jest oznaczenie X0, gdzie 0 oznacza brak zagrożenia.

### PRZYGOTOWANIE BETONU

Beton zwykły jest obecny praktycznie na każdej budowie. Stosowany jest do wylewania fundamentów, wznoszenia ścian czy budowy stropów. Najczęściej stosowana tu klasa wytrzymałości betonu na ściskanie to C16/20, ale spotkać się można również z innymi klasami, np. beton w klasie C8/10 stosowany jest na elementy budynku, gdzie wysokie wytrzymałości nie są konieczne. Mogą to być betonowe podkłady pod posadzki, warstwy podkładowe pod ławy fundamentowe itp. Przygotowując beton o wymaganej wytrzymałości, należy posłużyć się tabelami określającymi udział poszczególnych składników. Istotna jest również konsystencja przygotowanej mieszanki, ponieważ – jak już wspomniano – ilość dodanej wody znacząco wpływa na wytrzymałość uzyskanego betonu, a płynna mieszanka wymaga użycia większej ilości cementu. Warto wiedzieć, że o ile podczas robienia zapraw czy mas tynkarskich dodaje się wapno, to do przygotowania mieszanki betonowej nie wolno go w ogóle wykorzystywać.

Beton typu C16/20 bez problemu można przygotować dosłownie samemu i wcale nie jest to trudne. Najczęściej beton samodzielnie wyrabia się, gdy minimalna dostępna ilość przekracza nasze potrzeby. Betoniarnie rzadko sprzedają beton w ilości poniżej 6 m<sup>3</sup>, gdyż taka jest objętość najmniejszej gruszki.

Im mniejsza jest proporcja wody do cementu, tym wyższa będzie wytrzymałość betonu na ściskanie (klasa betonu). Standardowy zestaw składników, z których powstanie ok. 120 l mieszanki betonowej, to worek cementu (25 kg cementu), wiadro wody (ok. 10 l), cztery wiadra piasku, osiem wiader żwiru o uziarnieniu 2/16 oraz domieszka uplastyczniająca w ilości według wytycznych jej producenta.

Teraz wystarczy wysypać kruszywo (piasek i żwir) do kastry. W kopcu kruszywa zrobić otwór i wsypać do niego cement. Wymieszać cement z kruszywem tworząc niewielkie kopce. Należy wydrążyć rowki, a następnie wlać w nie wodę. Następnie należy mieszać aż do otrzymania jednolitej mieszanki. Użycie betoniarki skróci czas wykonywania betonu i pozwoli lepiej wymieszać składniki.

### WĘZŁY BETONIARSKIE

Jeśli chodzi o przemysłową produkcję betonu, to tu wykorzystuje się tzw. węzły betoniarskie – mogą być to węzły stacjonarne, wybudowane w postaci instalacji przemysłowej w betoniarni lub węzły mobilne, które rozstawia się na czas budowy. Węzły betoniarskie przeznaczone są przede wszystkim do produkcji betonów wykorzystywanych w produkcji wibroprasowanych wyrobów

| Zastosowanie                                | Typ zbrojenia                | Cement (worki 50 kg) | Plasek o uziarnieniu 0,5 mm<br>Gęstość: 1,5 Dwg           | Zwir o uziarnieniu 5-15 mm<br>Gęstość: 1,4 Dwg               | Woda<br>około |
|---|------------------------------|----------------------|---|--|---------------|
| Płyta żelbetowa np. podłoga w garażu, taras | Siatka stalowa               | 7                    | 630 kg<br>(90 kg/worki)<br>lub 420 litrów<br>(60 l/worki) | 1232 kg<br>(176 kg/worki)<br>lub 770 litrów<br>(110 l/worki) | 175 l         |
| Żelbetowa płyta fundamentowa                | Pręty zbrojeniowe            | 7                    | 630 kg<br>(90 kg/worki)<br>lub 420 litrów<br>(60 l/worki) | 1232 kg<br>(176 kg/worki)<br>lub 770 litrów<br>(110 l/worki) | 175 l         |
| Nadproża, podciąg                           | Stal gładka, stal zbrojowana | 8                    | 630 kg<br>(90 kg/worki)<br>lub 480 litrów<br>(60 l/worki) | 1340 kg<br>(190 kg/worki)<br>lub 648 litrów<br>(81 l/worki)  | 200 l         |

TAB. 1  
Domieszki do zaprawy i betonu (źródło: Leroy Merlin)

betonowych lub do produkcji betonu towarowego.

Produkcja betonu w nowoczesnych węzłach betoniarskich realizowana jest automatycznie, z pełną wizualizacją wszystkich etapów procesu technologicznego. Na węzeł składają się urządzenia magazynujące surowiec i inne dodatki, takie jak zbiorniki na kruszywo, silosy na cement, dozownik chemii płynnej do mieszarki. Kolejnymi elementami są urządzenia przesyłające odważoną porcję surowca na betonownię. Są to: system naważania kruszywa, dozujące podajniki taśmowe, podajniki ślimakowe oraz wózki zasypowe.



FOT. 9  
Stacyjny węzeł betoniarski (źródło: Metpol)

Głównym elementem węzła betoniarskiego jest tzw. betonownia. Tu odbywa się proces mieszania i wyrabiania betonu. Najważniejsza jest tu mieszarka planetarna, talerzowa lub dwuwałowa. Elementami pomocniczymi są: system naważania cementu, bufor kruszywa z przepustnicą oraz rozdzielacze do kruszywa i cementu. Ostatnim elementem węzła jest blok urządzeń odbierających beton z mieszarek. W skład takiego bloku wchodzi m.in. zbiorniki wysypu betonu, przenośniki taśmowe oraz przenośniki jezdne.

W przypadku mieszarek dwuwałowych system mieszania składa się z przekładni, bębna mieszalnego i mieszadeł. Zbudowany jest na przekładni dwuwałowej. Dzięki takiej budowie uzyskuje się dobry współczynnik napełniania, szybką homogenizację, równomierną prędkość mieszania, a także krótki czas opróżniania. Mieszarka montowana

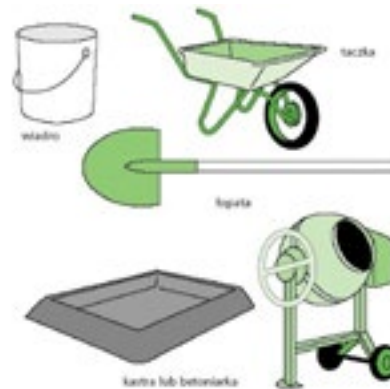
jest bezpośrednio na konstrukcji wsporczej betoniarki. Napęd mieszadeł wykonujących ruchy obrotowe wałów przenoszony jest od silnika elektrycznego poprzez przekładanie pasowo-liniową i reduktor. Silnik napędu mieszadeł zamocowany jest do konstrukcji wsporczej betoniarki. Mieszarka wewnątrz wyłożona jest elementami okładzin odpornych na ścieranie. Układ mieszadeł składa się z ramion mocowanych w specjalnych uchwytach. Do ramion mocowane są elementy mieszające, tj. łopatki i zgarniacze do oczyszczania ścian mieszalnika. Ramiona z łopatkami i zgarniaczami mocowane są w uchwytach i mogą wykonywać ruchy obrotowe. Układ taki pozwala zmieszać składniki betonu do granulacji 60 mm. Na spodzie mieszalnika umieszczone są urządzenia do opróżnienia urobionej masy betonowej. Segment może wykonywać ruchy odsłaniające lub zasłaniające otwór opróżnienia w mieszarce [4].

Z kolei w wykorzystywanych częściej mieszarkach planetarnych ramiona mieszające i ich ostrza poruszają się ruchami planetarnymi, trajektoria mieszania jest ciągła, ruch mieszania jest energiczny, a dzięki odpowiedniemu kątowni ostrzy mieszających wydajność mieszania jest wysoka, a zużycie płyty okładzinowej i pozostałych komponentów zmniejszone. Dolny zgarniacz służy do zgarniania materiału z dna, ponadto przyspiesza opróżnianie mieszarki. Zgarniacz boczny służy do oczyszczania boków mieszarki z zarobu i posiada funkcję automatycznego czyszczenia. Dzięki takiej budowie uzyskuje się niezły współczynnik napełniania, szybką homogenizację, równomierną prędkość mieszania oraz krótki czas opróżniania. Tego typu mieszarka montowana jest bezpośrednio na konstrukcji wsporczej [4].

Zbiorniki na kruszywo zwane inaczej zasobnikami na kruszywo lub silosami to zautomatyzowane urządzenia do naważania i dystrybucji materiałów sypkich. Zbiornik taki dostosowany jest nie tylko do wymaganej pojemności, ale może być również przysto-

| Typ domieszki   | Działanie  |
|---|--|
| Domieszka barwiąca  | Zabarwia zaprawę lub beton   |
| Domieszka przeciwmrozowa                                    | Ułatwia wiązanie zaprawy lub betonu podczas mrozu  |
| Żywica  | Przyspiesza twardnienie betonu, zwiększa wytrzymałość betonu, uplastycznia, impregnuje   |
| Utwardzacz powierzchni                                      | Zwiększa powierzchniową odporność betonu, chroni przed osiadaniami kurzu   |
| Domieszka chroniąca przed działaniem wilgoci i impregnująca | Impregnuje zaprawę lub beton. Używana przy wykonywaniu fundamentów wpuuszczonych w ziemię, zbiorników lub basenów.                         |
| Plastyfikator   | Nadaje zaprawie lub betonowi bardziej plastyczną lub gładką konsystencję (bez dodatkowej wody), aby ułatwić wykonanie niektórych elementów |
| Domieszka opóźniająca lub przyspieszająca wiązanie          | Przyspiesza lub opóźnia wiązanie betonu  |

RYS. 1  
Dozowanie składników na 1 m³ betonu (źródło: Leroy Merlin)



RYS. 2  
Narzędzia do samodzielnego przygotowania betonu (źródło: Leroy Merlin)

sowane do warunków przestrzennych i parku maszynowego danej betoniarni. Co więcej, sprzęt może być stosowany nie tylko w betoniarniach, ale również w mieszalniach ciągłych, gdzie służy do dozowania i dystrybucji wszystkich rodzajów materiałów sypkich.

Cały proces odważania kruszywa odbywa się w pełni automatycznie, w proporcjach uzależnionych od przyjętej receptury. Dodatkowo komputer steruje wibratorem, który odpowiedzialny jest za udrożnienie komory z piaskiem. Zazwyczaj nadawa naważana jest na taśmociągu, dzięki czemu cały proces przebiega sprawnie, co przekłada się na mniejsze zużycie prądu. Taśma trzyprzekładkowa zapewnia szybki zrzut kruszywa do kosza zasypowego.

Na koniec warto też powiedzieć kilka słów o wspomnianych koszach zasypowych, ponieważ elementy te mają specjalnie zaprojektowany kształt geometryczny ułatwiający zrzućenie kruszywa do mieszarki betonu. Tego typu kosz może być dostosowany do dowolnej wysokości konstrukcji wsporczej mieszarki oraz może odbierać kruszywo każdą możliwą metodą – zarówno z taśmociągu, jak i z tacek czy z ładowarki. ■

LITERATURA  
 [1] Materiały firmy TeamTools, www.isprzet.pl  
 [2] Materiały portalu Domy Nowoczesne, domynowoczesne.info.pl  
 [3] Materiały firmy Technimat, www.technimatik.pl  
 [4] Materiały firmy Power Tec, powertec.com.pl

# Zrównoważone węzły betonowe ważnym elementem zielonej transformacji w budownictwie

www.lafarge.pl

**Beton jest drugim po wodzie, najczęściej używanym materiałem w budownictwie. Jego zrównoważona produkcja ma olbrzymi wpływ na zieloną transformację i dekarbonizację branży. Na tę chwilę nie wynaleziono alternatywnego materiału, który mógłby zaspokoić potrzeby infrastrukturalne i mieszkaniowe. Dlatego wytwarzanie betonu wymaga stałej modernizacji zakładów, by czynić je bardziej zrównoważonymi.**



**B**eton jest bezpiecznym, ogniotrwałym, wytrzymałym, zapewniającym komfort akustyczny, a przede wszystkim w pełni recyklingowalnym materiałem. Rocznie zużywa się ponad 25 mld ton betonu na całym świecie\*. W budownictwie materiał ten odgrywa kluczową rolę ze względu na ilość potrzebną do tworzenia trwałej infrastruktury, która będzie w stanie znieść zmiany klimatu. Obniżanie śladu węglowego betonu to jeden z głównych kierunków zmian w budownictwie. Nie można jednak zapomnieć o samym procesie jego produkcji, który również ma bardzo istotne znaczenie w dekarbonizacji całego łańcucha budownictwa. Wymaga skupienia się nie tylko na zasobach technologicznych, środowiskowych i ekonomicznych, ale również na wpływie na życie i zdrowie ludzi.

Kompleksowe podejście do procesu produkcji redukuje koszty projektu i koszty środowiskowe. Ideę tę odzwierciedla strategia Lafarge, skoncentrowana na zrównoważonej produkcji materiałów budowlanych. Firma postawiła sobie za cel zmodernizować wszystkie zakłady betonowe w kierunku minimalizacji wpływu na środowisko i obniżania śladu węglowego. Zmiana obejmuje zarządzanie gospodarką wodną, zieloną energią, bioróżnorodnością na terenie zakładów, jak również stosowanie gospodarki obiegu zamkniętego. W ten sposób powstanie cały ekosystem pozwalający na zrównoważoną produkcję.

\* World Business Council for Sustainable Development 2009.

## EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA I ZIELONA ENERGIA

Zgodnie z planem 100% energii konsumowanej przez zakłady Lafarge w 2030 r. będzie pochodzić z energii odnawialnej i niskoemisyjnej, m. in. z farm fotowoltaicznych, wiatrowych czy z odzysku ciepła. Już dziś 50% zapotrzebowania na energię Lafarge w Polsce pochodzi z odnawialnych źródeł.

Na ekologicznej mapie Lafarge wyróżniają się już trzy zmodernizowane zakłady w Warszawie, Krakowie i Chrzanowie. Przeszły one gruntowne inwestycje, pozwalające na pozyskiwanie energii elektrycznej z fotowoltaiki.

## REWITALIZACJE BETONIARNI I RECYKLING WODY

W węzłach betonowych w Warszawie, Krakowie i Chrzanowie został wprowadzony ciągły monitoring zużycia wody. Zakłady zwracają jak największą ilość tego surowca do ponownej produkcji, dzięki czemu użytkują minimalną ilość wody z miejskich sieci. Lafarge inwestuje też w roślinność na ich terenie, której celem jest nie tylko upiększenie infrastruktury przemysłowej, ale również oczyszczanie powietrza wokół nich.

W 2030 r. Lafarge planuje retencję wody we wszystkich zakładach betonowych. Dodatkowo będzie maksymalizować udział wody z recyklingu, co ma zmniejszyć zużycie świeżej wody o minimum 15%. Już teraz 90% zakładów stosuje rozwiązania wykorzystujące odzyskaną wodę.

## INNOWACYJNA PRODUKCJA I ZIELONY BETON

Inwestycje podejmowane w węzłach betonowych przez Lafarge i Grupę Holcim – do której należy firma – mają na celu nie tylko rewitalizację zakładów i dążenie do zeroemisyjności, ale także tworzenie ekologicznych produktów. W węzłach betonowych Lafarge produkowany jest bowiem m. in. niskoemisyjny beton, zawierający cement o obniżonym śladzie węglowym, który został stworzony na bazie materiałów z recyklingu i dodatków mineralnych pochodzących z innych gałęzi przemysłu.

– *Zrównoważony beton wymaga nie tylko optymalizacji w zakresie receptur, ale również innowacyjnego podejścia do produkcji – mówi Tomasz Rułka, Dyrektor Generalny Linii Produktowej Betonu w Lafarge Polska. – Branża co do zasady powinna wykorzystać mniej kruszywa lub więcej tego, które pochodzi z recyklingu betonu, więcej energii odnawialnej i w końcu maksymalnie zminimalizować ilość wody potrzebnej do produkcji, poprzez stosowanie obiegu zamkniętego w wytwórniach betonu oraz retencję wody. To działania, które wpłyną na dekarbonizację budownictwa.*

## ZRÓWNOWAŻONE BUDOWNICTWO CELEM LAFARGE

Zapewnienie ciągłości i bezpieczeństwa dostaw betonu jest krytycznie ważne dla realizacji celów mieszkaniowych i gospodarczych oraz inwestycji publicznych, prywatnych i infrastrukturalnych. Dla Lafarge w Polsce i Grupy Holcim zrównoważone podejście do budownictwa wyraża się w hasle: Budować lepiej, używając mniej - mniej odnawialnych zasobów naturalnych, przy zastosowaniu nowoczesnych rozwiązań projektowych zapewniających tę samą wytrzymałość, przy mniejszej ilości materiału użytego do budowy.

Lafarge wyznaczył sobie ambitne cele i stworzył kompleksową Strategię Zrównoważonego Rozwoju dla Polski do 2030 r., która obejmuje wdrożenie zrównoważonego podejścia do produkcji materiałów budowlanych.

# Betoniarnia mobilna MB-S30



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, w tym także do produkcji cementu i betonu. Jednym z urządzeń w ofercie OZB dla tej gałęzi przemysłu jest mobilny węzeł betoniarski marki MEKA.



Model MB-S30 został zaprojektowany i wyprodukowany przez MEKA Global. Umożliwia on bardziej wydajny i ekonomiczny sposób produkcji wysokiej jakości mieszanki betonowej na małych i średnich budowach dla różnych zastosowań lub prac tymczasowych.

Wszystkie elementy tego modelu są umieszczone na specjalnym mobilnym jednoosiowym podwoziu przyczepy kołowej

Urządzenie można łatwo przemieszczać dzięki zastosowaniu standardowego dyszla. Jego konstrukcja i cechy techniczne sprawiają, że węzeł jest uniwersalny i z powodzeniem stosowany na całym świecie.

Prostota wykonania przyczepy pozwala na ekspresowy montaż na budowie (w kilka godzin) i jeszcze szybszy demontaż. Dzięki konstrukcji przyczepowej MB-S30

nie wymaga pozwolenia na budowę i może zostać zamontowany bez kotwienia miejscu inwestycji (wystarczy utwardzony grunt).

Wszystkie wysokiej jakości receptury betonowe zgodne z międzynarodowymi standardami mogą być produkowane przez mobilny węzeł betoniarski MB-S30 przy użyciu w pełni automatycznego sys-

## ZALETY MEKA MB-30 S

### Korzyść dla transportu

Kompletna instalacja wraz z przenośnikiem do transportu betonu może być dostarczona tylko z 1 kontenerem 40-calowym morskim lub tylko z 1 standardową ciężarówką (plandeką).

### Super mobilność

Dzięki zintegrowanemu hakowi można go bardzo łatwo holować w obrębie miejsca pracy lub pomiędzy różnymi miejscami budowy.

### Mała powierzchnia instalacyjna

Instalacja wymaga bardzo małej powierzchni montażowej.

### Wysoka jakość produkcji betonu

Dzięki systemowi PLC i bardzo precyzyjnemu systemowi ważenia zaprojektowanemu dla wszystkich materiałów (kruszywo, cement, woda, substancje chemiczne) można je ważyć w oddzielnych dozownikach wagowych, co ułatwia produkcję betonu najwyższej jakości. Zgodność z polską normą betonu PN 206 i zakładową kontrolą produkcji sprawia, że MB-S30 jest uniwersalną maszyną do produkcji betonu na każdej budowie.

### Szybki czas rozruchu

Uruchomienie instalacji może nastąpić w ciągu zaledwie 1-2 godzin.

### Brak wymagań posadowienia

Nie ma potrzeby wykonywania specjalnego fundamentu betonowego. Wystarczy zniwelowane podłoże z podsypki lub płyty drogowe.

### Elastyczność w produkcji betonu

W produkcji betonu można stosować 4 różne kruszywa. Kruszywo ładowane jest z poziomu zero (nie trzeba budować rampy najazdowej)

### Niskie koszty eksploatacji i konserwacji

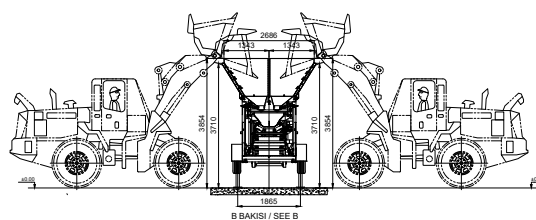
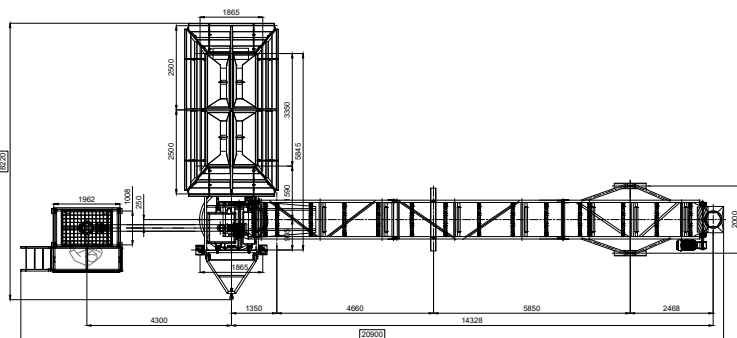
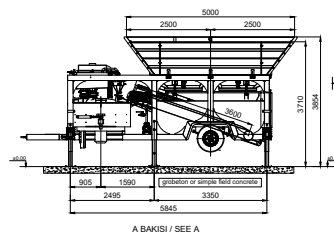
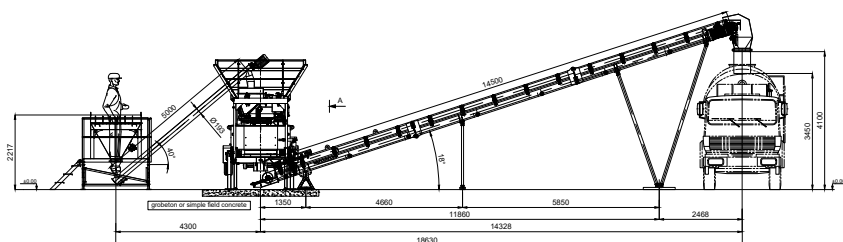
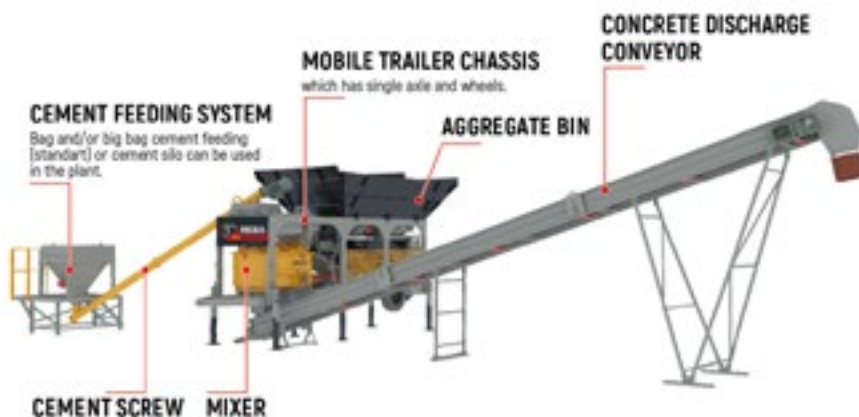
Dzięki prostej konstrukcji, węzeł jest bardzo łatwy i ekonomiczny w obsłudze i konserwacji.

# MEKA



temu sterowania wyposażonego w PLC i panel dotykowy. Betoniarńia spełnia wysokie normy Unii Europejskiej i polskiej normy PN 206 oraz zakładowej kontroli produkcji.

Dla małych projektów MEKA zaprojektowała mobilny węzeł betoniarski MB-30 S, który jest zminimalizowaną wersją standardowego węzła betoniarskiego. Cały sprzęt umieszczony jest na specjalnym mobilnym podwoziu przyczepy, która posiada jedną oś i opony.



#### SPECYFIKACJA TECHNICZNA MEKA MB-S30

|   |   |
|---|---|
| Wydajność produkcyjna                                   | 30 m <sup>3</sup> /h                                    |
| Pojemność mieszalnika                                   | 750/500 l (0,5 m <sup>3</sup> /zarób)                   |
| Typ mieszalnika   | MEKA mieszalnik talerzowy                               |
| Pojemność zasobnika na kruszywa                         | 4x2,5m <sup>3</sup> lub 2x5 m <sup>3</sup>              |
| Pojemność wagi cementu                                  | 300 kg  |
| Pojemność wagi wody                                     | 160 kg  |
| Pojemność wagi domieszek                                | 15 kg   |
| Sprężarka   | Na wyposażeniu  |
| Pompa wody  | Na wyposażeniu  |
| Przenośnik ślimakowy do cementu                         | Ø 193 x5000 mm  |
| Pojemność leja zasypowego na worki /big-bagi z cementem | 1,5 tony ( z mechanicznym nożem)                        |
| Silos cementu   | Opcjonalnie (50, 70 ton)                                |
| Przenośnik do transportu betonu                         | 650x14 500 mm<br>(Wysokość rozładunku/odbioru: 4105 mm) |
| Jednoosiowa przyczepa mobilna z kołami                  | Na wyposażeniu  |
| System sterowania                                       | Siemens PLC+ Siemens Touchmatic Control Panel           |



**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

# Chemia w budownictwie: zaprawy, kleje, pigmenty, spoiwa

dr inż. Marcin Bieńkowski

**Pod pojęciem chemii budowlanej kryje się szereg produktów pomocniczych, niezbędnych w budownictwie i pracach wykończeniowych. Są to przede wszystkim wszelkiego rodzaju zaprawy, zaprawy klejowe, kleje, szpachle i gładzie, masy szpachlowe, szpachłówki do drewna i metalu, a także zaprawy gruntujące i wszelkiego rodzaju materiały malarskie. Przyjrzyjmy się bliżej tej grupie produktów.**

**W** Polsce od połowy lat 90. ubiegłego wieku obserwujemy ogromny rozwój rynku gotowych materiałów budowlanych, takich jak zaprawy, kleje czy różnego rodzaju farby. Początkowo wynikało to z bardzo słabej bazy odziedziczonej po latach gospodarki planowej i socjalizmu. Obecnie producenci tzw. chemii budowlanej prześcigają się w dostarczaniu coraz lepszych, nowocześniejszych materiałów, tak aby zaspokoić rosnące wymagania klientów.

## SPOIWA I ZAPRAWY BUDOWLANE

Spoiwo budowlane to chyba najbardziej istotny składnik chemii budowlanej, który zamienia formę płynną materiałów budowlanych (zaprawę) na formę stałą o oczekiwanych przez nas właściwościach. Jak wiadomo, materiały budowlane przygotowane są do pracy w formie płynnej lub półpłynnej zaprawy, a po zakończeniu prac na mokro zachodzą w nich procesy wiązania, czyli twardnienia.

Współczesne zaprawy budowlane to mieszanina wielu składników, które dobiera się tak, aby materiał budowlany charakteryzował się optymalnymi właściwościami fizyko-chemicznymi. Najważniejsze składniki współczesnej gotowej zaprawy budowlanej to [1]:

- spoiwa mineralne (cementy portlandzkie, wysokoglinowe i specjalne, wapno hydratyzowane oraz siarczan wapnia jako gips lub anhydryt);
- spoiwa polimerowe (redyspersyjne żywice proszkowe);
- wypełniacze (piaski i mączki kwarcowe, piaski i mączki wapienne, mączki dolomitowe, lekkie wypełniacze, wypełniacze specjalne);
- dodatki (zagęstniki, aktywatory wiązania, środki opóźniające wiązanie, uplastyczniająco-upłynniające czyli tzw. plastyfikatory, zwilżające, hydrofobowe, napowietrzające i odpieniające, pigmenty itp.).

Oddziaływania pomiędzy składnikami zaprawy mają charakter oddziaływań chemicznych i fizycznych. Najsilniejsze oddziaływania występują pomiędzy spoiwami mineralnymi, spoiwami mineralnymi



i polimerowymi oraz spoiwami mineralnymi i dodatkami. Praktycznie nie występują oddziaływania chemiczne pomiędzy spoiwami mineralnymi oraz spoiwami polimerowymi i wypełniaczami. Spoiwa mineralne mogą być używane pojedynczo lub w kombinacjach dwu- lub więcej składnikowych.

Cementy portlandzkie są obecnie najpowszechniej stosowanymi materiałami wiążącymi. Do podstawowych użytkowych właściwości tego rodzaju cementów należą: wytrzymałość zaprawy po 28 dniach twardnienia, tempo narastania wytrzymałości, czas wiązania, ciepło twardnienia, odporność na działania środowiska agresywnego oraz zmiany objętości. W gotowych zaprawach budowlanych stosuje się przede wszystkim jako spoiwo różne rodzaje cementu portlandzkiego. Znacznie rzadziej stosowane są układy dwóch lub więcej spoiw. Spośród układów mieszanych najczęściej stosowane są układy zawierające cement portlandzki i cement glinowy z dodatkiem siarczanów wapnia lub cement glinowy i siarczan wapnia z dodatkiem wapna lub cementu. W przypadkach, gdy zaprawa powinna szybko twardnieć, stosuje się przede wszystkim pierwszą z wymienionych mieszanek.

W przypadku standardowego cementu przyjmuje się, że pełne wiązanie trwa 28

dni, natomiast w ciągu pierwszego tygodnia uzyskuje on ok. 70% swojej wytrzymałości. Szybkowiązące cementy natomiast uzyskują większą wytrzymałość w ciągu pierwszych dni wiązania. Warto pamiętać także o stopniowym narastaniu wytrzymałości cementu w ciągu pierwszych czterech tygodni i stosować się do zaleceń producentów w kwestii obciążeń mechanicznych. Zaprawa cementowa w początkowej fazie wiązania, mimo iż wydaje się twarda, może jeszcze nie mieć wystarczającej wytrzymałości [2].

Negatywną właściwością spoiwa cementowego jest jego duży skurcz liniowy występujący w trakcie wiązania. Ze względu na to zjawisko do zapraw cementowych dosypuje się grube ziarno (czyli piasek), a drobnoziarniste gładzie cementowe można nakładać tylko w cienkich warstwach, gdyż grubsze po prostu pękają. Natomiast drobnoziarniste wylewki samopoziomujące są efektem współpracy cementu z innym spoiwem (np. anhydrytem). Kolejnymi wadami spoiw cementowych są: ich mała odporność na korozję chemiczną i fizyczną, mała wytrzymałość na rozciąganie i zginanie, zbyt duża ścieralność, niewystarczająca odporność na niskie temperatury i zmieniające się warunki otoczenia oraz niska wytrzymałość w początkowym okresie twardnienia, co może utrudniać prace budowlane.

## SPOIWA POLIMEROWE

Aby uzyskać znacznie lepsze właściwości zapraw i spoiw zaczęto dodawać do nich szereg dodatków modyfikujących. Szczególną rolę odgrywają w nich obecnie redyspersyjne żywice proszkowe nazywane też dyspersją polimerową. W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych ub. stulecia do poprawy właściwości zapraw cementowych powszechnie stosowano dyspersje styrenowo-akrylowe, akrylowe oraz różnie modyfikowane kopolimery i terpolimery chlorku winylu i etylenu, octanu winylu i etylenu oraz styrenu i butadienu.

Stosowanie układów dwuskładnikowych w postaci suchej mieszanki cementu i dyspersji nie było jednak wygodne. W warunkach budowy zastosowanie nieprawidłowych proporcji sprawiało, że nie uzyskiwano oczekiwanych rezultatów. Dlatego rozpoczęcie w latach 70. produkcji redyspersyjnych żywic syntetycznych spowodowało powolne zaprzestanie stosowania układów dwuskładnikowych na rzecz układów jednoskładnikowych, czyli używanych obecnie suchych zapraw budowlanych. Redyspersyjne żywice proszkowe stosowane są powszechnie do modyfikacji właściwości materiałów budowlanych. Wywołują one w układzie potrójny efekt: zwiększenia retencji wody w zaprawie, zmniejszenia odparowania wody poprzez tworzenie filmu polimeru oraz poprawy właściwości zaprawy w wyniku wprowadzenia dodatkowego spoiwa do układu [1].

Spośród tych żywic najszersze zastosowanie ma kopolimer octanu winylu/etylen (ok. 50% udziału w rynku). Powszechnie stosowane są także redyspersyjne żywice proszkowe, będące kopolimerami i terpolimerami zawierającymi ester winylowy kwasu wersenowego, octanu winylu i chlorku winylu. Natomiast żywice proszkowe będące kopolimerami styrenowo-akrylowymi i styrenowo-butadienowymi mają dość ograniczone zastosowanie [1].

Warto w tym miejscu podkreślić, że to właśnie dyspersji polimerowej zawdzięczamy wiele innowacyjnych materiałów budowlanych z grupy „ready-to-use” czyli gotowych do użycia. Obecnie powszechnie stosuje się redyspersyjne żywice proszkowe w celu modyfikacji właściwości m.in. takich materiałów budowlanych, jak gładzie, gipsy szpachlowe, zaprawy klejące do płytek ceramicznych oraz tych stosowanych w systemach ociepleń budynków, tynki, samopoziomujące masy cementowe i posadzki, zaprawy do napraw i renowacji betonu, masy uszczelniające, kleje do tapet oraz farby proszkowe.

Zaprawy klejowe

Jeśli chodzi o prace wykończeniowe, to tu

istotne znaczenie mają różnego rodzaju zaprawy klejowe, które wykorzystywane są m.in. do przyklejania ceramiki do podłoża. Do niedawna wszelkiego typu płytki ceramiczne przyklejano do podłoża stosując w tym celu tradycyjne zaprawy cementowe. Obecnie korzysta się niemal wyłącznie z zapraw klejowych. Dzieli się one na [3]:

- cienkowarstwowe (grubość warstwy kleju do 5 mm);
- średnio- i grubowarstwowe (przeznaczone do przyklejania płytek z równoczesnym wyrównywaniem podłoża, pokrywają nierówności do 20 mm).

Oprócz tego zaprawy klejowe podzielić można na:

- zaprawy cementowe, które dostępne są w postaci suchych mieszanek przeznaczonych do zarobienia wodą. Co ważne, ilość dodawanej wody zależy tu od żądanej konsystencji, która może wynikać m.in. z wielkości płytek czy powierzchni do której je mocujemy. Zaprawy występują w wersji standardowej, półelastycznej oraz elastycznej;
- kleje żywiczne (najczęściej akrylowe, poliuretanowe i epoksydowe), które mają postać gotowej do użytku pasty bądź sprzedawane są w postaci dwuskładnikowej.

Zaprawy cementowe standardowe wykorzystuje się do przyklejania ceramiki na podłożach, takich jak beton czy tynki. Zaprawy półelastyczne sprawdzają się z kolei na podłożach o mniejszej sztywności np. płytach kartonowo-gipsowych, a zaprawy elastyczne stosuje się do przyklejania płytek w miejscach narażonych na zmiany temperatury. Oprócz tego można z nich skorzystać w przypadku niestabilnego podłoża jak np. płyty drewnopochodne, do przyklejania płytek na starej ceramice, ścianach pokrytych farbą olejną itp.

Kleje żywiczne nadają się do przyklejania płytek na różne podłoża: betonowe, tynkowane, metalowe, drewnopochodne (np. płyty wiórowe), PVC czy płytki ceramiczne. Oprócz podstawowych rodzajów zapraw klejowych produkowane są również zaprawy specjalne do przyklejania płyt marmurowych czy gresu o dużych wymiarach, oraz kleje używane przy naprawach lub na bardzo nietypowych podłożach.

## SZPACHLE I GŁADZIE

Masy szpachlowe nazywane też szpachlówkami oraz gładzie to materiały, które służą do naprawiania i wyrównywania powierzchni przed ich malowaniem lub pokryciem klejoną do powierzchni cienką okładziną. Wyrównanie podłoża często połączone jest z naprawą uszkodzeń. Chodzi tu o przede

wszystkim o wypełnianie ubytków, zakrycie szczelin, rys, wystających lub widocznych połączeń płyt gipsowo-kartonowych itp.

Szpachlówki składają się ze spoiwa, rozcieńczalnika i wypełniacza. Na rynku dostępne są szpachlówki i gładzie przeznaczone do różnych typów podłoży. Najczęściej używanymi szpachlówkami są szpachlówki gipsowe, gdzie spoiwem jest gips. Stosuje się je do szpachlowania ścian i sufitów wewnątrz budynków. Gipsowe masy szpachlowe mają postać proszku przeznaczonego do samodzielnego rozmieszania z wodą.

Szpachlówki gipsowe nadają się do stosowania na prawie wszystkie typy podłoży [3], takie jak: beton, gazobeton, mur z cegły, ściany tynkowane tynkiem cementowym i cementowo-wapiennym, podłoża gipsowe (płyty gipsowo-kartonowe), drewno i materiały drewnopochodne czy pomalowane tapety tekstylne.

Co ważne, elementy wykonane ze stali, które nie są chronione powłoką ochronną, taką jak np. farba, czy tzw. ocynk, nie powinny stykać się z gipsem, gdyż przyspiesza on korozję stali. Szpachlówki gipsowe można nabyć w wersjach szybkowiązujących, wolnowiązujących, w których dodano substancje opóźniające proces wiązania oraz szpachlówki o zwiększonej elastyczności lub twardości.

Z kolei w szpachlówkach cementowych spoiwem jest cement z dodatkiem piasku. Dodanie utwardzacza zwiększa zaś ich wytrzymałość. Charakteryzują się też dużą twardością. Szpachlówki cementowe stosuje się przede wszystkim do szpachlowania posadzek. Nadają się one na podłoża betonowe, drewniane i ceramiczne. Sprzedawane są one w postaci proszku lub gotowej do użycia masy.

W szpachlówkach polimerowych spoiwem jest dyspersja polimerowa, rozcieńczalnikiem woda, a wypełniaczem inny minerał. Najczęściej jest to biały dolomit lub granulki z tworzywa sztucznego. Szpachlówki polimerowe można stosować do wyrównywania podłoży z [3]: betonu, cegły, tynku cementowego i cementowo-wapiennego, drewna, płyt gipsowo-kartonowych, tapet tekstylnych, tapet papierowych czy włókna szklanego.

## MATERIAŁY MALARSKIE

W celu przedłużenia czasu użytkowania materiałów budowlanych i nadania im estetycznego wyglądu, pokrywa się je malarzkimi powłokami ochronno-dekoracyjnymi. Jest to też skuteczna metoda ochrony przed korozją – zarówno betonu, jak i stali. Powłokowe zabezpieczenia antykorozyjne wykonywane są obecnie w ok. 80% przy użyciu



wyrobów malarskich bazujących na żywicach syntetycznych.

Wspólną cechą wszystkich materiałów malarskich jest to, że po nałożeniu ich cienkiej warstwy na chronioną powierzchnię wytwarzają na niej po upływie czasu (zwanego czasem schnięcia) mniej lub bardziej trwałą i odporną na czynniki zewnętrzne powłokę malarską, ściśle przylegającą do podłoża. Dostępne w sprzedaży materiały malarskie dzieli się na:

- materiały kryjące, tj. mające zdolność przesłaniania naturalnej barwy podłoża i nadawania mu swej barwy (farby i emalie);
- materiały malarskie niekryjące, tworzące powłoki malarskie praktycznie bezbarwne i przezroczyste (lakiery).

Dalszy podział materiałów malarskich wynika z rodzaju spoiwa, który zawierają, np. farby olejne, wapienne, chlorokauczukowe itp.

Farby i emalie są to materiały kryjące, składające się z czterech składników (pigmentów, wypełniaczy, spoiwa oraz rozpuszczalnika lub rozcieńczalnika), z których zasadniczymi elementami są pigmenty i spoiwa. Emalie różnią się od farb tym, że mają mniejszą zawartość wypełniacza i pigmentów. lakiery z kolei są to niepigmentowane materiały malarskie stanowiące roztwory żywic lub mieszanin żywic z olejami roślinnymi w rozpuszczalnikach, tworzące po wyschnięciu wymalowania powłoki przezroczyste (niekryjące), bezbarwne lub barwne, o znacznej gładkości, twardości i połysku.

## PIGMENTY

Pigment jest podstawowym składnikiem każdego materiału malarskiego. Występuje on w postaci rozdrobnionego proszku, który po zmieszaniu z resztą składników nadaje farbie oczekiwany kolor. Co ważne, pigment nie rozpuszcza się w pozostałych składnikach i jest to cecha odróżniająca pigmenty od barwników, które są rozpuszczalne. Do podstawowych cech pigmentów zalicza się:

- siłę krycia (intensywność barwy);
- teksturę (twardość ziaren pigmentów);
- uziarnienie (średni rozmiar ziaren) sproszkowanych pigmentów.

Pigmenty, oprócz nadawania barwy, mogą też hamować korozję i chronić spoiwo organiczne przez promieniowaniem UV. Pigmenty metaliczne zapewniają oprócz tego odporność farby na wilgoć. Dzieli się je na pigmenty organiczne i nieorganiczne, a nieorganiczne klasyfikuje się jako naturalne (mineralne) i sztuczne. Pigmenty naturalne to kolorowe ziemie, glinki lub mielone skały (kreda, ochry). Nieorganiczne pigmenty sztuczne otrzymywane są natomiast drogą



syntezy chemicznej. Są to najczęściej związki ołowiu, tytanu, chromu i kadmu. Pigmenty organiczne również mogą być pochodzenia naturalnego, jak i sztuczne. Naturalne uzyskuje się z substancji roślinnych, a także zwierzęcych, np. ze zwęglonych kości. Z kolei sztuczne to wytwarzane na drodze lakowania (wytrącanie z roztworów) organiczne związki chemiczne.

Oprócz tego, pigmenty podzielić można na chromatyczne i achromatyczne, czyli kolorowe, czarne i białe. Do pigmentów chromatycznych należą żółcienie (chromowa, cynkowa, kadmowa, kobaltowa aureolina, neapolitańska, brylantowa, indyjska, siena naturalna, ugiel – inaczej ochra), czerwienie (chromowa, kadmowa, żelazowa, cynober, minia, karmin), zielenie (chromowa, cynkowa, kobaltowa, szwajnjurcka, chromotlenek ognisty i matowy, cynober zielony, ziemia zielona) oraz kolory niebieskie (ultramaryna, błękit paryski, kobaltowy i górski, indygo) i brązowe (umbra i sepia). Do pigmentów czarnych zalicza się czerń kostną, sadzę oraz czerń żelazową i manganową. Z kolei białe pigmenty achromatyczne to biel kremowa (ołowiana), cynkowa, tytanowa i kreda (węgiel wapnia). Ze względu na szkodliwe działanie na zdrowie człowieka z obrotu całkowicie wycofano pigmenty ołowiowe i chromianowe, które oprócz tego są toksyczne i niebezpieczne dla środowiska.

Warto podkreślić, że w miarę zmniejszania się ziarna pigmentu, czyli jego mialkości (rozdrobienia), wzrasta zdolność krycia i intensywność barwienia oraz poprawia się rozlewność i inne cechy robocze wyrobu malarskiego. Mialkość określa się pozostałością drobin pigmentu przy przesiewie go metodą wymywania przez znormalizowane sito. Szczegóły procedury pomiarowej zawarte są w normie PN-85/C-04424. Ogólnie wymaga się, aby pozostałość drobin przy przesiewie pigmentu przez sito o 10 000 oczkach na cm<sup>2</sup>

nie przekraczała 1% ilości wagowej. Ponadto żąda się, aby ziarna pigmentu były w przybliżeniu równej wielkości [4].

Pigmenty przewidziane do wglębnego barwienia betonu, tynków itp. powinny ponadto cechować się rozdrobnieniem zbliżonym do rozdrobnienia cementu, w celu zapewnienia mieszania się z cementem i pozostałymi składnikami, nie powinny wpływać na czas wiązania cementu oraz na stałość objętości betonu lub zaprawy oraz ich wytrzymałość.

Oprócz tego pigmenty powinny mieć możliwie niską gęstość, gdyż pigmenty o dużej gęstości trudno się mieszają z innymi pigmentami i wykazują niekorzystną właściwość osiadania na dnie pojemnika z farbą. Przy mieszaniu różnych pigmentów należy je dobrać w ten sposób, aby miały one zbliżoną gęstość. Nie występuje wówczas w czasie schnięcia powłoki bądź podczas malowania ich rozdzielanie się, co może doprowadzić do powstawania wymalowań o niejednorodnym kolorze. Sposób oznaczenia gęstości pigmentów podany jest w PN-80/C-04401.

## WYPEŁNIACZE

W materiałach malarskich najczęściej rolę wypełniacza odgrywają różnego rodzaju mączki otrzymywane z odpadów materiałów kamiennych, np. mączki serycycytowe, wapienne, krzemionkowe, talk lub też tanie pigmenty o zabarwieniu białym, takim jak ton, kreda, gips, siarczan barowy strącony itp. W farbách do malowania zewnętrznego zawartość wypełniaczy nie powinna przekraczać 10%, a w farbách do malowania wewnętrznego – 20%. Wypełniacze o małej gęstości i dużym rozdrobnieniu mają właściwości przeciwdziałania osiadaniu pigmentów ciężkich w farbie, pełniąc funkcję stabilizatorów. Do takich wypełniaczy należą np. talk, bentonit czy kaolin [4].

**SPOIWA**

Podstawowym składnikiem spoiw malarzkich, czyli ciekłej części każdego materiału malarzkiego, są tzw. substancje błonotwórcze wiążące cząstki pigmentów i wypełniaczy między sobą, a podczas schnięcia powłoki – łączące się trwale z podłożem. Rodzaj substancji błonotwórczej zastosowanej w materiale malarzkim decyduje o właściwościach fizycznych, mechanicznych i chemicznych powłok malarzkich, o ich trwałości podczas eksploatacji, a w dużej mierze również o ich wyglądzie zewnętrznym. Z tego względu klasyfikację materiałów malarzkich opiera się na nazwach zastosowanych w nich substancji błonotwórczych.

Spojwa malarzkie można przede wszystkim podzielić na spojwa mineralne i organiczne. Pierwsze z nich, jak mleko wapienne, zaczyn cementowy, szkło wodne itp., wykorzystuje się w tzw. farbach wodnych do malowania podłoży z cegły, betonu, tynków itp. Są one głównym składnikiem farb budowlanych. Ich zaletą jest niska cena i dobra przyczepność do podłoża, wynikająca z chemicznego wiązania między nimi (tzw. adhezja chemiczna). Ponadto spojwa te nie mają właściwości starzenia się. Wadą

spoiw mineralnych jest niska, w porównaniu ze spoiwami organicznymi, zdolność wiązania pigmentów i wypełniaczy oraz duża kruchość powłoki. Mają one również niewielką odporność na ścieranie i działanie erozyjne [4].

Cechą spoiw organicznych z kolei jest znacznie większa zdolność wiązania pigmentów i wypełniaczy oraz, w większości przypadków, dobre właściwości elastoplastyczne. Oprócz tego, w przeciwieństwie do spoiw mineralnych, spojwa organiczne charakteryzują się neutralnym odczynem, co daje możliwość uzyskania powłok o różnorodnej kolorystyce i o wyższej elastyczności, a więc odporności na zmienne działanie temperatury oraz czynniki mechaniczne.

Wspólną wadą spoiw organicznych jest ich skłonność do starzenia się, przede wszystkim w wyniku utleniania się substancji błonotwórczych. Proces ten jest katalizowany przez promieniowanie słoneczne, szczególnie ultrafioletowe, w środowisku wilgotnym. Powłoki organiczne starzejąc się tracą stopniowo elastyczność, stają się sztywne i kruche. Proces ten, zależnie od rodzaju substancji błonotwórczej, ma różny stopień intensywności przebiegu. Niestety,

im większa jest odporność organicznej substancji błonotwórczej na działanie czynników atmosferycznych lub korozję chemiczną, tym gorszą wykazuje ona przyczepność do podłoża. Jeżeli więc nawet organiczna substancja błonotwórcza jest odporna na starzenie się, to powłoka malarzka wykonana z farby z zawartością tej substancji może nie wykazywać wystarczającej trwałości eksploatacyjnej, ze względu na niedostateczną przyczepność do podłoża. W technice malarzkiej eliminuje się tę wadę przez specjalne przygotowanie powierzchni podłoża, polegające na zwiększaniu ich powierzchni właściwej, co stwarza warunki do zaistnienia tzw. adhezji mechanicznej, bądź też przez stosowanie powłok wielowarstwowych z warstwami gruntującymi, bazującymi na substancjach błonotwórczych zawierających tzw. wolne grupy funkcyjne o dobrej przyczepności do podłoża oraz z warstwą zewnętrzną o dużej odporności na starzenie i czynniki korodujące. ■

**LITERATURA**

- [1] J. Michalak, *Chemia budowlana. Zaprawy budowlane*, Przemysł Chemiczny 81/3, 2002.
- [2] Materiały firmy Megaron, smig.pl
- [3] Materiały dostępne na portalu budownictwob2b.pl
- [4] Materiały dostępne na stronie budownictwotematy.prv.pl

**SKORZYSTAJ Z REKLAMY W INTERNECIE!**

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Szeroka oferta  
banerów  
i newsletterów!**



**Kontakt:**

**redakcja@powderandbulk.com.pl**

**tel. 510 485 880**

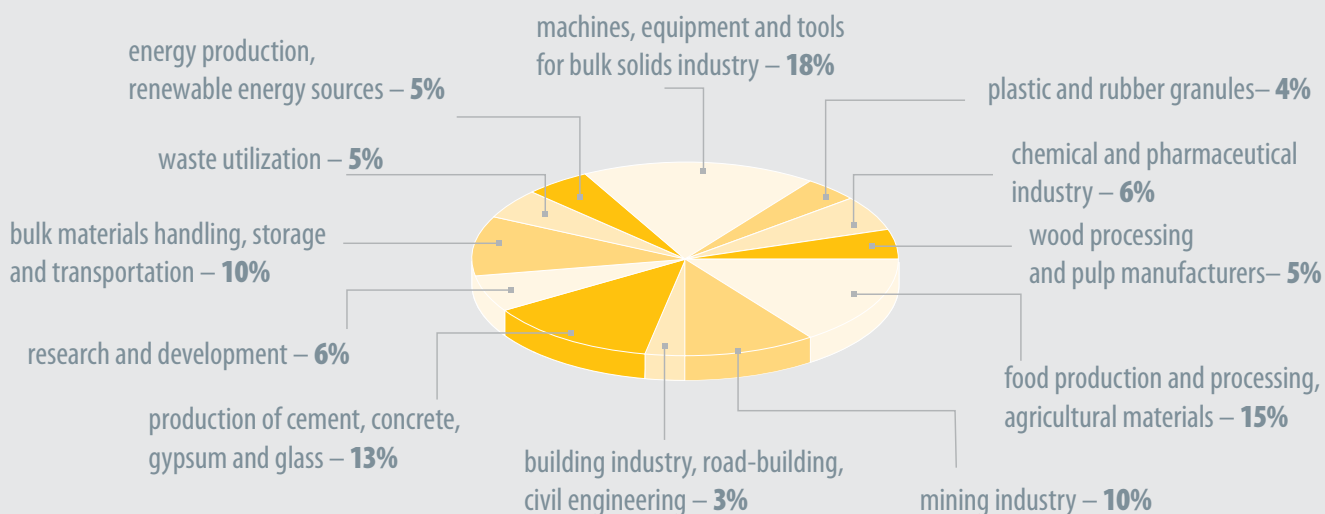
## Characteristics:

POWDER & BULK is the technical journal for bulk materials handling in Polish language and provides a cross-media platform for users, system & component suppliers and science. Problem-solving handling industries: building materials, energy, agriculture, chemicals and plastics. POWDER & BULK informs about the various processing steps and procedures for the extraction development, process engineering, product and material development, product news, event and date references – always high quality and up to date. Special attention is paid to the description of processes of rationalization, process control, automation, measurement technology, quality assurance, operational safety and environmental protection. In addition it is reported about new products, events, fairs and trade events.



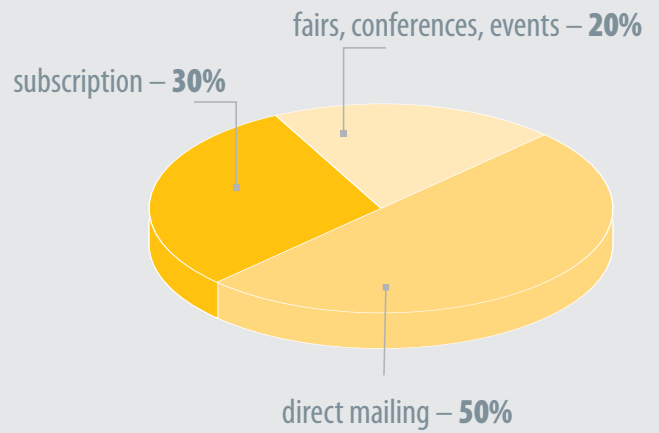
## READERS PROFILE:

The main group of our readers are engineers and managers responsible for technological processes, logistics, transportation, R&D and investments in bulk and solid materials industry.





**DISTRIBUTION:**



**FREQUENCY:**

8 issues per year (7 regular issues and 1 special issue)

**SUBSCRIPTION:**

Please ask: [prenumerata@powderandbulk.com.pl](mailto:prenumerata@powderandbulk.com.pl)

**EDITORIAL DEPARTMENT:**

*Redakcja Powder&Bulk*  
 ul. Elizy Orzeszkowej 11, 41-300 Dąbrowa Górnicza  
 Tel. +48/32/262 76 22  
 e-mail: [redakcja@powderandbulk.com.pl](mailto:redakcja@powderandbulk.com.pl)  
[www.powderandbulk.com.pl](http://www.powderandbulk.com.pl)

**PUBLISHER:**

Śląska Agencja Reklamowo-Dziennikarska  
 ul. Tysiąclecia 9/1  
 41-303 Dąbrowa Górnicza

*Agnieszka Tyc*  
 editor-in-chief  
 Tel.: +48/32/262 76 22,  
 Mobile: +48/510 485 880  
[a.tyc@powderandbulk.com.pl](mailto:a.tyc@powderandbulk.com.pl)

*Dobrochna Sajdak-Chudzik*  
 Mobile: +48/516 979 440  
[d.chudzik@powderandbulk.com.pl](mailto:d.chudzik@powderandbulk.com.pl)

*Adam Krzyżowski*  
 Tel.: +48/32/262 76 22  
 Mobile: +48/501 690 740  
[a.krzyzowski@powderandbulk.com.pl](mailto:a.krzyzowski@powderandbulk.com.pl)



# Biblioteka Powder&Bulk

Aleksander Świtoński

## UŻYTKOWE BETONY KONSTRUKCYJNE. MODELE KSZTAŁTOWANIA STRUKTURY I WŁAŚCIWOŚCI

W książce zawarto obszerny materiał wskazujący na możliwość takiego zaprojektowania mieszanki betonowej jako materiału wyjściowego do wykonania betonów, których właściwości można kształtować już na etapie uzyskania informacji o ich przeznaczeniu i warunkach w jakich mogą być eksploatowane.

Autor skonstruował matematyczny model kształtowania struktury betonu w powiązaniu z jego późniejszymi właściwościami eksploatacyjnymi, bazując na doświadczalnych cechach komponentów oraz wielkości ich udziału w mieszance betonowej. Jest to kompleksowe ujęcie problemu, znacznie bardziej rygorystyczne w stosunku do innych teorii i publikacji o tożsamej i pokrewnej tematyce.

Na podstawie zbudowanego modelu udowodniono, iż wzrost wytrzymałości betonu możliwy jest do uzyskania w wyniku zastosowania wyższej aktywności cementu w mieszance betonowej, przy niezmienionej aktywności spoiwa. Z podanego modelu wynika, iż betony o jednakowej wytrzymałości, lecz niższym stosunku wodno-cementowym są zdecydowanie szczelniejsze, dlatego wykazują mniejszy skurcz i są bardziej odporne na wpływ agresywnych czynników atmosferycznych.

Zbudowany model opisu wytrzymałości betonu uzasadnia potrzebę zastosowania metody projektowania składu mieszanki, w której w większym stopniu uwzględnione zostaną doświadczalnie wyznaczone cechy jakościowe składników. Pozwala to na stworzenie realnych możliwości racjonalnego wykorzystania materiałów w projektowaniu betonów o z góry określonych cechach wytrzymałościowych i trwałości.



Praca zbiorowa pod redakcją M. Tarnawskiego

## Badanie podłoża budowli. Metody polowe

Obserwowany w ostatnich latach rozwój badań polowych gruntu – zarówno w odniesieniu do technologii ich wykonywania, interpretacji wyników, jak ich praktycznego wykorzystania – uświadomił konieczność nowego podejścia do inżynierii geotechnicznej i stworzył pilną potrzebę jej kompleksowego i metodycznego ujęcia.

Badania podłoża budowli stanowi obszerne i całościowe ujęcie problematyki badań polowych gruntu. Prezentuje najnowsze osiągnięcia naukowe z zakresu badań gruntu. Dodatkowo została wzbogacona radami i zaleceniami wynikającymi z wieloletniego doświadczenia zawodowego Autorów.

Publikacja Badania podłoża budowli powinna zainteresować pracowników naukowych, geologów inżynierskich, geotechników, projektantów i wykonawców obiektów budowlanych, a zawarta w niej wiedza przyczynić się do bezpieczniejszego i ekonomicznie uzasadnionego projektowania oraz wykonywania badań podłoża gruntowego. Zakres treści i jej układ sprawia, że opracowanie może stanowić również cenną pozycję dydaktyczną dla wykładowców i studentów geologii inżynierskiej, geotechniki, budownictwa, geofizyki i inżynierii środowiska.



Waldemar Magda

## Budownictwo morskie. Wybrane zagadnienia wraz z przykładami obliczeniowymi

Jednym z głównych zadań projektanta budowli morskiej jest poprawne uwzględnienie kombinacji oddziaływań takich czynników jak: falowanie, prądy morskie, wiatr, zjawiska sejsmiczne. Innym istotnym elementem jego pracy jest zagwarantowanie spełnienia warunków stateczności budowli poprzez umiejętną analizę współoddziaływania środowiska morskiego i budowli morskiej z jednoczesnym interaktywnym projektowaniem geometrii budowli oraz doбором właściwych parametrów materiałowych.

Niniejsza publikacja dotyczy wybranych zagadnień związanych z inżynierią morską. Na przykładzie typowych budowli morskich: falochronu pionowościennego, falochronu narzutowego oraz rurociągu podmorskiego przedstawiono metody umożliwiające określenie obciążenia tych budowli – zarówno w postaci obciążenia hydrostatycznego, jak i obciążenia hydrodynamicznego.

Autor krok po kroku prezentuje szczegółowe rozwiązania licznych zadań rachunkowych, w których uwzględniono typowe schematy obciążeń, możliwe do zaistnienia w warunkach rzeczywistej pracy budowli morskiej. Aby ułatwić Czytelnikowi do maksimum osiągnięcie pozytywnych wyników samokształcenia na bazie prezentowanej książki, autor daje Czytelnikowi możliwość skorzystania z darmowej wersji wykonawczej autorskiego programu komputerowego, przygotowanego specjalnie jako uzupełnienie materiału przedstawionego w książce.



Prezentowane w rubryce pozycje książkowe dostępne są w Wydawnictwie Naukowym PWN SA.

Więcej informacji: Wydawnictwo Naukowe PWN SA, ul. G. Daimlera 2, 02-460 Warszawa, tel. 22 695 41 93 [www.pwn.pl](http://www.pwn.pl)



# PRENUMERATA 2023

**Cena prenumeraty rocznej, 8 wydań**  
(7 numerowanych i katalog na Targi SyMas)  
– koszt **90 złotych** (+8% VAT)

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



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

## FORMULARZ ZAMÓWIENIA PRENUMERATY

**powder & bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

Zamawiam prenumeratę czasopisma  
„Powder & Bulk – Materiały Sypkie i Masowe”:  
roczną, na 8 kolejnych wydań, w cenie 90 zł netto

PRENUMERATĘ CHCĘ ROZPOCZAĆ OD NASTĘPNEGO NUMERU  
**(5/2023)**

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: .....

# WKROCZ DO ŚWIATA QUANTUM



Przed nami rozciąga się niezbadana przestrzeń. Do tej pory pozostawała ona nieodkryta. Jej wszystkie elementy wydają się znajome, ale na odkrycie czekają zupełnie nowe możliwości. To przestrzeń stworzona przez gamę silników **Hägglunds Quantum**.

Są one mniejsze i lżejsze, ale zapewniają jednocześnie większą moc. Przyspieszenie ruchu nie przeszkodziło zwiększeniu wytrzymałości i wydłużeniu okresu eksploatacji. Gdy wejdiesz do świata Quantum, nigdy nie będziesz chciał go opuścić.



Hägglunds jest marką firmy Bosch Rexroth  
[www.hagglunds.pl](http://www.hagglunds.pl)

**HÄGGLUNDS** 