

**TEMAT NUMERU:**  
**ROZWIĄZANIA**  
**DLA BRANŻY KRUSZYW**  
**I CEMENTOWO-WAPIENNICZEJ**  
**strony 12-53**



**Linie do produkcji  
kruszyw – s. 12**

**Produkcja i zastosowanie wapna – s. 32**

**Badanie cementu – s. 40**

## Rozwiązania projektowane i dedykowane dla procesu klienta

- PLANT ENGINEERING
- OPTIMALIZACJA PRODUKCJI
- INSTALACJE PALIW ALTERNATYWNYCH
- APLIKACJE ATEX
- BUDOWA SPECJALISTYCZNYCH MASZYN
- ODZYSK I PRODUKCJA CIEPŁA I ENERGII



ELEKTRYKA



MECHANIKA OPROGRAMOWANIE



ZARZĄDZANIE



TECHNOLOGIA I CHEMIA



PRODUKCJA



AUTOMATYZACJA



ZARZĄDZANIE PROJEKTAMI



SPRZĘT KOMPUTEROWY

**CREADIS sp. z o.o.**

 Pilot Tower, ul. Pilotów 10  
PL-31-462 Kraków PL  
+48 533 878 878

ul. Ryżowa 33a  
PL-02-495 Warszawa PL  
+48 533 878 878

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

CREADIS Sp. z o.o.



@creadis\_poland

# Drodzy Czytelnicy!

Już od ponad roku przyszło nam funkcjonować w trudnym czasie – czasie pandemii. Z uwagi na dotychczasowy brak możliwości bezpośredniego kontaktu z klientami oraz osobistego udziału w imprezach branżowych (targach, konferencjach czy szkoleniach) redakcja POWDER & BULK zachęca do współpracy i obecności na swoich łamach. Staramy się w każdym wydaniu zebrać dla Państwa blok tematyczny poświęcony konkretnym zagadnieniom z naszej branży. Nie inaczej jest i tym razem, bowiem numer, który trzymają Państwo w ręku, niemal w całości poświęcony jest rozwiązaniom dla branży kruszyw oraz przemysłu cementowo-wapienniczego.

I tak w kwestii kruszyw odsyłamy do publikacji naszego redakcyjnego kolegi – dr. inż. Marcina Bieńkowskiego – który opisał działanie urządzeń stanowiących poszczególne elementy linii technologicznych do produkcji kruszyw. Materiał ten znajdą Państwo na s. 12. Pozostając w zagadnieniu dotyczącym kruszyw, odsyłamy na s. 20–24, na których zebraliśmy dla Państwa najnowszą ofertę sit i przesiewaczy na polskim rynku.

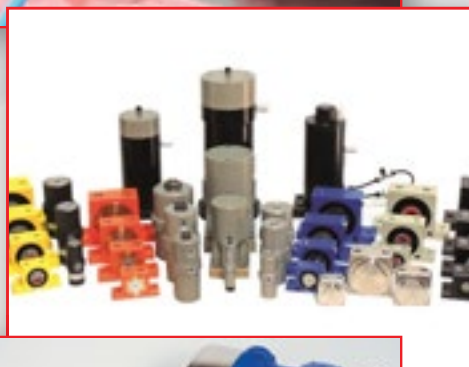
W numerze nie zabrakło także sporej ilości artykułów poświęconych branży cementowej. Ciekawy materiał o badaniu cementu, powstały w oparciu o publikację z wydawnictwa PWN, mogą Państwo przeczytać na s. 40. Całość niewątpliwie zainteresuje osoby pracujące w tej branży.

Państwa uwadze polecam również bardzo aktualny obecnie temat związany z zastosowaniem paliw alternatywnych w cementowniach. Przemysł cementowy w Polsce, który niemal dwie dekady temu, w odpowiedzi na własne zapotrzebowanie, stworzył całą branżę zajmującą się przetwarzaniem odpadów komunalnych na paliwa alternatywne, w najbliższych latach może się zmierzyć z ograniczeniem dostępności tych paliw. W artykule na s. 50 staramy się odpowiedzieć na pytanie, dlaczego tak może się stać oraz czy to cementownie odpowiadają za wzrost kosztów odbioru odpadów od mieszkańców.

W bieżącym numerze POWDER & BULK przedstawiamy też wypowiedzi kilku przedstawicieli firm oferujących rozwiązania dla branży materiałów sypkich. Są one o tyle ciekawe, że nasi rozmówcy dzielą się z nami oraz Czytelnikami swoim doświadczeniem w prowadzeniu działalności w tak trudnych czasach pandemii. Może część z naszych Czytelników również mierzy się z podobnymi problemami i znajdzie na naszych łamach ich rozwiązanie.

Życzymy przyjemnej lektury!  
Redakcja Powder & Bulk

## WIBRATORY DLA PRZEMYSŁU



**INWET**  
ROK ZAŁ. 1989

Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji  
Spółka Akcyjna

### Nasza oferta obejmuje również:

- PULSATORY PNEUMATYCZNE
- PODAJNIKI I PRZESIEWACZE WIBRACYJNE
- SYSTEMY AERACYJNE
- CZYSZCZENIE ZBIORNIKÓW

PL 41-500 Chorzów, ul. Zgrzebnicka 5  
tel. 32 241 13 09 fax 32 247 48 94 kom. 601 701 188  
www.inwet.eu e-mail: inwet@inwet.eu



Jednym z polecanych produktów z oferty Kueper Polska są płyty poliuretanowe szeroko stosowane w przeróbce kruszyw jako materiał najlepiej chroniący przed ścieraniem. Burty przesiewaczy, zsypy czy inne miejsca narażone na uszkodzenia i wycieranie to główne miejsca zastosowania.

20



Uzyskanie jednorodnego materiału z wielotonowej masy za pomocą technik homogenizacji jest często niemożliwe do wykonania z powodów technicznych. Rozwiązaniem problemu niejednorodności materiałów masowych, który utrudnia dokonanie ich dokładnej oceny jest odpowiednie pobieranie i badanie małych próbek z ich objętości czy też masy. W artykule omówiono pobieranie reprezentatywnych próbek materiałów sypkich do laboratorium na przykładzie urządzeń próbobiorników Mark&Wedell (M&W).

26



Produkcja cementu wymaga połączenia siły i finezji na każdym jej etapie – transportu, ogrzewania czy też przemiału materiału. Bezpośrednie napędy hydrauliczne Hagglunds zapewniają obie te cechy. Dzięki zastosowaniu napędu Hagglunds w przenośnikach taśmowych możliwa jest pełna kontrola momentu obrotowego, a to z kolei chroni taśmę przed przeciążeniem. Zachęcamy do lektury artykułu firmy Bosch Rexroth.

36



Przemysł cementowy w Polsce, który niemal dwie dekady temu, w odpowiedzi na własne zapotrzebowanie, stworzył całą branżę zajmującą się przetwarzaniem odpadów komunalnych na paliwa alternatywne w najbliższych latach może się zmierzyć z ograniczeniem dostępności paliw alternatywnych. Dlaczego? W artykule znajdą Państwo odpowiedź!

50

## SPIS TREŚCI

<b>PRODUKTY</b>	<b>5</b>
<b>WYDARZENIA I AKTUALNOŚCI</b>	<b>6-7</b>
<b>GOŚĆ NUMERU</b>	
<b>Nowe urządzenia na rynek krajowy i zagraniczny</b>	<b>8</b>
Rozmowa z Jerzym Pawlikowskim, prezesem zarządu Przedsiębiorstwa Wdrażania Innowacji INWET S.A. z Chorzowa	
<b>TECHNIKA I TECHNOLOGIA</b>	
<b>Nowe technologie – przyszłość zaczyna się dziś</b>	<b>10</b>
<b>TEMAT NUMERU: ODPYLANIE, ODKURZANIE, ATEX, BHP</b>	
<b>Linie technologiczne do produkcji kruszyw</b>	<b>12</b>
<b>Transport silosowy na skalę europejską</b>	<b>16</b>
Grzegorz Ruta, dyrektor handlowy w firmie Ruta Transport z Mińska Mazowieckiego, w rozmowie z Adamem Krzyżowskim	
<b>Płyty i sita poliuretanowe z oferty Kueper Polska</b>	<b>20</b>
<b>Sita, przesiewacze – przegląd rynku</b>	<b>21-24</b>
<b>Nowe produkty przeciwybuchowe steute</b>	<b>25</b>
<b>Technologia próbobiorników Mark&amp;Wedell</b>	<b>26</b>
<b>Konkretne oszczędności: skróć przestoje remontowe przenośników kubelkowych stosowanych w cementowniach</b>	<b>29</b>
<b>Produkcja i zastosowanie wapna</b>	<b>32</b>
<b>Kompleksowa obsługa produkcji cementu</b>	<b>36</b>
<b>Rozwiązania dla branży kruszyw i cementowo-wapienniczej – przegląd rynku</b>	<b>37</b>
<b>Badanie cementu</b>	<b>40</b>
<b>OZB oferuje urządzenia dla cementowni i producentów materiałów sypkich</b>	<b>49</b>
<b>Co z paliwami alternatywnymi dla przemysłu cementowego?</b>	<b>50</b>
<b>W celu zapewnienia maksymalnej dostępności</b>	<b>52</b>
<b>ROZMAITOŚCI</b>	
<b>Formularz prenumeraty</b>	<b>54</b>
<b>Zapowiedź następnego wydania</b>	<b>54</b>

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Redakcja:**

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

**Redaktor naczelna:**

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

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

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

**Konsultacja techniczna:**

**Andrzej Mikucki**  
Projekt graficzny i skład:  
**Michał Bartłomowicz**

**Dział sprzedaży reklam:**

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

**Prenumerata:**

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

**Wydawca:**

Śląska Agencja Reklamowo-Dziennikarska

**Zdjęcie na okładce:**

BEUMER Group GmbH & Co. KG

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

### System Cardox kruszy twarde skorupy zestalonego cementu

W zakładzie brytyjskiej firmy Hanson Cement Purfleet, specjalizującej się w produkcji materiałów budowlanych – głównie cementu i kruszyw – przedsiębiorstwo Cardox International otrzymało zadanie rozerwania twardej skorupy zestalonego cementu, która osadziła się blisko dna silosu. Dzięki zastosowaniu rur i bezogniowych nabojnic systemu Cardox udało się temu przedsiębiorstwu skruszyć cementową bryłę o grubości ośmiu metrów. Użycie różnych gniazd systemu Cardox wokół podstawy silosu, w tym gniazda kąтового na stożku wylotowym, pozwoliło na podłączenie klasycznych rur Cardox do rur przedłużających, które można było wprowadzić głęboko do bryły cementowej, co umożliwiło jej skuteczne rozbicie.

Zainteresowanych zastosowaniem systemu Cardox do oczyszczania silosów zapraszamy do firmy Endeco w Katowicach, wyłącznego przedstawiciela w Polsce przedsiębiorstwa Cardox International.



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

### Przepływomierz masowy CO FLOW działający na zasadzie Coriolisa

Dodanie niewłaściwej ilości materiału do partii produkcyjnej wpływa na jakość produktu końcowego. Obecnie stawiane są bardzo wysokie wymagania dotyczące dokładności i powtarzalności pomiarów.

Przepływ materiałów o zmiennej gęstości jest trudny do zmierzenia z wysoką dokładnością, natomiast przepływomierz masowy CO FLOW firmy SEG może go mierzyć z dokładnością do 0,5% i powtarzalnością wynoszącą 0,1%. Materiałami mogą być przykładowo popiół lotny, skrobia, pellet drzewny, granulaty tworzyw sztucznych i wszelkiego rodzaju minerały o średnicy do 15 mm.

W wielu procesach produkcyjnych wymagana jest wysoka dokładność pomiarów przy długotrwałym natężeniu przepływu. Dzięki wysokiej niezawodności przepływomierza

CO FLOW zapewniona jest stabilność pomiarów przy jednoczesnej minimalizacji czasu związanego z serwisem.

CO FLOW mierzy przepływ z wysoką dokładnością, a temperatura i zmiany gęstości materiału nie mają wpływu na dokładność pomiaru.

Przepływomierz masy CO FLOW charakteryzuje się:

- niskimi kosztami utrzymania;
- łatwością instalacji w linii;
- łatwością w użytku;
- odpornością na kurz i zanieczyszczenia;
- niezawodnością;
- konstrukcją modułową;
- możliwością pracy z materiałami o wysokiej temperaturze (do 100°C).

Żeby uzyskać więcej informacji na temat przepływomierza CO FLOW firmy SEG i możliwych zastosowań w przedsiębiorstwie, skontaktuj się z Mariusem Thomasem



Rasmussenem pod adresem e-mailowym [mtr@jesma.com](mailto:mtr@jesma.com).

[www.jesma.com](http://www.jesma.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](mailto:poland@nivelco.pl) [www.nivelco.pl](http://www.nivelco.pl)



# Z NIVELCO ...wiesz ile masz

## CONCRETE ROADS 2022 – międzynarodowe sympozjum zawita do Krakowa

W przyszłym roku w Krakowie odbędzie się 14. edycja międzynarodowego wydarzenia poświęconego betonowym nawierzchniom drogowym, gromadzącego najlepszych ekspertów w tej dziedzinie z całego świata. Współgospodarzem konferencji CONCRETE ROADS 2022, obok europejskiej organizacji EUPave, będzie polskie Stowarzyszenie Producentów Cementu.

Drogi betonowe są istotnym elementem odpowiedzi na wyzwania, jakie niesie ze sobą przyszłość w zakresie infrastruktury. Ochrona środowiska wymaga mocnego działania m.in. w zakresie zmniejszania emisji CO<sub>2</sub> nie tylko na etapie budowy, ale całego cyklu życia nawierzchni. Z kolei rosnące natężenie ruchu samochodowego, w tym przede wszystkim ruchu ciężkiego powoduje, że coraz istotniejsza jest wytrzymałość. Ale oczywiście to nie jedyne aspekty, które powodują, że drogi betonowe zyskują uznanie na całym świecie i z roku na rok buduje się ich coraz więcej. Co więcej, rozwój zróżnicowanych technologii budowy dróg, napędza konkurencyjność i jest kluczowym czynnikiem gwarantującym innowacyjność rozwiązań.

Według GDDKiA w 2020 r. przybyło 74 km dróg betonowych, a bitumicznych (asfaltowych) blisko 64 km. Obecnie na sieci dróg krajowych jest 780,5 km odcinków wybudowanych w technologii betonowej. W realizacji jest obecnie 1225,2 km, z czego 402,3 km w technologii betonowej – informuje największy inwestor w Polsce.



O rozwoju technologii dróg betonowych eksperci z całego świata będą w przyszłym roku dyskutować nad Wisłą. CONCRETE ROADS to największa międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna dotycząca nawierzchni betonowych, w której uczestniczą projektanci, konstruktorzy, wykonawcy, technolodzy, inwestorzy, zarządcy oraz ludzie nauki związani z infrastrukturą drogową z całego świata. Sympozjum odbywa się co cztery lata, a poprzednio miało miejsce w Berlinie. Każda z edycji cieszy się coraz większym zainteresowaniem.

Głównym mottem polskiej edycji sympozjum jest hasło „CONCRETE ROADS TO THE GREEN WORLD”, podkreślające jak wiele wysiłku, pracy i nakładów inwestycyjnych ponieśliśmy jako kraj na rozbudowę infrastruktury drogowej, przyczyniając się tym samym do wzrostu bezpieczeństwa kierowców, ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> i naszego wkładu w osiągnięcie celów RoadMap 2050.

Organizatorem CONCRETE ROADS 2022 wraz ze Stowarzyszeniem Producentów Cementu jest European Concrete Paving Association (EUPAVE). W roli współorganizatorów występują również PIARC World Road Association oraz International Society For Concrete Pavements (ISCP).

CONCRETE ROADS 2022 będzie także dodatkową okazją do promocji Krakowa. Organizatorzy w prowadzonej komunikacji będą eksponować walory turystyczne miasta.

[www.concreteroads2022.com](http://www.concreteroads2022.com)

KOMPLEKSOWE WSPARCIE  
DZIAŁÓW UTRZYMANIA RUCHU W  
**PRZEMYSŁE**

I-care™



[WWW.ICAREWEB.COM](http://WWW.ICAREWEB.COM)



## Masz problem z pomiarem masy materiałów sypkich i/lub brakiem powtarzalności wyników?

Miernik przepływu materiałów sypkich CO FLOW firmy SEG to:

- Pomiary z wysoką dokładnością
- Powtarzalność wyników
- Minimalny czas obsługi

Dowiedz się więcej na [www.s-e-g.com/massflow](http://www.s-e-g.com/massflow)



Grupa Jesma



Kontakt [mtr@jesma.com](mailto:mtr@jesma.com)

### SYMAS®/MAINTENANCE Virtual Talks – za nami konferencja dla branży materiałów sypkich i masowych oraz działów utrzymania ruchu

Dzięki współpracy Targów w Krakowie oraz magazynu POWDER & BULK w dniach 14–15 kwietnia br. odbyła się pierwsza konferencja online SYMAS®/MAINTENANCE Virtual Talks, będąca zapowiedzią aktualnych trendów i nowości prezentowanych podczas wrześniowych targów w EXPO Kraków.

W konferencji wzięło udział 13 prelegentów z 10 podmiotów, wśród których znalazły się m.in.: 7BAR Sp. z o.o., Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, e-engineer symulacje komputerowe, GRUPA WOLFF, MESco Sp. z o.o., NORD Napędy Sp. z o.o., SchahLED Lighting GmbH, STERNET Sp. z o.o., Systemy SCA Sp. z o.o. oraz TheusLED.

Podczas dwudniowej konferencji, w 5 blokach tematycznych zaprezentowano 14 kluczowych zagadnień. Pierwszego dnia omówiono tematy z zakresu bezpieczeństwa procesowego oraz obróbki, magazynowania i transportu materiałów sypkich i masowych. Drugiego dnia z kolei, pod hasłem „Utrzymaj się w ruchu”, prelegenci zaprezentowali tematy z pogranicza efektywności energetycznej i redukcji kosztów w utrzymaniu ruchu oraz modernizacji oświetlenia w zakładach produkcyjnych.

W konferencji wzięło udział na żywo ponad 200 uczestników. Dla osób zainteresowanych, którzy jednak nie mogli uczestniczyć w wydarzeniu, nagrania wkrótce będą dostępne na stronie internetowej Targów SYMAS®/MAINTENANCE oraz w mediach społecznościowych organizatora.

Katalog firm uczestniczących dostępny jest na <https://symas.exposupport.pl/wystawcy-th>

### Co przed nami?

Trzynaste edycje: Międzynarodowych Targów Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych – SYMAS® oraz Międzynarodowych Targów Utrzymania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji – MAINTENANCE zaplanowano w tym roku na 29–30 września.

Już dziś, mimo że branża targowa nadal jest zamrożona, wiele firm potwierdza swoje zainteresowanie i chęć uczestnictwa w tej imprezie – oczywiście jeśli tylko sytuacja epidemiczna na to pozwoli. To pokazuje, że spora część osób z branży oczekuje na powrót wydarzeń targowo-kongresowych w tradycyjnej, stacjonarnej formie. Organizatorzy zapowiadają, że planują także wydarzenia towarzyszące, znane wystawcom i odwiedzającym sprzed pandemii, czyli Jesienną Szkołę Utrzymania Ruchu oraz konferencję „Nowoczesne technologie w branży materiałów sypkich i masowych”.

Tegoroczne spotkania przemysłowe odbędą się wspólnie z inną imprezą targową organizowaną przez Targi w Krakowie, a mianowicie z 11. Międzynarodowymi Targami Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych KOMPOZYT-EXPO®.

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



# Nowe urządzenia na rynek krajowy i zagraniczny

Z Jerzym Pawlikowskim, prezesem zarządu Przedsiębiorstwa Wdrażania Innowacji INWET SA z Chorzowa, rozmawia Adam Krzyżowski



JERZY

**PAWLIKOWSKI:**  
Najwięksi nasi partnerzy to koncerny HeidelbergCement, LafargeHolcim i CRH – w takich krajach, jak m.in. Rosja, Ukraina, Rumunia, Serbia, Gruzja, Mołdawia, a ostatnio Kazachstan

**Adam Krzyżowski:** Panie Prezesie, Państwa sztandarowym produktem od lat jest pulsator SYNEX, który znany jest w przemyśle cementowym nie tylko w Polsce, ale też za granicą. Czy nadal montowany jest on głównie na zbiornikach, czy może znalazł także inne, szersze zastosowanie?

**Jerzy Pawlikowski:** Pulsatory SYNEX produkujemy od 1989 r. Od tego czasu przeszły wiele modernizacji i zmian, podnoszących ich jakość i skuteczność działania. Początkowo rzeczywiście były przeznaczone do montażu na zasobnikach czy zbiornikach dla usprawnienia spływu materiału. W cementowniach najczęściej na zbiornikach surowca, dodatków lub węgla. Z czasem dopracowaliśmy się zastosowań innych, z których najbardziej spektakularne jest montowanie pulsatorów na wieżach wymienników w metodzie suchej produkcji cementu. Pulsatory tam montowane są wykonane w wersji HT, czyli wysokotemperaturowej – tak aby nie uległy uszkodzeniu z powodu występującej w tych wieżach wysokiej temperatury. Miejsca montażu to ściany i spad komory wzniosu, cyklony, rury transportowe, kolana czy przewały.

Kolejnym ciekawym rozwiązaniem jest montowanie pulsatora na konstrukcji palnika wchodzącego do pieca obrotowego – celem zrzucania nawisu („bałwana”), który się tworzy na jego końcu i utrudnia prawidłową pracę palnika.

Innym zastosowaniem jest montaż pulsatorów na chłodnikach klinkieru, gdzie panują wyjątkowo trudne warunki pracy.

Ostatnio wraz ze zwiększeniem udziału paliw alternatywnych w składzie paliwa montujemy pulsatory także na urządzeniach transportujących bądź zbiornikach służących do składowania tego paliwa.

Dzięki 30-letniemu doświadczeniu w branży cementowej jesteśmy dostawcą naszych rozwiązań nie tylko do zakładów w Polsce, ale także do wielu cementowni za granicą. Najwięksi nasi partnerzy to koncerny HeidelbergCement, LafargeHolcim i CRH – w takich krajach, jak m.in. Rosja, Ukraina, Rumunia, Serbia, Gruzja, Mołdawia, a ostatnio Kazachstan.

**A.K.:** Czy te pulsatory są wykorzystywane również w przemyśle wapienniczym i jeśli tak, to w jakich urządzeniach?

**J.P.:** Od początku istnienia firmy działamy w przemyśle wapienniczym. Zaczynaliśmy w Wojcieszowie, Tarnowie Opolskim i Bukowej. Na początku pulsatory były montowane na zasobnikach wapna dla ułatwienia zasypu



FOT. 2

Pulsatory SYNEX na cyklonie w Nowolipieckim Kombina- cie Metalurgicznym [źródło: INWET]



FOT. 1

Pulsatory SYNEX na chłodniku klinkieru w cementowni Shymkentcement w Kazachstanie [źródło: INWET]

do cystern kolejowych lub samochodowych. Duża nasza instalacja jest na zbiornikach wapna w Elektrowni Bełchatów na Wydziale Uzdatniania Wody.

Ostatnio podjęliśmy współpracę z podmiotem w Rosji – Nowolipieckim Kombina- tem Metalurgicznym (NLMK), który posiada Oddział Produkcji Wapna, wytwarzanego metodą suchą. Wykonujemy dostawę i instalację zrzucającą tworzące się nawisy w wieży wymienników, gdzie podobnie jak w wieżach wymienników cementowych następuje homogenizacja, wynikająca z przemieszczania się w przeciwnym kierunku spalin i mąki wapiennej. Zastosowanie pulsatorów usuwających nawisy wydłuża okres eksploatacji między postojami, koniecznymi do przeprowadzenia czyszczenia lub remontu pieców. Głównym celem zastosowania pulsatorów jest zredukowanie postojów remontowych z czterech do jednego rocznie.

Kilka lat temu wykonaliśmy podobne rozwiązanie – instalację pulsatorów na wieży wymienników w zakładach wapienniczych na Białorusi. Zaczęło się od wspólnego projektowania rozmieszczenia pulsatorów, potem była wykonana zabudowa pod naszym nadzorem inżynierskim, a ostatecznie modernizacja rozwiązania celem optymalizacji procesu technologicznego.



**A.K.:** INWET to też wysokiej klasy przesiewacze i podajniki wibracyjne własnej konstrukcji. Jakcie ciekawe modele tych urządzeń Państwo ostatnio zaprojektowali?

**J.P.:** W naszej filozofii projektowania i produkcji przesiewaczy i podajników wibracyjnych kierujemy się zasadą wykonywania rozwiązań pod klienta – w taki sposób, że dużo naszych konstrukcji jest jednorazowych, niepowtarzalnych. Skupieni jesteśmy głównie na dostawach dla przemysłu spożywczego, recyklingu i ochrony środowiska.

Do napędu naszych rozwiązań używamy napędów od światowych dostawców, ale też produkujemy napędy własnej konstrukcji.

W obszarze wibratorów jesteśmy przedstawicielem szwajcarskiej firmy Findeva na wiele krajów Europy Wschodniej. Findeva oferuje wielką gamę wibratorów pneumatycznych używanych do celów technologicznych lub jako napędy do dozowników. Czasami wykonujemy podajniki dla przemysłu cementowego, np. do podawania klinkieru. Wytwarzamy też urządzenia dla przemysłu budowlanego, m.in. stoły wibracyjne. Ostatnio nasz zespół projektantów zaprojektował bardzo ciekawe rozwiązania, które zostały już wykonane i dostarczone klientom. Wyprodukowaliśmy np. stół wibracyjny do testowania wózków inwalidzkich, przesiewacz wibracyjny żaluzjowy do przesiewania pelletu (półproduktu do produkcji prażynek), zespół podajników wibracyjnych do podawania tulejek pojedynczym strumieniem, podajniki wibracyjne rurowe do podawania kawy mielonej, przesiewacz do oddzielania larw owadów od ziemi. Ciągłe pojawiają się nowe wyzwania, dzięki czemu praca nad nowymi rozwiązaniami jest bardzo ciekawa i ekscytująca.

**A.K.:** Jak istniejąca obecnie pandemia wpłynęła na Państwa działalność produkcyjno-montażową i jakie środki Państwo przedsięwzięli, żeby sobie poradzić z tą trudną sytuacją?

**J.P.:** Początkowo wraz z zamykaniem się naszego życia w związku z pandemią byliśmy przerażeni. Nie wiedzieliśmy, czy sobie poradzimy z tą sytuacją, czy nasi klienci będą u nas zamawiać towary i usługi. W miarę upływu czasu okazało się, że nasi partnerzy nadal nas potrzebują. Oczywiście w miarę rozwoju sytuacji wprowadzaliśmy coraz to nowe rozwiązania w organizacji pracy, takie jak praca zdalna, ograniczanie kontaktów między pracownikami, wprowadzenie dyżurów,



FOT. 3

Pulsatory SYNEX na komorze wlotu pieca obrotowego w Nowolipieckim Kombinacie Metalurgicznym [ŹRÓDŁO: INWET]

odpowiednie fizyczne zabezpieczenia stanowisk pracy oraz zasada „jeden pracownik na pomieszczenie” lub odpowiedni dystans, dezynfekcja, wietrzenie pomieszczeń itp. W przypadku kontaktu pracownika z osobą zakażoną SARS-CoV-2 obowiązywała go kwarantanna i praca zdalna. Kontakty osobiste ograniczyliśmy do minimum. Dzięki dużej dyscyplinie pracowników udało się uniknąć zakażeń i obniżenia efektywności pracy w firmie.

Aktualnie cały czas stosujemy wdrożone procedury, wiedząc, że to jeszcze nie koniec pandemii.

**A.K.:** Specjalizują się Państwo także w oferowaniu urządzeń wykonanych z przepuszczalnych spieków porowatych. Czy wśród nich też pojawiły się jakieś ciekawe rozwiązania?

**J.P.:** Tak, oferujemy także rozwiązania związane z zastosowaniem spieków porowatych, przede wszystkim firmy Tridelta. Służą one głównie do wykonywania mniejszych systemów aeracyjnych, takich jak stożki aeracyjne, rury napowietrzające, grzybki i panele aeracyjne. Czasami są to rozwiązania kombinowane: stożek aeracyjny na dole, a u góry pulsatory lub odbijaki pneumatyczne. Bardzo ciekawym rozwiązaniem są np. stożki aeracyjne wykonane ze spieków ze stali nierdzewnej.

Podsumowując, zawsze staramy się zaprojektować i wykonać rozwiązanie najkorzystniejsze dla klienta i spełniające jego oczekiwania i wymagania.

**A.K.:** Dziękuję za rozmowę.



FOT. 4

Wibracyjny przesiewacz firmy INWET do oddzielania ziemi od larw owadów [ŹRÓDŁO: INWET]

# Nowe technologie – przyszłość zaczyna się dziś

Bartłomiej Trzciniński,  
CREADIS Sp. z o.o.

Jak usprawnić proces wdrożenia nowych instalacji w zakładzie uzyskując dodatkową synergię? Optymalizując czas, integrując z istniejącą infrastrukturą, eliminując błędy i wreszcie dając narzędzie dostępne dla wszystkich, poczynając od służb technicznych, na zarządcie kończąc?



## SEV

SEV to skrót, którego używamy w firmie CREADIS na proces składający się z trzech części: scanning, rzeczywistość (AR-moderizowanych instalacji przenosimy w rozszerzoną *Augmented Reality*), co pozwala na natychmiastową weryfikację pomysłów przed ich realizacją – zarówno w sferze wykorzystania miejsca, logistyki, bezpieczeństwa czy możliwych kolizji, ale także, a może przede wszystkim, do określenia funkcjonalności danej technologii w istniejącej rzeczywistości. Poza zaletami stricte technicznymi AR to system dający dużo przyjemności podczas realizacji zadania oraz upraszczający komunikację w zespole.



**SCANNING**

**Faza pierwsza SEV – skanowanie 3D** istniejącego obiektu i zapis plików w postaci chmury punktów. Proces skanowania wykonujemy albo za pomocą skanerów stacjonarnych albo dronów.

**ENGINEERING**

**Faza druga SEV – wprowadzenie** dowolnych zmian w każdej wymaganej branży. Na podstawie projektów branżowych tworzymy model BIM i koordynujemy współzależności.

**VISUALIZATION**

**Faza trzecia – wizualizacja.** Gotowe modele możemy poddać renderowaniu, aby otrzymać ostateczne modele po wprowadzeniu zmian wraz z infografikami lub za pomocą markera geolokalizacji umieścić je w rzeczywistym terenie.

**SMART FAT**

SMART FAT funkcjonuje jako określenie wirtualnych testów instalacji i systemów przy użyciu okularów do wirtualnej rzeczywistości. Obecnie przystępujemy do testów okularów nowej generacji w nowym zakładzie produkcyjnym CREADIS (Brzezie pod Krakowem). Jak mówi kierownik zakładu Mieszko Zawila, nowe okulary dostosowane są do pracy wewnątrz budynków i mają większy wyświetlacz - z pewnością są bardziej użyteczne. W porównaniu do poprzedniego modelu okulary posiadają transparentny display, co umożliwia użytkowanie bez zasłaniania obiektów przed wzrokiem użytkownika. Powstaje overlay danych na rzeczywistym świecie. To daje zupełnie nowe zastosowania w połączeniu z AR opisanym powyżej – poczynając od diagnostyki instalacji, poprzez wspomaganie akcji remontowych, a kończąc na zapisie każdej operacji w postaci filmu



# Linie technologiczne do produkcji kruszyw

Jednymi z podstawowych materiałów, bez których nie może obejść się współczesne budownictwo, są różnego rodzaju kruszywa. Znajdują one zastosowanie przede wszystkim do produkcji zapraw i betonów oraz jako podkład pod nawierzchnie drogowy. Wykorzystuje się je również do tworzenia warstw filtracyjnych.

dr inż. Marcin Bieńkowski

## KRUSZYWA NATURALNE

W gospodarce najczęściej wykorzystywanymi kruszywami są kruszywa naturalne. Kruszywa wykorzystywane w budownictwie poddaje się zwykle procesowi uszlachetnienia. Proces ten polega na ich przesiewaniu i płukaniu. Dzięki temu można z nich usunąć wszystkie zanieczyszczenia pyliste, a więc znajdujące się w nich ziarna (frakcje) przechodzące przez sito o rozmiarze 0,063 mm, których występowanie może niekorzystnie wpływać na właściwości kruszywa.

Najczęściej kruszywa naturalne uzyskuje się, wydobywając je metodą odkrywkową w kopalniach żwiru, piasku lub w kamieniołomach, gdzie litą skałę poddaje się procesowi łamania i kruszenia, a także wydobywa się je z dna rzek czy jezior. W zależności od surowca skalnego i od sposobu produkowania kruszywa naturalne dzieli się na:

- kruszywa naturalne niekruszone (piaski, żwiry, pospółki i otaczaki);
- kruszywa naturalne kruszone;
- kruszywa łamane zwykłe;
- kruszywa łamane granulowane.

Proces kruszenia polega na doprowadzeniu luźnego naturalnego niekruszonego surowca mineralnego, zazwyczaj pochodzenia żwirowego, którego ziarna są większe niż ok. 50 mm, do wymaganej ziarnistości bądź też do odpowiedniego składu granulometrycznego. Ze względu na wielkość ziaren kruszenie dzieli się na: grube, średnie i drobne, a przeprowadza się je w maszy-

nach nazywanymi kruszarkami. W procesie kruszenia, pod wpływem siły kruszącej, następuje rozpad kruszonego materiału na mniejsze kawałki. Kruszywa naturalne kruszone charakteryzują się ziarnami ostrokrawędziastymi o powierzchniach szorstkich.

Kruszywa łamane otrzymuje się na drodze mechanicznego rozdrobnienia skał. Proces łamania kruszywa polega na co najmniej jednokrotnym przekruszeniu litej skały bądź powstałego z niej w poprzednich procesach technologicznych luźnego surowca mineralnego, a następnie, gdy zachodzi taka potrzeba, posortowaniu go na frakcje.

Łamanie od kruszenia różni się nie tylko rodzajem i pochodzeniem rozdrabnianego materiału, ale również sposobem przyłożenia siły rozdrabniającej w kruszarce, która w efekcie po przełamaniu i pęknięciu ziarna daje nieco inną strukturę krawędzi i powierzchni rozdrobnionego materiału. Złoża kruszyw łamanych stanowią lite skały magmowe lub osadowe. Eksploatuje się głównie bazalt, granit, melafir, dolomit, wapień, kwarcyt, a także porfir, diabaz i marmur. Eksploatacja złoża polega na uzyskaniu surowca poprzez strzały górnicze, następnie jego łamanie w kruszarkach i sortowanie.

Kruszywo łamane zwykłe to kruszywo, które zostało poddane procesowi jedno- lub co najwyżej dwukrotnego łamania. Charakteryzuje się ono ziarnami ostrokrawędziastymi o nieforemnych kształtach. Z kolei

kruszywa łamane granulowane to kruszywa zwykle łamane, poddane dodatkowemu uszlachetnieniu, charakteryzujące się stopionymi krawędziami i narożami.

Podstawowym parametrem dotyczącym kruszyw jest jego uziarnienie, określające rozkład wymiarów ziaren wchodzących w skład kruszywa. W zależności od uziarnienia kruszywo dzieli się na trzy rodzaje: drobne (o ziarnach do 4 mm), grube (4–36 mm) oraz bardzo grube (63–250 mm). Rozróżnia się jeszcze wspomniane wyżej kruszywa o uziarnieniu ciągłym, będące mieszanką kruszyw grubych i drobnych.

## KRUSZYWA SZTUCZNE

Kruszywa sztuczne mogą być pochodzenia mineralnego, organicznego lub są pozyskiwane na drodze recyklingu. Ze względu na rodzaj surowca użytego do ich produkcji i metodę ich uzyskiwania kruszywa te dzieli się na pięć rodzajów:

- kruszywa z surowców mineralnych poddawanych obróbce termicznej (np. keramzyt czy glinoporyt);
- kruszywa z odpadów przemysłowych poddawanych obróbce termicznej (np. gralit, łupkoporyt, popiołoporyt, pumeks hutniczy oraz żużel granulowany);
- kruszywa z recyklingu pochodzenia mineralnego, uzyskiwane w wyniku przeróbki nieorganicznych materiałów, uprzednio stosowanych w budownictwie;
- kruszywa z odpadów przemysłowych niepoddawanych dodatkowej obróbce (np. elporyt, łupkoporyt ze zwałów, żużel wielkopiecowy, żużel paleniskowy oraz popiół lotny);
- kruszywa organiczne produkowane z tworzyw sztucznych.

W Polsce najczęściej używane są kruszywa sztuczne, takie jak [3]:

- keramzyt – sztuczne kruszywo lekkie, występujące w postaci nieregularnych granulek o brunatnej barwie, uzyskiwane poprzez wypalenie surowców ilastych, które pęcznią w wysokich temperaturach, stosowane w materiałach budowlanych z betonów lekkich i do ocieplania ścian i stropów;
- łupkoporyt - kruszywo sztuczne wytwarzane przez spiekanie łupków przywęglowych i przekruszenie spieku. Łupkoporyt ze zwałów pozyskuje się poprzez rozdrob-

FRAKCJA	KRUSZYWO NATURALNE NIEKRUSZONE			KRUSZYWO NATURALNE KRUSZONE	
0–2 mm	Piasek zwykły	żwir	pospółka	Mieszanka kruszywa naturalnego	Piasek kruszony
2–4 mm	Grys z otoczków				Mieszanka z otoczków
4–8 mm					
6–16 mm					
16–31,5 mm					
31,5–63 mm	otoczek			–	
63–250 mm	otoczek			–	

TAB. 1

Podział kruszyw naturalnych na grupy i podgrupy [1,2]

FRAKCJA	KRUSZYWO ŁAMANE ZWYKŁE		KRUSZYWO ŁAMANE GRANULOWANE	
0–2 mm	miał	Kruszywo niesortowane	Piasek kruszony	Mieszanka kruszywa łamanego
2–4 mm			Grys	
4–8 mm	kliniec			
6–16 mm				
16–31,5 mm				
31,5–63 mm	tłuczeń	–		
63–250 mm	Kamień łamany		–	

TAB. 2

Podział kruszyw łamanych na grupy i podgrupy [1,2]

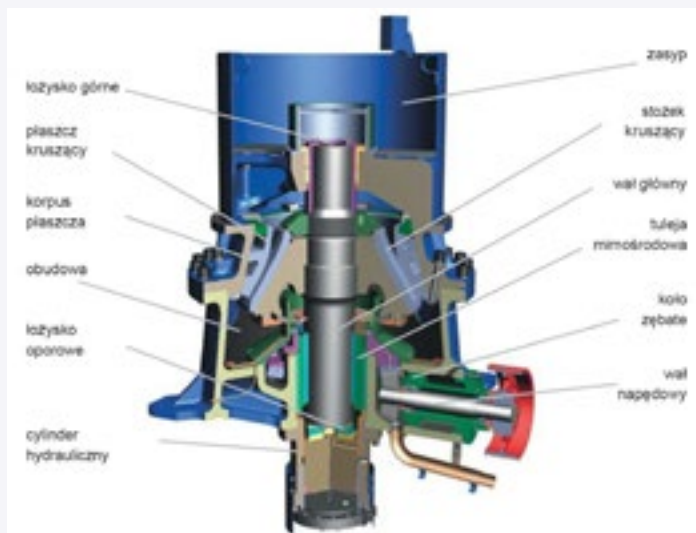


RYS. 1  
Kruszarka bijakowa Horizontal Shaft Impactors (HSI) – przekrój



RYS. 2  
Kruszarka uderzeniowa z wałem pionowym nazywana kubizem VSI (Vertical Shaft Impact) Barmac seria B [ZŹRÓDŁO: Metso]

- nienie łupków przywęglowych samoczynnie przepalonych w zwałach;
- pumeks hutniczy – uzyskuje się z płynnego żużla wielkopieczowego przez szybkie studzenie wodą;
- kruszywo z żużła paleniskowego – uzyskuje się je poprzez odsianie z żużła paleniskowego popiołu, a następnie rozdrobnienie i rozsiewanie na frakcje pozostających spieków;
- popiół lotny – powstaje w stanie zawieszenia przy spalaniu zmielonego węgla kamiennego w paleniskach elektrowni. Następnie wychwytyuje się go z gazów spalinowych przy pomocy elektrofiltrów;
- kruszywa sztuczne z żużła stalowniczego do nawierzchni drogowych – uzyskuje się je poprzez rozdrobnienie i rozsianie na frakcje żużła stalowniczego, pozyskanego jako produkt uboczny w procesach wytopu stali;
- żużel granulowany – składa się z krzemianów i glinokrzemianów z domieszkami związków magnezu, żelaza, siarki i manganu. Granulki otrzymuje się poprzez szybkie studzenie ze stanu płynnego;
- glinoporyt – uzyskuje się przez spieczenie surowców ilastych i rozkruszenie spieku;
- węglanoporyt – uzyskuje się przez kruszenie skał wapiennych lekkich.




RYS. 3  
Budowa kruszarki stożkowej KDC 3 3 firmy PSP Engineering [ZŹRÓDŁO: PSP Engineering]

### TECHNOLOGIA KRUSZYW

Dwoma podstawowymi typami urządzeń wykorzystywanych w liniach produkcyjnych kruszyw są kruszarki i przesiewacze. Kruszarka to maszyna służąca do rozdrabniania surowca nazywanego też nadawą. W wyniku kruszenia uzyskujemy produkt o zadanej ziarnistości. Podstawowy podział kruszarek obejmuje kruszarki szczękowe (w tym z dolnym i górnym zawieszeniem szczęki ruchomej), kruszarki stożkowe (z podziałem na kruszarki o stożkach przeciwbieżnych, współbieżnych oraz z wałem nieruchomym), kruszarki walcowe, a także kruszarki uderzeniowe. W tej ostatniej grupie wyróżnić należy kruszarki młotkowe, bijakowe, czyli udarowe, oraz kruszarki z wałem pionowym nazywane też kubizemami (TAB 3).





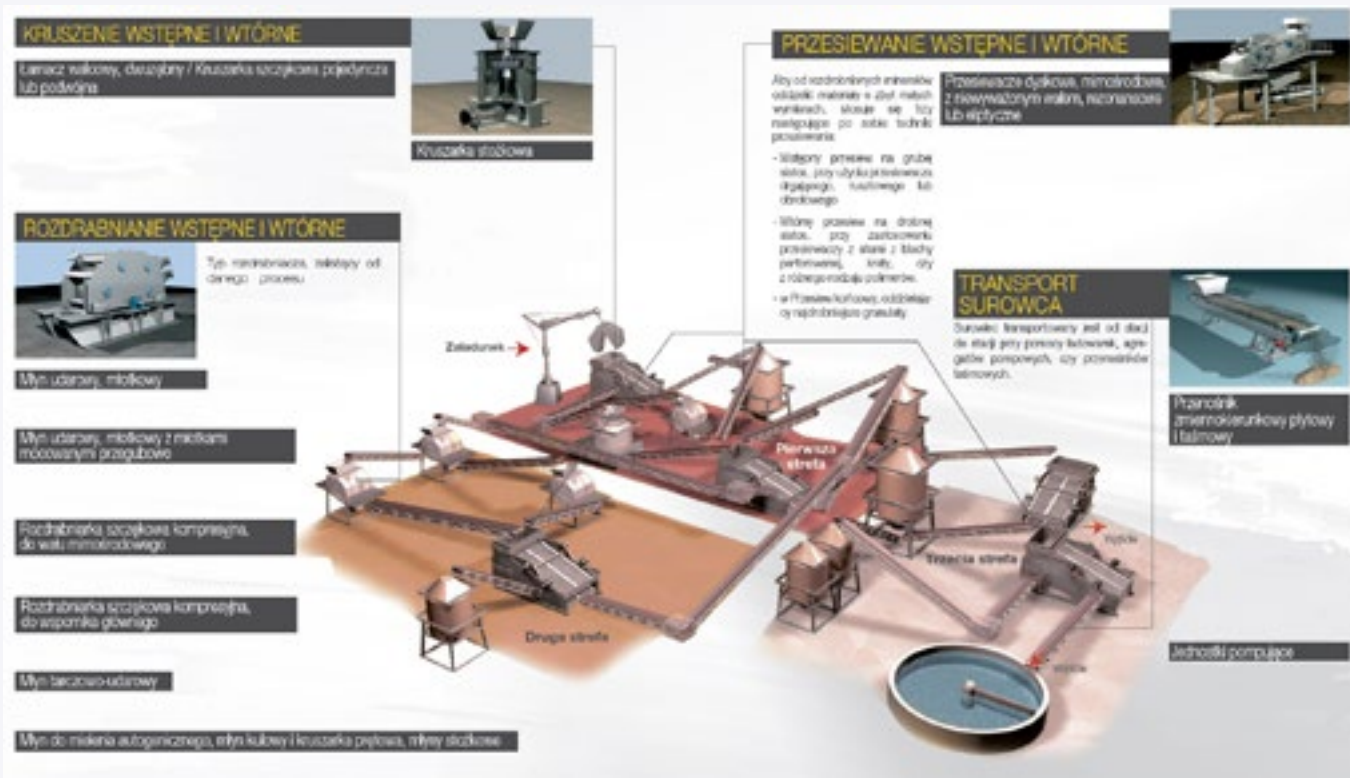
**WAKRO**  
CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE

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

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

**INNOWACJA  
JAKOŚĆ  
PRECYZJA**

Laboratorium Materiałów Sypkich i Procesów Spawalniczych



RYS. 4 Schemat produkcji kruszywa i wykorzystywane w tym procesie maszyny [ZRODŁO: NTN-SNR]

Najstarszym typem kruszarek są kruszarki szczękowe. Służą one do rozdrabniania materiałów twardych i średniotwardych (jak np. bazalt, granit, rudy metali, kwarc, stłuczka szklana, wapień, piaskowiec, klinkier cementowy itp.). Materiały te nie mogą jednak posiadać zanieczyszczeń ilastogliniastych więcej niż 5% oraz wilgotności większej niż 10%. W kruszarkach szczękowych rozdrabnianie surowca wchodzącego w skład nadawy następuje poprzez zgniatanie, ścinanie i zginanie brył między szczęką stałą a ruchomą. Ze względu na rozwiązanie napędu szczęki ruchomej wyróżnia się dwa typy kruszarek szczękowych: dwurozporowe, w których szczęka ruchoma jest zamocowana na stałej osi i wykonuje ruch prosty wokół stałej osi, oraz jednorozporowe, gdzie szczęka ruchoma osadzana jest bezpośrednio na wale mimośrodowym i wykonuje ruch złożony eliptyczny [4].

Z kolei w kruszarkach stożkowych materiał nadawy kruszony jest za sprawą sił powstających pomiędzy stałą stożkową obudową (tzw. zewnętrznym stożkiem stałym) a mimośrodowo poruszającym się stożkiem wewnętrznym. Urządzenia te występują w wersji jednopodporowej i dwupodporowej. Istnieją też modele, gdzie stożek zewnętrzny jest ruchomy. Wówczas mówimy o kruszarkach stożkowych płaszczyznowych. Kruszarki stożkowe przeznaczone są do rozdrabniania materiałów twardych i średniotwardych. Kruszarki stożkowe idealnie nadają się do drobnego kruszenia i przygotowania materiałów do budowy dróg czy nasypów kolejowych. Nie stosuje się ich natomiast do rozdrabniania materiałów miękkich, lepkich i wilgotnych. Kruszarki te charakteryzują się najniższym stopniem zużycia w wypadku obróbki materiału o właściwościach ściernych [4].

W kruszarkach walcowych materiał jest rozdrabniany pomiędzy przeciwbieżnie obraca-

jącymi się walcami – najczęściej dwoma, choć spotyka się maszyny z większą liczbą walców. Powierzchnie walców mogą być zarówno gładkie, jak i wyposażone w grzebienie kruszące. Kruszarki te wykorzystuje się głównie do kruszenia żużla, węgla, mąta, materiałów z kotłów w elektrowniach i ciepłowniach.

Ostatnią grupę maszyn stanowią kruszarki uderzeniowe. Korzysta się z nich we wszystkich stadiach kruszenia najtwardszych materiałów o niewielkiej ścierności, takich jak: bazalt, doloomit, wapień czy granit. Rozdrabnianie materiału następuje tutaj za sprawą uderzeń wirującymi elementami roboczymi i odbić od nieruchomego korpusu maszyny. W zależności od elementów ruchomych mówimy o kruszarkach młotkowych lub bijakowych.

W zakładach przeróbki surowców skalnych najczęściej używa się kruszarek szczękowych, stożkowych, młotkowych lub udarowych (odrzutowych) z wałem pozio-

RODZAJE KRUSZAREK (PODZIAŁ ZE WZGLĘDU NA BUDOWĘ I TYP)		PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA
szczękowe	Jednorozporowe, dwurozporowe, granulatory szczękowe, granulatory kombinowane (np. czekowo-walcowa)	Surowce skalne średnio-twarde, twarde, rudy, żużel hutniczy, gruz budowlany, węgiel, odpady komunalne, klinkier cementowy
stożkowe	Z wałem podwieszonym lub wspartym, żyrator, granulator stożkowy	Surowce skalne miękkie, średnio-twarde, twarde, klinkier cementowy, rudy, żużel hutniczy, odpady komunalne, gruz budowlany
wirnikowe udarowe młotkowe	Młotkowe jedno i dwuwirnikowe, młyny młotkowe, kombinowane (młotkowo-udarowe, młotkowe z walcem)	Surowce skalne miękkie, średnio-twarde, twarde, węgiel, rudy, żużel hutniczy, odpady komunalne, gruz budowlany, żwir
wirnikowe udarowe listwowe	Z wałem poziomym, z wałem pionowym, młyny udarowe	Gruz budowlany, żwir, kamień miękki, średnio-twardy, twarde, rudy, żużel hutniczy, węgiel, klinkier cementowy, odpady komunalne
walcowe	Jednowalcowe, dwuwalcowe, kombinowane (walcowo-udarowe, walcowo-młotkowe) z walcami gładkimi lub uzębionymi	Surowce skalne miękkie, średnio-twarde, rudy, miękkie popioły, żużel hutniczy, gruz budowlany, surowce ilaste, węgiel, odpady komunalne, klinkier cementowy,
prasy walcowe wysokociśnieniowe	Z okładzinami walców	Rudy, klinkier cementowy, surowce węglanowe

TAB. 3 Podział maszyn do kruszenia oraz przykłady ich zastosowania [4]



FOT. 1

Przesiewacz bębnowy Pronar

mym lub pionowym. Na wstępnych stopniach kruszenia pracują najczęściej kruszarki szczękowe lub stożkowe. W cementowniach z kolei najczęściej stosowane są kruszarki młotkowe. Na wtórnych stopniach kruszenia zwykle pracują kruszarki stożkowe i kruszarki udarowe.

## PRZESIEWACZE

Kolejnymi, istotnymi z punktu widzenia uzyskiwania wyrobu maszynami na linii produkcji kruszyw są przesiewacze. Urządzenia te rozdzielają rozdrobniony surowiec na frakcje. W praktyce stosuje się dwa rodzaje przesiewaczy – wibracyjne i bębnowe. Wielkość otworu w powierzchniach przesiewających (rzeszota, sita) wynosi zazwyczaj od 2 do 200 mm, a przesiewacze charakteryzują się dwoma lub czterema pokładami przesiewania, na których odbiera się oddzielone frakcje.

W przesiewaczach wibracyjnych sprężystość podparte rzeszoto przesiewacza wykonuje swobodny ruch drgający o trajektorii kołowej, eliptycznej lub liniowej, której typ oraz amplituda, a także kąt nachylenia dobierany jest w sposób indywidualny do danej aplikacji. Napęd stanowi wał lub wały o masach niewyważonych, łożyskowane w ścianach rzeszota, połączone przez sprzęgło elastyczne z silnikiem elektrycznym. Przesiewacze mogą być wyposażone w pokłady: rusztowe, z blachy perforowanej, plecione, harfowe, strunowe, poliuretanowe i gumowe. Pokłady, co oczywiste, również dobierane są, podobnie jak parametry ruchu oraz rodzaje sit, do konkretnego procesu technologicznego [4].

Przesiewacze bębnowe z kolei, zwane czasem sitami obrotowymi, to bardzo proste i tanie maszyny służące przede wszystkim do przesiewania materiałów sypkich, takich jak ziemia, żwir, piasek czy węgiel. Sito stanowi tu jednocześnie element konstrukcyjny ścianek bębna, który obracając się rozdziela frakcje. Długość montowanych sit na bębnie może dochodzić nawet do kilku metrów, co w znaczący sposób zwiększa powierzchnię rozdzielającą frakcje. Do wywołania ruchu obrotowego bębna używa się tradycyjnych układów napędowych, złożonych z silnika elektrycznego, przekładni zębatej oraz napędu łańcuchowego lub zębatego [3].

Do największych wad przesiewaczy bębnowych zaliczyć należy niskie wydajności jednostkowe oraz duże opory tarcia. Pojawiają się też problemy związane z blokowaniem się otworów sitowych. Wady te spowodowały, że przesiewacze bębnowe w przemyśle kruszyw używane są rzadko, tam gdzie ze względów technologicznych nie można użyć przesiewaczy wibracyjnych.

## BADANIA KRUSZYW I ICH TRANSPORT

Oprócz samego procesu technologicznego pozyskiwania i produkcji kruszywa istotna jest kontrola jakości produktu. Badanie składu ziar-

nowego kruszywa sprowadza się przede wszystkim do analizy sitowej na mokrą wg PN-EN 933-1:2012, które jest podstawowym badaniem kruszywa pozwalającym wstępnie zakwalifikować materiał do poszczególnych zastosowań technologicznych. Jak wiadomo, analiza sitowa polega na rozdzieleniu badanego materiału na frakcje zawierające ziarna o różnej wielkości, poprzez przesiewanie przez zestaw sit [5].

Kolejnym standardowym badaniem jest oznaczenie zawartości pyłów mineralnych w kruszywie. Ze względu na dużą powierzchnię adsorpcyjną oraz zdolność do pęcznienia w przypadku cząstek ilastych, określenie zawartości pyłów mineralnych ma kluczowe znaczenie w technologii betonu, gdzie ich zawartość nie powinna przekraczać 3%, a w niektórych przypadkach 1%. W drogownictwie, z uwagi na lepszą zagęszczalność materiału, dopuszcza się znacznie wyższe zawartości pyłów, zwykle do 10% [6].

Z kolei badanie kształtu ziaren wykonywane jest przy pomocy suwmiarki Schultza wg normy PN-EN 933-4:2000. Norma określa metodę oznaczania wskaźnika kształtu ziarna w kruszywach grubych i ma zastosowanie w przypadku kruszywa naturalnego i sztucznego.

Jeśli chodzi o transport kruszyw na linii produkcyjnej, to wykonywany jest on przede wszystkim za pomocą przenośników taśmowych. Urządzenia te, wraz z wagami i systemami pakowania oraz dozowania, stanowią oddzielny element linii technologicznej. Z tego względu urządzenia te omówimy szerzej w oddzielnym artykule. ■

### LITERATURA:

- [1] PN-EN 12620+A1:2010 Kruszywa do betonu.
- [2] PN-EN 13043 Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwardzeń stosowanych na drogach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.
- [3] Materiały ze strony [www.ekoprod.pl](http://www.ekoprod.pl).
- [4] Gawenda T. Problematyka doboru maszyn kruszących w instalacjach produkcji kruszyw mineralnych. Górnictwo i Geoinżynieria, Rok 34, Zeszyt 4, 2010.
- [5] PN-EN 933-1:2012 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 1: Oznaczenie składu ziarnowego – Metoda przesiewania.
- [6] Materiały firmy Betotest.
- [7] PN-EN 933-4:2008 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczenie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu.



H-Type® Segmented-Blade-Precleaner



SR™ Belt Fastening System

**At Flexco, we take your system's productivity as seriously as you do.**

Our industry experts will help you address potential challenges before they become serious issues.

Flexco Europe GmbH  
Maybachstrasse 9  
D-72348 Rosenfeld

Tel.: +49/7428-94060  
Fax: +49/7428-9406260  
[europa@flexco.com](mailto:europa@flexco.com)



Partners in Productivity

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

# Transport silosowy na skalę europejską

O bezproblemowym przewozie materiałów sypkich w dobie pandemii opowiada Grzegorz Ruta, dyrektor handlowy w firmie Ruta Transport z Mińska Mazowieckiego, w rozmowie z Adamem Krzyżowskim



## GRZEGORZ RUTA:

Cementowozy stanowią we flocie Ruta Transport 50% zestawów drogowych. Wykorzystywane są przede wszystkim w ramach stałej współpracy z producentami cementu i wapna

**Adam Krzyżowski: Panie Dyrektorze, Ruta Transport jest firmą z długoletnią tradycją na polskim rynku specjalistycznego transportu drogowego. Jak radziła sobie firma w ciągu ostatniego, tak trudnego dla wielu branż roku?**

**Grzegorz Ruta:** Mimo wyzwań, jakie przed wszystkimi stawia pandemia koronawirusa, nasze ciężarówki nadal pokonują miliony kilometrów po drogach Europy. Regularnie monitorujemy rynek i staramy się dostosować do obecnych warunków funkcjonowania przewozów drogowych. Wolumen naszych obrotów wzrósł, zyskujemy nowych klientów, a ci, z którymi rozpoczęliśmy współpracę przed pandemią, przekonali się o naszej niezawodności i profesjonalizmie. Nie przewidujemy pogorszenia pozycji rynkowej, a w pandemii upatrujemy nawet szansę na dalszy rozwój.

**A.K.: Co wpłynęło na to, że w przyszłość patrzycie z optymizmem?**

**G.R.:** Na tę pewność jutra wpływ ma wiele czynników. Ruta Sp. J. jest firmą rodzinną, którą założył w 1987 r. Wojciecha Ruta. Dziś zarządzają nią dwa pokolenia. Ponad 30-letnia obecność na rynku pozwoliła na doskonałe poznanie specyfiki naszej branży. Jesteśmy jedną z największych firm transportowych w Polsce oraz jednym z liderów rynku w Europie Środkowo-Wschodniej. Specjalizujemy się w krajowym oraz międzynarodowym transporcie drogowym w naczepach typu silos. Transportujemy luzem sypkie materiały budowlane, materiały pochodzenia mineralnego oraz neutralne materiały chemiczne. Posiadamy także



FOT.: RUTA SP.J.

certyfiikat GMP+ B4, który uprawnia do transportu pasz i ich składników. Firma dysponuje obecnie flotą liczącą 160 zestawów drogowych. W ich skład wchodzi ciągniki siodłowe marki Scania wyposażone w kompresory do rozładunku, w nowoczesny system telematyczny i spełniające normy emisji spalin Euro 5 i Euro 6 oraz naczepy silosowe marki Spitzer Silo-Fahrzeugwerke.

Dzięki bogatemu zapleczu technicznemu, które gwarantuje gotowość naszych pojazdów do natychmiastowej realizacji usług transportowych, a do którego oprócz taboru zaliczyć należy własne centrum transportowe, serwis pojazdów ciężarowych, autoryzowany serwis naczep Spitzer oraz myjnię, realizujemy zlecenia dla ponad 70 stałych klientów w Polsce i Europie. Ruta Transport zatrudnia dziś 240 pracowników, a wraz z rozwojem firmy pracę znajdują u nas kolejni specjaliści.

Ciągłe się doskonalimy, poszerzamy paletę oferowanych usług i wierzymy w zrównoważony rozwój. Priorytetem jest dla nas polityka jakości. Reagujemy na coraz większe wymagania rynku i dopasowujemy się do oczekiwań klientów. Nasi partnerzy w biznesie potwierdzają niezawodność firmy Ruta. Jednocześnie nasz potencjał transportowy wykorzystujemy w sposób optymalny.

Te wszystkie elementy wpływają na naszą stabilną pozycję silnego gracza w transporcie silosowym. Na zmieniającą się sytuację na rynku patrzymy jednak zarówno z optymizmem, jak i z pokorą. Staramy się wyciągać wnioski. Jednym z nich jest ten, że w przyszłości na pewno będziemy musieli zweryfikować naszą strategię

zarządzania, m.in. poprzez opracowanie planu kryzysowego i wzmocnienie zaplecza finansowego.

**A.K.: Sto sześćdziesiąt zestawów drogowych to pokaźna liczba. Jakie elementy wchodzi w ich skład?**

**G.R.:** Ruta Transport dysponuje silosami leżącymi, tzw. dolnozypami, o pojemności 34 m<sup>3</sup> i 37 m<sup>3</sup> oraz podnoszonymi (kiprowanymi) o pojemności 45 m<sup>3</sup> i 60 m<sup>3</sup>. Jeżeli nie ogranicza nas gęstość nasypowa, to w silosach leżących transportujemy jednorazowo ładunki o wadze do 28 t, a w silosach podnoszonych – 26 t (w tych o pojemności 45 m<sup>3</sup>) i 25 t (w tych, które mają 60 m<sup>3</sup>). Różne pojemności i konfiguracje naczep są stosowane w zależności od potrzeb, specyfiki danego materiału i branży, do której jest dostarczany. Generalnie obowiązuje zasada: im wyższa gęstość nasypowa materiału, tym lepiej do jego transportu sprawdza się silos o mniejszej pojemności.

Zróżnicowane pojemności naczep umożliwiają firmie oferowanie rozwiązań dopasowanych do indywidualnych potrzeb klientów. W silosach podnoszonych firma transportuje neutralne materiały chemiczne, paszowe i specjalistyczne materiały budowlane. Silosy leżące zaś przystosowane są do przewożenia materiałów o wysokiej gęstości nasypowej i przeznaczone są do takich materiałów, jak cement, wapno czy popioły lotne. Cementowozy stanowią we flocie Ruta Transport 50% zestawów drogowych. Wykorzystywane są przede wszystkim w ramach stałej współpracy z producentami cementu i wapna, głównie na terenie Polski, ale jeżdżą







## ***SKRACAMY DYSTANS***

Transport drogowy sypkich materiałów budowlanych, chemicznych i paszowych w naczepach silosowych

Grzegorz Ruta | Dyrektor Handlowy  
e-mail: [g.ruta@ruta-transport.pl](mailto:g.ruta@ruta-transport.pl)  
tel.: (+48) 25 759 34 88

[www.ruta-transport.pl](http://www.ruta-transport.pl)



FOT.: RUTA SP.J.

również po drogach Czech, Słowacji, Niemiec i Litwy. Cement i popiół lotny są wobec siebie neutralne, dlatego przed załadunkiem jednego gatunku materiału, przykładowo cementu, wystarczy, że naczepa zostanie dokładnie opróżniona z resztek transportowanego wcześniej np. popiołu lotnego. W takich sytuacjach naczepy nie wymagają specjalistycznego mycia. Inaczej dzieje się z naczepami przewożącymi wapno – one są przeznaczone wyłącznie do tego produktu.

**A.K.: W jaki sposób ta specyfika oferowanej formy transportu wyróżnia firmę Ruta na tle konkurencji?**

**G.R.:** Z innymi firmami w branży konkurujemy przede wszystkim dzięki wspomnianej różnorodności naczep i szerokiej ofercie transportu specjalistycznego, kierowanej do różnych branż na rynku krajowym i międzynarodowym. Wyróżnia nas też konsekwentnie prowadzona polityka jakości oraz wartości, którymi kierujemy się w codziennej pracy: profesjonalizm, partnerstwo, komunikacja, zaangażowanie i odpowiedzialność. Jednak najważniejszą wartością w firmie Ruta Transport są ludzie. Nasi pracownicy posiadają specjalistyczną wiedzę branżową, a my zachęcamy ich do podnoszenia kwalifikacji i oferujemy przyjazne miejsca pracy. Kierowcom – najważniejszemu ogniwo wydajnego transportu – gwarantujemy stabilne zatrudnienie. Dlatego nawet w trudnych czasach pandemii nie brakowało nam pracowników.

**A.K.: Jakie obecnie tendencje zauważa Pan na rynku?**

**G.R.:** Na rynku obserwuje się wzrost zainteresowania transportem materiałów

luzem, gdyż jeśli uwzględni się wszystkie koszty poszczególnych elementów łańcucha dostaw, jest on bardziej ekonomiczny. Wpływ na to ma wiele czynników. Wśród nich należy wymienić szybki załadunek i rozładunek bez udziału pracowników z ramienia producenta i odbiorcy. Automatyzacja produkcji sprawia, że materiał jest przekazywany bezpośrednio z silosu stacjonarnego, co zdecydowanie skraca czas trwania całego procesu. Nie bez znaczenia pozostają niskie koszty magazynowania, ponieważ wysokie silosy o dużej pojemności zajmują nawet o 30% mniej miejsca w porównaniu z klasycznym poziomym magazynem na big-bagi, a stany magazynowe mogą być kontrolowane elektronicznie. Transport z wykorzystaniem silosów zapewnia przewożonemu materiałowi stabilną jakość (ochronę przed zawilgoceniem) i eliminuje problem utylizacji opakowań: worków, palet i folii, których koszt rośnie z roku na rok.

W ostatnich latach w Polsce zaobserwaliśmy przede wszystkim wzrost zapotrzebowania na przewóz cementu luzem. Wiąże się to z rosnącą liczbą inwestycji budowlanych. Największym problemem w tej branży jest jednak sezonowość dostaw, gdyż rynek budowlany jest mocno uzależniony od warunków atmosferycznych. Dla efektywnego funkcjonowania firm transportujących cement luzem istotna jest także pojemność magazynowa klientów oraz elastyczne godziny przyjmowania dostaw.

**A.K.: Wspomniał Pan, w których krajach Ruta Transport przewozi cement oraz wapno. Jakie materiały transportujecie w pozostałych państwach Europy? Jak**

**na mapie Europy kształtuje się struktura klientów firmy?**

**G.R.:** Różnorodność materiałów, branż i rynków jest ogromna. Najwięcej zleceń realizujemy w krajach ościennych (w Niemczech, Czechach, na Słowacji), lecz również z powodzeniem radzimy sobie w Holandii, Belgii, Austrii, na Węgrzech, w Słowenii czy we Włoszech. Dostarczamy wszystkie możliwe surowce w postaci sypkiej do produkcji chemii budowlanej (cementy, piaski, kruszywa, gips, anhydryt) – sektor zajmujący się tym jest największym odbiorcą naszych usług. Również duża część transportowanych materiałów to materiały pochodzenia mineralnego stosowane w innych branżach, wśród nich wypełniacze węglanowe w branży produkcji farb, piaski kwarcowe i bentonity w odlewnictwie czy dodatki mineralne do produkcji pasz. Dodatkowo transportujemy różne typy skrobi stosowane w branży papierniczej oraz granulaty plastikowe.

**A.K.: Czy może Pan podzielić się planami spółki Ruta na przyszłość?**

**G.R.:** Na pewno będziemy umacniać naszą pozycję na rynku drogowego transportu materiałów pochodzenia mineralnego w naczepach typu silos w Europie Środkowo-Wschodniej. Przygotowujemy się także do wdrożenia pakietu mobilności, który wchodzi w życie w 2022 r. Liczymy na to, że rozwiązania telematyczne, stabilność zatrudnienia i dobra struktura klientów pozwolą nam dopasować się do nowej sytuacji rynkowej i do nowych regulacji prawnych w Unii Europejskiej.

**A.K.:** Dziękuję za rozmowę.



# NOWY MoveMaster BEx

## Przenośnik taśmowy do paliw alternatywnych

- » Różnorodność materiałów
- » Pyłoszczelna i modułowa konstrukcja
- » Samoczyszczący
- » Wysoka wydajność - aż do 390 m<sup>3</sup>/h



# Płyty i sita poliuretanowe z oferty Kueper Polska

Krystian Foik

**Kueper Polska Sp. z o.o. dzięki wieloletnim tradycjom zaczerpniętym od macierzystej firmy Küper GmbH & Co. KG od 11 lat buduje swoją pozycję na polskim rynku, przekonując klientów do zakupu produktów klasy PREMIUM.**

Jednym z polecanych produktów z oferty Kueper Polska są płyty poliuretanowe szeroko stosowane w przeróbce kruszyw jako materiał najlepiej chroniący przed ścieraniem. Burty przesiewaczy, zsypy czy inne miejsca narażone na uszkodzenia i wycieranie to główne miejsca zastosowania. Dzięki o wiele lepszej odporności od gumy – nie tylko na ścieranie, ale też na warunki atmosferyczne (praca na mokro) – poliuretan świetnie się tu sprawdza. Przy tym jest o wiele łatwiejszy do stosowania i obróbki niż płyty z często używanych trudnościernych stali. Innym miejscem zastosowania – zwłaszcza cieńszych płyt – są wszelkiego rodzaju uszczelnienia czy osłony przed pyłem.

Istotne jest, żeby nie dobierać płyt poliuretanowych pod kątem niskiej ceny, ale kupić produkt wysokiej klasy, który spełni wymagania technologiczne i wytrzymałościowe.

Oferowane przez firmę Kueper płyty można uzyskać w zakresie twardości 50–95 Shore'A i grubości od 1 do 100 mm. Przy grubości do 12 mm w 90% wytwarzane są one w wirówkach, dzięki czemu wyeliminowane są wszelkie pęcherzyki powietrza, które mogą osłabiać strukturę płyty, powodując w efekcie jej pękanie lub rozwarstwienie. Cieńsze płyty natomiast są rozwarstwiane maszynowo, dlatego tylko Kueper



Polska może zaoferować dostosowaną do indywidualnych potrzeb klienta dokładność wykonania – z tolerancją grubości nawet do 0,1 mm i idealnie gładką powierzchnią płyty, co może być szczególnie ważne przy uszczelnieniach.

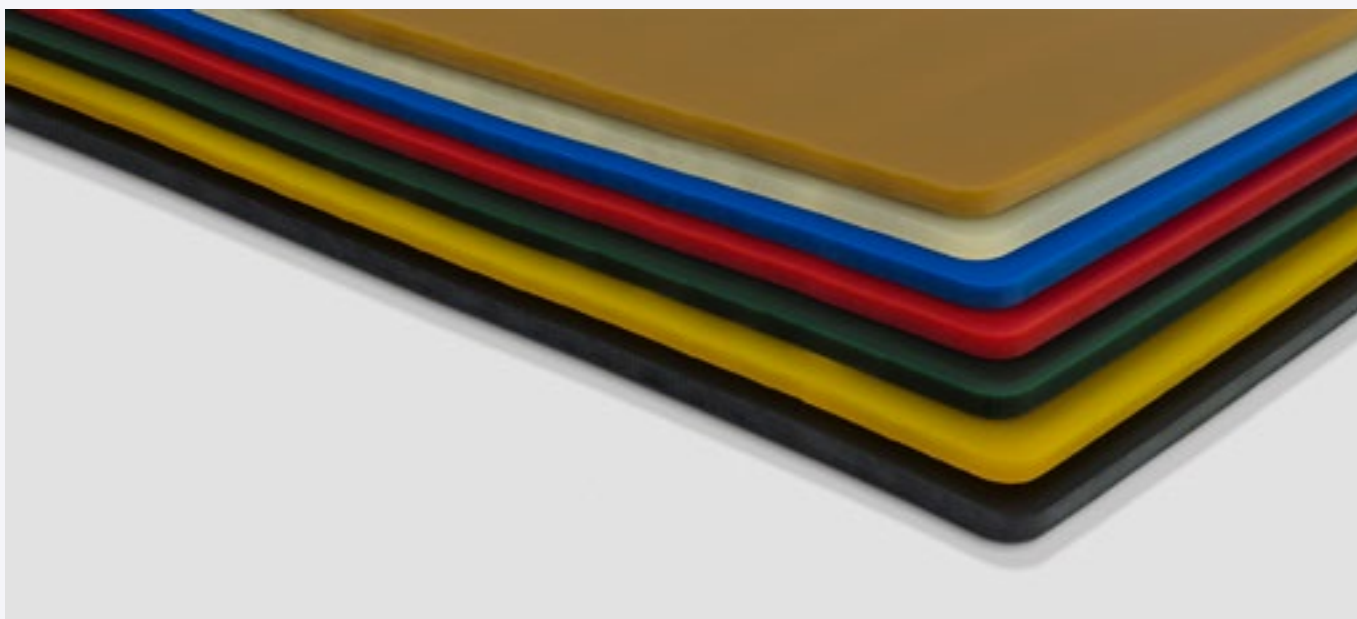
Firma Kueper Polska Sp. z o.o. jest także dystrybutorem sit poliuretanowych i gumowych, które znajdują szerokie zastosowanie w klasyfikacji kruszyw. Wysoka jakość sit tego producenta osiągnięta jest poprzez ciągłą inwestycję firmy w nowe rozwiązania techniczne na etapie produkcji w Niem-

zech. W celu zapewnienia maksymalnej trwałości sit, firma Küper starannie dobiera skład tworzyw pod kątem rodzaju sortowanego kruszywa oraz warunków eksploatacji. Dostarczane są sita o różnych twardościach, od 50–90 Shore'A, z poliuretanów GK-Soft i Küprene oraz gum Gigant i Clean we wszystkich popularnych systemach mocowania – a więc jako sita segmentowe (kołkowe, listwowe w systemach VARIA itp.), napinane czy płaskie.

Jako jedna z nielicznych firm Kueper Polska oferuje produkty z takiego poliuretanu, który jest odporny na mikroby, a to właśnie zasługa odpowiedniego składu mieszanki, który przez firmę Küper doskonalony był przez ponad 55 lat.

Najwyższa jakość sit, którą nie każdy producent może zapewnić, w połączeniu z szeroką ofertą oczek, szczelin, systemów montażu i akcesoriów (dysze natryskowe, listwy przyburtowe, klinowe i adaptacyjne, kulki doczyszczające oraz wiele innych), gwarantuje użytkownikowi, że otrzyma najlepszą możliwą efektywność odsiewania i doskonałą jakość kruszywa. Poza samymi sitami czy matami odwadniającymi spółka zapewnia pomoc i doradztwo w zakresie udoskonalenia technologii przesiewu. ■

[WWW.KUEPERPOLSKA.COM](http://WWW.KUEPERPOLSKA.COM)



## Przesiewacze LIWELL®



FOT. 1  
Przesiewacz LIWELL® typ LF 1.0-3.1510 ED-min

Przesiewacz LIWELL® LF jest najlepiej sprzedającym się urządzeniem przesiewającym LIWELL®. Jest przystosowany do trudnych materiałów i przekonuje do siebie poprzez różne wzornictwo i unikalne możliwości zastosowań. Dodatkowe zabezpieczenia przed kurzem i pyłem, różne podziały pól sitowych i ewentualne dodatkowe boczne uszczelnienia można indywidualnie dostosować do potrzeb klienta. Produkowany jest jako LF-ED (FOT. 1) – jednopokładowy- i LF-DD (FOT. 2) – dwupokładowy. Konstrukcja przesiewacza wyraźnie różni się od konwencjonalnych sortowników. Dwie skrzynie sitowe, umieszczone jedna w drugiej, poruszają się w przeciwnych kierunkach. Zewnętrzna

i wewnętrzna skrzynia składa się ze ścian bocznych połączonych ze sobą trawersami, do których przymocowane są maty sitowe. Trawersy wykonują ruch posuwisto-zwrotny, wskutek czego naprężają i rozluźniają zamocowane maty sitowe. Uzyskujemy podczas pracy urządzenia efekt trampoliny, tzw. *Flip-Flow*, dzięki temu sita nie ulegają zalepianiu i klinowaniu.

Rozstawy belek, do których mocowane są maty sitowe, to 210 lub 315 mm. Szerokość przesiewacza to odpowiednio: 1000, 1500, 2000, 2200, 2500 i 3000 mm oraz długość: 2520, 3780, 5040, 6300, 7560 i 8820 mm. Kąty nachylenia dla przesiewaczy jednopokładowych to 12-25 stopni (naturalne nachylenie to 23 stopnie), a dla przesiewaczy dwupokładowych – 18 stopni.



FOT. 2  
Przesiewacz LIWELL® typ KT

Jeżeliżarnowstępnejestwiększeod70mm, możemy zastosować przesiewacz typu KT (FOT. 3) – jako modele KT-EDS i KT-ED. Na górnym pokładzie używane są klasyczne modułowe sita poliuretanowe, a na dolnym – sita membranowe. Przesiewacz produkowany jest w szerokości: 1000, 1500, 2000 mm, długości: 4000, 5000, 6000, 7000 i 8000 mm. Rozstaw nośników poprzecznych wynosi 250 mm.



FOT. 3  
Przesiewacz LIWELL® typ LF DD

Na dzień dzisiejszy do produkcji sit używanych jest kilkanaście rodzajów materiału, z gumą włącznie. Do dyspozycji są oczka w wymiarach od 0,25 × 6 mm (minimalna szczelina) do 40 × 40 mm. Grubość membran wynosi: 2,3,4,5 (wyjątkowo 7) mm.

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

**KÜPER®**  
POLSKA

### Optymalne rozwiązania w zakresie przesiewania kruszyw.

- sita przemysłowe: gumowe, poliuretanowe, stalowe segmentowe, napinane, płaskie
- doradztwo i pomoc w doborze sit
- maty do odwadniaczy • płyty poliuretanowe • akcesoria przeróbki kruszyw: dysze natryskowe, kulki czyszczące sita, kołki montażowe, zgarniacze i inne
- sprężyny i części do przesiewaczy

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

Kueper Polska Sp. z o.o. tel. +48 604 176 065, 604 176 066, [info@kueperpolska.com](mailto:info@kueperpolska.com)



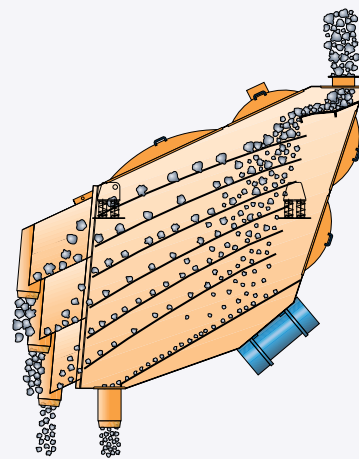
### Przesiewacz MSizer firmy Mogensen

MSizer to najpotężniejsze i najbardziej wszechstronne urządzenie przesiewające według zasady Sizer. Urządzenie łączy w sobie ekonomiczną i operacyjną efektywność, wykorzystując nową koncepcję pokładu sitowego o zmienionym kącie nachylenia sit. MSizer posiada od dwóch do sześciu pokładów sitowych charakteryzujących się prostą obsługą, dzięki systemowi szybkiej wymiany pokładu sitowego.

Pokłady sitowe MSizer oscylują liniowo w nowo zaprojektowanej, zwartej obudowie za pomocą silników wibracyjnych lub wzbudnic. Dzięki precyzyjnie dostosowanemu zakresowi drgań drobny materiał

z nadawy jest szybko przesiewany, prawie pionowo w dół, podczas gdy grube ziarna są skutecznie oddzielane ze strumienia materiału w dalszej części pokładu sitowego.

Zapychanie oczek sita jest skutecznie eliminowane przy znacznie zwiększonej przepustowości. W przeciwieństwie do konwencjonalnych płaskich przesiewaczy, rozmiary oczek MSizer są większe ze względu na użyte nachylenie sita, co sprzyja najwyższej jakości przesiewania. Zwiększony rozmiar oczek, w porównaniu z granicą rozdziału, przeciwdziała powstawaniu warstw materiału i zatykaniu, co z kolei prowadzi do znacznie wyższej przepustowości i żywotności siatki pokładu sitowego.



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

### Przesiewacz WSL (wibrujący liniowy)

Przesiewacz ten wyposażony jest w dwa komplety napędów wibracyjnych zamocowanych do specjalnej belki wbudowanej w rzeszoto. Obracające się przeciwbieżnie napędy nadają maszynie drgania o charakterystyce liniowej. Możliwa do uzyskania wysoka dynamika tych maszyn pozwala na ich zastosowanie do klasyfikacji materiałów w pełnym zakresie uziarnienia, w tym również bardzo drobnych frakcji

oraz surowców o dużej anizotropii. Charakterystyka drgań umożliwia również prowadzenie procesów odwadniania i odmulania.

#### Wybrane dane techniczne:

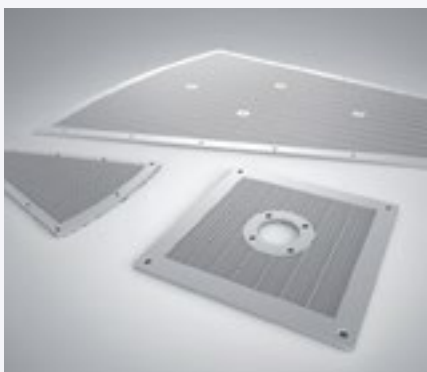
- przesiewacze 1-,2-,3-pokładowe;
- szerokość: 1,5÷2,4 m;
- długość: 3÷7 m;
- napędy produkcji HTS;
- sita: stalowe, poliuretanowe, rusztowe (grizzly), palcowe.



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

### Sita szczelinowe-zgrzewane

Sita szczelinowe powstają w wyniku zgrzewania drutów profilowych (typ Sb) i nośnych (typ Q). Produkty znajdują zastosowanie w procesach przesiewania, sortowania, odwadniania, filtrowania. Wyroby powstają przy użyciu najnowszych technologii, cechuje je najwyższa jakość. Wysoka precyzja wykonania, duża nośność oraz gładkość powierzchni pozwalają na skuteczne wykorzystywanie ich w przemyśle wydobyw-



czym (kopalnie węgla, kamienia, koksownie), spożywczym (cukrownie), czy chemicznym. Z uwagi na bardzo szerokie zastosowanie producent proponuje wykonanie sit według indywidualnych rozwiązań. Istnieje również możliwość przygotowania gotowego wyrobu (np. przesiewacza) oprawionego w ramę, zgodnie ze specyfikacją techniczną klienta.

Proponowane gatunki stali to: 0H18N9-(1.4301), 1H18N9T-(1.4541), 1H13-(1.4006).

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

### Sita poliuretanowe ASMA

Proponowane przez firmę ASMA sita poliuretanowe stanowią doskonałą alternatywę dla podobnych produktów wykonanych z metalu bądź gumy. Bardzo często są rozwiązaniem nie tylko trwalszym od swoich stalowych, druczianych bądź gumowych odpowiedników, ale także bardziej od nich wydajnym.

Na dużą opłacalność stosowania sit poliuretanowych oferowanych przez ASMA POLSKA mają wpływ przede wszystkim cechy, takie jak:

- zwiększona żywotność nawet przy intensywnej eksploatacji, uzyskiwana dzięki

wysokiej odporności na uszkodzenia mechaniczne, takie jak ścieranie czy rozcinanie;

- brak korodowania, charakterystycznego dla produktów metalowych;
- znacznie lepszy efekt samooczyszczania się sit w stosunku do sit wykonanych z innych materiałów;
- w środowisku wodnym sita poliuretanowe sprawdzają się lepiej niż sita gumowe;
- zminimalizowanie stopnia generowanego podczas pracy hałasu, zwłaszcza w stosunku do sit stalowych i druczianych.

Jeśli chodzi o zakres dostępnych zastosowań, sita poliuretanowe mogą być wykorzystywane do bardzo różnych zadań, m.in.

jako podzespoły w przesiewaczach przeznaczonych do przesiewania, uszlachetniania, odmulania oraz odwadniania rozmaitych materiałów sypkich.



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

# Zbyt niska wydajność przesiewania? Zastosuj sita **PROGRESS SCREENS®**

Od ponad 30 lat pomagamy doskonalić procesy przeróbcze oraz skutecznie zwiększać wydajność i redukować koszty produkcji. Oferujemy profesjonalne doradztwo i pełną gamę sit przemysłowych dla kopalni i kamieniołomów, piaskowni, żwirowni, producentów mas bitumicznych i chemii budowlanej, zakładów przemysłu wapienniczego, zakładów nawozów azotowych i fosforowych, producentów farb i lakierów oraz innych surowców i materiałów sypkich.

ZAPYTAJ O ROZWIĄZANIE >

+48 601 534 912

## Efektywne przesiewanie za pomocą efektu trampoliny

Oferowane przez firmę SKAKO nowe sita elastyczne „Flip-Flow” typu SN-FF z siatkami poliuretanowymi są przeznaczone do przesiewania trudnych w separacji materiałów. Trudność ta może wynikać z nadmiernej wilgoci, niskiej gęstości lub z tendencji do zaczepiania się w oczkach sita. Znajdują one zastosowanie w szczególności w przesiewaniu materiałów, których nie można skutecznie separować za pomocą przesiewaczy obrotowych czy wibracyjnych.

Sita te są wyposażone w subrezonansową ramę, która wzmacnia wibrację ramy głównej, powodując przyspieszenie na siatkach do wartości 50 g. Powierzchnia ekranowania jest w nich wykonana z paneli poliuretanowych o wysokiej gęstości. Panele są montowane na oddzielnych modułach różniących się rozmiarem w zależności od produktu, który ma być przesiewany, i wymaganych otworów oczek. Panele te są przymocowane zarówno do głównej ramki ekranu, jak i do ramy subrezonansowej. Wibracja ramy głównej jest wzmocniona na ramie subrezonansowej, a ponieważ panele poliuretanowe są przymocowane do obu ram, wywołują efekt „wypukłości” zwany „flip-flow”. Ten efekt „flip-flow” powoduje, że przesiewany materiał



nie przykleja się ani nie osiada na otworach ekranu. Mocowanie paneli poliuretanowych odbywa się ręcznie za pomocą klinów z poliuretanu. To sprawia, że konserwacja maszyny jest bardzo prosta. Zakres wielkości otworu sita wynosi od 0,8 mm do 50 mm, a twardość i grubość poliuretanu można zmieniać w zależności od przesiewanego produktu

### Zastosowanie sit „Flip-Flow”:

- stałe odpady miejskie;
- recykling zużytych opon;
- biomasa;
- metale;
- recykling samochodów używanych;
- recykling odpadów budowlanych;
- recykling szkła;
- żużle ze spalania.

W zastosowaniach wymagających wielu rodzajów przesiewania można sita „Flip-Flow” łączyć z różnymi typami powierzchni



przesiewających w tej samej maszynie. Można też w tym wypadku użyć zestawu dwóch urządzeń. Zaletą oddzielnych maszyn jest możliwość łączenia różnych częstotliwości drgań i amplitud, odpowiednich do każdej powierzchni przesiewania produktu.

Każda maszyna produkowana przez SKAKO Vibration jest testowana fabrycznie przed wysyłką do klienta końcowego. Testy fabryczne pozwalają na sprawdzenie dużej gamy materiałów, żeby zoptymalizować niezawodność procesu przesiewania i zapewnić maksymalną efektywność i wydajność.

[www.skako.com/contact-skako-sales-office/contact-skako-vibration/poland](http://www.skako.com/contact-skako-sales-office/contact-skako-vibration/poland)

# XX/XXI Konferencja KRUSZYWA MINERALNE SUROWCE - RYNEK - TECHNOLOGIE - JAKOŚĆ

Kudowa Zdrój, 22–24.09.2021

ORGANIZATORZY KONFERENCJI: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa we Wrocławiu  
Politechnika Wroclawska – Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii

### TEMATYKA KONFERENCJI:

- Prognozy funkcjonowania rynku surowców skalnych i baza zasobowa
- Eksploatacja złóż i przeróbka – technologie i innowacyjność
- Jakość kruszyw i kamienia budowlanego
- Bezpieczeństwo pracy, środowiska i społeczności lokalnej
- Aktualne zagadnienia formalno-prawne górnictwa kruszyw





## Nowe produkty przeciwwybuchowe steute. Wyłączniki linkowe bezpieczeństwa i czujniki zbiegania taśmy w wersji Ex

Wyłączniki linkowe bezpieczeństwa oraz czujniki zbiegania taśmy przenośników serii ZS 92 S/SR niemieckiej firmy steute są już dobrze znane na polskim rynku. Do oferty ostatnio weszły wersje przeciwwybuchowe tych urządzeń. Ich główne zalety to bardzo nowoczesne wzornictwo, solidne, odlewane z aluminium obudowy zabezpieczone kilkoma powłokami zabezpieczającymi, wysoki stopień ochrony (IP65/66) oraz zmniejszona siła aktywacji w porównaniu do poprzedników. To ostatnie ułatwia aktywowanie funkcji zatrzymania awaryjnego i zapewnia spełnienie aktualnych norm bezpieczeństwa, niezależnie od rynku docelowego.

Wyłączniki linkowe bezpieczeństwa serii Ex ZS 92 S są dostępne z certyfikatami ATEX/IECEx dla stref Ex 1/21 oraz Ex 22, natomiast czujniki zbiegania taśmy serii Ex ZS 92 SR – dla strefy Ex 21.

Nowe urządzenia charakteryzują się długą żywotnością, nawet przy eksploatacji w bardzo niesprzyjających warunkach otoczenia, w tym w atmosferze agresywnej. Są przy tym niezwykle wszechstronne, oferując m.in. wiele różnych opcji montażu. Oznacza to, że łączniki i czujniki mogą być instalowane w niemal każdej możliwej pozycji, w tym po raz pierwszy bezpośrednio na pionowych elementach konstrukcji przenośników. Jest to możliwe dzięki dodatkowym otworom montażowym znajdującym się na tylnej ścianie obudowy.

Wymiary montażowe są kompatybilne z innymi popularnymi łącznikami dostępnymi na rynku. Ułatwia to zdecydowanie zastosowanie urządzeń na już istniejących przenośnikach i maszynach podczas ich remontu lub modernizacji.

Wyłączniki linkowe i czujniki mogą być eksploatowane w zakresie temperatury od -30 do +65°C. Maksymalna długość linki dla wyłączników linkowych wynosi 2x100 m.

Dzięki tym dwóm seriom urządzeń firma steute po raz kolejny rozszerzyła swoją ofertę solidnych, odpornych na uszkodzenia mechaniczne i wpływ niekorzystnych warunków produktów „Extreme”, przeznaczonych do pracy w strefach zagrożonych wybuchem – m.in. w przemyśle wydobywczym, chemicznym, cukrowniczym, drzewnym czy budowlanym.



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

steute Extreme

// BEZPIECZNE STEROWANIE  
W EKSTREMALNYCH WARUNKACH



## ZS 92 S Extreme

Wyłącznik linkowy bezpieczeństwa do pracy w ekstremalnych warunkach

- Wysoka odporność na korozję i uszkodzenia mechaniczne
- Długość linki do 2 x 100 m
- Różne opcje montażu
- 9 konfiguracji dźwigni wyłącznika
- Wysoki stopień ochrony IP66/67/69
- Wersje przeciwwybuchowe Ex

Więcej informacji:  
[www.steute.pl/pl/extreme](http://www.steute.pl/pl/extreme)  
[www.linkowe.pl](http://www.linkowe.pl)

.steute

# Technologia próbobiorników Mark&Wedell



**Pobieranie reprezentatywnych próbek materiałów sypkich na przykładzie urządzeń próbobiorników Mark&Wedell (M&W). Dlaczego to WAŻNE?**

**W**iele materiałów wykorzystywanych w procesach produkcyjnych, w tym również produkty i półprodukty, cechuje pewien poziom niejednorodności. Oznacza to, że zawartość niektórych składników może być różna w różnych miejscach ich objętości, co z pewnością wykażą badania kolejnych próbek pobranych z różnych miejsc tej samej partii, składowiska (pryzmy), złoża itp. Za każdym razem, gdy przedmiotem np. gospodarczej decyzji są dziesiątki, setki czy tysiące ton materiału, nawet najmniejszy błąd może wpłynąć znacznie na straty finansowe, oddziaływać na otaczające środowisko, zaburzyć procesy technologiczne, czy też przyczynić się do odmowy uzyskania potrzebnych aprobat.

Jak więc zbadać takie materiały i dokonać ich oceny, które niemal zawsze charakteryzują się dużą niejednorodnością?

## Homogenizacja a pobieranie próbek materiałów sypkich

Uzyskanie jednorodnego materiału z wielotonowej masy za pomocą technik homogenizacji jest często niemożliwe do wykonania z powodów technicznych, a w sytuacji, gdy dostępne są odpowiednie rozwiązania techniczne, realizacja procesów homogenizujących jest często żmudna i kosztowna oraz obciążona dużymi błędami.

Rozwiązaniem problemu niejednorodności materiałów masowych, który utrudnia dokonanie ich dokładnej oceny jest raczej **odpowiednie pobieranie i badanie małych próbek** z ich objętości, czy też masy. Jest to proces znacznie łatwiejszy i tańszy, ale otrzymywane wyniki badań tychże próbek również będą obciążone pewnymi błędami. Jak zatem kontrolować obszar niepewności takich pomiarów polegających na pobieraniu próbek i ich badaniu w laboratorium? Z pewnością kluczową odpowiedzią na to pytanie, chociaż nie jedyną, jest **pobieranie próbek reprezentatywnych**, w sposób, zgodny z uznanymi powszechnie normami i standardami.

Celem pobierania próbki reprezentatywnej materiału masowego jest otrzymanie małej masy lub objętości tego materiału, która dokładnie reprezentuje pod względem jakościowym całość tego materiału. Próbka

taka, która po odpowiednim przygotowaniu może zostać dostarczona do laboratorium, nazywana jest próbką laboratoryjną.

Jeśli proces pobierania próbek nie jest reprezentatywny, wówczas wszelkie działania w celu zwiększenia kompetencji analitycznych laboratorium oraz inwestowanie w lepszy sprzęt laboratoryjny nie mają większego sensu. Wtedy po prostu nie wiemy, czy próbka danego materiału, poddawana analizie w laboratorium, pozwoli nam dokonać prawidłowej oceny całości, tj. tej partii materiału, której przebadanie jest konieczne. Dlatego prawidłowe **pobieranie próbek pierwotnych** oraz ich właściwa obróbka w procesie przygotowywania próbki laboratoryjnej są kluczowe dla uzyskania ostatecznej i nie budzącej wątpliwości jakości wyników analitycznych.

Jakość otrzymywanych wyników analitycznych jest ważna dlatego, że na podstawie tych wyników podejmowane są decyzje np. biznesowe, gospodarcze, których skutki będą znaczące.

Najważniejszymi powodami, dla których wykonujemy badania laboratoryjne są:

1. kontrola jakości: potrzeba uzyskania certyfikatów, atestów, aprobat lub odrzucenie produktów lub materiałów niespełniających oczekiwanych wymagań;
2. sprzedaż lub zakup materiałów: prawidłowo udokumentowana ich jakość jest podstawą do uznania przedmiotu transakcji i jego ceny przez strony transakcji;
3. wymogi prawne: tworzenie dokumentacji dla jednostek władz administracyjnych celem np. udokumentowania emisji szkodliwych substancji do środowiska.

Przyczyny te wymagają, aby **proces pobierania i przygotowywania próbek** odbywał się według ustalonych zasad i norm. Normy opisują m. in. sposób pobierania i ilość próbek pierwotnych, sposób przygotowania i przechowywania próbki ogólnej oraz próbek laboratoryjnych, określają zasady obliczania niepewności pomiaru oraz zawierają wiele innych niezbędnych informacji, zasad, wymagań, itp.

Czy posiadając tę wiedzę, menedżer powinien polegać na zapewnieniach dostawcy, przekazywanych mu świadectwach jakości, czy też powinien rozważyć inwestycję we

własne urządzenia, jak np. **próbbiorniki** i wewnętrzne procesy kontroli jakości?

Odpowiedź na takie pytania nie jest łatwa i wymaga przeanalizowania wielu aspektów, m. in. wynikających z następujących pytań szczegółowych:

1. Czy pozyskiwane materiały pochodzą od jednego dostawcy/producenta, czy od wielu, w tym również z różnych miejsc geograficznych?
2. Czy ocena dotyczy surowców naturalnych, czy też może półproduktów przeznaczonych do dalszej obróbki?
3. Czy wiemy, w jaki sposób oceny jakościowe są dokonywane przez dostawców? Czy są to procesy oparte na powszechnie uznanych normach, np. międzynarodowych? Czy są one akredytowane przez wyspecjalizowane w tym zakresie, niezależne instytucje?
4. Czy końcowa kontrola jakości jest dokonywana przez akredytowane instytucje niezależne?
5. Czy kupujący może dokonywać i czy wykonuje audyty realizowanych przez dostawców procedur zapewnienia i kontroli jakości, w miejscu wytwarzania kupowanych produktów? Jakie są koszty i aspekty organizacyjne takich audytów?
6. Jaka jest jakość i kultura techniczna dostawców?
7. Czy treści zawartych umów nie budzą wątpliwości odnośnie potencjalnych odchyłek jakościowych pozyskiwanych materiałów oraz ich wpływu na ceny?

Decydując się na **montaż urządzeń do reprezentatywnego pobierania próbek**, firmy mogą dokonywać własnych ocen dostawców, wynegocjować korzystniejsze warunki umów, uzyskać lepszą cenę za własne produkty, nieraz uniknąć dodatkowych kar i opłat administracyjnych. To kwestia świadomego podejmowania decyzji biznesowych.

Pod tym względem dość jednoznacznie wygląda sytuacja w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych, miejskich lub przemysłowych oraz w innych zakładach wykorzystujących węgiel i inne paliwa stałe w procesach produkcyjnych. Zakładom tym niejako narzucono zamontowanie **instalacji do pobierania i przygotowywania próbek reprezentatywnych**, w wielu właśnie pró-

bobiorniki, oraz wprowadzenie odpowiednich procedur, które są wykorzystywane głównie w obliczeniach emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dodatkowo wyniki analiz próbek pobieranych przez te instalacje umożliwiają oznaczenie wartości opałowej oraz różnych składników paliw – takich, jak: zawartość części mineralnych (popiołu), wilgoci, siarki, pierwiastków alkalicznych, rtęci, na podstawie których oblicza się sprawność energetyczną kotłów, planuje się pracę systemów ochrony środowiska itp. W przypadku elektrowni opalanych węglem brunatnym, które odbierają paliwo na bieżąco z położonych w sąsiedztwie kopalń odkrywkowych, te same instalacje próbkujące są również wykorzystywane w rozliczeniach za dostawę węgla, choć są to obecnie raczej rozliczenia wewnętrzne danej spółki.

Badania próbek, które wiarygodnie reprezentują całość partii materiałów sypkich, realizują także firmy sprzedające takie materiały, pod warunkiem, że od ich jakości tych badań zależy cena, aprobaty, itp. Budzi zatem zdumienie postawa takich firm produkcyjnych, które zakupują surowce do produkcji w dużych ilościach, od różnych, często zagranicznych dostawców, akceptując dostawy zwyczajnie na podstawie certyfikatów jakościowych otrzymanych od dostawców. Można domniemywać, że badania próbek tych materiałów, pobranych ręcznie z dowolnych miejsc muszą wykazywać jakieś odchylenia od właściwości lub składu gwarantowanego przez dostawcę. Czy zatem dobra kondycja firmy i uzyskiwane przez nią wysokie wyniki finansowe powinny usprawiedliwiać fakt nieposiadania przez nią własnych i wiarygodnych środków kontroli jakości dostaw? Czy ocena ewentualnych nakładów inwestycyjnych nie powinna uwzględniać potencjalnych strat, zidentyfikowanych czasem tylko w sposób wyrywkowy przez przebadanie próbek niereprezentatywnych? Przykłady **reprezentatywnych instalacji próbkujących** w krajach uznanych za słabo rozwinięte gospodarczo mogą dać dużo do myślenia.

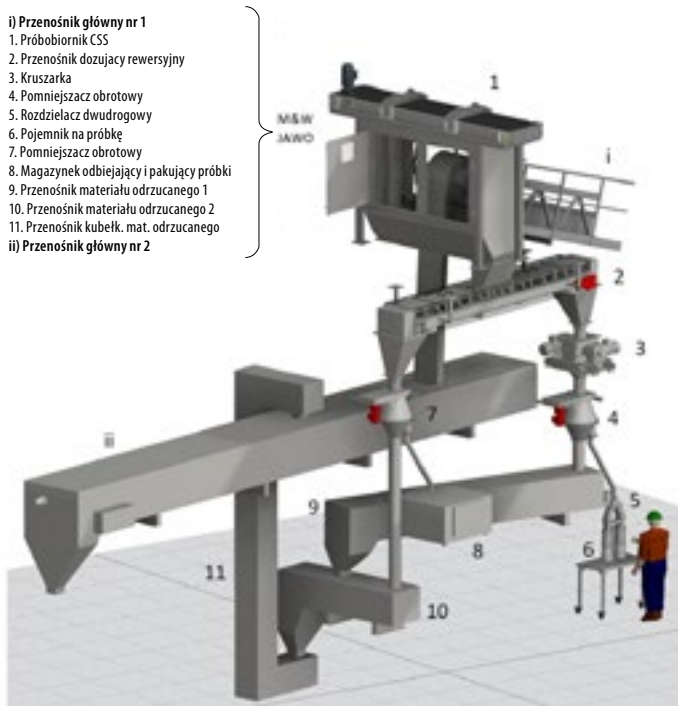
#### Urządzenia do automatycznego pobierania i przygotowywania próbek reprezentatywnych materiałów sypkich – jakość pobierania próbek na przykładzie próbobiorników Mark&Wedell (M&W)

Aby zrealizować automatyczny, reprezentatywny pobór próbek, należy spełnić pewne podstawowe warunki:

1. materiał próbkowany (badany) powinien znajdować się w uporządkowanym ruchu, tj. powinien być transportowany przenośnikiem lub przesypywany w kanałach lub lejach przesypowych;
2. urządzenie pobierające próbki pierwotne musi mieć fizyczną możliwość pobrania próbki z całego przekroju strumienia badanego materiału, lub – innymi słowy – prawdopodobieństwo, że każda cząstka badanego materiału zostanie pobrana jako składnik próbki musi być jednakowe;
3. badaniu (próbkowaniu) powinna zostać poddana całość materiału danej partii;
4. przestrzegane muszą być reguły i zasady zawarte w normie lub normach, które mają zastosowanie do próbkowanego materiału oraz do używanych w tym celu urządzeń.

Rysunek 1. przedstawia przykład instalacji służącej do automatycznego pobierania, przygotowywania i pakowania próbek materiału pobieranego w przesypu pomiędzy dwoma przenośnikami, np. taśmowymi. Jako próbobiornik pierwotny wykorzystano tutaj urządzenie o nazwie CSS – próbobiornik poprzeczno-strumieniowy firmy Mark&Wedell, którego element pobierający (zbiornik) przemieszcza się w poprzek strumienia materiału w przesypie, realizując pobór z pełnego jego przekroju. Urządzenie to spełnia wymagania norm dotyczących pobierania próbek i pozwala na pozyskiwanie próbek reprezentatywnych.

- i) Przenośnik główny nr 1  
 1. Próbobiornik CSS  
 2. Przenośnik dozujący rewersyjny  
 3. Kruszarka  
 4. Pomniejszacz obrotowy  
 5. Rozdzielacz dwudrogowy  
 6. Pojemnik na próbki  
 7. Pomniejszacz obrotowy  
 8. Magazynek odbijający i pakujący próbki  
 9. Przenośnik materiału odrzucanego 1  
 10. Przenośnik materiału odrzucanego 2  
 11. Przenośnik kubek. mat. odrzucanego  
 ii) Przenośnik główny nr 2



RYS. 1

Przykład instalacji do automatycznego pobierania, przygotowywania i pakowania próbek (źródło: Mark&Wedell, Dania)

Firma Mark&Wedell od ponad 35 lat specjalizuje się w projektowaniu i wytwarzaniu urządzeń, a także w projektowaniu i budowaniu kompletnych instalacji do pobierania, przygotowywania i pakowania próbek pochodzących z szerokiej gamy materiałów sypkich. M&W produkuje także urządzenia próbkujące (próbobiorniki) służące do bieżącej kontroli procesów produkcyjnych.

**Próbobiorniki Mark&Wedell**, które umożliwiają pobieranie próbek pierwotnych, tworzących próbki reprezentatywne:

- próbobiornik poprzeczno-strumieniowy CSS, który doskonale sprawdzi się w próbkowaniu swobodnie spadających materiałów, najczęściej z leków zrzutowych przenośników taśmowych;



- próbobiornik poprzeczno-taśmowy CBS, pobierający próbki z nosiwa transportowanego na taśmie przenośnikowej – jest to urządzenie szybkie, precyzyjne, zapewniające zgodność z teorią reprezentatywności próbek;



- próbobiornik kubekowy BS, pobierający próbki materiałów sypkich, swobodnie spadających w pionowych kanałach przesypowych – jest kompaktowym, łatwym z montażu urządzeniem, chroniącym również pobierane porcje przed czynnikami zewnętrznymi oraz wzajemnym mieszaniem się;



- próbobiornik lejowy Vezin VS, pobierający próbki materiałów sypkich, swobodnie spadających w pionowych lub lekko pochylonych kanałach przesypowych – jest kompaktowym i solidnym, łatwym z montażu urządzeniem, zapewniającym pobieranie próbek pojedynczych lub podwójnych, przy dowolnej częstotliwości.



Mark&Wedell produkuje także wiele innych urządzeń, które są komponentami kompletnych instalacji do automatycznego pobierania, przygotowywania i pakowania próbek. Są to:

- pomniejszacze i dzielniki próbek;
- kruszarki i rozdrabniacze;
- przenośniki dozujące: taśmowe, śrubowe, wibracyjne;
- mieszalniki;
- przenośniki zawierające nadmiarowy materiał do głównego strumienia próbkowanego materiału: taśmowe, kubekowe, a także podnośniki kubekowe;
- magazynki do pakowania, sortowania i przechowywania próbek oraz pojemniki na próbki;
- systemy sterowania;
- rozdzielnice elektryczne.

Ponadto firma Mark&Wedell produkuje próbobiorniki, służące do kontroli procesów produkcyjnych, takie jak:

1. próbobiorniki śrubowe, w wersji bez lub z komorą mieszania;
2. próbobiorniki pobierające materiał z rynien aeracyjnych;
3. próbobiorniki pobierające z rurociągów transportu pneumatycznego;
4. próbobiorniki pobierające z kanałów zapyłonego powietrza i gazów;
5. analizatory on-line niespalonego węgla w popiele lotnym;
6. przepustnice regulacyjne paliwa podawanego do kotłów pyłowych;
7. sondy próbkujące.

W celu uzyskania szczegółowych informacji o urządzeniach i instalacjach do automatycznego pobierania, przygotowywania i pakowania próbek zachęcamy do kontaktu z przedstawicielstwem Mark&Wedell w Polsce, które jest prowadzone przez firmę GRC [www.grc.pl](http://www.grc.pl) z Wrocławia. ■

#### Biuro firmy GRC

ul. Porajowska 6 (wjazd od ul. Rędziańskiej),  
54-107 Wrocław (Fabryczna)

#### Dział techniczny, dobór urządzeń

tel.: (+48) 791-310-696  
e-mail: tp@grc.pl

#### Dział handlowy:

tel.: (+48) 730-032-730  
e-mail: grc@grc.pl

## SKORZYSTAJ Z REKLAMY W INTERNECIE!

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Szeroka oferta  
banerów  
i newsletterów!**



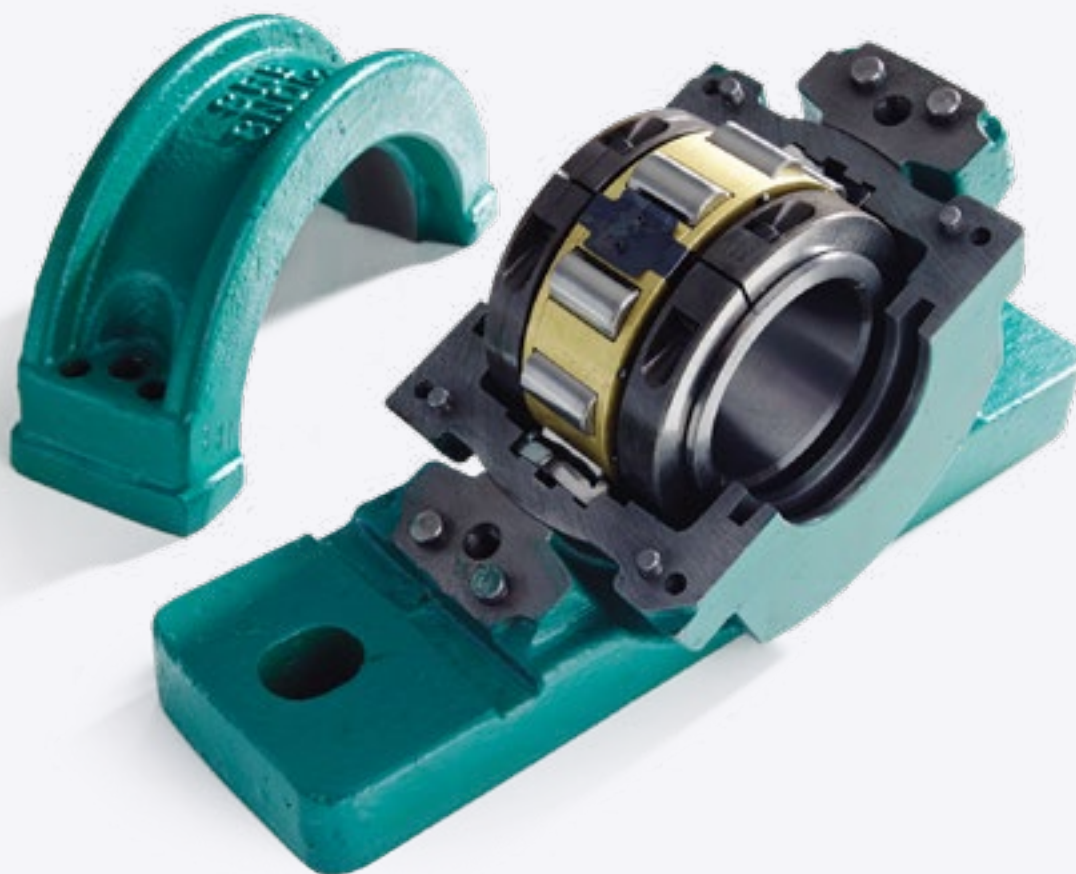
#### Kontakt:

redakcja@powderandbulk.com.pl  
tel. 32 262 76 22, 510 485 880

# Konkretne oszczędności: skróć przestoje remontowe przenośników kubełkowych stosowanych w cementowniach

www.timken.com

Coraz więcej cementowni ogranicza kosztowne przestoje, stosując łatwe w montażu łożyska dzielone, które umożliwiają znaczne skrócenie czasu montażu i wymiany łożysk wałów napędowych w podnośnikach kubełkowych. Odpowiednio zaprojektowana podstawa, która jest dzielona pod kątem, eliminuje potrzebę podnoszenia całego wału i demontażu elementów napędu, zarówno podczas montażu, jak i przy ewentualnej, przyszłej wymianie łożysk.



## TIMKEN

W dzisiejszym trudnym klimacie gospodarczym cementownie nieustannie stają przed wyzwaniem znalezienia nowych sposobów optymalizacji zarówno wydajności produkcji, jak i wydajności energetycznej. Istotną częścią procesu produkcji cementu, mającą duży wpływ na produktywność całego systemu, jest piec obrotowy. Obecnie stosowane krótsze i mniejsze piece mogą utrzymać ten sam poziom wydajności przy niższym zużyciu energii dzięki zastosowaniu podgrzewacza do podwyższania temperatury mieszanki podczas transportu. Wydajność podgrzewacza jest

FOT. 1

Zespoły dzielonych łożysk Timken Quick Design zmniejszają czas przestojów nawet o 90% [ŹRÓDŁO: Timken]

optymalizowana poprzez dodanie kolejnych stopni tworzących wieżę.

Wydajność pieca zależy również od wydajności i sprawności systemu przenośników kubełkowych, transportujących surowiec na szczyt wieży podgrzewacza. Przestoje na tym etapie, w tak kapitałochłonnym i energochłonnym przemyśle, są bardzo kosztowne. Z tego powodu, w celu zminimalizowania przestojów, przy projektowaniu przenośników kubełkowych zwraca się szczególną uwagę na ich przyszłą niezawodność i szybkość wykonywania prac konserwacyjnych. łożyska wałów napędowych używane w tym wymagającym zastosowaniu odgrywają kluczową rolę.

Odpowiedzią na potrzeby cementowni są łatwe w montażu zespoły łożyska dzielonego, takie jak seria Quick Design, które znacznie skracają czas montażu i wymiany. Dzieloną pod kątem podstawę oprawy można w łatwy sposób wsunąć bezpośrednio pod wał, co eliminuje podczas montażu oraz przy ewentualnej przyszłej wymianie łożysk konieczność jego podnoszenia i demontażu pozostałych elementów napędu.

### MONTAŻ ŁOŻYSK DZIELONYCH PROSTSZY NIŻ KIEDYKOLWIEK

Producenci kruszyw i cementu wysoko cenią sobie zespoły z łożyskami dzielonymi i chętnie zastępują nimi konwencjonalne





FOT. 2

Brak konieczności demontażu napędu lub podnoszenia wału podczas montażu, jedna osoba może szybko zamontować lub wymienić łożysko [źródło: Timken]



FOT. 3

Przeglądy, konserwacja i wymiana są proste, ponieważ zespoły z łożyskiem dzielonym posiadają dzielony: pierścień wewnętrzny i zewnętrzny, kosz, obudowę, uszczelnienia i podstawę. Nie wymagają zastosowania nagrzewnic ani ściągnaczy hydraulicznych [źródło: Timken]

zespoły w oprawach. Jednak zamiana łożysk na dzielone nie zawsze była łatwym procesem – szczególnie w zastosowaniach, gdzie pod wałem znajdowała się niewielka przestrzeń (np. przy kole pasowym przenośnika kubelkowego). Aby zamontować podstawę łożyska dzielonego, służby utrzymania ruchu musiałyby podnieść wał. Wymaga to demontażu i usunięcia całej przekładni, a zatem poważnego przedsięwzięcia wymagającego dużego nakładu czasu i kosztów. Jeszcze większe wyzwanie stanowi praca na niewielkiej przestrzeni na szczycie wieży podgrzewacza, często ponad 100 metrów nad ziemią.

Dzielone łożyska idealnie wpasowują się w te niesprzyjające warunki. Zamienny ze standardowymi w branży zespołami łożyskowymi typu SN/SNL i SD zespół Quick Design zawiera dzieloną oprawę pod kątem, co umożliwia łatwe wsunięcie podstawy oprawy pod wał. Nie zachodzi zatem potrzeba podnoszenia wału ani demontażu samego napędu. W rezultacie montaż zajmuje zwykle od dwóch do trzech godzin (zamiast dni) i może być wykonany przez jedną osobę. Badania pokazują, że montaż łożysk dzielonych

serii Quick Design w tych wymagających warunkach jest nawet o 90% szybszy niż montaż innych łożysk dzielonych.

#### DZIAŁANIA POMONTAŻOWE: MNOGOŚĆ ZALET OPERACYJNYCH

Innowacyjna konstrukcja zespołu łożyska dzielonego jest odpowiednia do ciężkich warunków pracy panujących w instalacjach przenośników kubelkowych w przemyśle kruszyw i cementowniach. Oprócz skrócenia czasu montażu, zastosowanie rozwiązania Quick Design:

- upraszcza przeglądy, konserwację i wymianę – zespoły z łożyskiem dzielonym posiadają dzielony: pierścień wewnętrzny i zewnętrzny, kosz, obudowę, uszczelnienia i podstawę. Połówki obudowy i podstawy można w prosty sposób zdemontować w celu oględzin i konserwacji łożyska. Nie wymagają zastosowania nagrzewnic czy też ściągnaczy hydraulicznych;
- ułatwia osiowanie wału i łożyska – nie ma potrzeby precyzyjnego ustawiania obudowy łożyska względem wału. Zespół łożyskowy przejmuje niewspółosiowość nawet w zakresie  $\pm 1,5$  stopnia. Ponadto

łożyska serii SNQ kompensują rozszerzalność cieplną wału;

- utrzymuje koncentryczne ustawienie uszczelnienia względem powierzchni wału – jest to szczególnie ważne dla zastosowań w zanieczyszczonym środowisku przy produkcji kruszyw, gdzie zanieczyszczenia mogą przedostać się do łożysk i powodować ich przedwczesną awarię.

Zastosowanie łożysk dzielonych w urządzeniach dla przemysłu kruszyw o utrudnionym dostępie zawsze było mądrym wyborem. łożyska te pomagają wydłużyć trwałość urządzeń i zmniejszyć koszty eksploatacji. Gdy dostęp do węzła łożyskowego jest utrudniony lub sam prześwit pod wałem jest niewielki, seria Quick Design wychodzi naprzeciw tym problemom.

Firma Timken poszerzyła swoją ofertę o serię zespołów dzielonych łożysk tocznych Revolvo w listopadzie 2014 r., nabywając aktywa firmy Revolvo Ltd. Zespoły dzielonych łożysk są szeroko stosowane w górnictwie, energetyce, cementowniach, przemyśle spożywczym, papierniczym, hutniczym, morskim i urządzeniach oczyszczalni ścieków. ■

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Zasypujemy informacjami!**

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

# TIMKEN



## WIĘCEJ!

> WYDAJNOŚĆ > DOSTĘPNOŚĆ > EFEKTYWNOŚĆ



### Zespoły łożyskowe Timken®

- > Zapewniają łatwość instalacji i maksymalizują nośność.
- > Poprawiają wydajność i wydłużają czas eksploatacji.
- > Zmniejszają częstotliwości konserwacji i obniżają koszty.

**Stronger. By Design.**

**Timken.com**

# Produkcja i zastosowanie wapna

dr inż.  
Marcin Bieńkowski

**Wapno kojarzy się przede wszystkim ze spoiwami wapiennymi stosowanymi w budownictwie, a także z wykorzystywanymi w rolnictwie nawozami wapiennymi. To jednak nie jedyne zastosowania wapna w gospodarce.**

Zacznijmy od spoiw wapiennych, które są jednymi z najstarszych i najpowszechniej używanych spoiw mineralnych w budownictwie. Występują one pod postacią wapna palonego oraz wapna gaszonego. Spoiwa wapienne powstają w wyniku wypalania skał wapiennych (mamy wówczas do czynienia z wapnem palonym) oraz gaszenia uzyskanego wcześniej wapna palonego (wówczas mówimy o wapnie gaszonym).

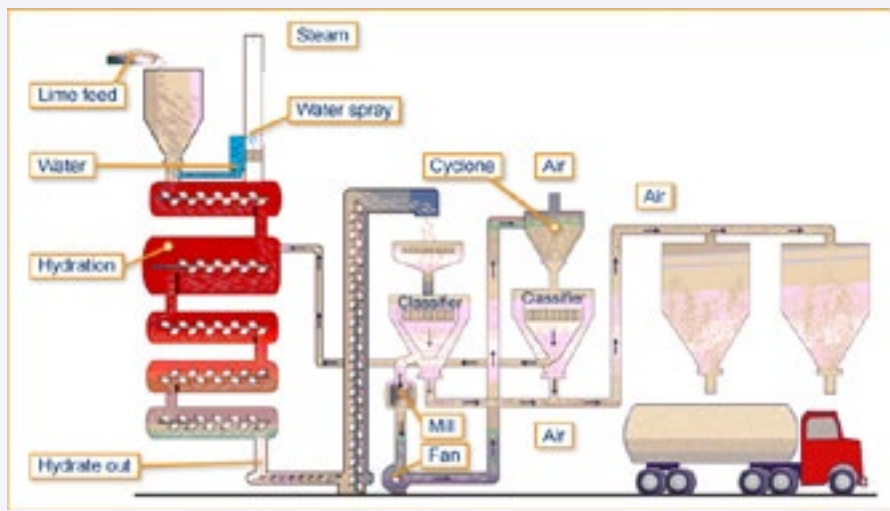
## TROCĘ HISTORII

Dokładna data odkrycia spoiw mineralnych przez człowieka (w tym wapna) ginie w mrokach dziejów. Archeolodzy przypuszczają, że nastąpiło to po odkryciu przez człowieka praktycznego wykorzystania ognia w codziennym życiu. Nasi przodkowie zauważyli, że rozdrobniony kamień gipsowy lub wapienny w miejscach, w których palono ogniska, po zmieszaniu z wodą wykazuje zdolność do wiązania i twardnienia. Pierwsze piece do wypalania wapna powstały prawdopodobnie w VII w. p.n.e. Miały one postać opalanych drewnem komór, w których układano fragmenty skały wapiennej.

Udokumentowane przypadki stosowania wapna pochodzą już z trzeciego tysiąclecia przed naszą erą. Egipcjanie stosowali wówczas wapno do produkcji wapiennej zaprawy murarskiej przy budowie piramid w Gizie oraz do nawożenia gleby. Zaprawy otrzymywane przez zmieszanie wapna palonego z pucolami i wodą wykorzystywane były podczas budowy Wielkiego Muru Chińskiego, wznoszonego w okresie VII–III w. p.n.e. oraz przy pracach budowlanych na terenie Babilonu (m.in. brama Bogini Ishtar) i w starożytnej Grecji [1].

W Polsce pierwsze budowle wzniesione z użyciem zapraw wapiennych pochodzą z X w. (np. rotunda na Wawelu). Przykładami najstarszych budowli z kamienia wapiennego łączącego zaprawą wapienną, zachowanymi do obecnych czasów, są Opactwo Benedyktynów w Tyńcu i Kościół św. Andrzeja w Krakowie, pochodzące z XI w. [1]

Produkcja wapna palonego w Polsce na skalę przemysłową rozpoczęła się w XVIII w. Około 1770 r. na wzgórzach Kadzielnia na Kielecczyźnie powstał z inicjatywy bp. Kajetana Sołtyka pierwszy wapiennik. Ponad sto lat później (w 1886 r.) wybudowano tam trzy piece do wypalania wapna. Powstanie polskiego, nowoczesnego przemysłu wapienniczego datować można na 1935 r. Wówczas to w Trębaczowie k. Działoszyna powstał pierwszy wapiennik „Wapnodział”, produkujący wapno na skalę przemysłową.



RYS. 1  
Linia technologiczna do hydratacji wapna [ŹRÓDŁO: Unity Lime]

wą. Wykorzystywane było ono do produkcji nawozów, topnika dla przemysłu hutniczego, wapienia dla przemysłu cukrowniczego i hut szkła oraz do produkcji spoiw mineralnych dla budownictwa.

## SPOIWA MINERALNE

Przejdźmy teraz do omówienia spoiw. Spoiwami mineralnymi nazywamy materiały o właściwościach wiążących, otrzymywane w procesach wypalania i rozdrabniania (proszkowania) surowców skalnych. W wyniku wymieszania z wodą oraz towarzyszącym temu reakcjom chemicznym i przemianom fizykochemicznym spoiwa wiążą się i twardnieją, a proces ten jest zazwyczaj nieodwracalny. Wszystkie spoiwa mineralne produkowane są w podobny sposób: po wydobyciu i odpowiednim przygotowaniu surowca mineralnego zostaje on wypalony w wysokiej temperaturze, a następnie wychłodzony lub rozdrobniony. Ze względu na warunki twardnienia wyróżniamy [2]:

- spoiwa powietrzne – które wiążą się, twardnieją i mogą być używane tylko na powietrzu. Spoiwa te po związaniu są wrażliwe na działanie wody;
- spoiwa hydrauliczne – które wiążą się i twardnieją zarówno na powietrzu, jak i w wodzie. Spoiwa hydrauliczne po związaniu są odporne na działanie wody.

Wapnem palonym (niegaszonym) nazywamy tlenek wapnia ( $\text{CaO}$ ), który otrzymuje się w procesie wypalania skał wapiennych w temperaturze ok.  $1000^{\circ}\text{C}$ . Jak już wspomniano, proces ten odbywa się w piecach nazywanych wapiennikami. W wyniku wypalania uzyskiwany jest półprodukt w postaci wapiennych brył, które następnie poddaje się kruszeniu i miele-

niu, aby otrzymać proszek o żądanej granulacji. Gaszenie wapna mielonego przebiega znacznie szybciej niż lasowanie nieprzetworzonych brył, co ma znaczenie w przyspieszeniu procesu technologicznego i jakości otrzymanego końcowego produktu.

W zależności od rodzaju użytego surowca i ze względu na zawartość tlenu magnezu ( $\text{MgO}$ ) wyróżnia się następujące rodzaje wapna palonego:

- wapno wapieniowe otrzymywane z wapieni, w którym zawartość tlenu magnezu wynosi mniej niż 5%;
- wapno magnezjowe, w którym zawartość tlenu magnezu wynosi więcej niż 5%;
- wapno dolomitowe, otrzymywane z wapieni dolomitowych (lub mieszaniny dolomitów z wapieniami);
- wapno hydrauliczne, otrzymywane z wapieni ilastych.

Trzeba podkreślić, że wapno palone jest substancją żrącą, która może wywoływać silne podrażnienie oczu, błon śluzowych i skóry (oparzenia) oraz dróg oddechowych (kaszel, trudności w oddychaniu). Może również doprowadzić do perforacji przegrody nosowej, bólów brzucha, nudności czy wymiotów.

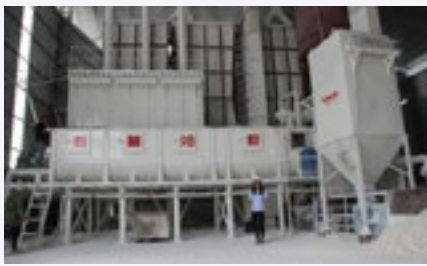
Wapno palone ma zastosowanie w budownictwie jako składnik spoiw (wapno zmieszane z plastyfikatorami, do których dodaje się wodę) murarskich, tynkarskich i sztukatorskich oraz w hutnictwie – ze względu na duże właściwości higroskopijne. Jest to produkt bardzo podatny na wchłanianie wilgoci, wpływ na niego ma również powietrze i czynniki atmosferyczne. Wapno niegaszone używane było dawniej do bielienia ścian. Przygotowywało się z niego też samodzielnie w czasie budowy wapno gaszone.



Zastosowanie tlenku wapnia dotyczy też takich dziedzin, jak dodatek do topików do lutowania (wapno palone oczyszcza lutowane metale, a ponadto zwiększa ich odporność na zanieczyszczenia). Jest też stosowane do oczyszczania metali m.in. w odlewnictwie czy jubilerstwie. W budownictwie drogowym CaO wykorzystywany jest do zwiększania nośności gruntów gliniastych poprzez reakcje z krzemionką i tlenkiem glinu, w wyniku czego powstają krzemiany i gliniany wapnia o właściwościach cementujących. W górnictwie wapno palone często używane jest do rozszadzenia skał. W metodzie tej wykorzystuje się gwałtowną reakcję wapna palonego z wodą.

Dzięki temu, że wapno palone ma właściwości higroskopijne często służy ono do higienizacji i neutralizacji odpadów. Wapno palone zmniejsza również obecność bakterii i wirusów, dlatego dawniej bielono nim ściany w domach, oborach i innych budynkach gospodarczych, o czym wspomnieliśmy przed chwilą. Wykorzystuje się je też do uzdatniania wody pitnej i do zmiękczenia wody kotłowej. Z kolei w energetyce CaO używany jest w procesie odsiarczania spalin – stałe aerozole lub zawiesiny CaO używane są do usuwania dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>) ze spalin [3].

Wapno palone to także ważny półprodukt w przemyśle. Jest bazą do produkcji nawozów mineralnych, środków owadobójczych, służy



FOT. 1  
Niewielka linia do hydratacji wapna w postaci proszku  
[ZŹRÓDŁO: HCM HONGCHENG MACHINERY]

do wytwarzania amoniaku oraz przesuszania i stabilizacji gruntu i jest składnikiem do produkcji ceramicznych przewodników wysokotemperaturowych. W przemyśle chemicznym z kolei wykorzystuje się je do otrzymywania innych związków wapnia, sodu, wodorotlenku sodowego, wodorotlenku potasowego oraz amoniaku. Stosowane jest też do produkcji karbidu (węglu wapnia – CaC<sub>2</sub>) używanego jako środek do otrzymywania acetyleny na potrzeby spawalnictwa i jako substancja redukująca w hutnictwie. Karbid otrzymywany jest w wyniku ogrzewania mieszaniny wapienia z koksem w piecach łukowych.

W hutnictwie CaO (w procesie redukcji rudy żelaza w wielkim piecu zawierającym mieszaninę rudy, koksu i kamienia wapiennego) neutralizuje kwaśne tlenki krzemu (SiO<sub>2</sub>), glinu (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) i żelaza (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), co prowadzi do powstania żużlu. W przemyśle petrochemicz-

nym CaO wykorzystywany jest do produkcji past wodoroczułych, służących do wykrywania obecności wody w zbiornikach zawierających paliwa lub inne pochodne ropy naftowej. Pasty takie składają się z mieszaniny CaO i fenoloftaleiny; a powstały w wyniku reakcji CaO z wodą wodorotlenek wapnia zabarwia fenoloftaleinę na kolor różowy, co świadczy o obecności wody w badanym zbiorniku.

### WAPNO GASZONE, CZYLI LASOWANE

Jeśli wymaga tego proces technologiczny związany z produkcją dalszych wyrobów, wapno palone poddaje się procesowi gaszenia. Wapnem gaszonym, czyli lasowanym, nazywamy wodorotlenek wapnia – Ca(OH)<sub>2</sub>. Powstaje on w reakcji CaO z wodą. Gaszeniu wapna towarzyszy wydzielanie się znacznych ilości ciepła.

Ze względu na sposób otrzymywania wyróżniamy wapno gaszone na sucho oraz wapno gaszone na mokro. W wyniku gaszenia na sucho (przy minimalnym udziale wody) otrzymujemy tzw. wapno hydratyzowane (o czym za chwilę), występujące w postaci brył, drobnego proszku lub granulatu. W wyniku gaszenia na mokro, w zależności od ilości wykorzystanej do procesu wody, otrzymujemy ciasto lub mleko wapienne. Jeśli chodzi o wapno gaszone na mokro, to wyróżniamy tu [2]:



Oferujemy maszyny  
czyszczące zboże  
o wydajnościach do 300 t/h.

# serafin®

## CZYSZCZENIE I SORTOWANIE ZIARNA

Nasza oferta obejmuje zarówno pojedyncze urządzenia, jak i kompletne linie dla przemysłu spożywczego. Projektując linie bazujemy na produktach duńskiej firmy Skiod – Damas - firmie z wieloletnim doświadczeniem w technologiach zbożowych i nasiennych.



SERAFIN.AGRO.PL  
BIURO@SERAFIN.AGRO.PL  
+48 12 43 44 106

TECHNOLOGIA ZBOŻOWO-NASIENNA W JEDNYM MIEJSCU

Właściwość/Parametr		Wymagania normy PN-EN 459-1:2003 dla:		
		CL 90-S	CL 80-S	CL 70-S
Wymagania chemiczne	Wilgotność [% masy suchej]	≤2		
	Zawartość CaO + MgO [% masy]*	≥90	≥80	≥70
	Zawartość MgO [% masy]	≤5**	≤5**	≤5
	Zawartość CO <sub>2</sub> [% masy]	≤4	≤7	≤12
	Zawartość SO <sub>3</sub> [% masy]	≤2		
Właściwości fizyczne	Wilgotność [% masy suchej]	≤2		
	Stalność objętości – metoda wzorcowa [mm]	≤2		
	Stalność objętości – metoda alternatywna [mm]	≤20		
	Pozostałość na sicie 0,20 mm [% masy]	≤2		
	Pozostałość na sicie 0,09 mm [% masy]	≤7		
	Zawartość powietrza w zaprawie normowej [% obj.]	≤12		
	Głębokość wnikania w zaprawę [mm]	> 10 i < 50		

TAB. 1  
Wymagania dotyczące wapna hydratyzowanego [1]

- wapno szybko gaszące się (wapno tłuste) – czas lasowania wapna tłustego wynosi do 10 minut. Zawiera ono 94–100% czystego wapna. Materiał o takim składzie pozwala uzyskać z 1 t wapna palonego co najmniej 2,8 m<sup>3</sup> ciasta wapiennego;
- wapno umiarkowanie gaszące się (wapno średnio tłuste) – czas lasowania wapna średnio tłustego wynosi 10–30 minut. Zawiera ono 89–94% czystego wapna. Materiał o takim składzie pozwala uzyskać z 1 t wapna palonego co najmniej 2,4 m<sup>3</sup> ciasta wapiennego;
- wapno wolno gaszące się (wapno chude) – czas lasowania wapna chudego wynosi powyżej 30 minut. Zawiera ono poniżej 89% czystego wapna. Materiał o takim składzie pozwala uzyskać z 1 t wapna palonego około 2,2 m<sup>3</sup> ciasta wapiennego.

Metoda gaszenia na mokro stosowana jest głównie w samodzielnej produkcji wapna lasowanego, z czym często spotkać się można na budowach. W wapnie gaszonym Ca(OH)<sub>2</sub> przyjmuje postać niewielkich płytek, których rozmiary świadczą o jakości produktu jako spoiwa. Im mniejsze płytki Ca(OH)<sub>2</sub>, tym materiał jest tłustszy (im większa tłustość, tym wyższa jakość wapna jako spoiwa). Z mieszaniny mleka wapiennego i piasku powstaje powszechnie stosowana zaprawa wapienna. Na powietrzu

łączy się ono z dwutlenkiem węgla (CO<sub>2</sub>) tworząc trwałe spoiwo. Wapno gaszone, podobnie jak i palone, wykorzystuje się również do produkcji nawozów.

#### GASZENIE NA SUCHO

Obecnie na skalę przemysłową wapno gasi się metodą hydratyzacji, uzyskując w ten sposób wapno hydratyzowane, nazywane też wapnem suchogaszonym. Wapno suchogaszone jest obecnie produkowane metodą bezdojrzewalnikową (komorową) w tzw. hydratorach mechanicznych. Wymaga ona stosowania jednorodnego wapna palonego, charakteryzującego się dużą aktywnością. Wapno palone mielone podaje się do mieszalnika wstępnego ślimakowego, gdzie doprowadza się również wodę. Następnie mieszanka wapna i wody podawana jest do właściwej komory mieszalnika o pojemności 10–15 m<sup>3</sup>, w którym przebiega proces hydratacji [1].

Dokładne wymieszanie składników zapewnia ślimak łopatkowy. W wyniku reakcji chemicznej, zapisywanej równaniem sumarycznym:  $2\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ca(OH)}_2$ , następuje szybki wzrost temperatury do ok. 102–104°C. Utrzymuje się ją w tych granicach, dzięki regulowaniu ilości dodawanej wody. Reakcja ma charakter egzotermiczny, a wydzielone ciepło jest wykorzystywane do odparowywania nadmiaru wody. Para

uchodzi przez skrubier i wentylator na zewnątrz. Porywa ona drobne cząstki hydratu, które wpływają do skrubera przez przewle umiejscowiony w górnej części komory mieszalnika. Cięższe cząsteczki wapna niezgaszonego oraz niewypalonego kamienia wapiennego opadają na dno komory i są okresowo odprowadzane na zewnątrz otworem spustowym umieszczonym w dolnej jego części [1].

Wapno hydratyzowane jest kierowane do układu separatorów w celu oddzielenia od niego zanieczyszczeń. Separacja odbywa się dwustopniowo, co zapewnia uzyskanie produktu o bardzo drobnym uziarnieniu i praktycznie niezawierającego zanieczyszczeń. Uzyskany produkt, czyli wapno hydratyzowane, podawany jest do zbiornika magazynowego, a pozostałość (nazywana kaszką pohydratacyjną) przeznaczona jest głównie do produkcji wapna nawozowego.

#### NORMY

Wapno hydratyzowane objęte jest wymaganiami normy PN-EN 459-1:2003 „Wapno budowlane. Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności”. W normie tej wapno budowlane zostało podzielone na dwie zasadnicze grupy [4]:

1) wapno powietrzne, nietwardniejące pod wodą i niemające właściwości hydraulicznych, gdzie mamy dodatkowo podział na:

a) wapno wapińowe (CL), zawierające głównie tlenek lub wodorotlenek wapnia bez żadnych dodatków materiałów hydraulicznych lub naturalnych z podziałem na:

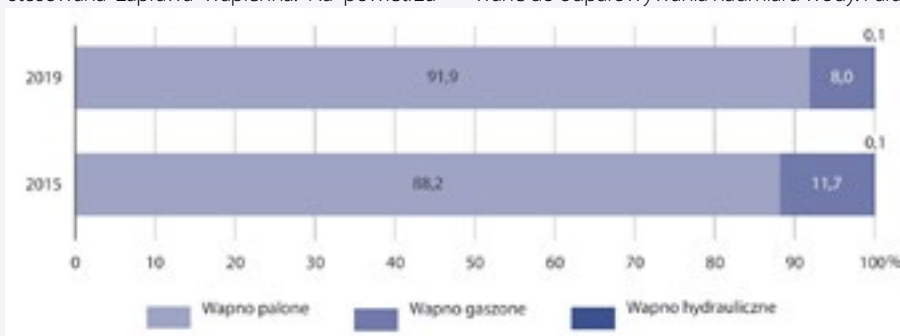
- wapno palone (Q) – nie gaszone: CaO;
- wapno hydratyzowane (S) – gaszone: Ca(OH)<sub>2</sub>;
- wapno pokarbidowe – odpadowe Ca(OH)<sub>2</sub>, powstało przy produkcji acetyleny z karbidu;
- wapno muszlowe – Ca(OH)<sub>2</sub> powstało w wyniku gaszenia wyprężonego kamienia muszlowego;

b) wapno dolomitowe (DL), składające się głównie z tlenku lub wodorotlenku wapnia i tlenku lub wodorotlenku magnezu z podziałem na:

- wapno dolomitowe półhydratyzowane – głównie: Ca(OH)<sub>2</sub> + MgO;
- wapno dolomitowe całkowicie zhydratyzowane – głównie: Ca(OH)<sub>2</sub> + Mg(OH)<sub>2</sub>;

2) wapno hydrauliczne, które ma właściwość wiązania i twardnienia pod wodą:

- a) wapno hydrauliczne naturalne (NHL):
- wapno hydrauliczne naturalne, wytwarzane przez wypalenie bardziej lub mniej ilastego lub krzemionkowego kamienia wapiennego;
  - wapno hydrauliczne z dodatkami (Z) – NHL zawierające do 20% dodatków pucolanowych lub hydraulicznych;



RYS. 2  
Struktura produkcji wytworzonego wapna [ZŹRÓDŁO: GUS]

LATA GOSPODARCZE	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019
Nawozy wapniowe w tysiącach ton	529,8	590,9	568,3	507,8	634,7	697,2	567,6	995,1	774,9	808,7	821
W kg/ha użytków rolnych	32,9	39,8	37,6	33,9	43,4	47,9	39,0	68,4	53,0	55,1	55,9

TAB. 2

Zużycie nawozów wapniowych w przeliczeniu na czysty składnik w tysiącach ton oraz w kg/ha użytków rolnych [ŹRÓDŁO: GUS]

b) wapno hydrauliczne (HL), składające się z wodorotlenku wapnia, krzemianów wapnia i glinianów wapnia, wytwarzane poprzez mieszanie odpowiednich surowców.

Wapno hydratyzowane sklasyfikowano w normie jako wapno wapniowe, otrzymane w wyniku kontrolowanego gaszenia wapna palonego. Wapna powietrzne (w tym wapno hydratyzowane) sklasyfikowano dodatkowo z uwagi na zawartość składników głównych, a wapna hydrauliczne – z uwagi na klasę wytrzymałości. Wapno hydratyzowane, według PN-EN 459-1:2003, może być produkowane i sklasyfikowane w trzech grupach różniących się zawartością sumy tlenków CaO + MgO i oznaczanych jako:

- wapno wapniowe EN 459-1 CL 90-S;
- wapno wapniowe EN 459-1 CL 80-S;
- wapno wapniowe EN 459-1 CL 70-S.

Wymagania normowe dotyczące wymienionych produktów przedstawiono w TAB.1 [1].

## NAWOZY I NAWOŻENIE

Jeśli chodzi o nawozy wapniowe, to na rynku dostępne są nawozy wapniowe i wapniowo-magnezowe powstałe z przerobu naturalnych skał wapiennych. Są to nawozy tlenkowe, bazujące na CaO i nawozy bazujące na węglanie wapnia (CaCO<sub>3</sub>), które przeznaczone są do nawożenia różnych typów gleb. Drugą grupę nawozów wapniowych stanowią kopaliny, które na ogół są stosowane w formie naturalnej, a zabiegiem podnoszącym ich wartość nawozową jest suszenie. Przykładem jest kreda, która chemicznie należy do grupy węglanów wapnia. Ostatnią grupę nawozów stanowią nawozy wapniowe pochodzące z produkcji ubocznej, m.in. [5]:

- wapno defekacyjne (produkt uboczny przemysłu cukrowniczego);
- wapno posodowe (powstaje w procesie produkcji sody);
- wapno pocelulozowe (produkt uboczny w produkcji papieru);
- wapno posiarzkowe (produkt uboczny po flotacji siarki).

W przypadku tej ostatniej grupy nawozów wapniowych (w większości węglany wapnia) czynnikiem limitującym ich wykorzystanie jest jednak zawartość innych składników zakłócających wzrost roślin: chloru (wapno posodowe), chlorków i siarczków (wapno pocelulozowe) oraz siarczków i metali ciężkich (wapno posiarzkowe). Oprócz tego nawozy te różnią się zawartością wapnia, która wyrażana jest w % CaO, bez względu na to, czy wapń w nawozie występuje w formie tlenkowej czy węglanowej. Znaczenie

dla efektywności odkwaszającej nawozu ma także stopień zmielenia (rozdrobienia) skały oraz okres, z którego pochodzi. Im większe rozdrobienie, tym efektywność odkwaszania i reaktywność nawozu jest większa. Lepsze działanie wykazują też nawozy produkowane z młodszych skał, np. jurajskich [5].

Wapno jest głównym czynnikiem mającym wpływ na optymalizację odczynu glebowego. Wapnowanie stosuje się po to, aby glebę odkwasić, ale również w celu utrzymania odpowiedniego poziomu pH, a odczyn kwasności gleby należy do najważniejszych czynników warunkujących plonowanie danej rośliny. Czynnikiem determinującym zakwaszenie gleby jest m.in. stosowanie, skądinąd niezbędnych w produkcji roślinnej, nawozów mineralnych – zwłaszcza saletry amonowej oraz siarczanów. Duży wpływ na zakwaszenie mają również niezależne od nas procesy naturalne przebiegające w glebie. Zakwaszenie jest skutkiem m.in. wymywania wapna oraz magnezu z gleby. W polskich warunkach około połowa gleb charakteryzuje się kwaśnym odczynem. Tak więc dla rentownej produkcji roślinnej wapnowanie jest zabiegiem niezbędnym [6].

Najszybciej działającymi rodzajami wapna są nawozy w formie wapna tlenkowego (palonego). Ich działanie jest błyskawiczne. Z uwagi na ich szybkość działania stosowane są na glebach ciężkich oraz na tych, które mają wyjątkowo niski odczyn pH. W wypadku gleb lżejszych musimy pamiętać o tym, aby ich dawka nie była zbyt wysoka. Tego rodzaju wapna nie zaleca się do stosowania pogłównego. Nie powinniśmy również nawozić wapnem tlenkowym gleby na krótko przed planowanym siewem, gdyż jego reaktywność jest bardzo wysoka i ma silne właściwości żrące, co jest skutkiem powstania w glebie po aplikacji wapna tlenkowego Ca(OH)<sub>2</sub> [6].

Znacznie bezpieczniejsze w stosowaniu jest wapno węglanowe (CaCO<sub>3</sub>). Działanie tego nawozu jest znacznie wolniejsze od wapna tlenkowego, jednak w dłuższym okresie bardzo skuteczne. Jeśli chcemy uzyskać szybki efekt poprawiający pH, ale obawiamy się stosować wapna tlenkowego, wówczas dobrym wyborem może okazać się kreda nawozowa, która w istocie jest wapnem węglanowym. Ta forma wapna z powodzeniem jest dostarczana na gleby lżejsze oraz średnie, które charakteryzują się szybszą przyswajalnością – na takich ziemiach nawóz o wysokim działaniu reaktywnym mógłby bardzo szybko doprowadzić do zaburzeń wewnątrz gleby. Najniższą reaktywnością charakteryzuje się wapno dolomitowe. Działa

	J.M.	2015	2016	2017	2018	2019
Wapno	tys. t	1 942	1 869	1 904	2 684	2 645

TAB. 3

Produkcja wytworzona wapna [ŹRÓDŁO: GUS]

ono w glebie bardzo długo, ale też i wyjątkowo wolno. Efekty są zauważalne dopiero po kilku latach. Jeśli więc zależy nam na w miarę szybkim odkwaszeniu, to zdecydowanie ta forma nie będzie najlepszym wyborem. Możemy jednak je stosować w sytuacji, kiedy chcemy zachować obecne pH. [6].

## RYNEK WAPNA W POLSCE

Jeśli chodzi o produkcję wapna, to podstawowym odbiorcą materiałów wapiennych w Polsce jest budownictwo, dla którego zużycie wynosi średnio ok. 54% wytworzonego wapna. 40% wyprodukowanych w naszym kraju wypalanych wyrobów wapiennych zużyto w przemyśle materiałów budowlanych, a 12% w pozostałych działach budownictwa.

Zużycie nawozów wapniowych w roku gospodarczym 2018/2019, a więc wg ostatnich danych dostępnych na stronach GUS, nieznacznie wzrosło i wyniosło 821,0 tys. t. W sezonie wcześniejszym 2017/2018 zużyto 808,7 tys. t nawozów wapniowych. Jednak wielkość zużycia w czystym składniku na hektar jest nadal niewystarczająca w stosunku do rejestrowanego zakwaszenia gleb w naszym kraju i wynosi zaledwie 55,9 kg na hektar.

Wracając do produkcji, to z punktu widzenia gospodarki ważną grupą asortymentową jest wapno palone, wapno gaszone i wapno hydrauliczne. W latach 2015–2019 wzrost produkcji wytworzonej odnotowano w 2017 r. i 2018 r. (odpowiednio o 1,9% i o 40,9%), natomiast w 2016 r. oraz 2019 r. nastąpiły niewielkie spadki produkcji, odpowiednio o 3,7% oraz 1,4%.

Mimo to, w odniesieniu do 2015 r. produkcja wytworzona w 2019 r. wzrosła o 36,2%, a wartość produkcji sprzedanej o 3,5%. Największy udział w produkcji wytworzonej (91,9%) odnotowano dla wapna palonego, którego produkcja w 2019 r. wyniosła 2430 tys. ton i była wyższa o 42,0% w stosunku do 2015 r. W 2019 r. produkcja wapna gaszonego wyniosła 211 tys. t i była niższa o 7,4% w odniesieniu do 2015 r., natomiast produkcja wapna hydraulicznego osiągnęła 4 tys. t, co oznaczało wzrost aż o 95,5% w stosunku do poziomu z 2015 r. [7]. ■

### LITERATURA:

- [1] Materiały zamieszczone na stronie [www.izolacje.com.pl](http://www.izolacje.com.pl).
- [2] Materiały zamieszczone na stronie [www.mgprojekt.com.pl](http://www.mgprojekt.com.pl).
- [3] Materiały zamieszczone na stronie [www.kb.pl](http://www.kb.pl).
- [4] Normy PN-EN 459-1:2003, Wapno budowlane. Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności.
- [5] Siuda A., Wapno nawozowe – wybór jest duży, [www.agropolska.pl](http://www.agropolska.pl).
- [6] Bogacz K., Jakie wapno na pole wybrać, aby uzyskać dobry plon?, [www.agrofakt.pl](http://www.agrofakt.pl).
- [7] Produkcja wyrobów przemysłowych w latach 2015–2019, GUS 2020.

# Kompleksowa obsługa produkcji cementu

Napędy marki Hägglunds oferują dokładną kontrolę prędkości i niezrównaną elastyczność.

www.boschrexroth.pl

**P**rodukcja cementu wymaga połączenia siły i finexji na każdym jej etapie – transportu, ogrzewania czy też przemiału materiału. Bezpośrednie napędy hydrauliczne Hägglunds zapewniają obie te cechy. Napędy marki Hägglunds dostarczają potrzebną moc i są zabezpieczone przed przeciążeniem, oferując jednocześnie dokładną kontrolę prędkości i niezrównaną elastyczność. Gwarantują one dostępność, wydajność oraz trwałość urządzeń pracujących w całej cementowni.

Dzięki zastosowaniu napędu Hägglunds w przenośnikach taśmowych możliwa jest pełna kontrola momentu obrotowego, a to z kolei chroni taśmy przed przeciążeniem. Łagodny rozruch i zatrzymanie minimalizuje naprężenie taśmy. Napędy Hägglunds charakteryzują się wysokim rozruchowym momentem obrotowym przez nieograniczony czas. Ich rozruch możliwy jest przy dowolnym obciążeniu. Ponadto w przypadku inspekcji mogą one pracować z małą prędkością.

Napędy Hägglunds stosowane w przenośnikach płytowych posiadają wbudowane zabezpieczenie przed obciążeniami udarowymi. Ich wysoki rozruchowy moment obrotowy przez nieograniczony czas oraz zmienna prędkość umożliwiają optymalizację procesu. Napędy te są łatwe w obsłudze w warunkach częstego uruchamiania i zatrzymywania.

Przykładowo młyny kulowe wyposażone są w napędy umożliwiające optymalizację procesu produkcji, dzięki zmiennej prędkości bez ograniczeń. Niska prędkość i wysoki moment obrotowy umożliwiają ich bezproblemowe uruchamianie w trybie powolnym.

W wysokociśnieniowych kruszarkach walcowych wykorzystywane są z kolei napędy o niskim momencie bezwładności, co umożliwia dokładną kontrolę momentu obrotowego. Ograniczona siła pomiędzy walcami zmniejsza ilość nieprzemielonego materiału. Dzięki optymalizacji przemiału zredukowane jest zużycie walca, a kompaktowość i modu-



zdjęcia: Bosch Rexroth

larność całego systemu upraszczają proces konserwacji.

Dzięki zastosowaniu kompaktowych napędów Hägglunds w piecach oszczędza się z kolei miejsce oraz masę. Napędy te cechuje pełny moment obrotowy przy niskiej prędkości, wysoka redundancja, jak również wysoki rozruchowy moment obrotowy, który umożliwia rozruch przy dowolnym obciążeniu.

Bezpośrednie napędy hydrauliczne Hägglunds to rozsądna alternatywa wobec elektromechanicznych systemów napędowych, stosowanych zwykle w przemyśle cementowym. Nie wymagają one fundamentów, przekładni ani wrażliwych sprzęgieł, natomiast zapewniają wyższą niż typowa elastyczność i niezawodność. Równocześnie mogą dostarczać bardzo dużej mocy oraz umożliwiają sterowanie prędkością i momentem obrotowym w stopniu nieosiągalnym przy innych napędach.

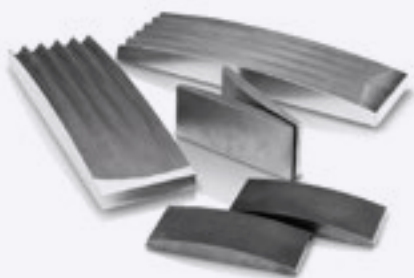
System bezpośredniego napędu zawiera jeden lub więcej silników hydraulicznych Hägglunds, montowanych bezpośrednio na wale napędzanym. Siła i kierunek obrotu są wyznaczone przez szybkodziałające pompy hydrauliczne zamontowane w jednostce napędowej, którą można umieścić

w dogodnym miejscu. Całość nadzoruje układ sterująco-monitorujący, który zapewnia bezpieczne, płynne i zoptymalizowane funkcjonowanie napędu.

Napędy Hägglunds firmy Bosch Rexroth są jak widać gwarancją wielu korzyści dla przemysłu cementowego. Są niezawodne, wydajne, łatwe w montażu i ułatwiają prace serwisowe oraz modernizację. Zarówno w przypadku kompletnych rozwiązań napędów, jak i modernizacji już działającego wyposażenia, klienci Bosch Rexroth mogą liczyć na pełne wsparcie i pomoc. Globalna organizacja firmy oferuje usługi projektowe, instalacyjne i serwisowe na całym świecie. Oznacza to, że świadczone jest szybkie i dobrze skoordynowane wsparcie w zakresie ofertowania, prac instalacyjnych oraz prac serwisowych u klienta i pomocy technicznej, gdzie i kiedy jest ona potrzebna.

Firma Bosch Rexroth posiada szerokie doświadczenie w branży cementowej, w której rozwiązania marki Hägglunds są stosowane już od 40 lat. Dzięki tak długiemu doświadczeniu oraz motywacji do ulepszania i rozwijania produktów i usług, firma dysponuje wyjątkową wiedzą w zakresie konfiguracji wszystkich funkcji w sposób gwarantujący maksymalizację wydajności procesu. ■



**Kruszarka szczękowa BB 100**

Kruszarka szczękowa BB 100 firmy Retsch służy do szybkiego, a przy tym delikatnego kruszenia i rozdrabniania wstępnego materiałów średnio twardych, twardych i kruchych. Różnorodność oferowanych materiałów, z których wykonane są szczęki m.in. stali wolne od metali ciężkich, a także efektywność i bezpieczeństwo użytkowania, czynią ją idealnym narzędziem do przygotowywania próbek w laboratoriach oraz zakładach przemysłowych.

Urządzenie nadaje się do kruszenia takich materiałów, jak: bazalt, kości, klinkier, ceramika, węgiel, koks, materiały budowlane, szkło, granit, minerały, rudy, kwarc, odłamki skalne, krzem, żużel itp.

**Zalety produktu:**

- duża wydajność, wysoki stopień rozdrabniania;
- neutralność dla analiz dzięki wykonaniu szczęk z 5 różnych materiałów;
- ustawienie punktu zero;
- zabezpieczenie przed przeciążeniem;

- zasyp z zabezpieczeniem przed cofaniem się materiału, szybko i łatwo zamykany;
- silnik z hamulcem i wyłącznikiem bezpieczeństwa;
- komora kruszenia łatwa do czyszczenia;
- ciągłe mielenie;
- złącze do odsysania pyłu.

Kruszarka szczękowa BB 100 jest solidnym i mocnym urządzeniem do rozdrabniania. Materiał wejściowy podawany przez zasyp wpada następnie do komory mielenia. Rozdrabnianie odbywa się pomiędzy szczękami – jedna nieruchoma, a druga napędzana poprzez niecentryczny wał napędowy. Eliptyczny ruch szczęki powoduje miażdżenie i kruszenie próbki, która następnie spada swobodnie do specjalnej szuflady. Gdy tylko próbka osiągnie rozmiary mniejsze niż ustawiona szerokość szczeliny między szczękami, spada ona swobodnie do wymiennego kolektora umieszczonego w urządzeniu na zasadzie wysuwanej szuflady. Szerokość szczeliny jest przez cały czas widoczna na specjalnej skali, co zapewnia zarówno powtarzalność, jak i możliwość optymalnego ustawienia parametrów.

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

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

**MIXING AND GRANULATION PROCESSES****Mixers and granulators****Intensive mixing and homogenization****Granulation and microgranulation**

Dynamic Mixing process ensures high homogeneity of the mixtures.

Kinematics of the tools used in the mixer allows to homogenize mixtures with additives of light, loose, fibrous, liquid and other components.

- ▶ High quality and speed of the process for various types of materials
- ▶ Optimization of the amount of materials and additives used
- ▶ Possibility to process different consistencies in one and the same machine
- ▶ Ability to adapt the input power to the process material
- ▶ Possibility to combine the mixing (homogenization) and granulation process in one machine



**Przedsiębiorstwo Projektowo Produkcyjne IdeaPro Sp. z o.o.**

ul. Dolnośląska 8 , 67-100 Nowa Sól, Poland  
tel. +48 68 444 89 42 / sekretariat@ideapro.com.pl

**TECHNOLOGY - PRODUCT - QUALITY**

## Kruszarki walcowe marki WAKRO

Jednymi z produkowanych przez firmę WAKRO urządzeń są kruszarki walcowe. Kruszarki te przeznaczone są do wstępnego kruszenia surowca. Materiał rozdrabniany jest przez zgniatanie między przeciwbieżnie obracającymi się walcami. Powierzchnie walców mogą być gładkie lub zębate. W oferowanych przez firmę WAKRO kruszarkach kruszenie materiału odbywa się za pomocą walców dociskanych hydraulicznie, co jest optymalnym rozwiązaniem, gdy mamy do czynienia z materiałem o różnorodnej granulacji.

Kruszarka posiada możliwość regulacji szczeliny pomiędzy walcami, którą ustawia się za pomocą zestawów blach dystansowych. Urządzenie ma osłony bezpieczeństwa bębnow kruszących oraz osłony przekładni pasowej. Zespoły walców są zabezpieczone przed



przeciążeniem za pomocą układu hydraulicznego z siłownikami.

Wielkość kruszarki zależy od wydajności oraz rodzaju i parametrów materiału kruszonego. Załadunek do kruszarki i odbiór materiału może odbywać się za pomocą podajników taśmowych lub ślimakowych.

Jako producent firma WAKRO gwarantuje odpowiedni dobór urządzenia, dostosowany

do wymagań kontrahenta i w pełni spełniającego jego oczekiwania. Kruszarki marki WAKRO charakteryzują się dużą niezawodnością i bardzo dobrą jakością wykonania, spełniają wymogi w zakresie aktualnych norm i dyrektyw, mają oznakowanie CE i dostarczane są z kompletem dokumentacji DTR.

Firma WAKRO systematycznie rozszerza zakres oferowanych maszyn i urządzeń do materiałów sypkich, a także rozwija swoje zaplecze naukowo-technologiczne. Dysponuje nowoczesnym Laboratorium Materiałów Sypkich i Procesów Spawalniczych, dzięki czemu może zaoferować swoim klientom najlepsze i innowacyjne rozwiązania.

WAKRO zapewnia doradztwo techniczne, projekt instalacji, wykonanie, montaż i uruchomienie.

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

## Zawory HOmatic dla betoniarni

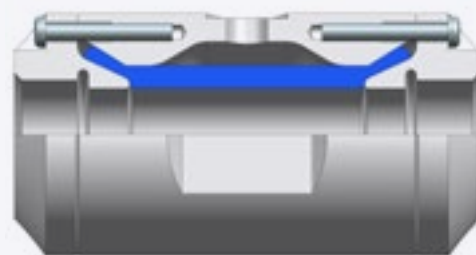
Zawory zaciskowe szwajcarskiej firmy HO-Matic znajdują zastosowanie także w betoniarniach. Przypominamy, że zawory te służą do precyzyjnego dozowania składników. W betoniarniach głównie stosowane są zawory o średnicy 1" serii 10 z wkładem wykonanym z czarnego NR.

Zawór zaciskowy HOmatic składa się z obudowy oraz elastycznego wkładu. Nie ma wewnątrz żadnych mechanizmów, dlatego jest odporny na zacieranie czy obklejanie się produktem. Gwarantuje on wysoką niezawodność i długą żywotność. Jak podajemy sprężone



Zawory HOmatic serii 10

powietrze pomiędzy obudowę a wkład, to wkład się zaciska i zamyka przepływ. Jak z kolei „zdejmujemy” ciśnienie, to zawór się otwiera i przepływ następuje pełnym przekrojem.



Przekrój przez zawór gwintowany

W Polsce oryginalne zawory HOmatic i części zamienne do nich można kupić w firmie Proorganika Sp. z o.o. z Warszawy.

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

## QuantiMass – przepływomierz masowy materiałów sypkich

Przepływomierz QuantiMass™ PRO do pomiaru przepływu materiałów sypkich wykorzystuje najnowszą technologię mikrofalową oraz umożliwia pomiar pyłów i granulatów do średnicy 20 mm w rurociągach metalowych – zarówno przy transporcie pneumatycznym, jak i grawitacyjnym. System składa się z czujnika montowanego na rurociągu oraz przetwornika montowanego na szynie DIN. Pomiar odbywa się z wykorzystaniem efektu Dopplera z dodatkową analizą zmian

widma częstotliwości i amplitudy sygnału, co umożliwia osiągnięcie bardzo dużej dokładności pomiaru przepływu.

### Wybrane cechy urządzenia:

- pomiar masowego przepływu materiałów sypkich;
- ciągły pomiar *online* przepływu masowego bez użycia wag przepływowych;
- najnowsza technologia mikrofalowa zapewniająca wysoką dokładność i powtarzalność pomiarów typowo 1..3%;
- kompaktowa budowa, niewielkie wymiary umożliwiające zabudowę w małych rurociągach;
- dostępne wersje wysokotemperaturowe;
- wykonania przeciwwybuchowe ATEX dla pyłów.

### Typowe zastosowania:

- monitorowanie zmian przepływu masowego spowodowanego zakłóceniami np. zmianą gęstości;
- pomiar dozowania dodatków dla prawidłowego komponowania mieszanin.



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

**To już 20 lat**

W bieżącym roku przypada 20-lecie działalności firmy Techmont. Dziękujemy za zaufanie, którym nas Państwo obdarzyli.

Misją, która nam towarzyszy przez cały czas jest wytwarzanie i dostarczanie całościowych systemów oraz urządzeń dla branży transportu



materiałów sypkich i masowych, zgodnie z oczekiwaniami naszych Klientów, przy wykorzystaniu najnowszych dostępnych rozwiązań technicznych i organizacyjnych.

W dalszym ciągu działając w oparciu o biznesowe, racjonalne, rozwojowe oraz związane z wkładem na rzecz innych (CSR) kategorie wartości, chcemy być członkiem innowacyjnej przemysłowej drużyny, która napędza rozwój gospodarki.

Z okazji jubileuszu pragniemy podziękować wszystkim naszym Klientom, Partnerom oraz Dostawcom za minione dwie dekady udanej współpracy.

Mamy nadzieję, że kolejne lata będą dla nas wszystkich również przepełnione sukcesami, dobrymi pomysłami oraz ciągłym zapalem do dalszego rozwoju.

Dziękujemy za te 20 lat!

**System dynamicznej aeracji – armatki powietrzne**

Metoda dynamicznej aeracji jest jedną z najbardziej efektywnych metod zapewniających stały przepływ w ciągach technologicznych i objętość użyteczną rezerwuarów procesowych. Zatory, zawisy czy inne formy zaburzające poprawne działanie instalacji, mają często bardzo poważne, negatywne skutki wpływające na sprawność całego układu. Niestabilna praca, niska wydajność, pogorszenie się warunków BHP mają bezpośredni wpływ



na ekonomię. Wieloletnia praktyka pokazała, że zastosowanie armatek powietrznych przywraca w pełni założoną sprawność instalacji, a w skrajnych sytuacjach umożliwia poprawne ich funkcjonowanie. Podstawowymi zaletami tych urządzeń są: szerokie spektrum zastosowań oraz fakt, że energia wystrzału przekazywana jest bezpośrednio w transportowany materiał, pozwalając na najbardziej efektywne jej wykorzystanie.

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

20 LAT  
NA RYNKU!

PPH.U.  
**TECHMONT**

Zgarniacze

Ostony  
przenośników

Mgła wodna

PNEUMAX GUN

Armatki powietrzne / azotowe

PPH.U. TECHMONT Radosław Wietrzyk  
[www.techmont.com.pl](http://www.techmont.com.pl)

# Badanie cementu

Wiktor Kubiński,  
Mariusz Niekurzak,  
Ewa Kubińska-Jabcoń

**W ramach współpracy z Wydawnictwem Naukowym PWN publikujemy kolejny fragment pracy pt. „Badanie towarów przemysłowych”. W ubiegłym wydaniu zaprezentowaliśmy część poświęconą badaniu gipsu budowlanego. Poniżej zamieszczamy informacje na temat pobierania próbek i badania cementu.**

**A**naliza chemiczna cementu – wyznaczanie siarczków zgodnie z normą PN-EN 196-2:2013-11E [N1]<sup>1</sup>\* polega na wykonaniu analizy jakościowej badanego cementu, której celem jest określenie, z jakich pierwiastków, związków chemicznych lub jonów on się składa, oraz analizy ilościowej w celu stwierdzenia, w jakich stosunkach ilościowych występują poszczególne składniki w analizowanej próbce. Przed rozpoczęciem analizy chemicznej próbki należy przygotować zgodnie z normą PN-EN 196-7:2009P [N2].

W tym celu pobiera się 100 g próbki, którą przesiewa się przez sito o oczkach 150–125 µm, usuwa z nich metaliczne cząstki za pomocą magnesu, a następnie przenosi do czystego i suchego pojemnika z gazoszczelną pokrywą, po czym wstrząsa energicznie, aby wymieszać całość. Całą procedurę należy wykonać jak najszybciej, aby uniknąć dłuższego kontaktu próbek z powietrzem. W próbkach, w których obecność żelaza jest wymagana do przeprowadzenia badania, może zostać pominięta procedura wyciągania opiłków.

Próbki zawierające kwarc muszą zostać przesiane przez sito do  $\Phi 90$  µm. Stosowane odczynniki chemiczne, standardy ilościowe i jakościowe i procedury laboratoryjne do wykonania oznaczenia zostały szczegółowo opisane w normie przedmiotowej.

Do wyznaczania siarczków próbkę 1 g cementu należy umieścić w zakorkowanej okrągłodennej kolbie, dodać 2,5 g chlorku cyny, 0,1 g chromu i rozproszyć w 50 cm<sup>3</sup> wody. Następnie należy obrócić kolbę do tunelu skraplającego i połączyć kondensator z ujściem do zlewki zawierającej 15 cm<sup>3</sup> amoniakalnego roztworu siarczku cynku i 285 cm<sup>3</sup> wody, zgodnie ze schematem przedstawionym na RYS 8.1.

Następnie należy podłączyć do urządzenia pomiarowego gaz CO<sub>2</sub>, ustawić jego przepływ na 10 cm<sup>3</sup>/min i odłączyć, po czym z tunelu skraplającego upuścić 50 cm<sup>3</sup> kwasu solnego i wznowić połączenie gazowe. Zawartość kolby należy doprowadzić do wrzenia i gotować przez 10 min, po czym schłodzić do temperatury pokojowej, dodać roztwór jodku potasu i stężonego kwasu solnego oraz miareczkować roztworem tiosiarczku sodu do barwy jasnożółtej. Następnie należy dodać 2 cm<sup>3</sup> roztworu



FOT: www.moczeko-labud.pl

skrobi i ponownie miareczkować do zmiany koloru z niebieskiego na bezbarwny. Zawartość poszczególnych pierwiastków w próbce określa się przez podanie stężenia danego pierwiastka zgodnie z odpowiednimi wzorami zawartymi w normie przedmiotowej.

Przykładowo, różnicę mas próbek L przed reakcją i po reakcji oblicza się ze wzoru [N1]

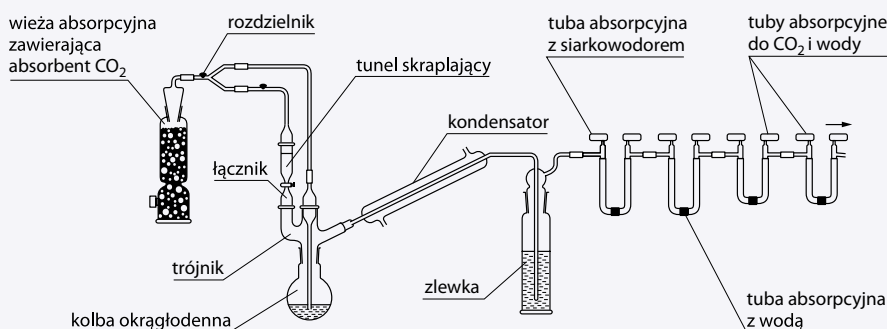
$$L = m_1 - \frac{m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (8.1)$$

gdzie:  $m_1$  – masa próbki przed reakcją, g;  $m_2$  – masa próbki po reakcji, g.

**Oznaczanie stopnia zmielenia cementu metodami sitową i przepuszczalności powietrza** zgodnie z normą PN-EN 196-6:2011P [N3] polega na określeniu stopnia zmielenia cementu za pomocą znormalizowanego sita lub za pomocą pomiaru przepływu powietrza.

Metodą sitową oznacza się zawartość frakcji cementu o wielkości ziaren przekraczających wymiar oczka danego sita. W celu sprawdzenia sita stosuje się próbkę wzorcową o znacznej zawartości frakcji grubszej niż wielkość oczek sita. Metoda jest odpowiednia do kontrolowania i sprawdzania procesu produkcji. Przed wykonaniem badania próbkę cementu należy wstrząsać przez 2 min w zamkniętym naczyniu, w celu rozdrobnienia zbyleń, po czym odstawić na 2 min i ostrożnie wymieszać czystym, suchym pręcikiem, w celu równomiernego rozproszania drobnych frakcji cementu. Pod sitem umieszcza się denko blaszane. Następnie odważa się 25 g cementu i ostrożnie, bez strat, przenosi na sito i przykrywa. Zauważone zbylenia należy rozdrobnić.

Metodą sitową oznacza się zawartość frakcji cementu o wielkości ziaren przekraczających wymiar oczka danego sita. W celu sprawdzenia sita stosuje się próbkę wzorcową o znacznej zawartości frakcji grubszej niż wielkość oczek sita. Metoda jest odpowiednia do kontrolowania i sprawdzania procesu produkcji. Przed wykonaniem badania próbkę cementu należy wstrząsać przez 2 min w zamkniętym naczyniu, w celu rozdrobnienia zbyleń, po czym odstawić na 2 min i ostrożnie wymieszać czystym, suchym pręcikiem, w celu równomiernego rozproszania drobnych frakcji cementu. Pod sitem umieszcza się denko blaszane. Następnie odważa się 25 g cementu i ostrożnie, bez strat, przenosi na sito i przykrywa. Zauważone zbylenia należy rozdrobnić.



RYS. 8.1  
Schemat aparatury badawczej [N1]



# Zawsze na czas



**Załadunek, nawet przy świetle księżyca.**

**LOGiQ® automatyzuje procesy spedycyjne, od zamówienia do wysyłki. Zatem, oszczędzasz czas i pieniądze. 24/7.**

Jeśli teraz chcesz również zwiększyć swoją wydajność i jakość, dowiedz się więcej na stronie [www.schenckprocess.com/LOGiQ](http://www.schenckprocess.com/LOGiQ)



Sitem należy poruszać poziomo ruchami kołowym i liniowymi, dopóki cząstki nie przestaną przez nie przechodzić, po czym sito należy zdjąć i pozostałość zważyć. Wynikiem oznaczenia jest średnia z dwóch pomiarów wyrażona w procentach jako pozostałość badanego cementu na sicie o wskazanym rozmiarze oczka. Jeżeli wyniki różnią się od siebie więcej niż o 1% należy przeprowadzić trzecie przesiewanie i wyliczyć średnią z tych wartości.

**Metodą przepuszczalności powietrza** określa się stopień zmielenia cementu wyrażany wielkością powierzchni właściwej. Do obliczenia tej powierzchni stosuje się pomiar czasu niezbędnego do przepływu określonej ilości powietrza przez sprasowaną warstwę cementu o wymiarach i porowatości zgodnie z wartościami zawartymi w normie przedmiotowej. Powierzchnia właściwa cementu jest proporcjonalna do  $t$  (t oznacza czas niezbędny do przepływu określonej ilości powietrza przez zagęszczoną warstwę cementu). Liczba i wielkość porów w danej warstwie cementu zależą od rozkładu ziarnowego jego cząstek i wpływają również na czas niezbędny do przepływu powietrza.

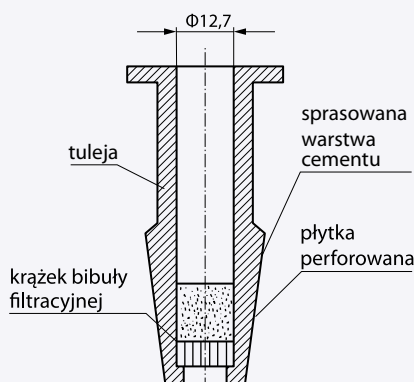
Pomieszczenie laboratorium, w którym przeprowadza się badania przepuszczalności powietrza, powinno mieć temperaturę 20°C i wilgotność względną 65%. Wszystkie materiały stosowane przy badaniu i kalibrowaniu powinny mieć temperaturę pomieszczenia w laboratorium. Próbkę cementu przeznaczoną do badań wstrząsa się przez 2 min w zamkniętym naczyniu w celu rozdrobnienia zbryleń, po czym ostrożnie miesza ją czystym, suchym pręcikiem w celu dokładnego rozproszania drobnych frakcji w cemente. Do sporządzenia warstwy cementu o porowatości  $e = 0,500$  należy odważyć ilość cementu  $m_1$  obliczoną wg wzoru [N3]

$$m_1 = 0,500 \cdot \rho \cdot V, g \quad (8.2)$$

gdzie:  $\rho$  – gęstość cementu, g/cm<sup>3</sup>;  $V$  – objętość warstwy cementu, cm<sup>3</sup>.

Następnie na dolnej krawędzi tulei przedstawionej schematycznie na RYS. 8.2 należy ułożyć płytkę perforowaną i umieścić na niej nowy krążek bibuły filtracyjnej, który powinien całkowicie nakrywać płytkę perforowaną i przylegać do niej, stopniowo dociskając go czystym, suchym pręcikiem. Kolejno do tulei wsypać bez strat odważoną ilość cementu  $m_1$ . Przez opukiwanie ścianek tulei należy wyrównać powierzchnię warstwy cementu, po czym na wyrównaną warstwę nałożyć nowy krążek bibuły filtracyjnej.

Następnie należy do tulei wprowadzić tłok do zetknięcia z krążkiem bibuły i dociskać go



RYS. 8.2

Schemat aparatu do pomiaru przepływu powietrza – tuleja [N3]

mocno ku dołowi, do zetknięcia jego główki z tuleją. Po czym tłok powoli podnieść, obrócić o 90° i ponownie, ostrożnie, lecz mocno, docisnąć do warstwy cementu, aż do zetknięcia się jego główki z tuleją. W ten sposób uzyskuje się zagęszczoną warstwę cementu przygotowaną do badania przepuszczalności.

W celu wykonania oznaczenia stożkową powierzchnię tulei łączy się z górnym końcem manometru. Można przy tym stosować, jeśli to konieczne, lekki smar zapewniający hermetyczne połączenie, uważając, aby nie naruszyć warstwy cementu. Następnie górny koniec tulei zamyka się korkiem, otwiera kran odcinający i przez lekkie zasysanie wprowadza ciecz manometryczną do najwyższej kreski. Zamyka się kran odcinający i obserwuje, czy poziom cieczy manometrycznej pozostał stały, po czym ponownie otwiera się kran odcinający i przez lekkie zasysanie doprowadza ciecz manometryczną do najwyższej kreski. Po zamknięciu kranu odcina-

jącego, co spowoduje opadanie cieczy, wyjmując się korek z górnego końca tulei i włączając sekundomierz, gdy ciecz osiągnie drugą kreskę, a wyłącza go, gdy ciecz osiągnie trzecią kreskę. Pomiar należy powtórzyć na tej samej warstwie cementu i zanotować wartości czasu i temperatury. Badanie przepuszczalności powietrza  $S$  oblicza się ze wzoru [N3]

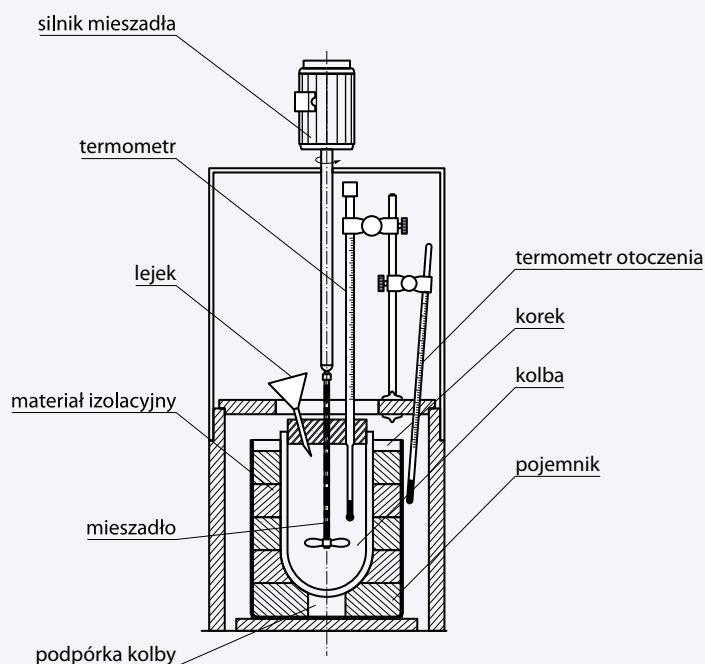
$$S = \frac{K}{\rho} \cdot \frac{e^3}{\sqrt{1-e}} \cdot \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{10 \cdot \eta}}, \text{ cm}^2/\text{g} \quad (8.3)$$

gdzie:  $K$  – stała aparatu;  $e$  – porowatość warstwy cementu;  $t$  – zmierzony czas, s;  $\rho$  – gęstość cementu, g/cm<sup>3</sup>;  $\eta$  – lepkość powietrza w temperaturze badania, Pa · s.

Przy określeniu wyniku oznaczenia dopuszczalne jest odchylenie 1% między średnimi wartościami pomiarów stopnia zmielenia przeprowadzonego na dwóch różnych warstwach cementu pobranego z tej samej próbki. Jako powierzchnię właściwą cementu podaje się średnią z czterech wartości  $S$ .

**Oznaczenie ciepła rozpuszczenia cementu** zgodnie z normą PN-EN 196-8:2010E [N4] polega na pomiarze ciepła rozpuszczania bezwodnego i uwodnionego cementu w mieszaninie kwasów w określonych warunkach, w ustalonym czasie. Do oznaczenia należy stosować następujące próbki:

- mieszanina kwasów uzyskana przez dodanie 2,76 g 40-proc. kwasu fluorowodorowego na każde 100 g kwasu azotowego o stężeniu 2 mol/dm<sup>3</sup> lub 2,60 cm<sup>3</sup> kwasu fluorowodorowego na każde 100 cm<sup>3</sup> kwasu azotowego;



RYS. 8.3

Schemat kalorymetru [N4]

- tlenek cynku o masie 40–50 g palony w temp. 950°C przez godzinę, następnie ochłodzony w ekzykatorze i rozdrobniony, tak aby próbka przeszła przez sito o wielkości oczka 125 μm (należy go przechowywać w ekzykatorze do momentu badania);
- bezwodny cement – należy usunąć z niego metaliczne żelazo za pomocą magnesu, przechowywać go w szczelnym pojemniku, aby uniknąć absorpcji wody i dwutlenku węgla, doprowadzić do temperatury otoczenia i ostrożnie homogenizować przed użyciem;
- uwodniony cement – mieszać w temperaturze otoczenia 100 g bezwodnego cementu i 40 g wody destylowanej lub dejonizowanej; otrzymaną masę umieścić w plastikowych lub szklanych cylindrycznych fiolkach po 15–20 g; uszczelnione fiolki przechowywać pionowo w kąpeli termostatycznej w temp. 20°C.

W celu oznaczenia ciepła rozpuszczania cementu należy określić pojemność cieplną i współczynnik wycieku termicznego przez rozpuszczenie palonego tlenku cynku w mieszaninie kwasów i pomiarze temperatury kalorymetru w ustalonych odstępach czasu.

Temperatura kąpeli wodnej jest równa temperaturze otoczenia. Schemat kalorymetru przedstawiono na RYS. 8.3.

Umieścić mieszaninę kwasów w kolbie, po czym, przed określeniem pojemności cieplnej, wypalić tlenek cynku w temp. 950°C maksymalnie przez 5 min i ochłodzić w ekzykatorze do temperatury pokojowej. Ilość tlenku cynku potrzebną do badania oblicza się z zależności [N4]

$$\frac{\text{masa mieszaniny kwasów}}{\text{masa tlenku cynku}} = 60 \text{ g} \quad (8.4)$$

Kiedy wskaźnik wzrostu temperatury jest stały, mierzy się czas za pomocą chronometru i odnotowuje początkową temperaturę  $\bar{T}_{15}$ . Po upływie 15 min należy zmierzyć temperaturę  $T_0$  i natychmiast, w ciągu 1 min, dodać próbkę tlenku cynku do mieszaniny kwasów oraz ponownie mieszać przez 30 min, po czym rozpuszczenie jest uważane za kompletne. Następnie mierzy się temperaturę  $\bar{T}_{30}$  i temperaturę otoczenia  $T_a$ . Jeżeli różnica między  $T_a$  a  $\bar{T}_{30}$  jest mniejsza niż 0,5°C, należy powtórzyć test. Po upływie 15 min mierzy się temperaturę końcową  $\bar{T}_{45}$ . W celu zredukowania błędów odczytu należy temperatury  $\bar{T}_{15}$ ,  $\bar{T}_{30}$  i  $\bar{T}_{45}$  określić jako średnie z pięciu różnych pomiarów w przerwach co 1 min. Korektę wzrostu temperatury  $\Delta T_c$  należy obliczyć ze wzoru [N4]

$$\Delta T_c = (\bar{T}_{30} - T_0) - 2(\bar{T}_{45} - \bar{T}_{30}), \text{ K} \quad (8.5)$$

gdzie:  $\bar{T}_{30}$  i  $\bar{T}_{45}$  – średnie wartości temperatury pięciu pomiarów wykonanych co minutę, K.

Współczynnik wycieku termicznego K oblicza się ze wzoru [N4]

$$K = \frac{(T_0 - \bar{T}_{15}) - (\bar{T}_{45} - \bar{T}_{30})}{(\bar{T}_{30} - T_0)}, \text{ K} \quad (8.6)$$

Pojemność cieplną C oblicza się ze wzoru [N4]

$$C = \frac{P}{\Delta T_c} [1077,43 + 0,364(30 - T_r) + 0,50(T_a - T_r)], \text{ J/K} \quad (8.7)$$

gdzie: P – masa tlenku cynku, g;  $T_r$  – temperatura na końcu okresu rozpuszczania, K;  $T_a$  – temperatura tlenku cynku podczas wprowadzania do kalorymetru, K; 1077,43 – ciepło rozpuszczania tlenku cynku w temperaturze 30°C, J/g; 0,364 – współczynnik temperatury ciepła rozpuszczania tlenku cynku, J/(g · K); 0,50 – ciepło właściwe tlenku cynku, J/(g · K).

Masę próbki potrzebnej do wykonania badania określa zależność [N4]

$$\frac{\text{masa mieszaniny kwasów}}{\text{masa bezwodnego cementu}} = 140 \text{ g} \quad (8.8)$$

W badaniu wszystkich cementów i spoiw hydraulicznych mieszanie kwasów należy mieszać 40–50 minut, odnotować temperaturę  $\bar{T}_{15}$  i włączyć chronometr. Po upływie 15 min należy odnotować temperaturę  $T_0$ , po okresie rozpuszczania trwającym 30 minut odnotować temperaturę  $\bar{T}_{30}$ , a po dalszych 15 min temperaturę  $\bar{T}_{45}$ .

Korekta wzrostu temperatury  $\Delta T_c$  dla wszystkich cementów i spoiw hydraulicznych

$$\Delta T_c = (\bar{T}_{30} - T_0) - 2[(\bar{T}_0 - \bar{T}_{15}) - K(\bar{T}_{30} - \bar{T}_0)], \text{ K} \quad (8.9)$$

gdzie: K – współczynnik wycieku termicznego, K/min · K<sup>-1</sup>.

• dla cementu portlandzkiego

$$\Delta T_c = (\bar{T}_{30} - T_0) - 2(\bar{T}_{45} - \bar{T}_{30}), \text{ K} \quad (8.10)$$

Ciepło rozpuszczania bezwodnego cementu  $\bar{Q}_a$

$$\bar{Q}_a = \frac{C \cdot \Delta T_c}{P} + 0,8(T_r - T_a) + 0,8(T_r - 20), \text{ J/g} \quad (8.11)$$

gdzie:  $\Delta T_c$  – skorygowany wzrost temperatury, K; C – pojemność cieplna kalorymetru, J/K; P – masa bezwodnego cementu, g;  $T_r$  – temperatura na końcu okresu rozpuszczania bezwodnego cementu, K;  $T_a$  – temperatura bezwodnego cementu podczas wprowadzania do kalorymetru, K; 0,8 – ciepło właściwe bezwodnego cementu, J/(g · K).

W celu określenia ciepła rozpuszczania uwodnionego cementu należy usunąć próbkę uwodnionego cementu z fiolki i rozdrobnić tak, aby przeszła przez sito o oczku 600 μm.

Czynność ta powinna być wykonana w czasie 15 min. Następnie należy umieścić próbkę w szczelnym pojemniku i homogenizować przez potrząsanie. Należy zważyć trzy próbki z tej samej fiolki, »

## PROORGANIKA

JACOB

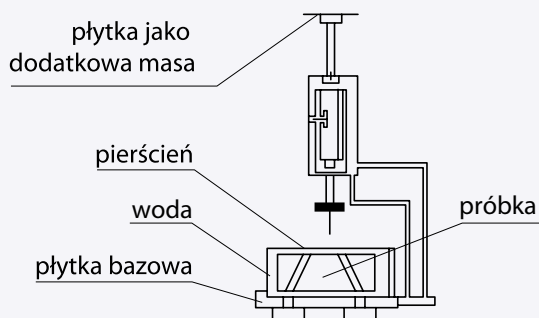
### OFERUJEMY:

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



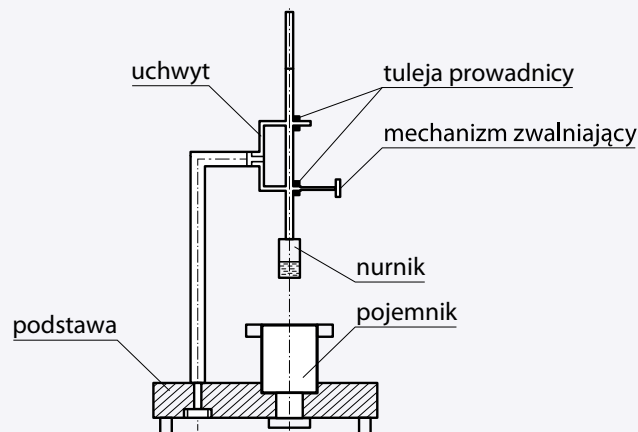
PROORGANIKA Sp. z o.o.

ul. Rogatkowa 34A, 04-773 Warszawa  
tel.: +48 22 12 34 435, fax: +48 22 12 34 437  
proorganika@proorganika.com.pl  
www.proorganika.com.pl



RYS. 8.4

Ręczny aparat Vicata do oznaczania konsystencji normowej i czasu wiązania cementu [N5]



RYS. 8.5

Aparat nurnikowy do badania konsystencji zaprawy [N6]

wymagane do określenia kalorymetrii i korekty wiązania wody. Ilość próbki potrzebnej do wykonania badania określa się ze wzoru 8.8.

Do badań wszystkich cementów i spoiw hydraulicznych należy mieszać mieszaninę kwasów przez 40–50 min, odnotować temperaturę  $\bar{T}_{15}$  i włączyć chronometr. Po upływie 15 min należy odnotować temperaturę  $T_0$ , po okresie rozpuszczania trwającym 30 min odnotować temperaturę  $\bar{T}_{30}$ , a po dalszych 15 min – temperaturę  $\bar{T}_{45}$ . Ciepło rozpuszczania  $\bar{Q}_i$  uwodnionego cementu należy obliczyć ze wzoru [N4]

$$\bar{Q}_i = \frac{C \cdot \Delta T_c}{P \cdot F} + 1,7(T_f - T_a) + 1,3(T_f - 20), J/g \quad (8.12)$$

gdzie:  $\Delta T_c$  – skorygowany wzrost temperatury, K; C – pojemność cieplna kalorymetru, J/K;  $T_f$  – temperatura na końcu okresu rozpuszczania bezwodnego cementu, K;  $T_a$  – temperatura bezwodnego cementu podczas wprowadzania do kalorymetru, K; P – masa uwodnionego cementu, g; F – współczynnik korygujący związaną wodę; 1,7 – ciepło właściwe uwodnionego cementu, J/(g · K); 1,3 – współczynnik temperatury ciepła rozpuszczania uwodnionego cementu, J/(g · K).

Współczynnik korygujący związaną wodę F należy obliczyć ze wzorów [N4]:

- na podstawie spalania

$$F = \frac{100 - m_h}{100 - m_a} \quad (8.13)$$

gdzie:  $m_h$  – zmiana masy podczas spalania uwodnionej próbki, %;  $m_a$  – zmiana masy podczas spalania bezwodnej próbki, %.

- na podstawie zawartości tlenu wapnia

$$F = \frac{C_h}{C_a} \quad (8.14)$$

gdzie:  $C_h$  – zawartość tlenu wapnia w uwodnionej próbce, %;  $C_a$  – zawartość tlenu wapnia w bezwodnej próbce, %.

Ciepło hydratacji cementu  $H_i$  oblicza się ze wzoru [N4]

$$H_i = \bar{Q}_a - \bar{Q}_i, J/g \quad (8.15)$$

gdzie:  $\bar{Q}_a$  – ciepło rozpuszczania bezwodnego cementu, J/g;  $\bar{Q}_i$  – ciepło rozpuszczania uwodnionego cementu, J/g.

**Oznaczanie czasów wiązania cementu** zgodnie z normą PN-EN 196-3:2016-12E [N5] polega na wypełnieniu pierścienia aparatu Vicata zaczynem cementowym i swobodnym zanurzeniu w nim znormalizowanego bolca w różnych odstępach czasu. Typowy ręczny aparat Vicata do oznaczania konsystencji normowej i czasu wiązania przedstawiono na RYS. 8.4.

Zaczyn cementowy o konsystencji normowej wykazuje charakterystyczny opór podczas zagłębiania bolca. Ilość wody potrzebnej do uzyskania konsystencji normowej oznacza się na podstawie wielokrotnego zagłębiania bolca w zaczynach cementowych o różnej zawartości wody. Za początek wiązania uznaje się czas od momentu wysypania cementu do wody do chwili, kiedy odległość bolca od płytki szklanej wyniesie 4 mm.

W celu wykonania oznaczenia do miski mieszarki do mieszania zaczynu cementowego w ciągu 10 s należy wprowadzić 500 g cementu i pewną ilość wody, po czym uruchomić mieszarkę na niskich obrotach. Jednocześnie należy rozpocząć odmierzenie sekwencji czasowych poszczególnych etapów mieszania od czasu zerowego, będącego początkiem, i zanotować koniec czasu wiązania. Po wymieszaniu zaczynu cementowego należy go przenieść do pierścienia Vicata umieszczonego na płytce bazowej. Bolec aparatu Vicata należy opuścić do momentu zetknięcia się z płytką bazową, dopasować wskazówki do pozycji zero i podnieść bolec do pozycji wyjściowej. Po wyrównaniu powierzchni zaczynu pierścieniem z płytką bazową ustawia się współśrodkowo pod bolcem aparatu Vicata, ostrożnie opuszcza bolec do jego zetknięcia się z zaczynem i po utrzymaniu w tej pozycji przez 1–2 s należy szybko zwolnić ruchome części, aby bolec wgłębiał się pionowo w środek zaczynu. Próbę zagłębiania bolca należy przeprowadzać 4 minuty po czasie zerowym. Po upływie co naj-

mniej 5 s od ustania zagłębiania się bolca należy odczytać wskazanie skali. W miarę upływu czasu postępuje wiązanie, zaczyn wyraźnie gęstnieje, zamieniając się z ciała plastycznego w ciało stałe.

**Oznaczanie konsystencji cementu** zgodnie z normą PN-EN 413-2:2006P [N6] polega na określeniu wymaganej wartości zagłębiania się w zaprawę wzorcową aparatu nurnikowego, którego schemat przedstawiono na RYS. 8.5.

Przed wykonaniem oznaczenia należy przygotować zaprawę z taką ilością wody, aby uzyskać wymaganą jej konsystencję. Po wymieszaniu próbki napęlnia się nią pojemnik pomiarowy i ubijakiem ubija przez 60 s. Następnie pojemnik umieszcza się na podstawie urządzenia pomiarowego i po upływie 150 s od zakończenia mieszania zwalnia nurnik z jego pozycji wyjściowej i odczytuje na skali wartość zagłębiania w zaprawę. Wymagana wartość zagłębiania w zaprawie o konsystencji normowej wynosi 35 mm. Jeżeli zaprawa nie osiąga wymaganej konsystencji normowej, należy przygotować nową jej porcję, stosując inną ilość wody. Badanie nowych porcji zaprawy powtarza się do uzyskania zagłębiania 35 mm w dwóch kolejnych badaniach. Masę wody wymaganą do osiągnięcia konsystencji normowej należy odnotować w gramach, a wartość zagłębiania w milimetrach.

**Oznaczanie mrozoodporności cementu** zgodnie z [1] polega na określeniu ubytku masy i spadku wytrzymałości spowodowanych działaniem cyklicznego zamrażania i odmrażania próbek z zaprawy cementowej. Badanie odporności na działanie mrozu należy przeprowadzić na 12 próbkach z zaprawy cementowej o wymiarach 4 × 4 × 16 cm po 28 dniach twardnienia. Z tej liczby 6 próbek przeznaczają się do prób zamrażania, a pozostałe 6 – do powtórnego badania kontrolnego wytrzymałości na zginanie i ściskanie.

Wszystkie próbki przed badaniem należy wysuszyć do stałej masy, zważyć, a potem zanurzyć w wodzie do pełnego nasycenia. Po nasyceniu wyjmuje się z wody 6 próbek, osusza je, umieszcza na tacy z rusztem i wkła-

da na 4 godz. do zamrażarki o temp.  $-20^{\circ}\text{C}$ . Po zamrożeniu próbek tace należy wyjąć z zamrażarki i zanurzyć w wannie z wodą o temp.  $20^{\circ}\text{C}$  na 4 godz., tak aby próbki znajdowały się poniżej lustra wody.

Próbki wyjmuje się, gdy temperatura ustali się na poziomie  $18^{\circ}\text{C}$ . W taki sam sposób należy przeprowadzić 25 cykli zamrażania i odmrażania. Po każdym cyklu za pomocą szklą powiększającego sprawdza się, czy nie wystąpiły pęknięcia, rozwarstwienia oraz ubytki na narożach. Próbki do badania kontrolnego przechowuje się przez cały czas pomiarów w wodzie. Po zakończeniu badań wszystkie próbki należy wysuszyć do stałej masy, zważyć i kolejno 6 próbek badanych i kontrolnych poddać oznaczeniu wytrzymałości na ściskanie i zginanie. Odporność próbek na działanie mrozu ocenia się na podstawie:

- stwierdzonych zmian makroskopowych i uszkodzeń,
- ubytku masy próbki po zamrożeniu X obliczonej wg wzoru [1]

$$X = \frac{(m_z - m_r) \cdot 100}{m_z} \% \quad (8.16)$$

gdzie:  $m_z$  – masa próbki wysuszonej przed zamrożeniem, g;  $m_r$  – masa próbki wysuszonej po zamrożeniu, g.

- spadku wytrzymałości Y na zginanie i ściskanie próbek po zamrożeniu obliczonego wg wzoru [1]

$$Y = \frac{(R_1 - R_2) \cdot 100}{R_1} \% \quad (8.17)$$

gdzie:  $R_1$  – średnia arytmetyczna wytrzymałość na ściskanie próbek kontrolnych niezamrażanych, MPa;  $R_2$  – średnia arytmetyczna wytrzymałość na ściskanie próbek zamrażanych, MPa.

**Oznaczenie pucolanowości cementów** zgodnie z normą PN-EN 196-5:2011E [N7] polega na porównaniu stężenia jonów wapnia zawartych w wodnej zawiesinie, pozostającej w kontakcie z uwodnionym cementem po określonym czasie, z ilością jonów wapnia zdolną do nasycenia roztworu o takiej samej zasadowości. Wynik badania uznaje się za pozytywny, jeżeli stężenie jonów wapnia w roztworze jest mniejsze od stężenia nasycenia.

Jeżeli cement jest zapakowany odpowiednio w worki, beczki czy inne pojemniki, próbkę powinien stanowić jeden worek, beczka bądź pojemnik pobrany ze składu.

W przypadku większego zbiornika próbkę należy pobrać tak, aby stanowiła warstwę 15 cm w zbiorniku. Do badania należy odmierzyć 100 g próbki, następnie przesiewać tę porcję przez sito  $150 \mu\text{m}$  lub  $125 \mu\text{m}$  do czasu, aż ilość pozostałości nie ulegnie zmianie.

Pozostałość zmielić tak, by cała przechodziła przez sito. Następnie przenieść próbkę do suchego hermetycznego pojemnika i wstrząsać do momentu całkowitego wymieszania, po czym odważyć 1 g węgla wapnia, umieścić go w zlewce, w której znajduje się woda, przykryć zlewkę szkłem zegarkowym, dodać kwas solny i dokładnie wymieszać szklanym pręcikiem. Należy upewnić się, czy wszystkie składniki uległy rozpuszczeniu, po czym całość doprowadzić do wrzenia, tak aby pozbyć się rozpuszczonego dwutlenku węgla. Następnie zczyn ostudzić do temp.  $21^{\circ}\text{C}$  i przenieść do kolby miarowej. W razie potrzeby dolewa się wody, tak aby w kolbie miarowej znajdował się  $1 \text{ dm}^3$  zaczynu, po czym odmierza pipetą  $50 \text{ cm}^3$  roztworu wapnia i przenosi do zlewki dostosowanej do aparatu do pomiarów absorbancji. Zawartość zlewki rozcieńcza się wodą do objętości odpowiedniej do pomiaru za pomocą danego aparatu, mierzy wartość zasadowości pH roztworu, stosując roztwór wodorotlenku sodu i oznacza fotometrycznie końcowy punkt miareczko wania. W tym celu dodaje się 0,1 g wskaźnika mureksydu i umieszcza zlewkę



## Przenośniki kubekowe Przenośniki łańcuchowe



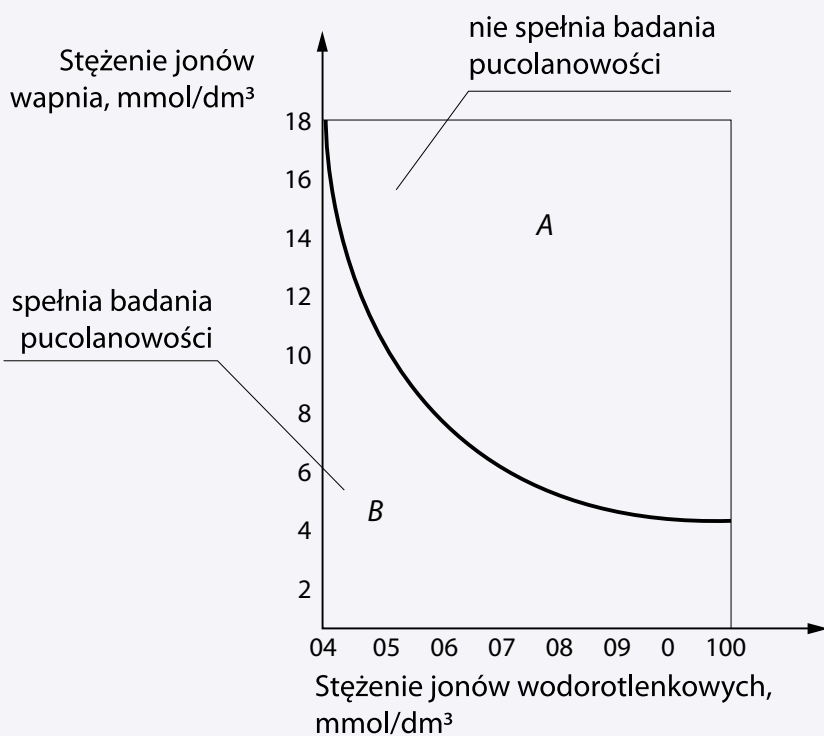
## Przenośniki ślimakowe: korytowe i rurowe



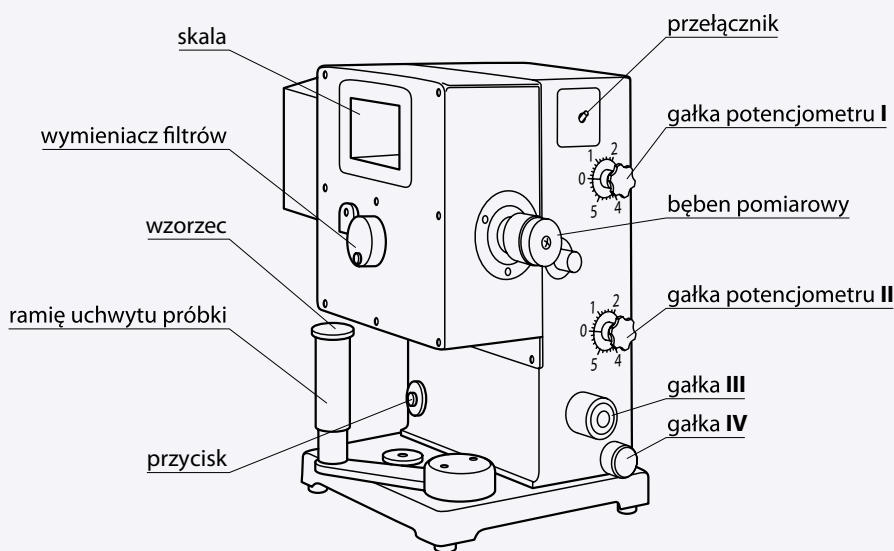
## Rozdzielacze wielodrogowe



## Kosze przyjęciowe



RYS. 8.6  
Przykładowa krzywa wartości absorpcji [N7]



RYS. 8.7  
Schemat stanowiska do badań stopnia białości cementu [N8]

w aparacie do pomiarów absorpcji, który należy nastawić na długość fali równą 620 nm. Ciągłe mieszając, miareczkuje się uprzednio przygotowanym roztworem EDTA o stężeniu 0,03 mol/dm<sup>3</sup>. Należy narysować krzywą wartości absorpcji uzyskanych w punktach, w których barwa ulega zmianie, w funkcji dodawanej objętości EDTA.

Zużyta objętość ( $V_1$ ) jest oznaczana jako punkt przecięcia linii o największym nachyleniu obok punktu zmiany barwy, z linią, która odpowiada prawie stałej absorpcji, po zmianie barwy. Do oznaczenia należy wyznaczyć współczynnik  $f_1$  roztworu EDTA [N7]

$$f_1 = \frac{m_1 \cdot 50}{100,09 \cdot 0,03 \cdot V_1} = \frac{m_1}{V_1} \cdot 16,652 \quad (8.16)$$

gdzie:  $m_1$  – masa węglanu wapnia, g;  $V_1$  – objętość roztworu EDTA użyta podczas miareczkowania, mm; 100,09 – masa molowa węglanu wapnia, g.

Stężenie jonów wodorotlenowych oraz wapnia w roztworze należy nanieść na wykres przedstawiający stopień nasycenia jonami wapnia jako funkcję stężenia jonów wodorotlenowych w temp. 40°C. Przykładową krzywą przedstawiono na RYS. 8.6.

Krzywa na rysunku może być przedstawiona w zakresie 45–90 mmol/dm<sup>3</sup>. Należy

obliczyć stężenie jonów wodorotlenowych oraz jonów wapnia. W przypadku uzyskania 2 wyników pomiarów należy policzyć średnią arytmetyczną. Cement spełnia badanie pucolanowości, gdy naniesione punkty leżą poniżej krzywej pokazanej na RYS. 8.6.

**Oznaczanie stopnia białości cementu** zgodnie z normą PN-B-04309:1973P [N8] polega na porównaniu stopnia białości światła odbitego od powierzchni sprasowanej próbki cementu portlandzkiego białego z białością światła odbitego wzorcowej próbki z bieli barytowej. Do wykonania badania należy pobrać 0,5 kg cementu ze średniej próbki laboratoryjnej pobranej zgodnie z normą [N2], przesiać przez sito, rozetrzeć grudki cementu w palcach, napęlić nim naczynko składane i sprasować ciężarem o masie 500 g. Powierzchnia pomiarowa próbek powinna być gładka, bez rys i wgłębień.

Schemat stanowiska do badania stopnia białości cementu przedstawiono na RYS. 8.7.

Badanie należy wykonać leukometrem. W tym celu gałką III przesuwamy się na oświetlonej skali obraz nitki galwanometru między kreski – położenie zerowe. Wymieniacz filtrów należy nastawić na kolor biały. Nałożyć wzorec na ramię uchwytu próbki, tak aby napis był w kierunku wykonującego pomiar, po czym naprowadzić uchwyt z wzorcem na okienko pomiarowe. Bęben pomiarowy należy nastawić na wartość stopnia białości podaną w metryce wzorca i włączyć przełącznik. Ponownie ustawić nitkę galwanometru w położenie zerowe, używając gałki potencjometru II. Wcisnąć przycisk do momentu wyczuwania oporu i za pomocą gałki III ustawić nitkę galwanometru w położeniu zerowym. Przycisk wcisnąć do końca i za pomocą gałki III ustawić takie położenie nitki, w którym nie nastąpi różnica wychyleń po zwolnieniu przycisku. W miejsce wzorca wstawić pojemnik z badaną próbką, wcisnąć przycisk do pierwszego oporu i obrotem bębna pomiarowego ustawić obraz nitki galwanometru w położeniu zerowym.

Przycisk wcisnąć do końca i obrotem bębna pomiarowego ustalić takie położenie nitki galwanometru, w którym nie nastąpi różnica wychyleń po zwolnieniu przycisku. Wynik odczytać ze skali pomiarowej urządzenia.

Stopień białości cementu  $X$  oblicza się ze wzoru [N8]

$$X = W_1 \cdot \frac{W_2}{2}, \% \quad (8.19)$$

gdzie:  $W_1$  – wynik pierwszego pomiaru, %;  $W_2$  – wynik drugiego pomiaru, %.

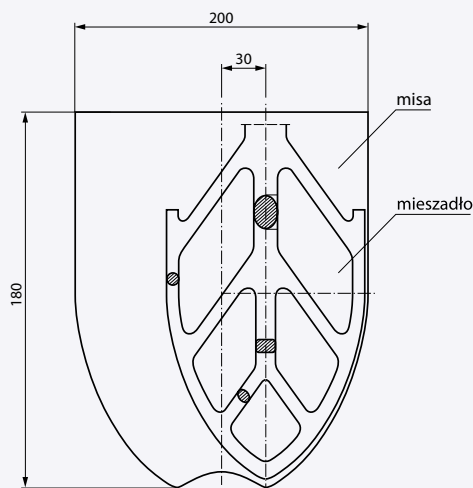
Jako wynik oznaczenia podaje się średnią arytmetyczną dwóch oznaczeń. Dopuszczalna różnica między wynikami nie może przekraczać 1%.

**Oznaczenie w cemencie zawartości chromu(VI) rozpuszczalnego w wodzie** zgodnie z normą PN-EN 196-10:2016-07E [N9] polega na wykonaniu procedury ekstrakcji oraz analizy przefiltrowanego przesącza. Przyrządy do pobierania próbek powinny być wykonane z materiału niekorodującego i niereagującego z cementem oraz stale gotowe do użycia i czyste. W przypadku, gdy cement jest zapakowany w worki, beczki lub inne pojemniki, próbkę powinien stanowić jeden worek lub jedna beczka bądź pojemnik pobrany losowo. Nie wolno pobierać próbki z zapyłonej lub zanieczyszczonej atmosfery, a pobrany cement należy umieścić w czystym, suchym i szczelnym pojemniku. Każda próbka laboratoryjna powinna być na tyle duża, aby wszystkie niezbędne badania mogły być przeprowadzone dwukrotnie. Bezpośrednio przed wykonaniem analizy chemicznej próbkę o masie 1000 g przenosi się do szczelnego, czystego i suchego pojemnika i energicznie potrząsa w celu dokładnego wymieszania.

Do wykonania oznaczenia cementu powinien być przygotowany w postaci zaprawy z użyciem piasku normowego CEN i wody. Udziały masowe składników powinny wynosić:

1 część cementu, 3 części piasku normowego CEN i 1/2 części wody o czystości analitycznej. Każda porcja powinna składać się z 450 g cementu, 1350 g piasku i 225 g wody. Do analizy cementów szybko wiążących może być konieczne zwiększenie zawartości wody i odpowiednio współczynnika woda/cement, dopóki nie uzyska się odpowiedniej ilości przesącza. Wodę i cement należy odważyć za pomocą wagi laboratoryjnej.

Każdą porcję zaprawy należy mieszać mechanicznie za pomocą mieszarki. Kodynacja różnych etapów mieszania odnosi się do okresów, w których zasilanie mieszarki jest włączone/wyłączone, i powinna być utrzymana w zakresie ok. 2 s. Zaprawę należy mieszać przez określony czas, a następnie przesączyć. Zestaw do sączenia powinien być suchy. Do zamocowanego tygla próżniowego lub lejka Büchnera z suchym sączkiem podłącza się pompę próżniową i umieszcza zaprawę w zestawie do sączenia. Sączy się maksymalnie przez 10 min do uzyskania 10–15 cm<sup>3</sup> objętości przesącza. Przesącz można przechowywać do 8 godz. przed oznaczeniem zawartości chromu(VI), ale jeżeli czas przechowywania przekracza 30 min, należy go umieścić w szczelnym, nieprzepuszczającym powietrza pojemniku zapobiegającym parowaniu. Jeśli przesącz ma zmętnienie, którego nie można usunąć za pomocą prostego sączenia, można go



RYC. 8.6  
Typowa miska z mieszadłem [N10]

odwirować, odsączyć przez prasę lub przefiltrować przez mikroporowaty filtr membranowy. Jeśli przesącz nadal jest mętny, zaleca się, aby ślepa próba użyta do tego oznaczenia była przesączem z próbek o takiej samej charakterystyce, ale bez roztworu wskaźnika. Następnie dodaje się wskaźnik 1,5-difenylokarbazyd dla zwiększenia wąskiego przedziału pH. Chrom(VI) w kwaśnym roztworze tworzy czerwono-fioletowy kompleks, którego absorpcję mierzy się jest spektrofotometrycznie przy długości fali 540 nm. Zawartość rozpuszczalnego w wodzie chromu(VI) oznacza się z krzywej wzorcowej. W tym celu należy przenieść 1, 2, 5, 10 i 15,0 cm<sup>3</sup> roztworu wzorcowego do kolb miarowych, do każdej dodać 5 cm<sup>3</sup> roztworu wskaźnika i 5 cm<sup>3</sup> kwasu solnego o stężeniu 0,04 mol/dm<sup>3</sup>. Kolby dopełnić wodą do kreski i zmierzyć wartości absorbancji wobec ślepej próby przy długości fali 540 nm, w ciągu 15–20 min po dodaniu roztworu wskaźnika. Krzywą wzorcową sporządza się przez wykreślenie zmierzonych wartości absorbancji w odniesieniu do stężenia chromu(VI).

Poprawność wzorcową powinna być sprawdzana co najmniej raz w miesiącu lub przed użyciem w przypadku sporadycznego stosowania, przez zbadanie próbki o średniej zawartości, która nie powinna odbiegać od wartości wzorcowej o więcej niż 2%.

Zawartość chromu(VI) w cemencie K w procentach masy cementu w stanie dostawy oblicza się ze wzoru [N9]

$$K = C \cdot (V_3/V_2) \cdot (V_1/M) \cdot 10^{-4}, \% \quad (8.20)$$

gdzie: C – stężenie chromu(VI) odczytane z krzywej wzorcowej, mg/dm<sup>3</sup>; V<sub>1</sub> – objętość wody użyta do zaprawy, cm<sup>3</sup>; V<sub>2</sub> – objętość przesącza użytego w analizie, cm<sup>3</sup>; V<sub>3</sub> – objętość kolby miarowej, cm<sup>3</sup>; M – masa cementu w zaprawie, g; V<sub>3</sub>/V<sub>2</sub> – współczynnik rozcień-

czenia określający rozcieńczenie przesącza; V<sub>1</sub>/M – stosunek wody do cementu w sporządzonej zaprawie.

**Oznaczenie wytrzymałości cementu na zginanie i ściskanie** zgodnie z normą PN-EN 196-1:2006-07E [N10] polega na obciążeniu beleczek prostokątnych o wymiarach 40 × 40 × 160 mm wytwarzanych z zaprawy o konsystencji plastycznej, zawierających 1 część masy cementu, 3 części masy piasku i 1/2 części masy wody. Zaprawę miesza się mechanicznie (RYC. 8.8) i zagęszcza z użyciem wstrząsarki.

Urządzenie do badania wytrzymałości cementu próbą trójpunktowego zginania ma trzy równoległe stalowe rolki podporowe, które podczas badań powinny być równoległe do siebie i rozmieszczone w jednakowych odstępach prostopadle do podłużnej osi ułożonej beleczki. Beleczkę umieszcza się w urządzeniu na rolkach podporowych, do których oś próbki musi być prostopadła. Na przeciwległą powierzchnię boczną beleczki naciska się pionowo rolką obciążającą, zwiększając równomiernie nacisk do złamania beleczki. Połówki beleczek należy przechowywać przykryte wilgotną ściereczką do przeprowadzenia badania na ściskanie. Wytrzymałość na zginanie R<sub>f</sub> należy obliczyć z następującego wzoru [N10]:

$$R_f = \frac{1,5 \cdot F_r \cdot l}{b^3}, \text{MPa} \quad (8.21)$$

gdzie: F<sub>r</sub> – obciążenie łamiące na środku beleczki, N; b – długość boczna przekroju beleczki, mm; l – odległość między podporami, mm.

Badanie wytrzymałości na ściskanie R<sub>c</sub> należy wykonać na połówkach złamanych beleczek umieszczonych boczną powierzchnią na środku płytki w kierunku wzdłużnym, aby czołowe powierzchnie beleczek wystawały około 10 mm poza płytki. Podczas całego badania należy zwiększać równomiernie obciążenie naciskiem 2400 N/s, aż do zgniecenia. Wytrzymałość na ściskanie R<sub>c</sub> oblicza się ze wzoru [N10]

$$R_c = \frac{F_c}{1600}, \text{MPa} \quad (8.22)$$

gdzie: F<sub>c</sub> – najwyższe obciążenie przy zgnieceniu próbki, N; 1600 – powierzchnia płytek lub płytek pomocniczych (40 × 40 mm), mm<sup>2</sup>.

Jako wynik końcowy podaje się średnią arytmetyczną z sześciu wartości wytrzymałości na ściskanie oraz zginanie.

**Oznaczenie zatrzymania wody w zaprawie cementowej** zgodnie z normą [N6] polega na określeniu masy wody zatrzymanej w zaprawie cementowej po odessaniu

i wyrażeniu jej jako ułamek masowy, w procentach, w stosunku do pierwotnej zawartości wody.

Przed wykonaniem oznaczenia należy zważyć pustą i suchą formę oraz 8 krążków nieużywanego papieru, po czym napełnić formę dziesięcioma porcjami zaprawy, a następnie zważyć formę wraz z zawartością. Powierzchnię zaprawy nakrywa się dwoma kawałkami gazy bawełnianej, na której umieszcza się 8 krążków papieru filtracyjnego, a następnie odwraca formę i ustawia ją na gładkiej powierzchni. Na odwróconej podstawie formy kładzie się odważnik o masie 2 kg. Po upływie 5 min zdejmuje się odważnik, ponownie odwraca zestaw i zdejmuje sztywną nieporowatą płytę, papiery filtracyjne i gazę bawełnianą oraz waży się papiery filtracyjne.

Oblicza się masę zaprawy użytej do badania jako  $(w - u)$ , a następnie masę wody z obecnej w zaprawie ze wzoru [N6]

$$z = \frac{y \cdot (w - u)}{1350 + 450 + y}, \text{ g} \quad (8.23)$$

gdzie:  $u$  – masa pustej formy, g;  $w$  – masa formy wraz z zawartością, g;  $y$  – masa wody użytej do przygotowania zaprawy, g.

Po zakończonym badaniu konsystencji zaprawę pozostałą w naczyniu mieszarki należy ponownie wymieszać powoli przez 15 s, a następnie przeprowadzić badanie zatrzymywania wody. Jeżeli czas między początkiem mieszania a początkiem odsysania przekracza 10 min, należy przygotować świeżą porcję zaprawy.

Zatrzymywanie wody  $R$  wyrażone w procentach jako ułamek masowy całkowitej ilości wody oblicza się ze wzoru [N6]

$$R = \frac{[z - (x - v)] \cdot 100}{z}, \% \quad (8.24)$$

gdzie:  $v$  – masa ośmiu papierów filtracyjnych przed absorpcją, g;  $x$  – masa ośmiu papierów filtracyjnych po absorpcji, g;  $z$  – masa wody obecnej w zaprawie przed absorpcją, g.

**Oznaczanie zawartości części nierozpuszczalnych cementu** zgodnie z normą PN-EN 197-1:2012P [N11] polega na rozpuszczeniu cementu w kwasie solnym, ługowaniu nierozpuszczonej pozostałości wodorotlenkiem sodu, a następnie odsączeniu części nierozpuszczalnych, wyprażeniu ich i zważeniu.

Do oznaczenia należy odważyć 1 g cementu, przenieść go do zlewki i dodać 10 cm<sup>3</sup> zimnej wody oraz 5 cm<sup>3</sup> kwasu sol-



nego. Następnie całość należy dokładnie wymieszać, a nierozpuszczalną pozostałość starannie rozetrzeć pręcikiem szklanym. Powstały roztwór należy rozcieńczyć wodą do objętości 50 cm<sup>3</sup> i ogrzewać w gorącej łaźni wodnej przez 15 min, a nierozpuszczoną pozostałość odsączyć przez średni sączek. Po sześciokrotnym przemyciu osadu na sączku wodą o temp. 60–90°C sączek z osadem należy przenieść do zlewki, z której go sączono i zalać 100 cm<sup>3</sup> roztworu wodorotlenku sodu.

Następnie sączek rozbić pręcikiem, ogrzewać przez 15 min w łaźni wodnej w temperaturze bliskiej wrzenia i zakwasić roztwór kwasem solnym wobec czerwieni metylowej.

Zawartość zlewki trzeba przesączyć przez średni sączek i przemyć 12–15 razy roztworem chlorku amonu o temp. 80–100°C. Następnie sączek należy przenieść do wyprażonego wcześniej do stałej masy i zważonego tygla porcelanowego lub platynowego. Po wysuszeniu, wyprażeniu w temp. 1050–1100°C w ciągu 60 min i ochłodzeniu w eksykatorze tygiel z osadem trzeba zważyć.

Zawartość części nierozpuszczalnych  $X$  oblicza się według wzoru [N11]

$$X = (m - m_1) \cdot 100\% \quad (8.25)$$

gdzie:  $m$  – masa tygla z osadem, g;  $m_1$  – masa tygla, g.

Jako wynik końcowy podaje się średnią arytmetyczną wyników dwóch oznaczeń. ■

\*W TEKŚCIE ZOSTAŁA ZACHOWANA ORYGINALNA NUMERACJA ILUSTRACJI I ODNOŚNIKÓW DO LITERATURY

Kubińska-Jabcoń Ewa, Wiktor Kubiński, Mariusz Niekurzak

#### BADANIE TOWARÓW PRZEMYSŁOWYCH

Jedyna książka na rynku omawiająca tak szeroki zakres wiedzy o badaniach towarów przemysłowych z uwzględnieniem aktualnie obowiązujących norm.

W książce autorów wykładających na Akademii Górniczo Hutniczej będzie można przeczytać o sposobach badania następujących grup towarów:

surowce i wyroby włókiennicze

- skóra i wyroby skórzanе
- papier i wyroby drewnopochodne
- środki czystości i wyroby kosmetyczno-perfumeryjne
- zmechanizowany sprzęt AGD
- materiały stosowane w medycynie
- spoiwa, zaprawy budowlane, beton

Publikację kierujemy m.in. do studentów kierunków technicznych wyższych uczelni o różnych specjalnościach (np. materiałoznawstwo, inżynieria materiałowa), studentów uczelni ekonomicznych (towaroznawstwo oraz zarządzanie i inżynieria produkcji).

Książka może również znaleźć zastosowanie dla pracowników działów kontroli jakości, technologów w przedsiębiorstwach oraz specjalistów wykorzystujących omawiane w książce materiały.





# OZB oferuje urządzenia dla cementowni i producentów 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, w tym również w cementowniach. Przykładem takich urządzeń w ofercie spółki jest kilka typów dozowników celkowych produkcji uznanego holenderskiego przedsiębiorstwa VDL Industrial.**

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

## PODAJNIKI ŚLIMAKOWE

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



## DOZOWNIKI CELKOWE

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



Dozownik celkowy TYP HT-S – wybrane parametry techniczne:

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



## PRZEPUSTNICE MOTYLOWE

Przepustnice wykonane są ze stopu aluminiowego. Na obudowie znajduje się opatentowany kanał uszczelniający „o-ring”. Dodatkowo, oddzielnie dostarczany jest zestaw uszczelek, co ułatwia montaż przepustnicy. Średnica przelotu od 100 do 400 mm. Przepustnice dostępne są również w wykonaniu „food-grade” do przemysłu spożywczego, talerz wykonany ze stali nierdzewnej wraz ze specjalną uszczelką. Napędy: ręczny, elektryczny oraz elektro-pneumatyczny. ■



**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

# Co z paliwami alternatywnymi dla przemysłu cementowego?

**To nie cementownie odpowiadają za wzrost kosztów odbioru odpadów od mieszkańców!**

**P**rzemysł cementowy w Polsce, który niemal dwie dekady temu, w odpowiedzi na własne zapotrzebowanie, stworzył całą branżę zajmującą się przetwarzaniem odpadów komunalnych na paliwa alternatywne w najbliższych latach może się zmierzyć z ograniczeniem dostępności paliw alternatywnych. Dlaczego? A mianowicie z uwagi na brak uwzględnienia potrzeb branży cementowej w Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych oraz w „Projekcie aktualizacji Krajowego planu gospodarki odpadami, w związku z nową unijną perspektywą finansową na lata 2021–2027”.

**Jacek Ozdoba**, wiceminister

w Ministerstwie Klimatu i Środowiska:

*– Problem, który widzimy jako Ministerstwo, to ceny tych frakcji kalorycznych i problemy jakie dzisiaj mają samorzędy, a więc też kieszenie Polaków.*

**Krzysztof Kieres**, przewodniczący Stowarzyszenia Producentów Cementu:

*– To nie cementownie decydują o podwyżkach cen odbioru odpadów komunalnych dla Polaków.*

Prezentacja raportu pt. „Przemysł cementowy w gospodarce odpadami”, przygotowanego przez Instytut Jagielloński, odbyła się na początku bieżącego roku. Towarzyszyła jej debata o wykorzystaniu paliw alternatywnych w przemyśle cementowym z udziałem m.in. wiceministra Jacka Ozdoby z Ministerstwa Klimatu i Środowiska, Krzysztofa Kieresa, przewodniczącego Stowarzyszenia Producentów Cementu, samorządowców oraz ekspertów zajmujących się odpadami oraz ich wykorzystaniem w przemyśle cementowym.

Przemysł cementowy wykreował w Polsce produkcję paliw alternatywnych. Dzięki „zapotrzebowaniu” cementowni na alternatywne (w stosunku do tradycyjnych paliw, np. węgla) nośniki energii niezbędnej do wypalania klinkieru powstało w Polsce kilkadziesiąt instalacji, w których przetwarza się odpady nienadające się do recyklingu albo ponownego użycia na paliwa alternatywne (RDF). Dzięki temu ok. 1,5–2 mln odpadów co roku nie trafia na składowiska, ale jest



zagospodarowywane jako „surowiec” do produkcji paliw alternatywnych.

W najbliższych latach branża cementowa może jednak zmierzyć się z ograniczeniem dostępności paliw alternatywnych. Dlaczego? Trwa proces legislacyjny Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych. Wejście w życie tego rozporządzenia w obecnym kształcie oznaczać będzie brak możliwości wykorzystywania paliw alternatywnych (RDF), które są klasyfikowane pod kodem 19 12 10, do opalania pieców obrotowych do wypalania klinkieru.

## **CEMENTOWNIE ZAGOSPODAROWUJĄ 10% ODPADÓW KOMUNALNYCH W POLSCE**

Krzysztof Kieres, przewodniczący Stowarzyszenia Producentów Cementu poinformował, że cementownie w Polsce wykorzystują rocznie nawet 1,6 mln ton paliw alternatywnych RDF (dane za 2020 r.), do których produkcji stosuje się ok. 10% odpadów komunalnych wytwarzanych w Polsce.

W ciągu ostatnich trzech dekad cementownie w Polsce zostały zmodernizowane kosztem ponad 10 mld złotych i obecnie należą do najnowocześniejszych w Europie. To dzięki tym inwestycjom spełniają nie tylko kluczową rolę w rozwoju budownictwa. Są także filarem gospodarki odpadami w Polsce,

dysponując najnowocześniejszą technologią i bezpiecznym procesem. Dzieje się tak, dzięki właściwościom procesu produkcji klinkieru cementowego, który pozwala na wykorzystanie zamiast paliw kopalnych (takich jak np. węgiel) paliw alternatywnych produkowanych z odpadów. Nie są to czyste odpady, ale odpady przekształcone na paliwo alternatywne RDF, o określonej jakości i kaloryczności. Tak przygotowane paliwo podawane jest wprost do pieca cementowego.

Przewagą zakładów cementowych w termicznym zagospodarowaniu odpadów jest bardzo wysoka temperatura panująca w piecu cementowym, przekraczająca 1400°C. Kolejną zaletą jest fakt, iż dzięki tak wysokiej temperaturze proces współspalania jest bezodpadowy. Wszystkie substancje powstające podczas spalania paliwa alternatywnego zostają wbudowane w skład klinkieru cementowego, stanowiąc ok. 4% jego składu. Ten fakt znacząco odróżnia piece cementowe od tradycyjnych spalarni odpadów.

Obecnie z wykorzystania paliw alternatywnych pochodzi ponad 70% energii niezbędnej do wypalania klinkieru, a przemysł cementowy – kierując się zasadami gospodarki w obiegu zamkniętym – planuje zwiększenie udziału paliw alternatywnych w bilansie energetycznym wypalania klinkieru do 90%.

## **BEZODPADOWE INSTALACJE CEMENTOWE**

Przemysł cementowy przyczynia się zatem zarówno do oszczędności zasobów naturalnych, jak i do poprawy jakości środowiska, m.in. poprzez zmniejszenie ilości odpadów deponowanych na składowiskach.

*– Jesteśmy otwarci na dyskusję. Bylibyśmy zadowoleni, gdyby w komisjach opiniujących zmiany przepisów Ministerstwa Klimatu i Środowiska byli przedstawiciele przemysłu cementowego i wsparli pracę komisji swoją wiedzą – mówił przewodniczący Krzysztof Kieres. Przemysł cementowy zainteresowany jest udziałem w zespole doradczym do spraw systemowych rozwiązań w zakresie gospodarki odpadami oraz w zespole do spraw wsparcia budowy elektrociepłowni opalanych wysokenergetyczną frakcją odpadów komunalnych.*

„Zmiany przepisach o gospodarce odpadami wpłyną na dostępność odpadów wykorzystywanych do produkcji paliwa alter-

natywnego dla potrzeb cementowni. Konsekwencją tego będzie zmiana w kosztach pozyskania paliw alternatywnych, co powinno być już obecnie przedmiotem analiz na poziomie poszczególnych cementowni – możemy przeczytać w prezentowanym raporcie Instytutu Jagiellońskiego.

Wykorzystanie paliw alternatywnych w cementowniach to nie tylko odzysk energii termicznej i wykorzystanie części nieorganicznej odpadów w produkcie docelowym, tj. klinkierze cementowym. To także obniżenie emisji CO<sub>2</sub>.

W Polsce mamy 11 cementowni zlokalizowanych na terenie 8 województw. Proces współspalania paliw alternatywnych z odpadów w tych zakładach prowadzony jest w oparciu o nowoczesne technologie i przy zachowaniu najsurowszych europejskich norm.

Cementowe instalacje do termicznego wykorzystania odpadów istnieją. Nie potrzeba kosztownych inwestycji związanych z ich budową czy kolejnych nakładów na ich utrzymanie oraz zagospodarowanie odpadów spalania.

To nie cementownie decydują o podwyżkach cen za odbiór odpadów od mieszkańców

Branża cementowa liczy także, że Ministerstwo Klimatu i Środowiska uwzględni uwagi i propozycje zmian w „projekcie aktualizacji Krajowego planu gospodarki odpadami, w związku z nową unijną perspektywą finansową na lata 2021–2027”, które zostały przygotowane przez Stowarzyszenie Producentów Cementu, po szerokich konsultacjach z cementowniami.

Cementownie, w których prowadzony jest już od wielu lat proces termicznego przekształcania odpadów, i które posiadają instalacje przystosowane do współspalania RDF (głównym składnikiem RDF są frakcje palne odpadów komunalnych), potraktowano w tym projekcie jako „rezerwę mocy”, określając przewidywaną ilość odpadów, które zostaną poddane termicznemu przekształcaniu w cementowniach, na 600–800 tys. Mg/rok, zakładając, że w cementowniach termicznie przekształcane będą odpady palne z przemysłu.

Zdaniem dr Bożeny Środy, ekspertki Stowarzyszenia Producentów Cementu, całkowicie niezrozumiałe jest potraktowanie potencjału przemysłu cementowego, szacowanego na wykorzystanie 2 mln ton paliw alternatywnych rocznie, jako rezerwy na poziomie 600 tys. ton.

Obecny na debacie Jacek Ozdoba, wiceminister w Ministerstwie Klimatu i Środowiska, zaznaczył, że zapozna się z prezentowanym raportem „Przemysł cementowy w gospodarce odpadami”. – *Problem, który widzimy jako ministerstwo, to ceny tych frakcji kalorycznych i problemów, jakie dzisiaj mają samorządy, a więc też kieszenie Polaków, i jeżeli tendencja będzie się utrzymywała i ten wzrost będzie stały, to będziemy musieli rozważyć krótkotrwałe, ale składowanie. Wiem, że to branży nie zadowoli, ale musimy patrzeć też na realną odpowiedzialność jaką ponosi Państwo i koszty dla obywateli* – mówił minister Jacek Ozdoba. – *Cieszmy się raportem, który obrazuje, jak sytuacja wygląda na tym rynku. Będziemy musieli przeprowadzić rozmowę w gronie zainteresowanych osób, w kontekście nowych regulacji. Będziemy chcieli zwrócić uwagę, gdzie występują problemy po naszej stronie.*

Według przewodniczącego Krzysztofa Kieresa to nie cementownie decydują o podwyżkach cen odbioru odpadów komunalnych dla Polaków.

– *Cementowanie są ważnym ogniwem gospodarki o obiegu zamkniętym, zastępując część paliw tradycyjnych alternatywnymi, wytwarzany-*

*mi z odpadów. Nie da się tego faktu zignorować. Zainwestowały one ogromne środki w budowę instalacji przetwarzania paliw alternatywnych. Z drugiej strony zakłady te odpowiadają za zagospodarowanie ok. 10% odpadów komunalnych w Polsce. W takim razie cementownie mogą co najwyżej odpowiadać za 10% wzrost kosztów odbioru odpadów, którym obciąża się przeciętnego Kowalskiego – dodał Krzysztof Kieres.*

## MOŻLIWE DWA SCENARIUSZE: POWRÓT DO WĘGLA LUB IMPORT ODPADÓW

O gminnych realiach odbioru i zagospodarowania odpadów mówił Joachim Wojtala, burmistrz Gogolina, gminy sąsiadującej z Cementownią Góraźdże:

– *Można połączyć sąsiedztwo przemysłu cementowego z dobrymi warunkami do życia i osiedlania się – tłumaczył burmistrz Joachim Wojtala. – Niepokojem napawa nas przyrost poszczególnych frakcji odpadów. Prowadzimy intensywną edukację wszystkich grup mieszkańców, by gospodarka odpadami była świadoma.*

Rocznie 500 Mg odpadów z gminy Gogolin jest współspalane jako paliwo alternatywne w piecach cementowych. – *Każdy mieszkaniec w naszym punkcie odbioru odpadów złożył 4 opony. Szkoda, że nie możemy ich bezpośrednio wozić do cementowni tylko do pośrednika. Staramy się, żeby nie trafiały na składowiska* – dodaje burmistrz.

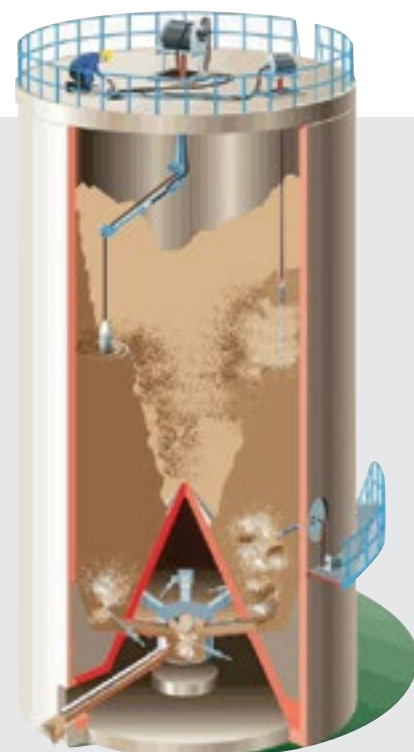
Jak wyjaśnił Marcin Wojtan, dyrektor Geocycle Poland, który zarządza paliwami alternatywnymi wykorzystywanymi w cementowniach Grupy Lafarge, bez dostępności paliw alternatywnych możliwe są dwa scenariusze: powrót do węgla lub poszukiwanie odpadów w tych miejscach, w których są one dostępne.

– *Ostatnią rzeczą, którą chcielibyśmy zrobić mogłoby być ponowne otwarcie się, po 8–10 latach, na import odpadów, w sytuacji gdy polski rynek wytwarza wystarczającą ilość odpadów* – dodał Marcin Wojtan. ■

# ENDECO

## SYSTEM CARDOX

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



**CARDOX**  
INTERNATIONAL LIMITED

Szczegółowych informacji udziela  
wyłączny dystrybutor systemu Cardox w Polsce:

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

Porównanie kosztów zagospodarowania odpadów komunalnych przez: PGO, producentów paliw alternatywnych, spalarnie odpadów i cementownie opublikowano na 69 stronie raportu „Przemysł cementowy w gospodarce odpadami”.

<https://www.polskicement.pl/aktualnosci/przemysl-cementowy-w-gospodarce-odpadami-raport-instytutu-jagiellonskiego/>

# W celu zapewnienia maksymalnej dostępności

www.beumer.com

Grupa BEUMER stawia na efektywny sposób wymiany taśmy w przenośnikach dalekodystansowych.

FOT. BEUMER GROUP



FOT. 1

Tajlandzki producent cementu, firma TPI, zleciła Grupie BEUMER montaż kompleksowego systemu przenośnikowego, który transportuje kamień wapienny z kamieniołomu do złoża mieszane.

Grupa BEUMER dostarczyła wiodącemu producentowi cementu w Tajlandii kompleksowy, całościowy system złożony z wielu przenośników taśmowych, przeznaczony do transportowania kamienia wapiennego z kamieniołomu do złoża mieszane. Po upływie równo czterech lat mający prawie 3,5 km długości przenośnik dalekobieżny wymaga szybkiej i efektywnej wymiany taśmy. Zamiast wymieniać kolejno pojedyncze fragmenty taśmy podczas długich przerw w eksploatacji, Grupa BEUMER stawia na sposób, za pomocą którego można za jednym zamachem wciągnąć do urządzenia nową taśmę oraz zdjąć starą. Klient zaoszczędzi w ten sposób znacznie więcej czasu i uniknie nieplanowanych przestoju instalacji.

Rywalizacja ze światową czołówką producentów cementu i gotowość do realizacji lukratywnych zamówień budowlanych – oto ambitne cele wielu przedsiębiorstw z branży materiałów budowlanych, w tym również TPI Polene Public Company Ltd. Trzeci co do wielkości producent cementu w Tajlandii potrzebuje w tym celu instalacji, które będą niezawodnie działać, i które można dostosować do rosnących wymagań rynku. - Firma TPI zleciła nam w roku 2013 montaż kompleksowego systemu przenośnikowego, który transportuje kamień wapienny z kamieniołomu do złoża mieszane - mówi Alexander Unruh, menedżer projektu w dziale techniki przenośnikowej i załadunku w Grupie BEUMER.

Zespół BEUMER zaplanował ekonomiczny, całościowy system złożony z wielu przenośników taśmowych.

Systemowy dostawca dostarczył przy tym układ sterowania instalacją (sterownik PLC), stacje przekazujące oraz instalacje filtrujące, jak również separator ciał obcych. System zaprojektowano na wydajność 2200 t/h. Centralny segment systemu transportowego składa się z dwóch poprowadzonych w dół zbocza, zasilanych generatorami przenośników taśmowych i jednego transporterów taśmowych nieckowego o łukach poziomych.

- Materiał jest przenoszony z przenośnika odprowadzającego łamacza do obu pierwszych transporterów taśmowych nieckowych



FOT. 2

Po upływie równo czterech lat, mający prawie 3,5 km długości przenośnik dalekobieżny wymaga szybkiej i efektywnej wymiany taśmy.

- wyjaśnia Unruh. - Następnie transportowany materiał jest przekazywany przez przenośnik taśmowy przyspieszający z prędkością 4 m/s na przenośnik dalekodystansowy o rozstawie osi 3 464 m. Przenośnik jest wyposażony w łuki pionowe i poziome i osiąga prędkość 4,5 m/s. Na koniec trzy dalsze przenośniki transportują materiał do złoża mieszane.

Aby przetransportować ze złoża mieszane pobrany materiał w celu zasilenia bunkrów wstępnych młynów surowca, Grupa BEUMER dostarczyła kolejne przenośniki taśmowe o łącznej długości 989 m. Zespół BEUMER zdołał wykonać i zmontować wszystkie przenośniki w ciągu jedynie jedenastu miesięcy. Po fazie rozruchowej, trwającej trzy miesiące, nastąpiły testy wydajności. Następnie systemowy dostawca przekazał klientowi całe urządzenie do eksploatacji. - To było co prawda w 2015 r., ale dla nas nie oznaczało to jeszcze zakończenia projektu - podkreśla Unruh.

## NIENAGANNE DZIAŁANIE PRZEZ DŁUGI CZAS

Technicy firmy BEUMER nie tylko nadzorowali i kontrolowali montaż oraz uruchomienie. Do standardowego zakresu dostawy należało również intensywne szkolenie personelu obsługującego i konserwującego - zadania te przejmuje rozbudowany, kompleksowy dział wsparcia technicznego BEUMER. Obecnie w tym segmencie biznesowym pracuje już ponad 1000 pracowników przedsiębiorstwa na całym świecie. - Dbamy o naszych klientów - nie tylko od pierwszej rozmowy projektowej, aż po uruchomienie instalacji, ale także o to, aby instalacja pracowała niezawodnie przez długi czas - podkreśla ekspert firmy BEUMER, Alexander Unruh. Po czterech latach ciągłej pracy wzrosło ryzyko awarii z powodu stanu kwalifikującego do wymiany taśmy w przenośniku dalekodystansowym.



FOT. 3

Nowa taśma jest układana obok przenośnika.



FOT. 4

Pojedyncze zwoje taśmy są wulkanizowane obok przenośnika, tworząc jedną długą taśmę, a następnie łączone ze starą taśmą.

W konwencjonalny sposób serwisanci wymieniają taśmę, wymieniając po kolei pojedyncze fragmenty taśmy. W zależności od zwoju taśmy może to być nawet 18 sztuk. – Jest to oczywiście bardzo czasochłonne, jeśli pracownicy wykonują te prace w trakcie jednej interwencji – stwierdza Unruh. W tym czasie cała instalacja jest unieruchomiona. Dlatego też producent cementu zaproponował, aby kolejno wymieniać pojedyncze fragmenty. W ten sposób można dostosować czasy przestoju tak, że sam przebieg pracy jest zakłócany jedynie w niewielkim stopniu. Jednakże łączny czas przestoju przenośnika byłby nadal zbyt długi, a ponadto nadal istniałoby ryzyko awarii. – Wymiana taśmy w przypadku przenośnika o takiej długości stanowi zawsze krytyczny moment – uważa Unruh.

### WYMIANA TAŚMY ZA JEDNYM ZAMACHEM

Aby zredukować czas przestoju do minimum, technicy firmy BEUMER zaproponowali nową koncepcję, dzięki której całą taśmę można wymienić za jednym razem. – W przypad-



FOT. 5

Tzw. „flaking”: poszczególne warstwy taśmy są układane w stos taśmy o długości prawie 7000 m.

ku tego sposobu składamy pojedyncze zwoje taśmy obok przenośnika w jedną długą taśmę, a następnie łączymy je ze starą taśmą – wyjaśnia Unruh. – Przy użyciu dostępnej techniki napędowej oraz pozostałych środków pomocniczych wciągamy w ten sposób nową taśmę do instalacji, podczas gdy równocześnie stara jest z niej wyciągana.

Technicy firmy BEUMER sprawdzili na początku przenośnik pod względem miejsca odpowiedniego dla nowej taśmy. Ważne było przy tym, że miejsce to musi znajdować się bezpośrednio przy instalacji, musi być dobrze dostępne oraz zapewniać pracownikom wystarczającą ilość wolnego miejsca w celu przygotowania taśmy. Łączenie końców taśmy odbywa się bowiem z reguły za pomocą wulkanizacji. Wymaga to zarówno przestrzeni do obróbki, jak również niezbędnych materiałów. – Fragmenty taśmy są składowane na zewnątrz i zabezpieczone przed promieniowaniem UV za pomocą specjalnej folii. Połączenia taśmy zostały wykonane w klimatyzowanym namiocie – mówi Unruh. – Dlaczego klimatyzowanym? – powtarza pytanie. – Wulkanizowanie mogą utrudnić bowiem warunki otoczenia, takie jak ukształtowanie terenu, ale przede wszystkim pogoda. Śnieg, mróz, lód lub deszcz mogą doprowadzić do tego, że pracownicy są zmuszeni przerwać



FOT. 6

Technicy serwisowi przygotowują taśmę, aby było możliwe połączenie jej końców.

pracę, ponieważ proces wymaga nie tylko wiele ciepła, ale również czasu. Przykładowo nie zaplanowałbym wymiany taśmy w trakcie pory monsunowej w Indiach.

Na bazie przygotowań oraz swego obszernego doświadczenia zespół firmy BEUMER był w stanie z dużą precyzją określić łączny czas przestoju podczas wymiany taśmy. Same prace zostały wykonane przez personel serwisowy klienta. Na miejscu był przy tym kierownik montażu dostawcy pasa, który nadzorował wykonywanie prac.

### KRÓTSZY PRZESTÓJ, NIŻSZE KOSZTY

– Patrząc czysto z perspektywy bezpośrednich kosztów, sposób konwencjonalny jest początkowo tańszy – wskazuje ekspert firmy BEUMER, Alexander Unruh. – Jednakże nowy sposób jest bardziej korzystny ze względu na krótsze przestoje. W związku z tym opłaca się właśnie wtedy, gdy brane są pod uwagę łączne koszty, które powstają po stronie klienta z powodu przestoju – np. w przypadku przenośników o długości kilku kilometrów, takich jak w TPI Polene public Company Ltd. – A ponieważ jesteśmy w stanie wymienić taśmę za jednym podejściem, użytkownik zyskuje znacznie większe bezpieczeństwo, ponieważ prawie nie występuje ryzyko nieplanowanego przestoju – podsumowuje Unruh.



FOT. 7,8

Nowa taśma jest w jednym podejściu wciągana do instalacji, a stara taśma jest wyciągana



BEUMER Group jest międzynarodowym liderem w produkcji systemów intralogistycznych, w zakresie przenoszenia i załadunku, paletyzacji i pakowania oraz sortowania i rozdzielania. Firma licząca 4 500 pracowników osiąga roczny obrót rzędu ok. 900 mln euro. BEUMER Group przy pełnym wsparciu globalnej sieci przedstawicielstw serwisowych oferuje swoim klientom na całym świecie najwyższej jakości rozwiązania systemowe, jak również swoje wsparcie techniczne w wielu gałęziach przemysłu, m.in. w przemyśle materiałów sypkich, żywnościowym/niespożywcym, materiałach budowlanych, kurierskim czy lotniczym.

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

**JUŻ W MAJU KOLEJNY NUMER**

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

## **GŁÓWNY TEMAT WYDANIA 4/2021:**

- **URZĄDZENIA I SYSTEMY WAŻĄCE  
ORAZ SYSTEMY WAŻĄCO-DOZUJĄCE**

## **PONADTO W NUMERZE:**

- Przetwórstwo i recykling tworzyw sztucznych;
- Produkty z tworzyw sztucznych;
- Kompozyty i materiały kompozytowe – nowości w branży;
- Innowacyjne technologie dla branży materiałów sypkich;
- Technologie informatyczne dla branży materiałów sypkich



### **Terminy:**

10.05.2021 – zgłaszanie reklam

17.05.2021 – nadsyłanie gotowych materiałów reklamowych

24.05.2021 – ukazanie się numeru

# **PROMOCJA PRENUMERATY**

## **Cena prenumeraty rocznej, 8 wydań**

(7 numerowanych i katalog na Targi SyMas) – koszt **80 złotych (+8% VAT)**

## **Prenumeratę można zamówić poprzez:**

wypełnienie poniższego formularza i przesłanie go na adres:

[prenumerata@powderandbulk.com.pl](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 80 zł netto

PRENUMERATĘ CHCĘ ROZPOCZAĆ OD NASTĘPNEGO NUMERU  
**(4/2021)**

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: .....

# SYMAS<sup>®</sup>

13. Międzynarodowe Targi Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych

29-30 września 2021, Kraków

# MAINTENANCE

13. Międzynarodowe Targi Utrzymania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji



jesteśmy członkiem:



Polska Izba  
Przemysłu  
Targowego



STOWZISKO  
BUDOWA  
POLSKA

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

5 lat  
Targi  
w Krakowie  
2 Targów w Krakowie



### OFERUJEMY:

kompleksowe i nowoczesne układy transportu pneumatycznego materiałów sypkich o nazwie TRANSFLUID. System tworzą zunifikowane konstrukcyjnie urządzenia transportowe, takie jak m.in.:

- pompy zbiornikowe;
- rynny aeracyjne;
- skrzynki spalniające;
- specjalistyczna armatura.



Zastosowanie technologii TRANSFLUID transportu pneumatycznego skierowane jest do:

- elektrowni;
- cementowni;
- zakładów wapienniczych;
- hut i procesów przetwórczych w przemyśle hutniczym;
- koksowni;
- przemysłu chemicznego.



### WYKONUJEMY:

- projekty technologiczne;
- transport pneumatyczny przy wykorzystaniu rynien aeracyjnych;
- transport wysokociśnieniowy bazujący na pompach zbiornikowych;
- układy aeracji zbiorników magazynowych.



### ZAPEWNIAMY:

- serwis zewnętrzny;
- doradztwo techniczne;
- dostępność części zamiennych.

### JESTEŚMY PRODUCENTEM:

- urządzeń ciśnieniowych;
- specjalistycznej armatury i urządzeń;
- urządzenia aeracji i wyposażenia zbiorników magazynowych w tym:
  - rynien aeracyjnych;
  - skrzynek i rynien spalniających;
  - den aeracyjnych.

### ŚWIADCZYMY SERWIS GWARANCYJNY ORAZ EKSPLOATACYJNY!