

**TEMAT NUMERU:**  
AUTOMATYKA,  
NAPĘDY, POMIARY  
strony 14-47

## Inteligentne fabryki to już rzeczywistość (także w Polsce)

– rozmowa z przedstawicielem firmy igus – s. 14

Napędy wykorzystywane w branży materiałów sypkich – s. 16

Badanie środków czystości i wyrobów kosmetycznych – s. 40

# SYMAS<sup>®</sup>

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

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

14-15  
października  
**2020**  
Kraków  
Poland



  
Targi  
w Krakowie

  
KRAKOW

# MAINTENANCE

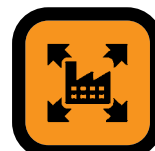
12. Międzynarodowe Targi Utrzymania Ruchu,  
Planowania i Optymalizacji Produkcji

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

  
ufi  
Member

  
Polska Izba  
Przemysłu  
Targowego

  
Targi  
z 1000 inicjatyw





# Drodzy Czytelnicy!

Wkrótce dobiegnie końca pierwszy kwartał roku. Zimowy rozbieg to już przeszłość i dla szeroko pojętej branży materiałów sypkich oraz jej kooperantów rozpoczynają się miesiące wiosenne, kojarzone ze szczególnie pracowitym okresem związanym z obecnością na wielu interesujących imprezach branżowych. Nadchodzący czas niewątpliwie obfitować będzie w takie wydarzenia. Z punktu widzenia naszej redakcji rozpoczynają je warszawskie targi AUTOMATICON, które co roku gromadzą setki wystawców i tysiące gości. My również tam będziemy z naszym czasopismem.

Wiadomo, że bez innowacji – zwłaszcza w obrębie automatyki przemysłowej – rozwój przemysłu nie byłby możliwy. Tematyka ta interesuje również producentów materiałów sypkich, dlatego tradycyjnie już o tej porze roku przygotowaliśmy dla naszych Czytelników obszerny dodatek poświęcony automatyce, napędom oraz aparaturze kontrolno-pomiarowej (s. 14–47). Polecam Państwa uwadze również pozostałe teksty traktujące o różnych rozwiązaniach dla naszego sektora.

Od kilku lat mamy przyjemność współpracować z Wydawnictwem PWN. Dzięki tej współpracy możemy prezentować fragmenty interesujących naszych Czytelników publikacji, które ukazały się nakładem tej znanej oficyny. W niniejszym numerze *Powder & Bulk* również przedstawiamy kilka artykułów w tej formule, zachęcając Państwa jednocześnie do lektury książek, z których zostały zaczerpnięte. Szersze informacje o wybranych pozycjach znajdujących się w ofercie PWN dostępne są na s. 46 oraz w rubryce Biblioteka *Powder & Bulk* (s. 47). Większość z nich mieliśmy okazję przekazać w formie egzemplarzy okazowych – nagród – uczestnikom konferencji organizowanej przez naszą redakcję podczas targów SyMas w Krakowie.

Ze względu na to, że bieżące wydanie jest ostatnim przed Świątami Wielkanocnymi, już teraz składamy Państwu życzenia:

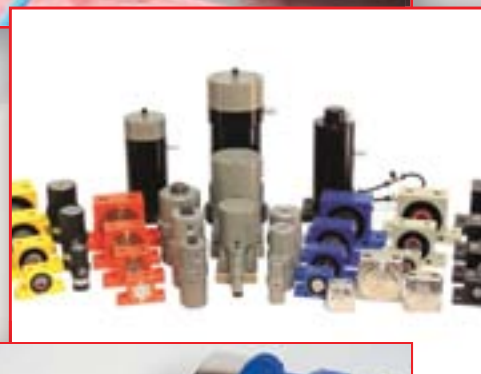


*Wszystkim naszym Czytelnikom oraz Współpracownikom składamy życzenia radosnych i zdrowych Świąt Wielkanocnych*



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. Zgrzebnioka 5

tel. 32 241 13 09 fax 32 247 48 94 kom. 601 701 188

www.inwet.eu e-mail: inwet@inwet.eu



19

Wiarygodna kontrola poziomu w warunkach zapylenia nastęca trudności. Wiele urządzeń zawodzi albo w ogóle nie nadaje się do wykorzystania, ze względu na zasadę działania. Jednym z nielicznych rozwiązań w pełni odpornych nawet na silne zapylenie oraz wilgoć i opary są akustyczne przetworniki poziomu Sultan firmy Mercon.



32

Pojęcie przemysłu 4.0 jest obecnie niezwykle popularne i znaleźć go można w niemal każdym wydaniu wszystkich periodyków związanych z automatyką przemysłową. Przemysł 4.0, czy jak kto woli, czwarta rewolucja przemysłowa, zakłada połączenie poprzez Internet ludzi i sterowanych cyfrowo urządzeń. Firma VEGA, która jest jednym z największych producentów urządzeń pomiarowych na świecie, wyszła naprzeciw nowym wymaganiom i proponuje kilka rozwiązań zoptymalizowanych do założeń przemysłu 4.0.



50

Specjaliści z firmy Bart Sp. z o.o. opracowują i wdrażają nowatorskie rozwiązania dla zakładów produkcyjnych, w których niezbędne jest oprócz utrzymania wysokiego stopnia czystości również wdrożenie absolutnej sterylności mikroklimatu pomieszczeń produkcyjnych i badawczych. Dotyczy to branży chemicznej, laboratoryjnej, spożywczej i farmaceutycznej, a w szczególności sektora produkcji leków.



54

Ceramika towarzyszy człowiekowi od niepamiętnych czasów. Znane są wyroby wykonane z wypalanej gliny datowane na 30–50 tysięcy lat p.n.e. Obecnie terminem „ceramika” określa się wszystkie materiały nieorganiczne i niemetaliczne, które otrzymane zostały w wyniku procesu ceramicznego polegającego na tym, że drobnziarniste proszki ceramiczne formuje się w żądany kształt i kształt ten utrwała się w procesie wypalania w wysokiej temperaturze zależnej przede wszystkim od rodzaju proszku ceramicznego, jego uziarnienia, dodatków ułatwiających spiekanie itp.

## SPIS TREŚCI

<b>PRODUKTY</b>	<b>5</b>
<b>Rozwiązania dla laboratoriów</b>	<b>6–8</b>
<b>Urządzenia i rozwiązania dla przemysłu farmaceutycznego – przegląd rynku</b>	<b>48–49</b>
<b>WYDARZENIA I AKTUALNOŚCI</b>	<b>9–13</b>
<b>Inteligentne fabryki to już rzeczywistość – także w Polsce</b>	<b>14</b>
Rozmowa z Hubertem Kowalczykiem, menedżerem produktu e-prowadniki w firmie igus Polska	
<b>TEMAT NUMERU:</b>	
<b>AUTOMATYKA, NAPĘDY, POMIARY</b>	
<b>Napędy wykorzystywane w branży materiałów sypkich</b>	<b>16</b>
<b>Pomiar poziomu w warunkach silnego zapylenia</b>	<b>19</b>
<b>Sprzęt laboratoryjny do badania materiałów sypkich</b>	<b>20</b>
<b>Rozwiązania LogiDrive dla intralogistyki łączą wydajność energetyczną ze zmniejszoną liczbą wariantów napędów</b>	<b>22</b>
<b>Roboty i systemy autonomiczne w rolnictwie precyzyjnym</b>	<b>23</b>
<b>Parametry robotów przemysłowych</b>	<b>24</b>
<b>Zawory HOMATIC przydatne w systemach sterowania</b>	<b>31</b>
Rozmowa z Andrzejem Żelazo, prezesem firmy Proorganika Sp. z o.o.	
<b>Jak czuje się dzisiaj twoja fabryka, czyli czwarta rewolucja w pomiarze poziomu</b>	<b>32</b>
<b>Urządzenia – przegląd rynku</b>	<b>36–39</b>
<b>Badanie środków czystości i wyrobów kosmetycznych</b>	<b>40</b>
<b>BEZPIECZEŃSTWO PRACY</b>	
<b>Odpylanie, odkurzanie, klimatyzacja i wentylacja w produkcji farmaceutyków</b>	<b>50</b>
<b>TRANSPORT I LOGISTYKA</b>	
<b>Transport pneumatyczny w wykonaniu firmy WAKRO</b>	<b>33</b>
<b>TECHNIKA I TECHNOLOGIA</b>	
<b>Procesy ceramiczne</b>	<b>54</b>
<b>ROZMAITOŚCI</b>	
<b>Biblioteka Powder&amp;Bulk</b>	<b>47</b>
<b>Formularz prenumeraty</b>	<b>57</b>
<b>Zapowiedź następnego wydania</b>	<b>58</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:**

Redakcja Powder & Bulk

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 rozбивa wieloletni stwardniały cement

W szkockiej cementowni CRH Tarmac Dunbar specjalistom obsługującym system Cardox udało się rozbić i usunąć stwardniały cement, który od ponad 20 lat gromadził się w silosach w wyniku wycieków powstałych na skutek nieuszczelnienia. Ten zastygły cement był nagromadzony w silosach głównie wokół podajników ślimakowych i rur systemu napowietrzania. W wywierczone w stwardniałym cemencie otwory wprowadzano rurę systemu Cardox i bezogniowe nabojnice skutecznie go kruszyły. Cement został całkowicie rozdrobniony, i to bez uszkodzenia orurowania systemu



napowietrzania, znajdującego się wewnątrz silosów. Pojedyncza operacja rozbicia masy cementowej trwała jedynie ok. 4 min.

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

## Nowe znaki odblaskowe zapewniają bezpieczeństwo w ciemnych miejscach

Nowe, intensywnie odblaskowe znaki bezpieczeństwa Brady Corporation, zgodne z normą ISO 7010, znacząco poprawiają bezpieczeństwo w ciemnych miejscach. Znaki odbijają dwa razy więcej światła po oświetleniu latarką lub reflektorami pojazdu i sprawdzają się zarówno w zastosowaniach wewnętrznych, jak i zewnętrznych.

Znaki odblaskowe firmy Brady są doskonale widoczne, ponieważ dzięki odblaskowej folii pryzmatycznej odbijają światło bez oślepienia. Ogólnie rzecz biorąc, odbijają dwa razy więcej światła niż znaki ze standardową szklaną folią odblaskową. Dzięki temu pracownicy będą lepiej widzieć znaki w ciemności i trudnych warunkach pogodowych, jeśli zostaną one oświetlone latarką lub reflektorami pojazdu.

Znaki odblaskowe są dostępne na tablicach aluminiowych, sprawdzających się w zastosowaniach zewnętrznych. Tablice mają podwójnie wygięte boki i nie zawierają ostrych krawędzi. Są one dostępne w kształcie okrągłym, trójkątnym i prostokątnym, pasują-



cym do każdego kształtu znaku bezpieczeństwa zgodnie z normą ISO 7010. Każda tablica dostępna jest również z okrągłymi lub kwadratowymi słupkami o różnych długościach oraz ze wspornikami lub płytami nośnymi dla optymalnego montażu na zewnątrz. Dzięki zastosowaniu ochronnego laminatu B-7639 firmy Brady, blokującego promieniowanie UV, wszystkie znaki charakteryzują się doskonałą trwałością zewnętrzną.

Wszystkie odblaskowe znaki bezpieczeństwa zgodne z normą ISO 7010 mogą zostać dostarczone z legendą w dowolnym języku lub bez legendy. Dostępne są rozmiary niestandardowe do 0,9x4 m.

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

# NIVELCO

## Pomiary to nasza specjalność!

### POMIARY:

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

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



# Z NIVELCO ...wiesz ile masz



### DENIOS oferuje wagi przemysłowe

Firma DENIOS, specjalista w bhp i składowaniu materiałów niebezpiecznych, wprowadziła do swojej szerokiej oferty nowy asortyment – wagi przemysłowe. Są one nieodzowne w wielu różnych dziedzinach i branżach – w przemyśle, magazynie, w produkcji i laboratorium.

#### Kryteria wyboru najlepszej wagi

Wybierając odpowiednią wagę, trzeba ustalić kilka istotnych kwestii: jaki jest cel ważenia (np. liczenie drobnych części lub ważenie dużych ciężarów), z jakim zakresem minimalnych lub maksymalnych obciążeń mamy do czynienia, czy ważenie będzie odbywać się wewnątrz pomieszczenia (dzięki czemu wagę będzie można podłączyć do prądu), czy na zewnątrz (wtedy będzie potrzebna waga mobilna, np. akumulatorowa). Równie ważny jest też zintegrowany interfejs danych do PC albo drukarki.

#### Typy wag stosowane w przemyśle

Waga wadze nierówna. Zależnie od zastosowania wagi przemysłowe muszą spełniać określone wymagania i dlatego mają różną budowę. Aby klienci mogli łatwiej zorientować się w swoich potrzebach, firma DENIOS uporządkowała oferowane przez siebie wagi następująco:

wać się w swoich potrzebach, firma DENIOS uporządkowała oferowane przez siebie wagi następująco:

- wagi analityczne – stosowane w laboratorium, o dokładności ważenia w miligramach;
- wagi precyzyjne – o uniwersalnym zastosowaniu laboratoryjnym, do codziennych prac, o różnych funkcjach i dokładnościach ważenia;
- wagi stołowe – uniwersalne, o wszechstronnym zastosowaniu, np. w wysyłce, magazynie, produkcji lub kontroli jakości;
- wagi ze stali szlachetnej – dostosowane do miejsc o wysokich standardach higienicznych;
- wagi liczące – podają liczbę sztuk drobnych części, takich jak śruby czy nakrętki;
- wagi do paczek / wagi platformowe – wytrzymały typ wag do nieporęcznych artykułów ważących do 600 kg, szczególnie polecane do magazynu, produkcji i wysyłki;
- wagi podłogowe / paletowe / przejazdowe – do magazynu czy produkcji, do ciężarów do trzech ton;
- wagi wiszące / wagi do żurawi – bardzo

wytrzymałe, doskonale sprawdzą się w ważeniu dużych ciężarów w logistyce i produkcji (do 12 ton).

#### Legalizacja wag

Według europejskiej dyrektywy 2014/31/UE, wszystkie wagi, które są używane w obrocie handlowym, które służą do produkcji leków, które są wykorzystywane do celów urzędowych, które znalazły zastosowanie podczas produkcji opakowań gotowych lub które są stosowane w lecznictwie, muszą być urzędowo sprawdzone. Czynność ta, służąca ochronie konsumentów, nazywa się legalizacją. Pierwszą legalizację przeprowadza zawsze producent, gwarantując, że dana waga zachowuje dokładność. Oznaczana jest skrótem „M” i rokiem pierwszej legalizacji. W przypadku większości wag okres ważności legalizacji producenta wynosi dwa/trzy lata, po czym należy wagę poddać kolejnej legalizacji przez właściwy regionalnie urząd.

Klienci w szerokiej ofercie firmy DENIOS z pewnością znajdą wagę odpowiednią do swoich wymagań.

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

### Wagosuszarki serii MB

W ofercie firmy DANLAB znajdują się następujące modele wagosuszarek serii MB:

- Wagosuszarka MB90, która umożliwi precyzyjną kontrolę suszenia przy użyciu lampy halogenowej, zapewniającej równomierne ogrzewanie próbki, co pozwala na uzyskanie szybkich i precyzyjnych wyników z dokładnością do 0,01%. MB90 posiada demontowalny uchwyt na szalki i elementy komory suszenia dla szybkiego czyszczenia, co ułatwia konserwację. Wyświetlacz dotykowy oparty na ikonach sprawia, że obsługa MB90 jest intuicyjna. Można wykonać rutynowe badania próbki w trzech prostych krokach. Urządzenie umożliwia określenie % wilgoci, % suchej pozostałości oraz stosunku wilgoci do suchej masy i masy;
- Wagosuszarka MB120, która umożliwi wstępną analizę wilgotności, co pozwala na prostą analizę optymalnej temperatury



suszenia. Możliwe jest przechowywanie do 100 metod suszenia i łącznie do 1000 wyników pomiaru wykonania analizy statystycznej. Precyzyjna kontrola lampy halogenowej pozwala na równomierne ogrzewanie próbki, dając powtarzalne wyniki pomiaru o dokładności 0,01%. Urządzenie wyposażone

nie jest również w wymienny uchwyt na szalki i łatwą do czyszczenia komorę pomiarową;

- Wagosuszarka MB25, która zapewnia precyzyjne oznaczanie zawartości wilgotności. Posiada duży podświetlany wyświetlacz LCD, port komunikacyjny RS232 oraz zakres nośności do 110g z odczytem do 0,005g/0,05%. MB25 to szybka i prosta w obsłudze wagosuszarka halogenowa. Charakteryzuje się kompaktową obudową oraz ręcznym lub automatycznym czasowym zakończeniem suszenia;
- Wagosuszarka MB23, która zapewnia precyzyjne oznaczanie zawartości wilgotności przy użyciu grzałki podczerwieni. Posiada duży podświetlany wyświetlacz LCD, port komunikacyjny RS232 oraz zakres nośności do 110g z odczytem do 0,01g/0,1%. Urządzenie idealnie nadaje się do rutynowych badań, dzięki intuicyjnej i prostej obsłudze.

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

## Wagi laboratoryjne RADWAG

Firma RADWAG oferuje szeroką gamę najwyższej klasy urządzeń pomiarowych przeznaczonych dla laboratoriów, branży chemicznej, farmaceutycznej, kosmetycznej oraz wszędzie tam, gdzie występuje potrzeba precyzyjnego pomiaru masy próbek.

Asortyment wag laboratoryjnych RADWAG rozpoczyna się od ultra-mikrowag z dokładnością  $d=0,1 \mu\text{g}$ , poprzez najwyższej klasy mikrowagi i wagi analityczne, aż do wag precyzyjnych o dużych udźwigach - nawet do 35 kg. Całość oferty dopełniają wagosuszarki przeznaczone do precyzyjnej analizy wilgotności i pomiaru suchej masy.

Poza podstawową funkcją jaką jest precyzyjny i dokładny pomiar masy, wagi laboratoryjne RADWAG posiadają szereg



dodatkowych funkcjonalności poprawiających efektywność i komfort codziennej pracy. W zależności od stopnia zaawansowania, oferta została podzielona na trzy grupy produktów: wagi profesjonalne, zaawansowane oraz standardowe. Poziom profesjonalny dedykowany do najbardziej

wymagających procesów, poziom zaawansowany – do większości zastosowań oraz standardowy – do najczęstszych i najpopularniejszych rozwiązań.

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

## Wyposażenie nowoczesnego laboratorium

W ofercie firmy GRAINPOL znajdują się następujące urządzenia do badania nasion i zbóż, dostarczane przez firmy PFEUFFER oraz TAGARNO.



### PFEUFFER – analiza laboratoryjna jakości parametrów zbóż

Firma PFEUFFER to lider na rynku urządzeń laboratoryjnych dla przemysłu zbożowo-młynarskiego. Oferowane przez nią urządzenia stanowią podstawowe wyposażenie nowoczesnego laboratorium i pozwalają na szybką i wiarygodną analizę jakości. Są to m.in.:

- próbniki samochodowe RAKORAF;
- rozdzielacze do zbóż automatyczne i szczelinowe;

- sortowniki, sita, śrutowniki;
- liczniki nasion;
- wilgotnościomierze;
- analizatory.

Kontrola jakości rozpoczyna się od pobrania reprezentatywnej próbki zbóż i nasion, zarówno z otwartych pojazdów, jak i z linii technologicznych. Dzięki oferowanym automatycznym systemom i zaawansowanej technologii producent zapewnia otrzymanie całkowicie reprezentatywnej próbki w bezpieczny dla obsługi sposób. Otrzymane próbki oraz ich wtórniki pozwalają na wiarygodną analizę laboratoryjną i wypełnienie procedur EC w zakresie bezpieczeństwa żywności (wg Rozporządzenia 178/2002/EC).

### TAGARNO – zaawansowane technologie optyczne

Firma TAGARNO wprowadziła na rynek innowacyjne mikroskopy pozwalające na wygodną i ergonomiczną analizę wzrokową produktów. System składa się z mikroskopu cyfrowego, wyposażonego w kamerę FHD i wymienne soczewki oraz monitora. Zastosowanie optycznych rozwiązań TAGARNO w laboratorium to m.in.:

- powiększenie do 300 razy;

- ergonomiczna pozycja pracy;
- możliwość pracy grupowej;
- świetnej jakości dokumentacja zdjęciowa;
- rozszerzone pole widzenia.



Mikroskopy TAGARNO znajdują swoje zastosowanie w laboratoriach uczelni i instytutów rolniczych, firm nasienniczych, młynarskich, paszowych i mięsnych. Dzięki nim możemy oszacować i udokumentować czystość materiału siewnego, obecność szkodników i zanieczyszczeń.

Wartością dodaną, wprowadzoną przez TAGARNO, są oprogramowania pozwalające na analizę obrazu, będące owocem współpracy klienta i producenta.

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

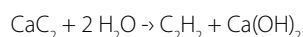
#### Zastosowanie i możliwości mikroskopów TAGARNO:

- dla firm paszowych: analizator cząstek, który automatycznie i obiektywnie analizuje kształt i rozmiar cząstek, np. mikroskopijnej karmy;
- dla młynów, piekarni i mleczarni: analizator plamek, pozwalający na obiektywne zliczenie pstrycin i zanieczyszczeń;
- analiza koloru - automatycznie i obiektywnie analizuje wartości koloru;
- dla prac badawczych: porównanie obrazu i program pomiarowy;
- dla przemysłu mięsnego i weterynarii: trychinoskop ruchomy system kontrolny.



### Wilgotnościomierz karbidowy Tanel WK-1

Wilgotnościomierz WK-1 przeznaczony jest do pomiarów wilgotności ciał stałych, a w szczególności materiałów budowlanych, takich jak: piasek, cegła, beton. Może być także wykorzystany jako wilgotnościomierz płynów (np. olejów). Działanie przyrządu polega na pomiarze ciśnienia acetyleny. Acetylen powstaje w wyniku reakcji chemicznej wody zawartej w badanym materiale z karbidem. Reakcja zachodzi według wzoru:



Masa próbki badanego materiału, zakres pomiarowy manometru i wymiary komory pomiarowej zostały tak dobrane, że manometr jest wyskalowany bezpośrednio w procentach wilgotności względnej.

#### Specyfikacja urządzenia:

- zakres pomiarowy: 0–10 % wilg. wzgl.;
- rozdzielczość: 0.2%;
- pojemność komory pomiarowej: ok. 0.6 dm<sup>3</sup>;
- masa próbki: 10 g;
- max. ciśnienie: 1 bar;
- wymiary walizki: 380×280×110 mm;
- ciężar: 3.3 kg

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

### Wstrząsarki EML

Nowe wstrząsarki do sit firmy Haver & Boecker serii EML-200 to wysokiej klasy urządzenia umożliwiające dokładne oraz powtarzalne przesiewanie materiałów sypkich na sitach analitycznych o średnicach do 200 mm. Kolumna przesiewowa może być złożona z maksymalnie 9-ciu sit o standardowej wysokości (50 mm) lub 15 sit o wysokości zredukowanej (25 mm) oraz jednej miski odbiorczej. Maksymalne obciążenie badanym materiałem może wynosić do 3 kg. W zależ-



ności od typu, umożliwiają przesiew materiału na mokro lub na sucho.

#### Specyfikacja:

- mikroprocesorowe sterowniki z wyświetlaczami LED lub LCD;
- praca ciągła lub ograniczona czasowo;
- autoregulacja amplitudy;
- system mocowania TwinNut pozwala na bardzo szybkie zwolnienie sit (zależnie od modelu).

[www.havertrading.pl/pl/firma/haver-boecker-polska](http://www.havertrading.pl/pl/firma/haver-boecker-polska)

**EURO CRIME  
LAB LAB**

**17-19 marca 2020**

Pałac Kultury i Nauki, Warszawa

22 Międzynarodowe Targi Analityki i Technik Pomiarowych  
9 Targi Techniki Kryminalistycznej

**NAJWAŻNIEJSZE TARGI WYPOSAŻENIA LABORATORYJNEGO W POLSCE**

**MITargi**  
Polska



REJESTRACJA ONLINE  
**WWW.TARGIEUROLAB.PL**





**ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY PRZY  
XII KONFERENCJI POWDER & BULK**  
**Nowoczesne technologie w branży materiałów sypkich**  
podczas targów SyMas w Krakowie, 14 października 2020 r.

tel.: **32 262 76 22 / 510 485 880**

**Organizator:**

**powder & bulk**

**Miejsce konferencji:**

  
KRAKOW

**Partnerzy:**

  
Targi  
w Krakowie

## **XX Jubileuszowa Konferencja KRUSZYWA MINERALNE SUROWCE - RYNEK - TECHNOLOGIE - JAKOŚĆ**

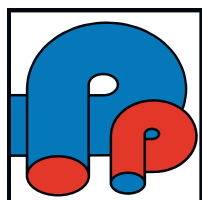
Kudowa Zdrój, 22–24 kwietnia 2020 r.

ORGANIZATORZY KONFERENCJI: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa we Wrocławiu  
Politechnika Wrocławska – 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





# PLASTPOL

XXIV Międzynarodowe  
Targi Przetwórstwa  
Tworzyw Sztucznych  
i Gumy

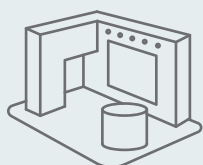
---

Kielce

19-22.05.2020



PONAD **900**  
WYSTAWCÓW



**34 000 m<sup>2</sup>**  
POWIERZCHNI  
WYSTAWIENNICZEJ



PONAD **50%**  
ZAGRANICZNYCH  
FIRM

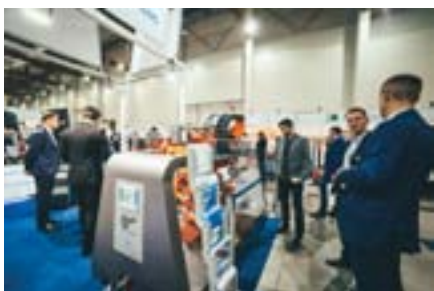


PONAD **19 000**  
ZWIEDZAJĄCYCH



## Targi SYMAS® i MAINTENANCE napędzają przemysł

Dwunasta edycja Międzynarodowych Targów Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych – SYMAS® oraz Międzynarodowych Targów Utrzymywania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji – MAINTENANCE odbędzie się 14–15 października br. w EXPO Kraków. Udział w tej największej w Europie Środkowej imprezie potwierdziło już ponad 130 wystawców, tym samym rezerwując 80% powierzchni targowej. Organizatorzy wkrótce opublikują informacje na temat programu towarzyszącego.



### Przed wszystkim jakość

Ogromną zaletą wydarzenia jest różnorodność branż, a także profesjonalizm gości, którzy poszukują konkretnych rozwiązań i wiedzą, w jakim celu przychodzą na targi. Odwiedzającymi są specjaliści właściwie ze wszystkich gałęzi przemysłu, w tym m.in.: chemicznego, spożywczego, wydobywczego, motoryzacyjnego oraz elektromaszynowego. To właśnie wyspecjalizowani odwiedzający, któ-



rych z roku na rok przybywa, czynią to wydarzenie wyjątkowym na targowej mapie Polski.

Zwiększająca się także liczba wystawców, m.in. z zakresu napędów i sterowania oraz automatyzacji produkcji powoduje zainteresowanie kolejnych firm. – *Otrzymujemy ciągle zapytania od nowych firm, wśród nich takich, które wcześniej nigdzie się nie wystawiały i swój targowy debiut postanowiły przeprowadzić właśnie na naszym wydarzeniu. To cieszy, bo pokazuje, że jesteśmy wiarygodnym organizatorem i zbudowaliśmy imprezę godną zaufania. Cieszy tym bardziej, bo obok wystawców, którzy tworzą wspólnie z nami SYMAS® i MAINTENANCE od wielu lat, pojawiają się nowi gracze. Dzięki temu wystawa staje się z roku na rok atrakcyjniejsza.* – mówi Arkadiusz Suter, Project Manager targów.

### Sprawdzone rozwiązania i nowość

Odpowiadając na potrzeby rynku, organizatorzy poszerzyli w tym roku wystawę o dwie nowe strefy tematyczne – LIGHTING dla firm prezentujących rozwiązania z zakresu oświe-



tlenia przemysłowego oraz MINING dla firm, które posiadają maszyny i urządzenia dla sektora górniczego. Firma Targi w Krakowie nawiązała także współpracę z Nürnberg Messe GmbH (organizatorem targów POWTECH) o wzajemnej promocji wydarzeń.

Podobnie jak w latach poprzednich, targom towarzyszyć będą dwie konferencje: „Nowoczesne technologie w branży materiałów sypkich” oraz „Jesienna Szkoła Utrzymywania Ruchu”, których program poznamy wkrótce.



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

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

## AGROTECH 2020 – najbardziej wyczekiwane wydarzenie rolnicze w Polsce

Od 13 do 15 marca w Targach Kielce odbędą się 26. Międzynarodowe Targi Techniki Rolniczej AGROTECH. Już po raz kolejny wystawcy zaprezentują swoje nowości w 11 halach oraz terenie zewnętrznym.

Nikogo nie trzeba przekonywać, że AGROTECH w Targach Kielce to największa w Polsce i licząca się w Europie, wystawa techniki rolniczej, organizowana w halach wystawienniczych. Warto wiedzieć, że Międzynarodowe Targi Techniki Rolniczej to także największa wystawa targowa w kraju, spośród wszystkich branż gospodarki. Liczby mówią same za siebie: rekordowa powierzchnia w roku 2019 – ponad 66 000 m<sup>2</sup> i ponad 75 000 zwiedzających. *Wszechstronna, międzynarodowa ekspozycja i przeszło 750 wystawców z 21 krajów świata to kolejny atut targów AGROTECH w Kielcach* – mówi Grzegorz Figarski, Dyrektor Projektu.

Od ponad ćwierć wieku wydarzenie wpisuje się w historię i tradycję polskiego rolnictwa. Targi przedstawiają kompleksowo nowinki techniki rolniczej, gromadzą światowych liderów rynku, a polskim rolnikom wytyczają drogę rozwoju dla ich gospodarstw – tych rodzinnych i wielkoobszarowych.

Światowi oraz polscy liderzy rynku rolniczego przywiezou setki maszyn- sprzętu, akcesoriów, nawozów, środków ochrony roślin – słowem wszystkiego, czego polski rolnik z małego, średniego czy duże-



go gospodarstwa potrzebuje, by rozpocząć wiosenny sezon 2020. W Kielcach pojawią się najwięksi w branży – New Holland, Case IH, Claas, Korbanek, Hardi, Talex, Agco, Kongskilde, KMK Agro, Agro-masz, LandStal, Bomet, Steyer, Expom, John Deere, Valtra, Same, Kuhn, Deutz-Fahr, Rol/ex, Zetor, KFMR Krukowiak i wiele innych, uznanych firm.

Podobnie jak w ubiegłym roku na AGROTECH zjadą blogerzy i youtuberzy rolnicy. Internetowych ulubieńców będzie można spotkać podczas 3 dni wydarzenia. W niedzielę influencerzy spotkają się ze swoimi widzami podczas konferencji youtuberów.

[www.targikielce.pl/agrotech](http://www.targikielce.pl/agrotech)

## Budujące spotkanie – Targi AUTOSTRADA

Branża drogowa nieustannie się rozwija, co jest związane z pojawianiem się coraz to nowszych innowacji i ulepszeń technologicznych, które oparte są na opracowaniu bardziej kompleksowych rozwiązań w branży. Oferta Międzynarodowych Targów Budownictwa Drogowego AUTOSTRADA jest stale poszerzana, aby impreza spełniała potrzeby i oczekiwania zarówno



wystawców, jak i zwiedzających. Oprócz szerokiej oferty niezbędnego asortymentu do budowy dróg, na targach odbywa się wiele spotkań, których celem jest poszerzenie sieci kontaktów biznesowych, ale też zapoznanie się z najnowocześniejszymi maszynami i materiałami stosowanymi w opracowywaniu konstrukcji drogowych.

W przestrzeni Targów Kielce powstaną specjalnie zaaranżowane sceny tematyczne, dotyczące perspektyw gospodarczych, finansowych i otoczenia prawnego branży. Nie zabraknie również omówienia tego, w jakim kierunku zmierza technologia budowy i zarządzania drogami. Najmocniejszym punktem wydarzenia będą fora i debaty, które stworzą możliwość do wymiany doświadczeń oraz rozmów o wyzwaniach związanych z branżą budownictwa drogowego.

Podczas Forum AUTOSTRADA poruszone zostaną najważniejsze zagadnienia, cenne dla firm, instytucji i osób związanych z branżą. Tematem wiodącym spotkania będą „Drogi Przyszłości” omówione z perspektywy kondycji gospodarczej. Nie zabraknie również sekcji tematycznych uwzględniających inwestycje i biznes. Ideą przedsięwzięcia będą także prezentacje produktów i usług przedsiębiorców w zakresie inteligentnego budownictwa energooszczędnego, które zawarte są w zrównoważonej infrastrukturze.

Oprócz walorów technologicznych, coraz częściej dostrzegana jest także funkcjonalność, ale i estetyka tworzonej infrastruktury drogowej. Podczas Forum „Zielona AUTOSTRADA” zaprezentowane zostaną możliwości dotyczące projektowania zieleni drogowej, aspektów prawnych związanych z wycinką drzew i krzewów oraz procedur utrzymania dróg i zieleni przydrożnej.

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

## Seminarium „Zagospodarowanie ubocznych produktów spalania”

Seminarium, którego szósta edycja odbędzie się 21 kwietnia br. w Katowicach, wchodzi w skład cyklu projektów dotyczących rozliczania, bilansowania oraz monitorowania jakości paliw stałych (węgla, wyrobów węglowych, biomasy, RDF-u i SRF-u) oraz ubocznych produktów ich spalania. We wspomnianych wydarzeniach do tej pory łącznie brało udział ponad 1200 uczestników reprezentujących w głównej mierze branżę paliw i wytwarzania, a także podmiotów z nimi współpracujących.

Wykorzystywanie jak największej ilości popiołów, żużli i innych mineralnych materiałów odpadowych zamiast kruszyw naturalnych jest ekonomicznie i ekologicznie uzasadnione. Nowe technologie umożliwiają zagospodarowywanie UPS-ów w coraz



efektywniejszy sposób, jednak regulacje nie zawsze umożliwiają wdrożenia innowacyjnych rozwiązań. Z drugiej strony problem ubocznych produktów spalania został zauważony przez Komisję Europejską i kolejne etapy modelu GOZ (Gospodarki o Obiegu Zamkniętym) mogą znacznie usprawnić unieszkodliwianie UPS-ów.

Podczas tegorocznego seminarium poruszone będą następujące zagadnienia:

- regulacje, definicje i normy dla ubocznych produktów spalania;
- rekomendowane metody zarządzania pozostałościami z procesu produkcyjnego;
- realizowanie obowiązków zgodnie z ideą gospodarki o obiegu zamkniętym;
- pożądane praktyki w zakresie magazyno-

wania, dostaw, odbiorów oraz przetwarzania UPS-ów;

- popioły i żużle po termicznym odzysku energii z odpadów komunalnych;
- metodologia badań i ocena jakości ubocznych produktów spalania, odpadów z odsiarczania etc.;
- problematyka zagospodarowania UPS-ów i związanych z tym inwestycji.

Seminarium skierowane jest m.in. do przedstawicieli takich branż, jak: energetyka zawodowa, ciepłownictwo, spalarnie odpadów, przemysł budowlany, drogownictwo, kolejnictwo, sektor cementowy, ceramiczny, kruszyw, gipsowy, chemiczny, hutniczy, odlewniczy, komunalny, górniczy i rekultywacyjny.

Więcej informacji pod numerem tel.: 22 827 71 23 lub adresem: [biuro@cbepolska.pl](mailto:biuro@cbepolska.pl).

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

## Kolejna edycja Szkoły Górniczo-Odkrywkowej we wrześniu 2020 r.

W imieniu Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydziału Górniczego i Geoinżynierii, Katedry Inżynierii Górniczej i Bezpieczeństwa Pracy oraz Fundacji „Nauka i Tradycja Górnicza”, Sekcji Technologii Górniczej, Komitetu Górniczego Polskiej Akademii Nauk, Głównej Komisji ds. Górniczego Odkrywkowego ZG SiTG oraz Stowarzyszenia Polskich Inżynierów Strzałowych zapraszamy na VIII edycję Szkoły Górniczo-Odkrywkowej, która odbędzie się w dniach 14–16 września br. w hotelu OSSA Conference&SPA w Rawie Mazowieckiej.

Partnerem tegorocznej Szkoły będzie firma KOMATSU, która w ramach SGO zaprasza na dynamiczny pokaz swoich maszyn w PGE Górniczo i Energetyka Konwencjonalna S.A., Oddział Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów”.

W roku 2020 położony zostanie nacisk na zagadnienia związane m.in. z:

- bezpiecznym wydobywaniem kopalni i minimalizacją zagrożeń naturalnych;
- polityką surowcową kraju i problematyką dostępu do złóż;
- najnowszymi uregulowaniami prawnymi w odkrywkowej działalności górniczej;
- prowadzeniem ruchu odkrywkowych zakładów górniczych;
- uzyskiwaniem decyzji środowiskowych i koncesji wydobywczych;
- nowoczesnymi rozwiązaniami technicznymi w kopalniach surowców skalnych i w kopalniach węgla brunatnego;
- rekultywacją i rewitalizacją terenów pogórczych.

[www.sgo.agh.edu.pl](http://www.sgo.agh.edu.pl)



## Plastpol – innowacje w branży przetwórstwa tworzyw sztucznych i gumy

Bogaty program, innowacje maszynowe, spotkania ludzi branży – to i jeszcze więcej czeka na uczestników XXIV Międzynarodowych Targów Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gummy PLASTPOL. Podczas wydarzenia eksperci zaprezentują najnowsze dane dotyczące przetwórstwa tworzyw sztucznych i gumy – zarówno w Polsce, jak i w Europie. Tradycyjnie nie zabraknie konferencji połączonych z panelami dyskusyjnymi, seminariów, spotkań matchmakingowych i networkingowych oraz rozstrzygnięcia branżowych plebiscytów.

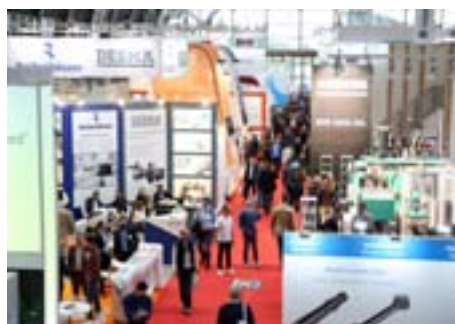
Większość zeszłorocznych wystawców potwierdziła swoją obecność w PLASTPOL 2020, ale pojawią się także nowe firmy. Już teraz wiadomo, że tegoroczne targi będą rekordowe pod względem ilości wystawców. To oznacza, że wydarzenie z roku na rok cieszy się coraz większym zainteresowaniem i swoistym prestiżem. Ponad połowę wszystkich wystawców stanowią zagraniczni przedstawiciele branży m.in. z Niemiec, Szwajcarii, Austrii, Turcji, Czech, Portugalii, Włoch, Iranu, Indii, Tajwanu, Chin czy Omanu, Rosji i Korei.

Targi PLASTPOL to już tradycja dla osób zajmujących się tą branżą. Podczas tegorocznej edycji przedsięwzięcia nie zabraknie najnowszych technologii, maszyn i urządzeń niezbędnych do przetwórstwa tworzyw sztucznych. Prezentowane będą nowe technologie i maszyny, komponenty do przetwórstwa i same tworzywa sztuczne. Targi poruszają również tematykę przetwórstwa gumy oraz recyklingu: – *Czterodniowe targi są jednym z najważniejszych wydarzeń branży w Europie Południowo-Wschodniej. Ich międzynarodowy charakter wynika z tego, że ponad połowę wszystkich wystawców stanowią zagraniczni reprezentanci branży. W poprzedniej edycji przedsięwzięcia, w 2019 r. uczestniczyło 910 wystawców z 42 krajów. Targi odbyły się w 7 halach na terenie kieleckiego ośrodka wystawienniczego – mówi dr Andrzej Mochoń, prezes Targów Kielce.*

Ważnym akcentem wydarzenia są również pokazy sprzętu, gdzie można zobaczyć fragmenty linii produkcyjnych. To z pewnością ważny element dla inwestorów zainteresowanych kupnem danej maszyny. Wtryskarki, młynki, kruszarki, w pełni zautomatyzowane linie produkcyjne przemysłu 4,0 – to tylko niewielka część urządzeń, technologii i niezbędnych w procesie przetwórstwa komponentów, które można zobaczyć w Kielcach.

Fundacja PlasticsEurope Polska, wspólnie z Polskim Związkiem Przetwórców Tworzyw Sztucznych, 18 maja, w przeddzień rozpoczęcia się wydarzenia, zapraszają na konferencję z udziałem polskich i międzynarodowych ekspertów, w trakcie której będzie można zapoznać się z aktualnymi problemami polskich i europejskich przetwórców tworzyw sztucznych, takimi jak sprawy *Single Use Plastics*, wizerunek tworzyw w społeczeństwie, Brexit czy realizacja VC „Plastics 2030”.

W trakcie wydarzenia tradycyjnie odbędzie się konferencja fundacji PlasticsEurope Polska, która ogłasza w Kielcach najświeższe dane branży dotyczące produkcji i zapotrzebowania na tworzywa w Polsce, i w Europie.



Konferencję „Opakowania dla recyklingu. Gospodarka o obiegu zamkniętym w praktyce” przygotuje też Klaster Gospodarki Odpadowej i Recyklingu wraz z Akademią Recyklingu.

Swoją finał na PLASTPOL-u będzie miał także konkurs Omniplast, którego organizatorem są Targi Kielce, a nad merytoryką czuwa od początku portal branżowy Tworzywa.pl.

W ramach przedsięwzięcia odbędzie się również dwudniowe seminarium techniczne „Plastech Info”, tu także będzie można zapoznać się z nowinkami technologicznymi oraz aktualnym stanem branży przetwórstwa tworzyw sztucznych.

Nowością podczas tegorocznych targów będzie strefa BioTworzyw, gdzie prezentowane będą m.in. wyroby biodegradowalne, kompostowalne, biopochodne, usługi konsultingowe, badawcze i certyfikacyjne, surowce, komponenty, dodatki dla przetwórstwa biotworzyw. Specjalnie przygotowana przestrzeń dedykowana jest surowcom i produktom oraz przetwórstwu i maszynom, recyklingowi, certyfikacji i badaniom materiałów biopochodnych, biodegradowalnych i kompostowalnych. Strefie towarzyszyć będzie Forum BioTworzyw, gdzie gościem specjalnym będzie Hasso von Pogrell, dyrektor zarządzający stowarzyszenia European Bioplastics.

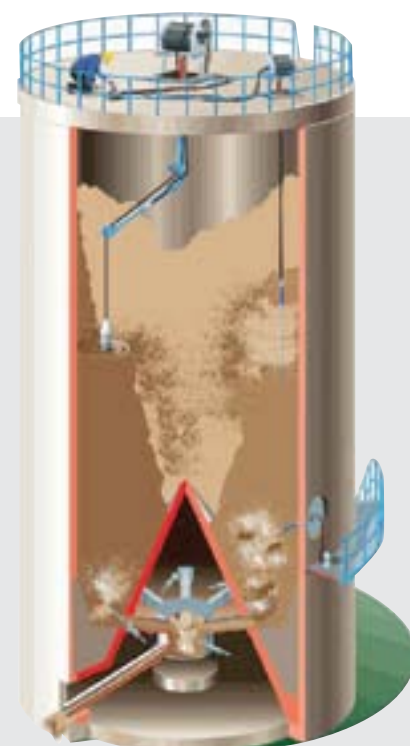
Na Międzynarodowe Targi Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gummy PLASTPOL zapraszamy od 19 do 22 maja do Targów Kielce.

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

# ENDECO

## SYSTEM CARDOX

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



Szczegółowych informacji udziela  
wyłącznie 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](http://www.endeco.pl)

# Inteligentne fabryki to już rzeczywistość – także w Polsce

O tym, jak największe zakłady produkcyjne zmieniają się dzisiaj w inteligentne fabryki mówi Hubert Kowalczyk, menedżer produktu e-prowadniki w firmie igus Polska



HUBERT KOWALCZYK:

Revolucja 4.0 to proces, który zaczął się około dekady temu, ale to w ostatnich latach do rozmów na ten temat coraz chętniej siadają najwięksi producenci, którzy rozważają wdrażanie nowoczesnych rozwiązań w swoich urządzeniach.

**Jesteśmy po trzeciej rewolucji przemysłowej związanej z automatyzacją procesów produkcyjnych. Obecnie trwa kolejna rewolucja, określana jako Przemysł 4.0. Od kiedy to się dzieje? W jaki sposób zmienia to działanie zakładów produkcyjnych?**

**Hubert Kowalczyk:** Rewolucja 4.0 to proces, który zaczął się około dekady temu, ale to w ostatnich latach do rozmów na ten temat coraz chętniej siadają najwięksi producenci, którzy rozważają wdrażanie nowoczesnych rozwiązań w swoich urządzeniach. Wiele firm produkcyjnych posiada z roku na rok coraz większe budżety na wdrożenie 4.0, poszukując więc dostawców, którzy mają już gotowe rozwiązania, pozwalające na sprawdzenie, jaki wpływ na ich produktywność i koszty ma Przemysł 4.0.

Ideą Automatykacji 4.0 jest wykorzystywanie potencjału wynikającego z coraz większej



ilości danych generowanych przez maszyny przemysłowe. W tej chwili wszystkie te dane są wykorzystywane na potrzeby poszczególnych urządzeń, a chodzi o to, by wykorzystywać je do wzajemnej komunikacji. Jest to więc rewolucja w formie komunikacji, którą znamy z innych obszarów pod nazwą Internet Rzeczy (IR) oraz z prac nad Sztuczną Inteligencją i rozwojem *Machine learningu*. Żeby było nam łatwiej to zrozumieć, możemy zamiast inteligentnej fabryki wyobrazić sobie inteligentny dom z konkretną liczbą obiektów, które mogą się ze sobą komunikować. Podobnie jak w domu pralka może skomunikować się np. z systemem wentylacji i uruchomić go np. żeby w pomieszczeniu pojawiło się dużo pary, tak w fabrykach może to być komunikacja obrabiarki z robotem wieloosiowym połączonymi w jednym systemie.

**Po co producentom takie wynalazki?**

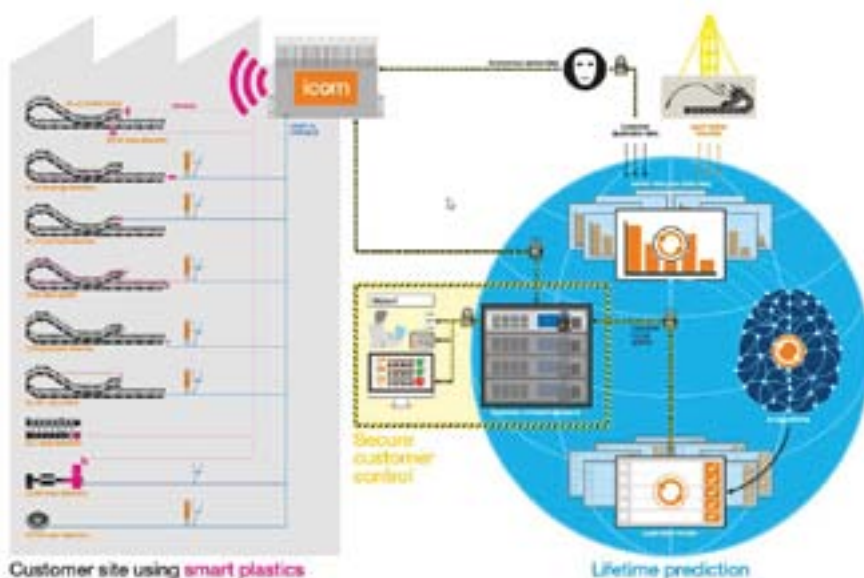
**H.K.:** Przede wszystkim chodzi o konkurencyjność, która wynika z optymalizacji produkcji i zmniejszenia kosztów związanych z awariami maszyn, przestojami czy utrzymaniem działów generujących niepotrzebne koszty. Przykładowo w przemyśle motorycznym godzina przestoju wyceniana jest często na 50 tys. euro. Zastosowanie rozwiązań z przemysłu 4.0 pozwala więc przede wszystkim zaoszczędzić pieniądze. Załóżmy,

że jedna z maszyn na linii produkcyjnej psuje się. Najpierw ktoś musi zauważyć awarię i znaleźć konkretne miejsce, w którym nastąpiła usterka. Czasem zajmuje to nawet kilka godzin, ponieważ firmy zatrudniają coraz mniej pracowników. Następnie trzeba zdiagnozować problem, zamówić części, poczekać na ich dostawę i znowu zaplanować przestój na naprawę. Dlatego tak ważna i kosztowna jest wiedza o aktualnym stanie technicznym każdej z maszyn produkcyjnych. Kiedy wiemy dokładnie, jaka jest żywotność naszych podzespołów, możemy zminimalizować ilość i długość przestojów, a także koszty napraw maszyn. Dziś producenci często wymieniają sprawne jeszcze elementy prewencyjnie – „na wszelki wypadek”. Inwestując w systemy monitorujące zużycie, wymieniają je dokładnie wtedy, kiedy trzeba, bez ryzyka, że coś uszkodzi się między zaplanowanymi przestojami.

**Czyli można powiedzieć, że przewidujemy przyszłość konkretnych maszyn?**

**H.K.:** Można, choć nie jest to zagłębienie w „szklaną kulę”, a raczej złożony i skomplikowany proces. Wszystko odbywa się dzięki czujnikom zainstalowanym w urządzeniach. Prowadniki kablowe oraz przewody są w stanie wysłać do nas informację o swoim zużyciu. Problem głównie dotyczy tych ruchomych,





ponieważ wszędzie tam, gdzie występuje tarcie, następuje też (mierzalny) ubytek materiału. Dodatkowo informacje te można zbierać i analizować, a przez to uczyć się, jak dany element zużywa się w konkretnych warunkach, by móc określić dokładnie, kiedy się zepsuje. Potrafimy to już dzisiaj zrobić.

#### Jak więc dokładnie sprawdzić, kiedy dana maszyna się zepsuje?

**H.K.:** W przypadku przewodów jest to pomiar rezystancji, która zmienia się wraz ze zmianą stopnia zużycia przewodu. Przewód posiada dodatkowe żyły kontrolne, które mają mniejszą odporność mechaniczną i ich zmiana rezystancji daje nam informację o zużyciu. Możemy też sprawdzać, czy w danym przewodzie nie następuje utrata w transmisji danych (np. w przewodach BUS-owych – sprawdzamy, ile pakietów danych mamy na wejściu i wyjściu przewodu). Jeśli nie jest to taka sama wartość, może to być oznaką uszkodzenia.

W firmie igus dane o żywotności oraz wpływie warunków na pracę komponentów wynikają z wieloletnich badań

w laboratorium testowym. Dzięki danym generowanym przez inteligentne komponenty możemy porównywać wyniki uzyskane w warunkach laboratoryjnych z rzeczywistością w bardzo konkretnej branży, czy nawet pojedynczym zakładzie. Dzięki temu można jeszcze trafniej przewidywać żywotność czy ewentualne awarie. Wiemy precyzyjnie, kiedy maszyna będzie miała uszkodzenie, kiedy będzie zapotrzebowanie, wiemy więc, kiedy należy wyprodukować daną część i kiedy ją dostarczyć do maszyny.

#### Czyli proces dostaw również można usprawnić?

**H.K.:** W większości firm łańcuch dostaw generuje olbrzymie koszty związane z nieterminową dostawą albo pomyłką. Utrzymanie działu dostaw również generuje olbrzymie koszty. Wiele z tych procesów można wyeliminować i usprawnić i zautomatyzować, tak by była ciągła komunikacja między maszyną w zakładzie, a działem produkcji u dostawcy. Dzięki temu uzyskujemy kompletny system *Just In Time*.

#### Jakie są największe trudności we wdrażaniu takich rozwiązań?

**H.K.:** To trudność, która dotyczy całego przemysłu, ponieważ każda firma ma inną infrastrukturę, w oparciu o którą funkcjonuje. Potrzebne jest ujednoczenie standardów. Przykładowo rozpoczęliśmy ten proces poprzez współpracę z dużymi producentami, takimi jak Siemens, którego oprogramowanie pozwala na dodanie modułów od firmy igus. Jesteśmy gotowi na to, by razem z nimi wyznaczyć takie standardy. Widzimy potrzebę na rynku i widzimy, że to się opłaca wszystkim. Musimy tylko współpracować i grać do jednej bramki. Stworzyć jeden wiodący system, jedną sieć. W ten sposób możemy wyznaczyć trend w biznesie.

#### Zastosowanie takich rozwiązań z pewnością daje ogromną przewagę na rynku?

**H.K.:** Tak. Każda rewolucja daje niesamowitą przewagę rynkową. Ta firma, która nie zrobi tego we właściwym czasie, wypada z gry. Duża część rynku nie jest jednak gotowa na to, by wejść w Przemysł 4.0. Wiele firm sprawdza możliwości stopniowo, ucząc się najpierw jednego procesu czy pojedynczej linii produkcyjnej.

#### Wyobraźmy sobie świat przemysłowy po tej rewolucji. Co dalej?

**H.K.:** To bardzo trudne pytanie. Niektórzy klienci jeszcze nie są w pełni w trzeciej rewolucji, a co dopiero mówić o piątej. Choć już niektórzy się śmieją, że jest Transport 10.0 czy Logistyka 8.0... Ale tak poważnie, to myślę, że tym, co zupełnie zmieni przemysł, będzie rozwój Sztucznej Inteligencji. Zmieni się wszystko, ponieważ to będzie wykładniczy przyrost wiedzy i to w bardzo krótkim czasie. Nie wiadomo jeszcze co to przyniesie – czy zagładę, czy rozwój?

**Dziękujemy za rozmowę.**

**powder&bulk**  
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Zasypujemy informacjami!**

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

# Napędy wykorzystywane w branży materiałów sypkich

dr inż. Marcin Bieńkowski

**Napędy stosowane w maszynach wykorzystywanych w branży materiałów sypkich to w większości wypadków standardowe systemy napędowe, które – w zależności od potrzeb – dostosowuje się do charakterystyki ruchu maszyn napędzanych za ich pomocą. Najczęściej stosuje się tu silniki elektryczne, hydrauliczne, napędy pneumatyczne, a w specyficznych zastosowaniach także silniki spalinowe.**

Jeśli chodzi o systemy napędowe stosowane w branży materiałów sypkich, mamy tu do czynienia przede wszystkim z napędzaniem maszyn wydobywczych (np. koparki, zwałowarki), przetwórczych (w tym młyny, przesiewacze i kruszarki) oraz transportowych, do których zaliczają się wszelkiego rodzaju przenośniki taśmowe, kubłowe czy pneumatyczne. Maszyny te mogą być napędzane różnego rodzaju systemami napędowymi.

Napędy pneumatyczne, ze względu na swoją charakterystykę, stosuje się głównie do napędzania systemów transportu pneumatycznego, wykorzystywanych w przenoszeniu materiałów sypkich. Z kolei napędy elektryczne znajdują zastosowanie w przenośnikach taśmowych, kubłowych, a także różnego rodzaju maszynach wydobywczo-obróbczych, w tym w przesiewaczach, młynach czy urządzeniach wibracyjnych. Oprócz tego napędy elektryczne (zamiennie z silnikami spalinowymi) wykorzystywane są w maszynach niezbędnych z punktu widzenia danej technologii czy używanych bezpośrednio do wydobycia urobku (np. koparko-ladowarkach, zwałowarkach czy kombajnach ścianowych). Elektrycznie napędzane są też maszyny wykorzystywane w przemyśle cementowym, zapewniają one m.in. ruch obrotowy w potężnych obrotowych piecach cementowych, wykorzystywanych do produkcji klinkieru.

Warto w tym miejscu kilka słów poświęcić napędom hydraulicznym, które coraz częściej wykorzystuje się w różnego rodzaju przenośnikach i maszynach wydobywczo-obróbczych. Tego rodzaju napędy umożliwiają bowiem rozruch przenośnika czy innej maszyny od początku z pełnym momentem obrotowym i utrzymanie go przez dowolnie długi czas. Oznacza to, że przenośnik można uruchomić pod pełnym obciążeniem.

## SILNIKI ELEKTRYCZNE

Współczesne silniki elektryczne charakteryzują się prostą konfiguracją i łatwą obsługą. Konstruktorzy kładą nacisk na zwiększenie ich sprawności oraz poprawę parametrów pracy, a także na ich automatyczną adaptację do zmiennych warunków obciążalności.

## BUDOWA SILNIKA INDUKCYJNEGO TRÓJFAZOWEGO KŁATKOWEGO



RYS. 1  
Silnik asynchroniczny - budowa

Coraz bardziej istotna jest również proekologiczna budowa silnika i niewielkie zużycie energii. Silniki elektryczne systematycznie ulegają też miniaturyzacji. Niemniej jednak w ślad za zmniejszeniem się gabarytów silników nie idzie spadek mocy, ale zwiększanie ich obciążalności.

Jeśli chodzi o silniki elektryczne, to do napędzania maszyn stosowanych w branży materiałów sypkich i masowych wykorzystuje się najczęściej silniki i napędy niskiego napięcia o mocach rzędu od kilku do kilkudziesięciu kilowatów (kW). Mocniejsze silniki o mocy kilkuset kW używa się wyłącznie w przenośnikach taśmowych i systemach wibracyjnych o dużej wydajności, które pozwalają przenosić co najmniej kilkadziesiąt ton urobku na godzinę, a także w taśmociągach o kilkusetmetrowej i większej długości, czy też dużych maszynach wydobywczych. Z kolei małe silniki o mocy pojedynczych kW stosuje się niemal wyłącznie do napędu urządzeń sterujących procesem technologicznym.

Standardowo coraz częściej wykorzystuje się nowoczesne silniki z systemami odzysku energii, co wymuszają zaostrzające się przepisy dotyczące zużycia oraz zagospodarowa-

nia energii elektrycznej i konieczność zmniejszenia tzw. śladu węglowego. Podobnie jak i w innych branżach, tak i w Polsce obecnie najczęściej wykorzystuje się silniki asynchroniczne, które bez problemu można znaleźć we wszelkiego rodzaju układach napędowych, gdzie niewymagana jest wysoka precyzja sterowania ruchem silnika.

Współczesne silniki elektryczne używane w branży materiałów sypkich i masowych charakteryzują się bardzo prostą konfiguracją i wyjątkowo łatwą obsługą, co jest niezbędne w wypadku większości maszyn pracujących w trudnych, zewnętrznych warunkach.



FOT. 1  
Przekładnia stożkowo-walcowa Lenze



kach, gdzie występuje duże zapylenie i w sposób istotny oddziałują na nie warunki atmosferyczne.

Silniki asynchroniczne mają dobre właściwości ruchowe, a ich charakterystyki można kształtować poprzez zmianę warunków zasilania oraz zmianę impedancji uzwojeń, co realizowane jest poprzez przyłączanie odpowiednich, zewnętrznych elementów impedancyjnych. Elektroniczne, półprzewodnikowe systemy sterowania pozwalają na łagodny rozruch i hamowanie silników [1]. Łatwo też regulować moc i prędkość obrotową takiego typu silnika. Silniki asynchroniczne ze względu na sposób zasilania podzielić można na jedno-, dwu- i trójfazowe, przy czym w branży materiałów sypkich najpopularniejsze są oczywiście te ostatnie.

Niestety silniki asynchroniczne mają też swoje wady. Najważniejszą z nich jest ta, że tego typu silnik wymaga dostarczenia mocy biernej indukcyjnej, co wpływa na zwiększenie strat mocy w energetycznych liniach przesyłowych oraz zauważalne spadki napięcia, widoczne zwłaszcza podczas rozruchu [1], co jest szczególnie istotne, gdy np. na taśmociągu znajduje się urobek.

### SERWONAPĘDY

Trudno wyobrazić sobie współczesne, zautomatyzowane systemy napędowe maszyn i urządzeń bez możliwości wykorzystania w nich tzw. serwonapędów. Najogólniej rzecz biorąc serwonapęd to układ służący do pozycjonowania osi według założonych parametrów ruchu, takich jak np. prędkość, przyspieszenie czy pozycja. Ruch osi wykonywany jest za pomocą silnika elektrycznego, a ruch obrotowy zamieniany jest na ruch liniowy, wykorzystując np. śrubę pociągową, co dodatkowo zwiększa możliwości zastosowania serwonapędu i jest chętnie wykorzystywane w maszynach stosowanych w branży materiałów sypkich. Ważną cechą serwonapędów jest także możliwość takiej ich regulacji, aby utrzymywały odpowiednią pozycję, prędkość czy moment, niezależnie od zaistniałych zakłóceń.

W wypadku serwonapędów należy przede wszystkim zwrócić uwagę na zakres dynamiki napędu i dokładność realizacji ruchu. Coraz bardziej istotne są też takie parametry, jak sprawność silnika, która bezpośrednio przekłada się na zużycie prądu. Nowoczesne systemy serwonapędowe charakteryzują się możliwością adaptacji do zmiennych warunków obciążalności, co może mieć szczególne znaczenie w systemach, w których urobek lub nosiwo są dostarczane nierównomiernie.

### NAPĘDY BEZPRZEKŁADNIOWE I NIE TYLKO

W systemach transportu urobku w kopalniach głębinowych i odkrywkowych coraz częściej wykorzystuje się bezprzekładniowe napędy do przenośników taśmowych dużej mocy. Tego typu rozwiązania eliminują kłopotliwe w obsłudze przekładnie mechaniczne, co podnosi niezawodność i obniża koszty eksploatacji urządzenia. W wypadku przenośników dużej mocy, tego typu napęd wykorzystuje silnik synchroniczny, który podłączony jest do odpowiednio przystosowanego wału napędowego.

Innym rozwiązaniem stosowanym w tego typu systemach transportowych są przekładnie walcowo-stożkowe. Największą zaletą tych przekładni jest to, że dzięki wysokiej odporności na skręcanie i niskim luzom skrętnym umożliwiają one wyjątkowo dokładne i powtarzalne pozycjonowanie. W połączeniu z silnikami trójfazowymi i serwonapędami tworzą wyjątkowo kompaktowe jednostki pozwalające z dużą mocą napędzać praktycznie dowolną maszynę czy taśmociąg. Tego typu przekładnie stosuje się m.in. w przenośnikach kubelkowych.

## Elektrowibratory

- Standardowe silniki wibracyjne typu F
- Silniki wibracyjne FE w wersji ATEX



## Specjalne elektrowibratory dla przemysłu spożywczego

- Specjalne silniki RVS z korpusem ze stali nierdzewnej, łatwe w utrzymaniu czystości



- Silniki typu FHE: pokrywy ze stali nierdzewnej, specjalne malowanie, łatwe w utrzymaniu czystości



## Jedyny producent dla przemysłu spożywczego!

## Generatory drgań

- Dla górnictwa
- Dla hutnictwa



## NAPĘDY HYDRAULICZNE

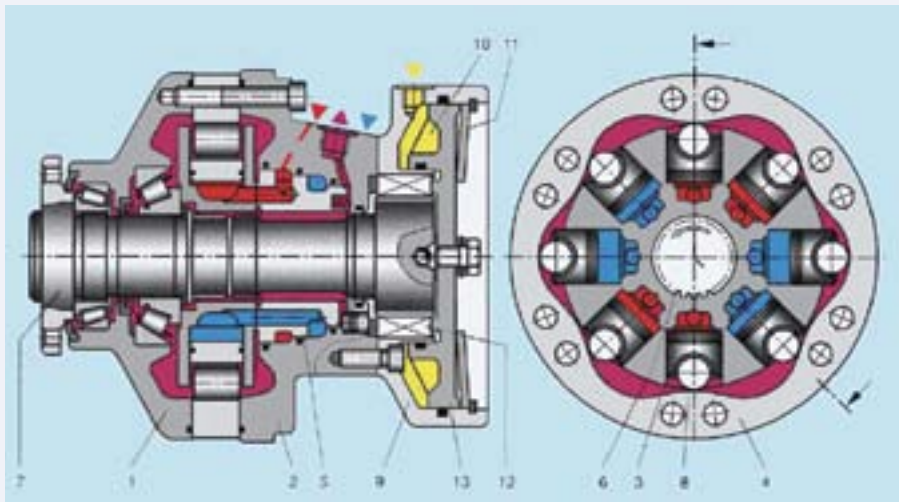
Jak wiadomo, w napędach przenośników taśmowych występuje wysoki rozruchowy moment obrotowy i częste skoki obciążenia. To dlatego w takich systemach bardzo dobrze sprawdzają się i chętnie wykorzystywane są napędy hydrauliczne zamiast tradycyjnych napędów elektrycznych.

Jedną z głównych zalet systemów napędów hydraulicznych jest możliwość łatwego sterowania momentem obrotowym – wystarczy doprowadzać ciecz hydrauliczną pod odpowiednim ciśnieniem. Co ważne, napęd hydrauliczny pozwala też na rozruch przenośnika taśmowego czy kółkowego z pełnym momentem obrotowym, a następnie na utrzymanie tego momentu przez dowolnie długi czas. W praktyce oznacza to, że przenośnik można od razu uruchomić pod pełnym obciążeniem, co jest istotne wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z częstymi zatrzymaniami i nosiwo pozostaje na taśmie.

Silnik hydrauliczny ma też niewielkie wymiary, nie wymaga stosowania elementów osiujących i – co ważne – jest montowany osobno w stosunku do pozostałych części napędu. Istotne jest też to, że silnik hydrauliczny udostępnia dużą moc przy niewielkich wymiarach własnych, bez zastosowania jakichkolwiek przekładni, sprzęgieł, dodatkowych fundamentów i elementów osiujących. Można też bez ograniczeń uruchamiać i zatrzymywać przenośnik taśmowy wyposażony w napęd hydrauliczny, a taśma przenośnika może poruszać się z dowolną dozwoloną prędkością.

### MOTION CONTROL, CZYLI STEROWNIKI RUCHU

Sterowniki ruchu, określane też angielskim terminem *motion control*, wykorzystuje się zarówno w systemach pneumatycznych, hydraulicznych, jak i elektrycznych. Najszerze zastosowanie sterowniki znajdują w kontroli położenia ruchomych elementów napę-



RYS. 2

Schemat silnika wolnoobrotowego, wysokomomentowego, promieniowego: 1, 2 – korpus, 3 – tłok, 4 – pierścienie z bieżnią, 5 – tuleja sterująca, 6 – połączenie wielowypustowe, 7 – wałek odbiorczy, 8 – rolka, 9 – korpus hamulca, 10 – komora hamulca, 11 – sprężyna talerzowa, 12 – płytki hamulcowe, 13 – tłok hamulca

dzanych silnikami elektrycznymi, co wynika z faktu, że systemy elektryczne są po prostu najbardziej rozpowszechnione i bardzo łatwo jest je pozycjonować.

Do sterowania różnego rodzaju silnikami elektrycznymi wykorzystuje się obecnie, odchodzące powoli do lamusa, sterowniki analogowe lub coraz bardziej popularne sterowniki cyfrowe. Oferują one łatwą kontrolę procesu, a także umożliwiają bezpośrednie zadawanie i zmianę parametrów pracy układu napędowego. Istotna jest tu również łatwość zapamiętania nawet kilkuset położeń. Nie bez znaczenia jest tu łatwa komunikacja z systemami automatyki przemysłowej i firmową siecią IT. Obecnie obowiązującym standardem w systemach sterowania jest przemysłowy Ethernet z zaimplementowanymi na jego bazie protokołami transmisji, takimi jak: Modbus TCP czy Profinet, co właśnie pozwala na stworzenie jednego, spójnego systemu automatyki w zakładzie. Najpopularniejsze cyfrowe systemy sterowania napędami to oczywiście mikroprocesorowe sterowniki PLC.

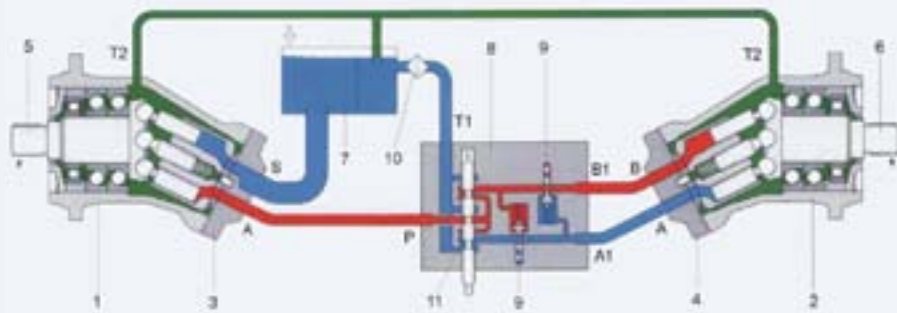
### ATEX, CZYLI COŚ DLA BRANŻY MATERIAŁÓW SYPKICH

Oczywiście techniki napędowe wykorzystywane w branży materiałów sypkich, ze względu na swoją specyfikę związaną z możliwością powstawania dużej ilości pyłów, muszą niejednokrotnie spełniać wymogi dyrektywy unijnej ATEX 2014/34/UE. W dokumencie tym wyróżnia się dwie grupy urządzeń, które mogą być używane do pracy w atmosferze wybuchowej.

Pierwsza z nich to wszystkie urządzenia, które można wykorzystać w górnictwie, a więc tam, gdzie występują zagrożenia wybuchem metanu lub pyłu węglowego. W skład drugiej grupy wchodzi sprzęt, który może być używany w atmosferach wybuchowych, ale już poza górnictwem. Mogą to być różnego rodzaju cementownie, silosy, przemysł zbożowy, a nawet spożywczy. Oczywiście, najważniejszym kryterium dla systemów napędowych używanych tam, gdzie występuje zapylenie i tworzy się atmosfera wybuchowa, jest to, aby ich konstrukcja była iskrobezpieczna. W obwodach tych urządzeń nie mogą zatem występować zjawiska, które mogłyby doprowadzić bezpośrednio do zapłonu mieszaniny wybuchowej. W praktyce iskrobezpieczność realizuje się przez odpowiedni dobór podzespołów elektrycznych i elektronicznych montowanych w sterownikach i zespołach napędowych. Istotna jest też szczelna, iskrobezpieczna obudowa sterownika i samego napędu. W wielu wypadkach oba urządzenia sprzedawane są jako zespół napędowy, co zmniejsza liczbę dostępnych z zewnątrz kontaktów i zacisków. Oczywiście obowiązkowo wykorzystuje się tutaj zaciski i połączenia beziskrowe. ■

#### LITERATURA

- [1] Goźlińska E., *Maszyny Elektryczne*, WSiP Warszawa 2009  
 [2] Jedrzykiewicz Z., Pluta J., Stojek J., *Napędy i sterowanie hydrauliczne*, AGH Kraków 2004



RYS. 3

Schemat konstrukcyjny układu z silnikiem obrotowym (przekładni hydrostatycznej): 1 – pompa, 2 – silnik hydrauliczny, 3 – płyta przyłączeniowa pompy, 4 – płyta przyłączeniowa silnika, 5 – wałek napędowy pompy, 6 – wałek odbiorczy silnika, 7 – zbiornik, 8 – blok elementów sterujących, 9 – zawory maksymalne, 10 – filtr sphywowy, 11 – rozdzielacz, A-P – przewód tłoczny pompy, B-B – przewód tłoczny silnika, A-A1 – przewód sphywowy silnika, T1 – przewód sphywowy układu, T2 – przewody odprowadzenia przecieków, S – przewody ssawne pompy

# Pomiar poziomu w warunkach silnego zapylenia

**Wiarygodna kontrola poziomu w warunkach zapylenia nastęrcza trudności. Wiele urządzeń zawodzi albo w ogóle nie nadaje się do wykorzystania, ze względu na zasadę działania. Jednym z nielicznych rozwiązań w pełni odpornych nawet na silne zapylenie oraz wilgoć i opary są akustyczne przetworniki poziomu Sultan.**

U jednego z operatorów młynów zbożowych do pomiaru poziomu produktów w silosach użyte zostały radarowe przetworniki poziomu, jednakże pomiar był niewiarygodny, szczególnie w trakcie napełniania zbiorników. Na dodatek czujniki wymagały częstego czyszczenia. Aby rozwiązać problem użytkownik zastosował nadążne sondy elektromechaniczne, popularnie zwane "pajęczkami", ale i one przysparzały problemów. Linki często zrywały się, a ich usuwanie powodowało przestoje. Decydując się po raz kolejny na zmianę, oprócz zapewnienia skutecznej metody pomiaru, klient postawił warunek prostego i niedrogiego doprowadzenia sygnałów z silosów do sterownika PLC. Oznaczało to użycie jak najmniejszej liczby przewodów i dodatkowych elementów oraz zapewnienie bezpieczeństwa pracy w strefie zagrożonej wybuchem (ATEX).

## ROZWIĄZANIE

Silosy miały wysokość 27 m i 15 m. Transport do silosów odbywał się pneumatycznie. Wśród mierzonych produktów były m.in.: mąka kukurydziana, pszenna, ryżowa, mieszanki wstępne, ziarna, pszenica, ryż, nasiona



oleiste i rzepak. W wyższych zbiornikach zastosowano czujniki działające z częstotliwością 5 kHz, a w niższych 10 kHz (fali akustycznej, nie należy mylić z częstotliwościami ultradźwięków, które wynoszą powyżej 20 kHz). Ze względu na sposób emisji sygnału przetworniki Sultan nie wymagają okresowego czyszczenia (czujniki same się oczyszczają), a dłu-

gość fali sprawia, że przenika bez problemu przez zapyloną atmosferę. Aby spełnić warunek taniej komunikacji, do połączenia wykorzystano sygnał ModBus. Dzięki temu zapewniono również dodatkową informację o temperaturze w każdym z silosów. Dostarczone przetworniki spełniają wymóg pracy w strefie zagrożonej wybuchem – posiadają certyfikat ATEX dopuszczający do pracy w strefie pyłowej II 1D T85° IP67. Obudowy z elektroniką przetworników zostały zamontowane zdalnie – 900 m od zamontowanych w silosach czujników.

W silosach wykorzystuje się kilka metod pomiaru poziomu materiałów sypkich, jednakże najlepszym rozwiązaniem w zapyłonym środowisku są akustyczne przetworniki poziomu Sultan. Silna fala o niskiej częstotliwości znakomicie przenika zapylenie, a przy tym sama oczyszcza czujnik, dzięki czemu nadaje się on do pomiaru różnorodnych, pyłających materiałów – nie tylko ziaren, nasion i zbóż, ale także cementu, wapna, granulatów, kruszyw, żwiru, piasku, węgla, koksu, peletu, trocin i innych. ■

WWW.MERCON.PL

## AKUSTYCZNE PRZETWORNIKI POZIOMU SULTAN ODPORNE NA ZAPYLENIE

Zasada działania przetworników akustycznych Sultan opiera się na zjawisku echolokacji – w celu detekcji poziomu medium emitują falę akustyczną (5-15 kHz), której czas odbicia jest mierzony i przeliczany na poziom. Świetnie nadają się do środowiska zapyłonego i wilgotnego – sposób emisji sygnału powoduje samooczyszczanie się czujników.

### ZALETY:

- samooczyszczający się czujnik nie wymagający konserwacji;
- niewrażliwość pomiaru nawet na silne zapylenie i zawilgocenie;
- możliwość ustalenia strefy nieczułości;
- temperaturowa kompensacja pomiaru;
- wersje integralne i oddalone do 1000 m;
- certyfikat ATEX.

### KORZYŚCI:

- ciągły, wiarygodny pomiar poziomu, nawet w trakcie zapełniania silosów;
- optymalizacja efektywności procesu;
- dodatkowa informacja o temperaturze w silosie;
- eliminacja kosztów postoju i usuwania zerwanych linek przetworników elektromechanicznych;
- brak potrzeby czyszczenia czujnika;
- ciągła wizualizacja poziomu;
- niezawodność pomiaru gwarantowana przez producenta.





# Sprzęt laboratoryjny do badania materiałów sypkich

Damian Żabicki

**Odpowiednie urządzenia i przyrządy pomiarowe, które znajdują zastosowanie w zakładach wydobywczych, przeróbczych i produkcyjnych przemysłu materiałów sypkich wykorzystuje się zarówno do kontroli jakości poszczególnych etapów wytwarzania, jak i sprawdzeń końcowych.**



FOT. 1  
Wilgotnościomierz do zboża [ZRÓDŁO: Serafin]

## WILGOTNOŚCIOMIERZE

Specjalne wilgotnościomierze pozwalają na pomiar wilgotności materiałów sypkich, takich jak kruszywa budowlane czy piach oraz innych, których ziarna mają wielkość do kilku centymetrów. Urządzenia tego typu zazwyczaj bazują na pomiarze stałej dielektrycznej materiału. Stała dielektryczna materiału suchego, takiego jak np. piasek, wynosi ok. 4, natomiast stała dielektryczna wody to 80. Wilgotny piasek ma pośrednie wartości stałej dielektrycznej, w oparciu o którą oblicza się jego wilgotność. Oprócz tego można oszacować konduktywność materiału i zmierzyć jego temperaturę za pomocą specjalnego czujnika wewnętrznego, podłączonego do dolnej części pojemnika. Typowy wilgotnościomierz wskazuje wilgotność masową, zdefiniowaną jako stosunek masy wody w materiale do masy absolutnie suchego materiału (w %). Jest możliwe takie wyskalowanie miernika, aby inaczej wskazywał zdefiniowaną wilgotność.

Oferowane na rynku wilgotnościomierze mają wyświetlacz LCD, informujący o stanie pracy urządzenia. Już na etapie produkcji wilgotnościomierza można go wykalibrować, uwzględniając dowolny materiał, który użytkownik dostarczy do producenta. Parametry kalibracji są przechowywane w pamięci urządzenia. Pomiar temperatury wykorzystuje zarówno wbudowany czujnik, jak i czujnik zewnętrzny podłączany do miernika.

Użytkownik poprzez sygnalizację dźwiękową jest informowany o przekroczeniu zadanego progu wilgotności. Miernik sygnalizuje również zwarcie elektrod miernika, zapewniając jednoznaczność pomiaru wilgotności w przypadku zasolenia. Omawiane urządzenia są wyposażone w funkcję autozerowania, co zapewnia samoczynne zerowanie wskaźnika w momencie załączenia miernika. Użytkownik może również wyzerować urządzenie przyciskiem. Przyrząd pamięta ostatnio wybrany materiał.

Pracę wilgotnościomierza może wspomagać dedykowane oprogramowanie komputerowe. Typowy program tego typu jest w stanie przeprowadzić kalibrację miernika i zapisać własne charakterystyki materiału.

Do wyznaczania wilgotności względnej w laboratoriach służą również wagosuszarki. Czytelny wyświetlacz LCD umożliwia im wyświetlanie dodatkowych komunikatów, takich jak nazwa towaru czy wartość tary. Piktogramy informują o uruchomionym module pracy, połączeniu z komputerem oraz realizowaniu funkcji wagowych. Nowoczesne wagosuszarki mają interfejsy komunikacyjne, takie jak: RS-232, USB typu A, USB typu B oraz Wireless Connection. Obudowy tych urządzeń najczęściej wykonuje się z tworzywa sztucznego. Należy podkreślić, że wymiana informacji

jest dwukierunkowa, a więc dane mogą być zarówno importowane, jak i eksportowane łącznie z możliwością użycia zewnętrznych nośników pamięci. Do wyboru są następujące profile suszenia – standardowy, łagodny, schodkowy, szybki. Suszenie może zakończyć się automatycznie, po upływie określonego czasu lub można je zakończyć ręcznie. Można także wydrukować raporty z pracy urządzenia. Praca jest optymalizowana dzięki lampom halogenowym. Przydatne rozwiązanie stanowi również gromadzenie danych w postaci baz: użytkowników (np. do 100 użytkowników), towarów (np. do 1000 towarów), ważeń (np. do 1000 ważeń), tar (np. do 100 tar), programów suszenia (np. do 100 programów), raportów z suszenia (np. do 1000 raportów). W typowej wagosuszarce maksymalne obciążenie wynosi od 50 g/0,1 mg do 210 g/1 mg, natomiast pomiar wilgotności odbywa się z dokładnością do 0,01% (0,001 % dla próbek powyżej 1,5 g). Z kolei maksymalna temperatura suszenia to 250°C. Niektóre urządzenia mogą być wyposażone w specjalne zestawy przeznaczone do badania przepuszczalności pary wodnej.

## GĘSTOŚCIOMIERZE

W odniesieniu do materiałów sypkich pomiar gęstości sprowadzają się do określenia



FOT. 2  
Przesiewacz laboratoryjny [ZRÓDŁO: MERAZET]

tw. gęstości nasypowej. Parametr ten jest określany poprzez zważenie wyskalowanego cylindra pomiarowego napełnionego materiałem. Mając określoną objętość próbki w cylindrze i masę, można wyznaczyć gęstość. Należy pamiętać, że obliczona w ten sposób gęstość ma charakter zgrubny, bowiem na zmierzoną objętość materiału wpływają również przestrzenie pomiędzy cząstkami materiału wypełnione powietrzem. Trudno jest więc uzyskać powtarzalność wyników ze względu na to, że upakowanie przesypywanego materiału z każdym napełnieniem cylindra będzie inne. Chcąc zmniejszyć objętość tych przestrzeni, można zastosować tzw. postukiwanie. Tym sposobem w efekcie ubijania mniejsze cząstki przechodzą w puste przestrzenie pomiędzy większymi. Objętość proszku zmniejsza się, ale wzrasta gęstość.

### PRZESIEWACZE LABORATORYJNE

Przesiewacze laboratoryjne wykorzystuje się w procesach związanych z kontrolą jakości materiałów sypkich, zarówno na etapach produkcji, jak i podczas badania wyrobów gotowych. Urządzenia tego typu bazują na napędzie elektromagnetycznym, który jest sterowany mikroprocesorem, co zapewnia krótki czas przesiewania. Przesiewacze współpracują z materiałami, takimi jak: cement, chemikalia, gleby, kawa, materiały dla budownictwa, minerały, mąki, nawozy, orzechy, piasek, plastiki, proszek do prania, proszki metali, a także wypełniacze ziarna. Można przesiewać zarówno na sucho, jak i na mokro. Dzięki możliwości ustawienia przyspieszenia sita uzyskuje się porównywalne i powtarzalne wyniki przesiewania.

### POMIAR UZIARNIENIA MATERIAŁÓW SYPKICH

Specjalne przyrządy umożliwiają pomiar trójwymiarowy pod względem uziarnienia materiałów sypkich np. w zakresie od 0,2 do 31,5 mm. Należy podkreślić, że pomiary tego typu przeprowadza się pod kątem pełnej symulacji pomiarów według sit mechanicznych, optymalizacji procesu mielenia i doboru mieszanek oraz określania kształtu ziaren. Typowe urządzenia bazują na dwóch przyrządach pomiarowych skrzyżowanych pod kątem prostym. Mają one za zadanie wykonywanie pomiaru cząstek przelatujących przez przestrzeń pomiarową. Strumień promieniowania podczerwonego lub laserowego w optycznym przyrządzie pomiarowym rozpraszają przelatujące ziarna.

Typowy analizator bazuje na specjalnym bloku pomiarowym. To właśnie do niego są podłączone dwa niezależne tory pomiarowe wielkości cząstek, łącznie z licznikiem



FOT. 3

Automatyczny pomiar uziarnienia produktów sypkich [ZRÓDŁO: Grupa Wolff]

pomiarów. Takie rozwiązanie umożliwia określenie kształtu cząstek w trzech wymiarach. Układ dozujący wykorzystuje dozownik z drgającą rynną. Drgania wymusza napęd elektryczny i wspomaganie ultradźwiękowe. Cząstki są podawane do rynny z lejka zasypowego. Wielkość lejka dobiera się w zależności od wielkości przesypywanych ziaren. Cząstki z lejka są z kolei przesypywane przez czujnik pomiarowy cząstek do pojemnika, który znajduje się pod przyrządem. Po zakończeniu pomiaru przyrząd kończy dozowanie.



FOT. 4

Stanowisko wzorcowania gęstościomierzy zbożowych [ZRÓDŁO: Główny Urząd Miar w Łodzi]

### ANALIZATORY JAKOŚCI WĘGLA

Specjalne urządzenia produkuje się pod kątem analizy jakości węgla. Te urządzenia laboratoryjne mają jednomodułową konstrukcję, umożliwiającą dowolne ich usytuowanie. Specjalne naczynie pomiarowe zawierające próbkę węgla ustawia się na podajniku pomiędzy elementy czujnikowe torów pomiarowych. W czasie pomiaru naczynie jest obracane z niewielką prędkością. Tym sposobem próbka w naczyniu wielokrotnie przemieszcza się pomiędzy czujnikami. Próbka jest prześwietlana promieniowaniem gamma, X i mikrofalowym. Impulsy elektryczne odzwierciedlające sygnały pomiarowe są przesyłane do modułu sterująco-pomiarowego, gdzie następuje zliczanie i przetwarzanie sygnałów. Wyniki pomiarów wraz z podanymi z klawiatury dodatkowymi informacjami np. numer próbki, nazwa odbiorcy węgla itp., wyświetlają się na monitorze analizatora i samoczynnie rejestrują się w pamięci komputera. Powstała w ten sposób baza danych pozwala na tworzenie i drukowanie raportów z uwzględnieniem wielu kryteriów. Należy mieć na uwadze prostą obsługę urządzenia, bowiem sprowadza się ona jedynie do ustawienia naczynia z próbką na podajniku analizatora, wsunięcia podajnika do urządzenia i naciśnięcia przycisku rozpoczynającego pomiar. Pomiar taki trwa ok. 7 min.

# Rozwiązania LogiDrive dla intralogistyki łączą wydajność energetyczną ze zmniejszoną liczbą wariantów napędów

**Duże projekty intralogistyczne dla lotnisk, centrów dystrybucji przesyłek, magazynów wysokiego składowania i innych obiektów magazynowych muszą godzić wiele konkurujących ze sobą wymagań. Dzięki rozwiązaniu LogiDrive z zakresu technologii napędowej firma NORD DRIVESYSTEMS stosuje kompleksowe podejście do całkowitego kosztu użytkowania (TCO), które łączy efektywność energetyczną i mniejszą liczbę wariantów z optymalnymi rozwiązaniami systemowymi dla intralogistyki.**

**P**rzenośniki taśmowe w instalacjach intralogistycznych dla lotnisk, magazynów i centrów dystrybucji przesyłek są często projektowane pod kątem oczekiwanego maksymalnego obciążenia oraz z uwzględnieniem odpowiednich czynników bezpieczeństwa. Powoduje to, że do danej aplikacji dobierane są niejednokrotnie napędy przewymiarowane. W rzeczywistych warunkach pracy takie systemy osiągają maksymalne obciążenie tylko w przypadku niewielkiej liczby operacji transportowych. Tego typu konstrukcja napędów sprawia, że przez większość czasu pracują one nieefektywnie przy częściowym obciążeniu. Rozwiązanie LogiDrive firmy NORD przeciwdziała takim sytuacjom, poprzez zastosowanie nowoczesnych silników synchronicznych, ograniczających liczbę wykorzystywanych wariantów napędów. W porównaniu do standardowej technologii asynchronicznej napędy LogiDrive charakteryzują się lepszą efektywnością energetyczną w zakresie częściowych obciążeń i prędkości. Są one bardziej energooszczędne w tego typu scenariuszach operacyjnych, a dzięki redukcji liczby wariantów utrzymują wysoki poziom wydajności, nawet w przypadku przewymiarowania, co przekłada się na niższy całkowity koszt użytkowania (TCO).

## SYSTEM FIRMY NORD ZMNIEJSZA LICZBĘ WARIANTÓW O CZTERY PIĄTE

Przetwornice częstotliwości NORD kontrolują prędkość wyjściową w zakresie częstotliwości od 25 do 100 Hz. Dzięki swojej wysokiej zdolności przeciążeniowej nowoczesne silniki synchroniczne posiadają jeden typ napędu, który zastępuje wiele różnych wielkości silnika. W zależności od wymagań wydajnościowych jest on obsługiwany przez przetwornicę z różnymi częstotliwościami. Przykładowo w projekcie firmy NORD dla transportu bagażu na lotnisku, który wykorzystuje 700 jednostek napędowych, liczbę ich wariantów zredukowano o 80% – rozwiązanie systemowe LogiDrive pozwoliło zastąpić 8 z 11 używanych



FOT. 1

Rozwiązanie LogiDrive firmy NORD zostało zaprojektowane dla systemów intralogistycznych lotnisk, centrów dystrybucji przesyłek, magazynów wysokiego składowania i innych obiektów magazynowych.

dotychczas konfiguracji napędowych. Sprawdzone rozwiązania standardowe są testowane i mogą być bezpiecznie używane.

## OGRANICZENIE KOSZTÓW DZIĘKI STANDARYZACJI

Systemy LogiDrive firmy NORD są bardzo wydajne, a dzięki technologii *plug-and-play* charakteryzują się także łatwą konserwacją i instalacją, co przekłada się na znaczące ograniczenie ilości magazynowanych części zamiennych podczas pracy. Cała koncepcja została opracowana pod kątem łatwego planowania i odbioru technicznego. Znormalizowane warianty motoreduktorów dla systemów LogiDrive zostały specjalnie zaprojektowane pod kątem potrzeb intralogistyki, cen-

trów dystrybucji przesyłek oraz lotniskowych systemów transportu wewnętrznego i wyróżniają się mniejszą liczbą wariantów. Kompaktowa konstrukcja oszczędza miejsce, a lekkie obudowy aluminiowe ograniczają wagę o 25%. Jednostki napędowe LogiDrive wykorzystują silniki synchroniczne IE4 o mocy znamionowej do 5,5 kW, dwustopniowe przekładnie walcowo-stożkowe oraz przetwornice częstotliwości NORDAC LINK, montowane w pobliżu silnika. Dzięki klasie sprawności silnika IE4 oraz klasie sprawności systemu IES2 jednostki napędowe osiągają doskonałą ogólną wydajność – zwłaszcza w zakresie częściowego obciążenia i prędkości. ■

WWW.NORD.PL



# Roboty i systemy autonomiczne w rolnictwie precyzyjnym

Dariusz Gozdowski

**Roboty w rolnictwie są wykorzystywane już od ponad 20 lat. Przykładem są np. maszyny udojowe lub wykorzystywane do strzyżenia owiec, które w dużym stopniu zastępują pracę człowieka.**

Liczba robotów udojowych wykorzystywanych na całym świecie wynosi obecnie kilkadziesiąt tysięcy. Według informacji firmy Lely ([www.lely.com](http://www.lely.com)) w 2014 r. liczba zamontowanych urządzeń Astronaut tej firmy przekroczyła 20 000.

Systemy autonomiczne, czyli działające bez sterowania przez człowieka, jak dotąd w niewielkim stopniu zostały wdrożone w praktyce rolniczej w uprawie roślin, jednak wiele rozwiązań jest w fazie testów i są opracowane prototypy. Jednym z przykładów jest ciągnik rolniczy firmy Case, który funkcjonuje bez operatora i pozwala na wykonywanie zabiegów agrotechnicznych z użyciem tych samych narzędzi, które są wykorzystywane w zwykłych ciągnikach rolniczych ([www.caseih.com](http://www.caseih.com)). Ciągnik taki może wykonywać wcześniej zaplanowane zadania, a nadzór zdalny nad flotą takich maszyn, np. kilkoma lub kilkunastoma ciągnikami, prowadzi jedna osoba.

Innym przykładem autonomicznego ciągnika rolniczego jest Greebot ([www.greenbot.nl](http://www.greenbot.nl)) holenderskiej firmy Precision Makers B.V. Ciągnik ten jest oferowany z silnikiem o mocy 100 KM i przeznaczony do zastosowań w rolnictwie, ogrodnictwie i prac komunalnych.

Wiele robotów będących prototypami było testowanych przy odchwaszczaniu roślin uprawianych w szerokich międzyrzędziach, jednak jak dotąd żaden z nich nie został wykorzystany w praktyce na szeroką skalę. Roboty zwalczające chwasty muszą być wyposażone w następujące systemy (Slaughter i in. 2008):

- sterujący poruszaniem się po polu, wykrywający automatycznie rzędy roślin uprawnych,
- automatycznie rozpoznający chwasty,
- niszczący chwasty.

Do poruszania się robotów po polu wykorzystywane są najczęściej systemy wykorzystujące zarówno odbiorniki GPS, np. w celu określenia granic pola i ich nieprzekraczania, jak i systemy wizyjne wykorzystujące kamery, np. w celu wykrycia położenia rzędów roślin uprawnej.

W przypadku niewielkiego zachwaszczenia, a jednocześnie wyraźnie widocznych rzędów roślin uprawnej takie systemy poruszania się robotów między rzędami pozwalają zazwyczaj na ich przemieszczanie się bez uszkodzenia roślin uprawnych. Trudniejsze warunki do pracy takich robotów występują w przypadku bardzo dużego zachwaszczenia i jednocześnie nierów-



fot. www.deere.pl

nomiernych wschodów rośliny uprawnej, co często występuje w uprawach ekologicznych.

Z pomocą może tu przyjść wykorzystanie map położenia rzędów, a nawet map położenia pojedynczych roślin przygotowanych na etapie siewu. Wykorzystanie odbiorników GPS o bardzo wysokiej dokładności może pozwolić następnie na precyzyjną nawigację robotów między rzędami. Tak sporządzone mapy mogą ułatwić również rozpoznawanie chwastów, gdyż można założyć, że są to wszystkie rośliny poza lokalizacjami, w których została wysiana roślina uprawna.

Jak dotąd systemy automatycznego rozpoznawania chwastów w rzędach roślin uprawnej są słabą stroną robotów zwalczających je. Wynika to z tego, że skuteczność automatycznego rozpoznania chwastów od rośliny uprawnej na podstawie koloru liści lub też ich kształtu jest jeszcze daleka od stuprocentowej. Jedynie w przypadku, gdy roślina uprawna charakteryzuje się zabarwieniem liści odbiegającym od większości chwastów (np. z powodu dużej zawartości antocyjanów), to odróżnienie chwastu od rośliny uprawnej może być dość łatwe. W większości upraw skuteczność odróżniania chwastów od rośliny uprawnej jest nadal zbyt niska, aby takie urządzenia mogły być powszechnie wykorzystane w praktyce rolniczej.

Zwalczanie chwastów przez roboty może być prowadzone z użyciem herbicydów, mechanicznie, termicznie lub elektrycznie. Najczęściej stosowany jest chemiczny sposób zwalczania, gdzie wykorzystywane są małe rozpylacze, precyzyjnie niosące herbicyd na wykryte chwasty.

Jednym z robotów wykorzystywanych do zwalczania chwastów w roślinach uprawianych w szerokich rzędach jest robot BoniRob

firmy Bosch ([www.deepfield-connect.com](http://www.deepfield-connect.com)), który był testowany m.in. w uprawach buraków cukrowych (Lottes i in. 2016). Robot BoniRob poza możliwością wykorzystania do zwalczania chwastów może być również wykorzystywany jako platforma monitorująca stan rośliny uprawnej, zmienność łanu roślin w obrębie pola, może również służyć do badania wybranych właściwości gleby, np. żwiżności lub wilgotności.

Innym robotem w fazie testów, służącym do odchwaszczania różnych roślin uprawianych w szerokich rzędach jest FarmWise firmy FarmWise Labs Inc. Jego zaletą jest możliwość pracy ciągłej, zarówno w dzień, jak i w nocy, oraz możliwość szybkiego dostosowania do różnych upraw.

Wiele rozwiązań związanych z robotami wykorzystywanymi w rolnictwie dotyczy również siewu i sadzenia roślin oraz zbioru plonów. Automatyzacja tych procesów z wykorzystaniem robotów jest testowana najczęściej w ogrodnictwie, gdzie jest największe zapotrzebowanie na tego typu urządzenia, ze względu na dużą pracochłonność. Jak dotąd różnego rodzaju roboty były testowane m.in. przy zbiorze truskawek, sadzeniu ryżu, koszeniu trawy, zbiorze kwiatów w szklarniach (Aravind i in. 2017).

W związku z tym, że roboty mogą pracować bez dłuższych przerw, a jednocześnie jeden człowiek może nadzorować pracę wielu takich urządzeń, znacząco wzrasta wydajność pracy. Roboty staną się zapewne jednym z rozwiązań rolnictwa precyzyjnego, które możliwe będzie do wykorzystania na większą skalę już w najbliższych latach.

PREZENTOWANY TEKST PUBLIKUJEMY W RAMACH WSPÓŁPRACY W WYD. PWN. POCHODZI ON Z KSIĄŻKI PT. „ROLNICTWO PRECYZYJNE” POD REDAKCJĄ STANISŁAWA SAMBORSKIEGO

# Parametry robotów przemysłowych

Wojciech Kaczmarek,  
Jarosław Panasiuk

**Roboty przemysłowe, jak wszystkie urządzenia, mają określone parametry techniczne. Z uwagi na zastosowanie robotów oraz ich środowisko pracy wyodrębniono grupę cech, dzięki którym można porównywać poszczególne jednostki. Parametry te są również wskazówkami dla projektantów zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych oraz integratorów.**

**D**o głównych parametrów technicznych charakteryzujących roboty przemysłowe należy zaliczyć:

- masę własną robota oraz udźwig;
- dopuszczalne momenty obciążające ramię robota;
- przestrzeń roboczą i zakresy osi;
- prędkość i przyspieszenie;
- liczbę stopni swobody (ruchliwość i manewrowość);
- parametry zasilania i zużycie energii;
- dokładność i powtarzalność;
- sposoby mocowania;
- podatność i niezawodność.

## MASA WŁASNA ORAZ UDŹWIG ROBOTA

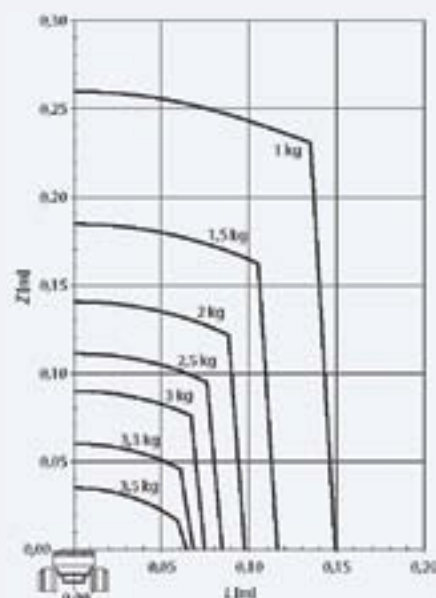
Manipulatory robotów przemysłowych charakteryzują się stosunkowo dużą masą (od 20 kg – np. RV-2FB-Q firmy Mitsubishi, do 2500 kg – np. IRB 7600 firmy ABB) w odniesieniu do swojego udźwigu. Ma to swoje uzasadnienie m.in. ze względu na wymaganą dużą sztywność manipulatora (szczególnie w przypadku otwartych łańcuchów kinematycznych), zwłaszcza podczas wykonywania ruchu z dużymi prędkościami, masę jednostek napędowych (np. silników, serwomotorów) i przekładni.

Do masy manipulatora należy doliczyć masę kontrolera robota, która w zależności od typu może wynosić od ok. 30 kg (kontrolery kompaktowe, np. 28,5 kg firmy ABB, 33 kg firmy KUKA) do ponad 150 kg (kontrolery typu pojedyncza szafa sterownicza, np. 120 kg firmy FANUC, 150 kg firmy ABB).

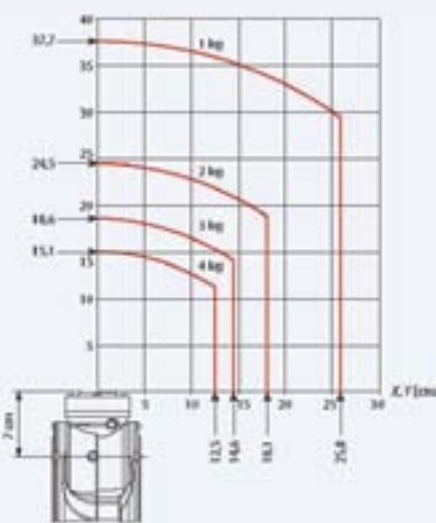
Udźwig robota często jest definiowany jako maksymalna masa ładunku, jaki robot może swobodnie przenosić. Sześciosiłowe roboty przemysłowe w zależności od modelu mają udźwig od 0,5 kg (np. M1iA firmy FANUC) do 2500 kg (np. M-2000 firmy FANUC). Należy jednak pamiętać, że kluczowymi wielkościami są dopuszczalne momenty obciążające ramię robota. Producenci robotów przemysłowych zamieszczają w dokumentacji robotów informacje o dokładnym udźwigu robota w postaci wykresów obciążeń (RYS. 2.33 i 2.34). Z uwagi na fakt, że manipulatory są urządzeniami dynamicznymi, pod uwagę bierze się środek ciężkości ładunku unoszonego przez manipulator (włączając chwytak). Okazuje się, że niestety nie jest możliwe unoszenie przez robota masy równej maksymalnemu udźwigowi, jeżeli jej środek ciężkości znajduje się w dużej odległości od kołnierza, ponieważ wówczas pozosta-

łe parametry robota (np. dokładność, powtarzalność, prędkość, przyspieszenie) nie zostaną zachowane lub robot w ogóle nie będzie działał. Na RYS. 2.33 został przedstawiony wykres obciążeń dla robota IRB 120 firmy ABB. Choć maksymalny udźwig robota IRB 120 to 4 kg, analizując rysunek, łatwo można zauważyć, że oddalając się od kołnierza zarówno wzdłuż osi Z, jak i na płaszczyźnie XY (składowe osie X i Y) udźwig robota szybko maleje.

Z przedstawionych wykresów wynika, że podczas projektowania zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych szczególną uwagę



RYS. 2.33  
Wykresy obciążeń robota IRB 120 firmy ABB dla dowolnej pozycji robota (ŹRÓDŁO: www.abb.com/robotics)



RYS. 2.34  
Wykresy obciążeń robota kolaboracyjnego CR-4iA [ŹRÓDŁO: FANUC]

należy zwracać na dobór robota pod kątem jego udźwigu, biorąc pod uwagę kształt i masę chwytaka oraz ładunku, jaki robot ma przenosić.

Roboty przemysłowe, oprócz efektora i ładunku, często muszą przenosić na swoim ramieniu dodatkowy osprzęt (np. podajnik drutu, wyspy zaworowe, układy zasilania lub sterowania efektorami – RYS. 2.35). Dlatego też producenci przez widzieli możliwość zamocowania w określonych miejscach na manipulatorze określonych mas. Na RYSUNKU 2.36 przedstawiono miejsca instalacji oraz gabaryty dodatkowego ładunku na robocie IRB120 firmy ABB.

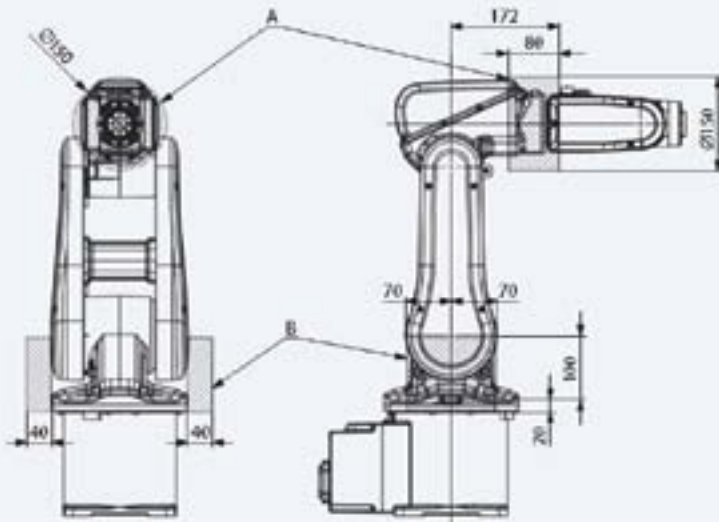
Z udźwigiem robota bezpośrednio są związane dopuszczalne momenty obciążające ramię robota: momenty bezwładności i momenty siły, które są generowane przez ładunek umieszczony na ramieniu.

## PRZESTRZEŃ ROBOCZA I ZAKRESY OSI ROBOTA PRZEMYSŁOWEGO

Mówiąc ogólnie, przestrzeń robota jest przestrzenią, w której robot jest w stanie osiągnąć dowolny punkt centralnym punktem narzędzia (ang. TCP – Tool Center Point, rozumianym tutaj jako układ współrzędnych narzędzia). Dobór robota charakteryzującego się odpowiednią przestrzenią roboczą jest więc zagadnieniem kluczowym przy projektowaniu stanowisk produkcyjnych. Wielkościami pośrednio zastępującymi przestrzeń roboczą są maksymalny zasięg ramienia w pionie

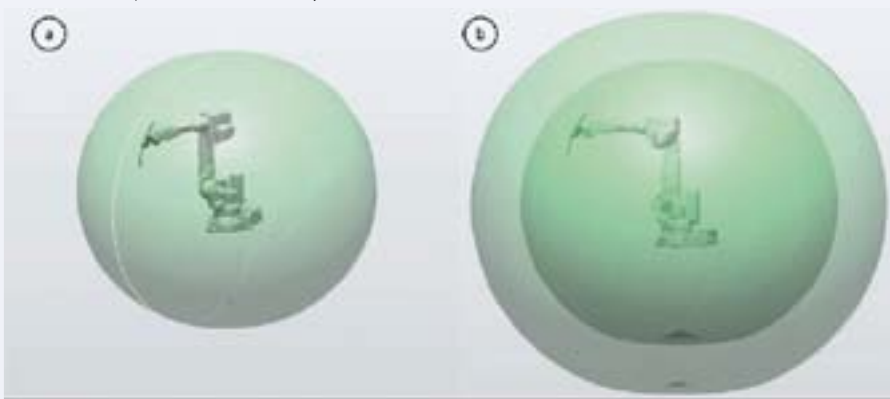


RYS. 2.35  
Robot IRB 2600 firmy ABB z zainstalowanym podajnikiem drutu firmy Fronius na stanowisku spawalniczym



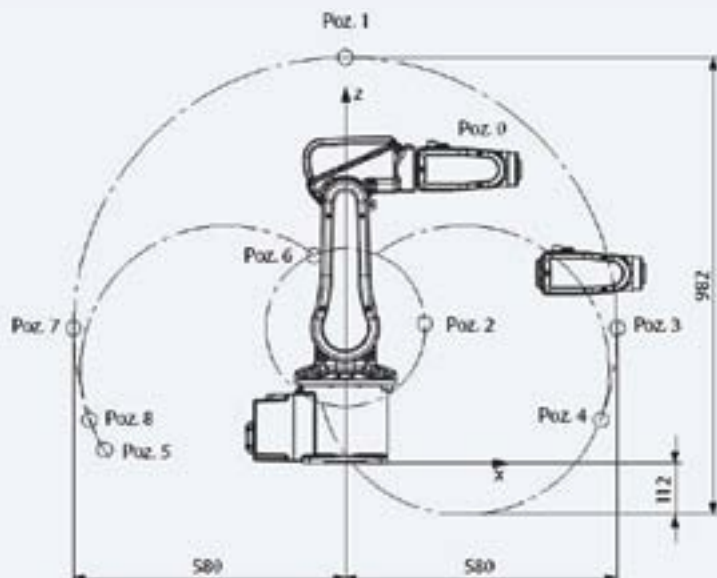
RYS. 2.36

Miejsca instalacji i gabaryty dodatkowego ładunku na robocie IRB 120-3/0.6 firmy ABB: A – do 0,3 kg, B – do 0,5 (x 2) kg (źródło: Product specification IRB 120 firmy ABB)



RYS. 2.37

Przestrzeń robocza robota: a) dla kiści robota, b) dla kiści robota oraz aktywnego TCP zdefiniowanego na palniku spawalniczym (źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio firmy ABB)



Pozycja	Pozycja środka kiści (mm)		Kąt (stopnie)	
	X	Y	Oś 2	Oś 3
A	302	630	0	0
B	0	870	0	-77
C	169	300	0	70
D	580	270	90	-77
E	545	91	110	77
F	-440	-50	-110	-100
G	-67	445	-110	70
H	-580	270	-90	-77
J	-545	91	-110	-77

RYS. 2.38

Schemat osiągnięcia przez robota punktów w przestrzeni (rzut z boku) (źródło: Product specification IRB 120 firmy ABB)

i w poziomie.

Należy dodać, że w większości przypadków przestrzeń robocza urządzenia średniej wielkości odpowiada przestrzeni roboczej stojącego pracownika.

Z uwagi na możliwość montażu na kołnierzu robota różnego typu efektorów oraz ze względu na obowiązujące normy bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych zwykle wyróżnia się kilka ważnych przestrzeni roboczych:

- główna przestrzeń robocza – w jej obrębie przemieszcza się konstrukcyjne zakończenie ostatniego, wolnego, ale nierozdzielnie związanego z mechanizmem jednostki kinematycznej członu, zwykle sprzęgu chwytaka lub narzędzia; w praktyce mówi się o przestrzeni osiągniętej przez środek kiści robota lub kołnierza robota;
- przestrzeń kolizyjna – zawarte są w niej wszystkie elementy konstrukcyjne i przemieszczają się wszystkie zespoły ruchu (człony mechanizmu jednostki kinematycznej);
- przestrzeń ruchów jałowych – przestrzeń kolizyjna z wyłączeniem głównej przestrzeni roboczej;
- strefa zagrożenia – przestrzeń zabroniona przepisami lub normami BHP dla obsługi w czasie pracy jednostki kinematycznej.

Jak już wspomniano, kształt przestrzeni roboczej zależy od konstrukcji robota.

W TAB. 2.1 przedstawiono zestawienie podstawowych parametrów robotów stacjonarnych z otwartym łańcuchem kinematycznym.

W dokumentacjach technicznych robotów przemysłowych producenci zamieszczają schematy przedstawiające możliwość osiągnięcia przez robota charakterystycznych punktów w przestrzeni. Na RYSUNKACH 2.38 i 2.39 przedstawiono schematy osiągnięcia charakterystycznych punktów w przestrzeni dla robotów: IRB 120 firmy ABB oraz CR-4iA firmy FANUC.

Z możliwością osiągnięcia przez robota punktów w przestrzeni roboczej bezpośrednio jest związana liczba możliwych konfiguracji, która z kolei zależy od liczby aktywnych osi. Roboty przemysłowe mają bazy od 4 do 6 osi. Na RYS. 2.40 przedstawiono dwa przykładowe manipulatory. Można zauważyć, że dla różnych konstrukcji robotów zakresy poszczególnych osi nie są jednakowe. Z rysunku można również odczytać, że zakresy osi nadgarstka (najczęściej jest to 6. oś) są większe niż 360° (czasami  $n \cdot 360^\circ$ ), dzięki czemu roboty mają dużą swobodę, zwłaszcza przy orientowaniu efektor. Ma to znaczenie szczególnie podczas przemieszczania efektor w ruchu ciągłym wzdłuż złożonych trajektorii.





Układ współrzędnych	Robot i jego przestrzeń robocza	Diagram
<p>kartezjański</p>		<p>typ TTT</p>
<p>cylindryczny</p>		<p>typ RTT</p>
<p>sferyczny</p>		<p>typ RRT</p>
<p>polarny</p>		<p>typ FRR</p>
<p>SCARA</p>		<p>typ RRT</p>

TAB. 2.1 Zestawienie podstawowych parametrów robotów stacjonarnych z otwartym łańcuchem kinematycznym

**LICZBA STOPNI SWOBODY (RUCHLIWOŚĆ I MANEWROWOŚĆ)**

Liczba stopni swobody, a więc osi aktywnych, jest wielkością pozwalającą określić zdolności ruchowe ramienia robota i wpływa na możliwość przyjmowania przez robota konfiguracji (wzajemnego położenia poszczególnych osi w danym czasie). W większości przypadków manipulatory i roboty przemysłowe są skonstruowane w postaci otwartych łańcuchów kinematycznych. Łańcuchy te składają się z kilku osi czynnych umożliwiających przemieszczanie i orientowanie końcówki roboczej, czyli efektora. Pod względem łatwości sterowania manipulatory składają się z par kinematycznych klasy piętej.

Para kinematyczna tej klasy ma tylko jeden stopień swobody; para taka może być typu obrotowego lub pryzmatycznego.

Można powiedzieć, że liczba stopni swobody jest to liczba zmiennych położenia, jaką należy podać w celu jednoznacznego określenia układu w przestrzeni względem wybranego układu odniesienia.

W celu wyznaczenia liczby stopni swobody korzysta się ze wzoru:

$$w = 6n - \sum_{i=1}^n ip_i \tag{2.1}$$

gdzie:  $w$  – liczba stopni swobody,  $n$  – liczba członów łańcucha,  $ip_i$  – liczba połączeń członów kinematycznych o  $i$ -tej klasie.

Dla przedstawionych diagramów w TAB. 2.1 można zapisać:

- dla robota typu TTT (połączenia kinematyczne klasy piętej)
- $n = 3, i = 5, p_5 = 3$  (3 przeguby pryzmatyczne)

$$w = 6n - \sum_{i=1}^5 ip_i = 6 \cdot 3 - (5 \cdot 3) = 3$$

- dla robota RRR (połączenia kinematyczne klasy piętej)
- $n = 3, i = 5, p_5 = 3$  (3 przeguby obrotowe)

$$w = 6n - \sum_{i=1}^5 ip_i = 6 \cdot 3 - (5 \cdot 3) = 3$$

- dla robota RRT (połączenia kinematyczne klasy piętej)
- $n = 3, i = 5, p_5 = 3$  (2 przeguby obrotowe, 1 przegub pryzmatyczny)

$$w = 6n - \sum_{i=1}^5 ip_i = 6 \cdot 3 - (5 \cdot 2 + 5 \cdot 1) = 3$$

Jak łatwo można zauważyć, liczba stopni swobody otwartego łańcucha kinematycznego jest równa liczbie par kinematycznych klasy piętej obrotowych i przesuwnych.

Jednostkę kinematyczną manipulatora tworzy mechanizm kinematyczny wraz z dołączonymi napędami, a mechanizm maszyny manipulacyjnej określają dwa parametry kinematyczne:

- ruchliwość – liczba stopni swobody łańcucha kinematycznego mechanizmu z unieruchomionym członem – podstawą
- $$r = w - 6 = 6(n-1) - ip_i \tag{2.2}$$

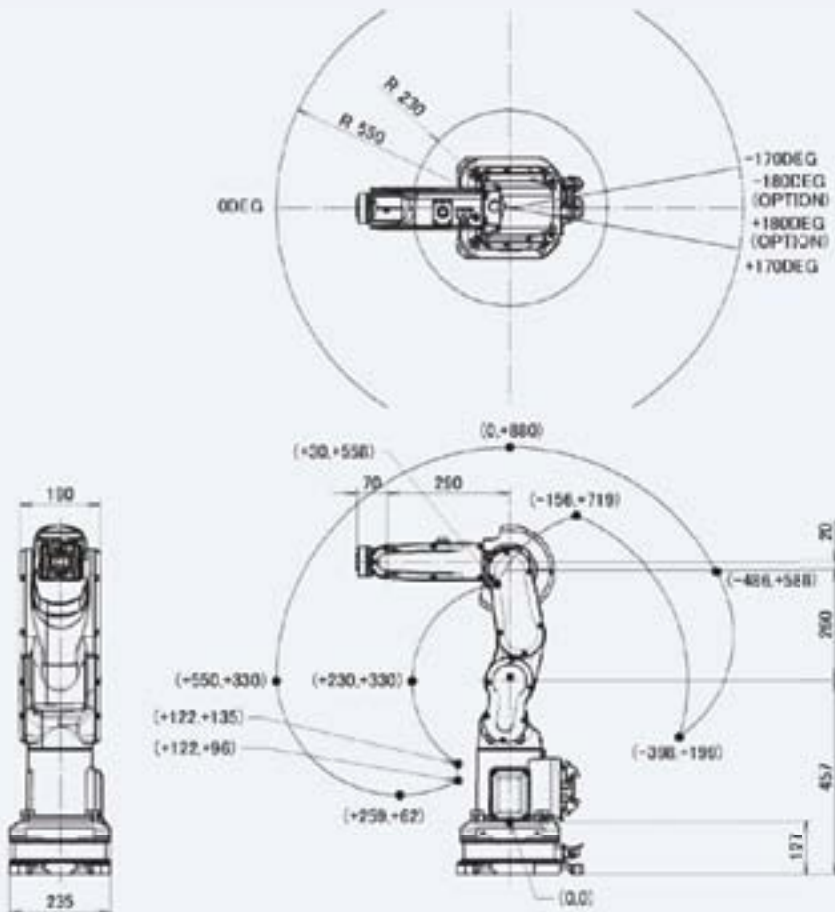
- manewrowość – liczba stopni swobody łańcucha kinematycznego mechanizmu z unieruchomionym członem – podstawą i członem – ostatnim w łańcuchu kinematycznym
- $$w = r - 6 = 6(n-2) - \sum_{i=1}^n ip_i \tag{2.3}$$

Pierwszy z tych parametrów określa liczbę więzów, jaką należałoby nałożyć na mechanizm, aby go całkowicie unieruchomić. Drugi – podobnie, ale po dodatkowym unieruchomieniu ostatniego wolnego członu, a więc określa swobodę ruchu mechanizmu w przypadku, gdy na przykład chwytak lub narzędzie jednostki kinematycznej zajmują ściśle określone położenie.

**PRĘDKOŚĆ I PRZYSPIESZENIE**

Prędkość robota jest zwykle szybkością, z jaką robot może przemieścić końcówkę ramienia w danym czasie. Prędkość może być określona jako:

- prędkość kątowa każdej osi obrotowej (podawana w [°/s] lub [rad/s]) lub liniowa każdej z osi liniowej robota (podawana w [m/s] lub [mm/s]);
- prędkość złożona, na przykład prędkość



RYS. 2.39 Schemat osiągnięcia przez robota CR-4iA punktów w przestrzeni (rzut z góry i z boku) (źródło: FANUC)

tool0\Wobj:=wobj0 – układ narzędzia oraz układ obiektu roboczego, względem których jest wykonywany ruch.

Należy zdawać sobie sprawę, że dana typu prędkość robota zawiera więcej parametrów prędkości. Przykład definiowania danej typu prędkość w języku RAPID dla robotów firmy ABB przedstawiono poniżej:

```
VAR speeddata v_proces := [ 2000, 60, 400, 30 ]
```

gdzie: 2000 mm/s – definicja prędkości dla TCP (centralnego punktu narzędzia), 60°/s – definicja prędkości obrotowej do reorientacji narzędzia, 400 mm/s – definicja prędkości dla liniowych osi zewnętrznych/dodatkowych, 30°/s – definicja prędkości dla obrotowych osi zewnętrznych/dodatkowych.

Przykład instrukcji ruchu liniowego do punktu Target\_10 ze zdefiniowaną prędkością v\_proces w języku RAPID może wyglądać następująco:

```
MoveL Target_10, v_proces, z100, tool0\Wobj:=wobj0
```

Podczas realizacji programu czasami konieczne jest zwiększanie lub zmniejszanie zaprogramowanej prędkości. W języku RAPID można użyć instrukcji

**VelSet 50,800**

gdzie: 50 – wszystkie zaprogramowane prędkości w poszczególnych instrukcjach ruchu są ograniczone do 50% ich wartości, 800 – prędkość maksymalna TCP nie może przekroczyć 800 mm/s.

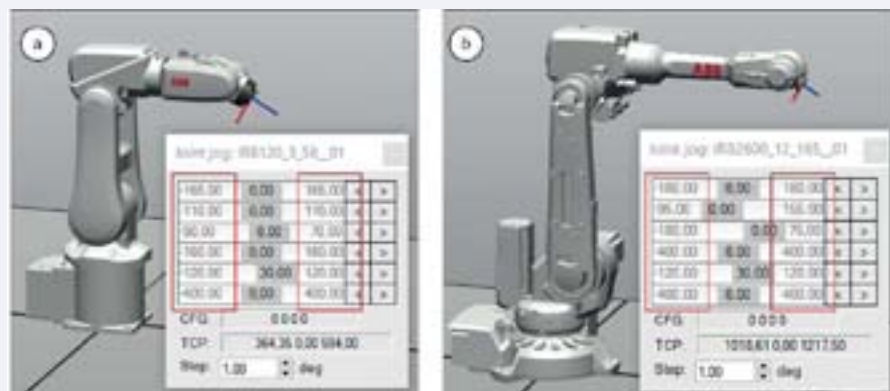
Przyspieszenie określa, jak szybko oś robota może przyspieszyć (np. robot IRB 120 firmy ABB przyspiesza od 0 do 1 m/s w 0,07 s). Często wartość przyspieszenia maksymalnego robota zdefiniowana w specyfikacji nie może być osiągnięta, na przykład z powodu zbyt małej odległości ruchu lub złożonej trajektorii ruchów wymagającej zmiany kierunku ruchu [II.4, II.5].

Podobnie jak w przypadku prędkości, tutaj również często operuje się procentową wartością przyspieszenia maksymalnego, przy czym instrukcje definiujące mogą zawierać zarówno parametr przyspieszania, jak i zwalniania (opóźnienia)

**AccSet 50, 100**

gdzie: AccSet – instrukcja redukcji przyspieszenia w języku RAPID (dla robotów firmy ABB), 50 – przyspieszenie jest ograniczone do 50% wartości standardowej, 100 – opóźnienie jest realizowane zgodnie z wartością standardową (100%).

Dobranie odpowiednich parametrów przyspieszenia/opóźnienia jest przydatne m.in. podczas tworzenia aplikacji zrobotyzowanej obróbki maszynowej, gdzie robot frezuje lub wierci otwory. Z jednej strony przy



RYS. 2.40 Przykładowe zakresy ruchów osi robotów sześciokościowych: a) IRB 120, b) IRB 2600 (od góry w dół – zakresy od osi 1. do 6.) (źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio firmy ABB)

końcówki ramienia, kiedy wszystkie osie robota się poruszają.

Głównymi parametrami podawanymi zwykle przez producentów robotów są maksymalne prędkości poszczególnych osi robota (RYS. 2.41).

Podczas programowania robota operator ma możliwość wpisania prędkości końcówki roboczej dla wybranego typu ruchu (liniowego, PTP lub ruchu po okręgu).

Zwykle można to zrobić, podając procentową wartość prędkości maksymalnej lub wartość prędkości nominalnej oczekiwanej podczas wykonywania konkretnego zadania. Poniżej przedstawiono przykładową instrukcję

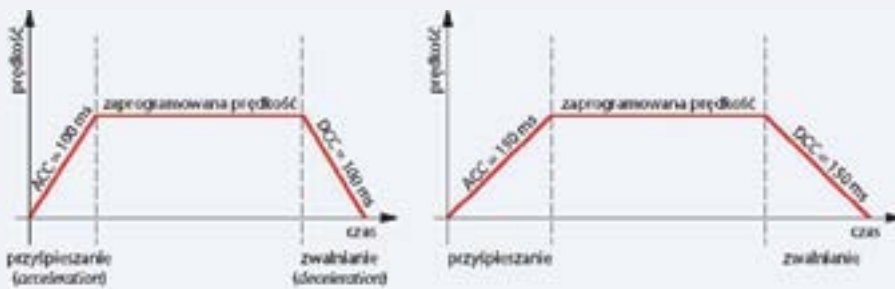
ruchu robota w języku RAPID, gdzie prędkość została podana jawnie w [mm/s] [II.4, II.5, III.1]

```
MoveL Target_10, v1000, z100, tool0\Wobj:=wobj0
```

gdzie: MoveL – typ ruchu (liniowy), Target\_10 – nazwa punktu w przestrzeni, do którego jest wykonywany ruch, v1000 – prędkość, z jaką jest wykonywany ruch [mm/s], z100 – dokładność przejścia przez punkt [mm],

TYP ROBOTA	OŚ 1	OŚ 2	OŚ 3	OŚ 4	OŚ 5	OŚ 6
IRB 120 – 3/0.6	250°/s	250°/s	250°/s	320°/s	320°/s	420°/s
LrMate 200iD	450°/s	380°/s	520°/s	550°/s	545°/s	1000°/s

RYS. 2.41 Prędkości poszczególnych osi robota IRB 120 firmy ABB oraz LrMate 200iD firmy FANUC (źródło: www.abb.com / products oraz www.fanuc.eu/pl/pl/roboty/)



RYS. 2.42

Wykres zmiany profilu prędkości w funkcji zmiany parametru przyspieszenia [ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie dokumentacji robotów FANUC]

wykonaniu szybkich ruchów nie dochodzi do przeciążenia robota, z drugiej można stosować większe prędkości, co wpływa na skrócenie czasu cyklu produkcyjnego.

### DOKŁADNOŚĆ I POWTARZALNOŚĆ

Ze względu na przebieg procesu technologicznego, po odpowiednim dobraniu typu robota do wykonywania danej czynności (uwzględniając jego budowę, m.in. gabaryty, stopnie swobody i ruchliwość) konieczne jest zweryfikowanie jego dokładności i powtarzalności.

Dokładność definiuje się jako miarę określającą, jak blisko manipulator może przemieścić się do wybranego punktu swojej przestrzeni roboczej i na ile może być ona ulepszona dzięki kalibracji robota. Dokładność może przybierać różne wartości, w zależności od:

- prędkości i pozycji manipulatora w przestrzeni roboczej;
- masy przenoszonego ładunku.

Powtarzalność natomiast określa, jak blisko, powtarzając ruch, manipulator może ponownie przemieścić się do tego samego punktu.

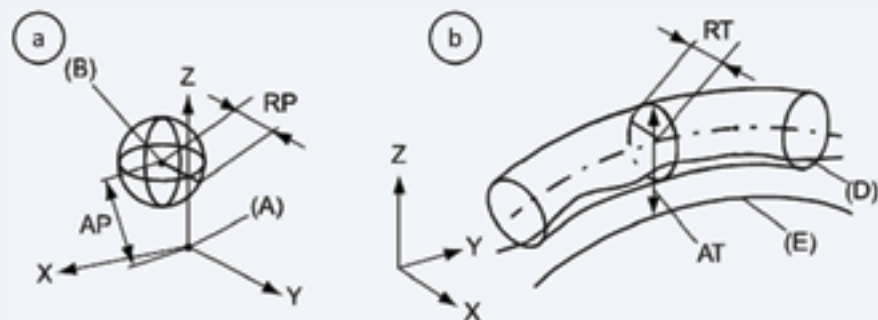
Przodujące na rynku światowym firmy produkujące roboty oferują roboty charakteryzujące się bardzo wysokimi wskaźnikami powtarzalności (ok. 0,01–0,05 mm). Należy jednak pamiętać, że uzyskanie takiej powtarzalności jest obciążone wysokimi kosztami. Podzielenie robotów na kategorie związane z ich zastosowaniem pozwoliło na określenie wielu parametrów, jakimi powinny się one charakteryzować w różnych zastosowaniach. I tak dla przykładu – w procesie spawania łukowego wymagane są duże dokładności i powtarzalności, natomiast w procesie malowania elementów karoserii samochodowej, gdzie średnica plamki lakieru może wynosić ok. 200 mm, nie jest konieczne konstruowanie manipulatora o dokładności 0,01 mm.

Powtarzalność robotów jest większa niż ich dokładność. Powodem jest to, że nie stosuje się bezpośredniego pomiaru pozycji i orientacji narzędzia, a jedynie pomiary położenia poszczególnych ramion manipulatora dzięki zastosowaniu enkoderów w każdym prze-

gubie robota. W metodzie takiej konieczne jest wyliczenie, na podstawie pomiarów kątów i przesunięć, pozycji narzędzia. Łatwo zauważyć, że w takiej sytuacji dokładność pozycji zależy od dokładności obliczeń oraz dokładności wykonania poszczególnych elementów konstrukcyjnych manipulatora (przy założeniu ich dużej sztywności).

Niezmiernie ważnym aspektem jest programowanie robota, ponieważ to właśnie podczas tej czynności są definiowane listy pozycji. Choć coraz częściej do programowania robotów stosuje się wirtualne środowiska do programowania robotów i symulowania ich pracy (np. RobotStudio, Melfa-Works, Roboguide), to jednak najczęściej stosowaną metodą wciąż jest programowanie robota przez nauczanie przy wykorzystaniu panelu nauczania.

Analizując powyższe rozważania, widać, że definiowanie pozycji i orientacji narzędzia robota jest realizowane przez zdefiniowanie pozycji silników w poszczegól-



RYS. 2.43

Graficzna interpretacja dokładności punktu i ścieżki: a) punktu i b) ścieżki

A – zaprogramowana pozycja, B – średnia pozycja osiągnięta po wykonaniu programu robota, AP – średnia odległość pozycji osiągniętej od zaprogramowanej, RP – tolerancja osiągnięcia pozycji B po wielokrotnym wykonaniu programu, E – zaprogramowana ścieżka, D – ścieżka aktualna po wykonaniu programu, AT – maksymalna dewiacja w stosunku do ścieżki E, RT – tolerancja ścieżki po wielokrotnym wykonaniu programu [ŹRÓDŁO: Product specification IRB 120 firmy ABB]

Opis	Wartość
IRB	120-30/6
Powtarzalność pozycji RP [(mm)]	0,01
Dokładność pozycji AP [(mm)]	0,02
Linijowa powtarzalność ścieżki RT [(mm)]	0,07-0,16
Linijowa dokładność ścieżki AT [(mm)]	0,21-0,38
Czas stabilizacji pozycji Pst [(s)] przy dokładności pozycji 0,2 [(mm)]	0,03

TAB. 2.2

Wyniki pomiarów dla robota IRB 120 firmy ABB

nych przegubach. Dzięki czujnikom pomiarowym (np. enkoderom lub rezolwerom) istnieje możliwość zapisania danej pozycji przegubu do kontrolera robota i powrót do niej, jeśli jest to wymagane. Powtarzalność robota jest więc ściśle związana z rozdzielczością czujnika pomiarowego, na przykład enkodera. Do wyznaczenia rozdzielczości osi (obrotowej i liniowej) manipulatora można posłużyć się wzorem

$$r = \frac{s}{2^n} \quad (2.4)$$

gdzie:  $r$  – rozdzielczość,  $s$  – całkowita droga ruchu,  $n$  – liczba bitów określająca rozdzielczość enkodera.

Producenci wykonują badania robotów zgodnie z ISO 9283, w warunkach maksymalnego obciążenia znamionowego, maksymalnego przesunięcia z prędkością 1,6 m/s na trajektorii testowej ISO, dla przypadku ruchu wszystkich sześciu osi. Uzyskane średnie wartości są zestawiane w TAB. 2.2. Dla konkretnej jednostki mechanicznej mogą się one różnić w zależności od miejsca w przestrzeni roboczej, w której wykonywano test prędkości, konfiguracji ramienia, kierunku podchodzenia do pozycji czy luzów w przekładniach. Charakterystyczne wartości mierzy się zgodnie z RYS. 2.43.

### SPOSOBY MOCOWANIA MANIPULATORA

Roboty mogą być zamocowane w różnych pozycjach: standardowo postawione na podłożu, postumencie lub torze jezdnym,



ale także pochylone, zamocowane na ścianie lub zawieszono do góry nogami (RYS. 2.44) [II.1, II.2].

Kiedy robot jest montowany na ścianie lub pod kątem, ważne jest, aby kierunek osi  $X$  był skierowany ku dołowi (RYS. 2.44B). Ma to znaczenie ze względu na fakt, że parametr systemowy związany z grawitacją musi być zaktualizowany. Przykładem jest robot IRB 120 firmy ABB. Po zamontowaniu go pod kątem konieczna jest aktualizacja parametru systemowego Gravity Beta (parametr jest wyrażony kątem zamocowania robota w radianach). Poprawne skonfigurowanie parametru gwarantuje prawidłową pracę całego systemu i sterowanie osiami robota w najlepszy sposób. Błędne zdefiniowanie parametru kąta montażu Gravity Beta może skutkować:

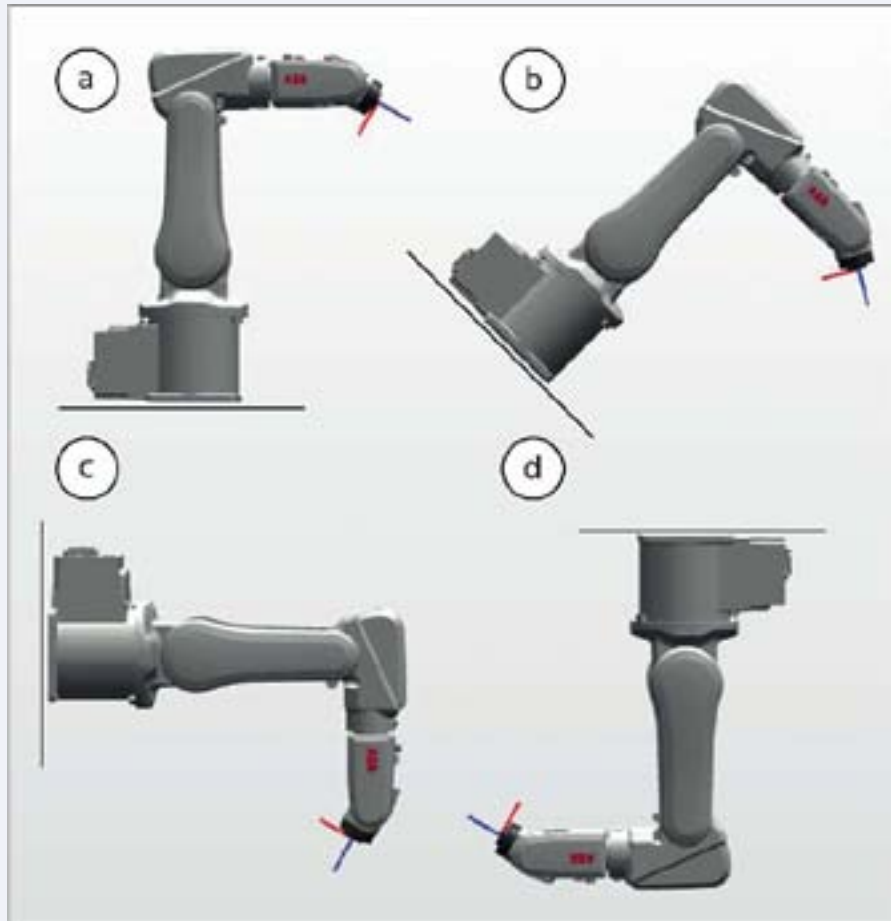
- przeciążeniem konstrukcji mechanicznej;
- gorszym wykonywaniem ścieżki i gorszą dokładnością;
- złym funkcjonowaniem niektórych parametrów, na przykład błędną identyfikacją ładunku, niepoprawną detekcją kolizji.

Parametr Gravity Beta można wyznaczyć ze wzoru:

$$\text{Gravity Beta [rad]} = \frac{(\text{kąt montażu w stopniach}) \cdot \pi}{180}$$

## PODATNOŚĆ I NIEZAWODNOŚĆ

Podatność to miara, o jaki kąt lub odległość przesunie się oś robota, kiedy zostanie do niej przyłożona siła zewnętrzna. Podatność sprawia, że kiedy robot przenosi obiekt o maksymalnej, dopuszczalnej masie, pozycja elementu wykonawczego będzie nieco niżej niż podczas tego samego ruchu robota, ale już bez obciążenia.



RYS. 2.44

Sposoby mocowania robotów: a) POS1 – montaż na podłodze (pozycja domyślna), b) POS2 – montaż pod kątem 45° (pozycja pochylona), c) POS3 – montaż pod kątem 90° (pozycja na ścianie), d) POS4 – montaż pod kątem 180° (pozycja odwrócona) (źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio firmy ABB)

Niezawodność to właściwość obiektu mówiąca o tym, czy pracuje on poprawnie (spełnia wszystkie powierzone mu funkcje i czynności) przez wymagany czas i w określonych warunkach eksploatacji (w danym zespole czynników wymuszających).

## PARAMETRY ZASILANIA I ŻUŻYCIE ENERGII

Parametry zasilania i zużycie energii są wielkościami określającymi wymagania dotyczące zasilania robota. W różnych zastosowaniach można spotkać roboty wykorzystujące do pracy napędy różnego typu (elektrycz-



RYS. 2.45

Elementy rozwiązań energooszczędnych w robotach firmy FANUC (źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów firmy FANUC)

ne, hydrauliczne, pneumatyczne i mieszane), a więc i różnego typu zasilanie. Jednak mimo że każdy typ napędów ma swoje zalety i wady, to zdecydowaną większość obecnie stosowanych napędów stanowią jednak silniki elektryczne.

Wykorzystanie napędu elektrycznego umożliwia odzysk części energii generowanej podczas hamowania osi robota. Rozwiązanie takie ma sens szczególnie w większych manipulatorach, operujących dużymi masami. W takim przypadku w kontrolerach jest instalowany specjalny moduł, odpowiadający za zarządzanie odzyskiwaniem energii. W przypadku robotów firmy FANUC jest to Power Regeneration Option (RYS. 2.45). Odzyskiwanie energii z hamowania jednostek kinematycznych nie stanowi jedyne rozwiązanie w zakresie ograniczania zużycia energii. Można tu wymienić całą



RYS. 2.45

Informacja wyświetlana na panelu nauczania informująca o ilości zużytej i odzyskanej energii w robotach firmy FANUC (źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów firmy FANUC)

gamę rozwiązań, poczynając od energooszczędnych paneli nauczania z opcją uśpienia, przez opcje wyłączenia/załączenia wentylatorów kontrolerów, po sterowanie hamulcami manipulatorów, kiedy nie są one w ruchu.

Na RYS. 2.46 przedstawiono sposób wyświetlania na panelu nauczania informacji o aktualnym zużyciu energii i odzyskanej energii. Choć takie oszczędności mogą się wydawać marginalne, to mając na uwadze skalę robotyzacji oraz standardowy czas pracy (w branży motoryzacyjnej w fabrykach pracują setki robotów przez 24 h na dobę, 7 dni w tygodniu), oszczędności wynikające z rozwiązań energooszczędnych są znaczące. ■

PREZENTOWANY MATERIAŁ STANOWI FRAGMENT PRACY

PT. „ROBOTYZACJA PROCESÓW PRODUKCYJNYCH”

(WYD. PWN S.A.). ZACHĘCAMY PAŃSTWA DO LEKTURY

CAŁOŚCI TEJ POZYCJI, ZDAJĄC SOBIE SPRAWĘ, ŻE

ARTYKUŁ W OKROJONEJ FORMIE NIE WYCZERPUJE TEJ

SPECJALISTYCZNEJ TEMATYKI.

NUMERACJA DOTYCZĄCA ILUSTRACJI I WZORÓW

ZOSTAŁA ZACHOWANA ZGODNIE Z ORYGINAŁEM

## 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**

# Zawory HOmatic przydatne w systemach sterowania

Z Andrzejem Żelazo, prezesem firmy Proorganika Sp. z o.o. z Warszawy, rozmawia Adam Krzyżowski



**ANDRZEJ ŻELAZO:**

Zawory HOmatic są głównie wykorzystywane w transporcie tworzyw sztucznych, chemikaliów, produktów spożywczych, a także cementu, gipsu i piasku.

**Adam Krzyżowski: Panie Prezesie, od wielu lat Proorganika oferuje szwajcarskie zawory zaciskowe HOmatic. Znajdują one szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. W jakich przypadkach są one niezbędne w układach automatyki przemysłowej?**

**Andrzej Żelazo:** Współpracę z firmą HO-Matic zaczęliśmy w roku 2002. Wtedy jeszcze za pośrednictwem firmy Gericke, której byliśmy przedstawicielem w Polsce. Firma HO-Matic była stałym dostawcą zaworów zaciskowych dla Gericke. Początkowo sprzedawaliśmy zawory HOmatic jako elementy oferowanych przez nas instalacji do produktów sypkich, głównie instalacji transportu pneumatycznego. Później okazało się, że te zawory również świetnie się spisują w układach dozowania surowców ciekłych (oleistych).

**A.K.: Czy mógłby Pan pokrótce przedstawić jakieś konkretne przykłady zastosowania tych zaworów w systemach sterowania?**

**A.Ż.:** Myślę, że trzeba zacząć od zasady działania zaworów zaciskowych. Są to zawory, w których element elastyczny zaciskany jest bezpośrednio sprężonym powietrzem. Taki sposób zamykania zaworu powoduje, że nie są tu potrzebne żadne mechaniczne elementy – obracające się i trące. Nie ma w nich po prostu części, które mogą się w proszku czy pyłe zacierać.

Tak jak to wcześniej powiedziałem, na początku zaczęliśmy je stosować w instalacjach



FOT. 1, 2, 3

Przykładowe zawory HOmatic oferowane przez firmę Proorganika [Źródło: Proorganika]

transportu pneumatycznego, tzn. w osprzęcie podajników komorowych oraz w rozdzielaczach dwudrogowych składających się z dwóch zaworów zaciskowych połączonych w jeden układ ze wspólnym sterowaniem. Zawory w tego typu systemach działają na zasadzie „otwórz–zamknij”. Później okazało się, że świetnie spisują się one także w układach dozowania cieczy – również na zasadzie „otwórz–zamknij”, ale nie tylko, bo też „przytmknij”. Zawory można przymykać i tym samym ograniczać natężenie przepływu. Dzięki sterowaniu wielkością podanego ciśnienia (przymykaniu zaworu) możliwe jest bardzo precyzyjne dozowanie produktów. Obecnie zawory zaciskowe są też często stosowane w układach toaletowych w pociągach i samolotach, a także w lakierniach proszkowych.

**A.K.: Na czym jeszcze polega szczególna przydatność zaworów HOmatic w transporcie pneumatycznym i do jakich produktów sypkich się one najbardziej nadają?**

**A.Ż.:** Przede wszystkim są przydatne dlatego, że nie blokują przepływu. Po otwarciu zaworu transport odbywa się pełnym przekrojem. Niezależnie od tego, czy jest to podajnik komorowy, autocysterna, czy zabudowa silosów, to zawsze mamy do czynienia z pełnym otwarciem przekroju rurociągu.

Co do produktów, to zawory HOmatic są głównie wykorzystywane w transporcie tworzyw sztucznych, chemikaliów, produktów spożywczych, a także cementu, gipsu i piasku. Chociaż trzeba zdawać sobie sprawę z tego, że im bardziej produkt jest wycierający, tym krótsza jest żywotność zaworu, a dokładnie jego wkładu.

**A.K.: Przed dwoma laty firma Jacob Soehne uruchomiła w swojej centrali w Porta West-**

**falca w Niemczech duże nowoczesne centrum logistyczne. Jak ta niemiecka inwestycja wpłynęła na usprawnienie dystrybucji systemu rurowego Jacob w Polsce?**

**A.Ż.:** Tak, to była duża inwestycja. Ponad 15 mln EUR. Dwa połączone obiekty o łącznej powierzchni 7500 m<sup>2</sup>. Część wysoka z magazynem wysokiego składowania to 3300 m<sup>2</sup> o wysokości 21 m. 13 800 miejsc na palety, 5500 różnych gotowych produktów, sześć doków załadunkowych dla samochodów ciężarowych. Całość została uruchomiona na początku roku 2018 i prawie przez cały ten rok trwał optymalizowanie procesów pobierania i pakowania produktów. Dzisiaj centrum logistyczne działa rewelacyjnie. Skrócił się czas pakowania palet i wysyłki towarów. Znacznie zwiększono także ilość pakowanych małych przesyłek kurierskich. Zwiększenie ilości przesyłek pozwoliło też na obniżenie kosztu frachtu. Naszym klientom dało to wymierne dwie korzyści: skrócenie czasu dostarczenia towaru oraz zmniejszenie kosztów dostawy.

**A.K.: Jakie są Państwa plany rozwojowe na rok 2020?**

**A.Ż.:** Przede wszystkim skupiamy się teraz na coraz sprawniejszej obsłudze zamówień. Modernizujemy i usprawniamy nasz magazyn i nasze centrum wysyłkowe. Uzupełniamy wyposażenie lub je wymieniamy. Kilka lat temu, kiedy zaczęliśmy wysyłanie paczek z magazynu w Warszawie, pewnym wyzwaniem dla nas było takie zorganizowanie pracy, aby były one wysyłane od nas w dniu otrzymania zamówienia od klienta. Dzisiaj ponad połowa naszej sprzedaży wykonywana jest już bezpośrednio z warszawskiego magazynu.

**A.K. Dziękuję za rozmowę.**



# Jak czuje się dzisiaj twoja fabryka, czyli czwarta rewolucja w pomiarze poziomym

Pojęcie przemysłu 4.0 jest obecnie niezwykle popularne i znaleźć go można w niemal każdym wydaniu wszystkich periodyków związanych z automatyką przemysłową. Przemysł 4.0, czy jak kto woli, czwarta rewolucja przemysłowa, zakłada połączenie poprzez Internet ludzi i sterowanych cyfrowo urządzeń.

Mateusz Galonska



FOT. 1  
Sonda w technologii PLICS

Tyle teorii, ale co w praktyce kryje się pod tymi pojęciami? W rzeczywistości cała czwarta rewolucja ma na celu szybszą reakcję na występujące problemy, oszczędzenie czasu i zmniejszenie obciążeń dla obsługi nadzorującej różne procesy. Jednym słowem czwarta rewolucja przemysłowa ma na celu produkować bardziej ekonomicznie i przede wszystkim szybciej. Ma to swoje odzwierciedlenie także w pomiarach przemysłowych.

Chęć podnoszenia efektywności i szybkości produkcji wymaga, aby analiza problemu, a w konsekwencji odpowiednia reakcja, odbywały się praktycznie w czasie rzeczywistym. Firma VEGA, która jest jednym z największych producentów urządzeń pomiarowych na świecie, wyszła naprzeciw nowym wymaganiom i proponuje kilka rozwiązań zoptymalizowanych do założeń przemysłu 4.0.

## NIE WYMYŚLAJ KOŁA NA NOWO, UŻYJ GO INACZEJ...

W zakresie pomiaru i sygnalizacji poziomu oraz ciśnienia VEGA produkuje swoje urzą-

dzenia modułowo i dzięki temu w dowolnym momencie jest gotowa na spełnienie indywidualnych wymagań przemysłu. Tak jak przysłowiowego koła nie trzeba wymyślać od nowa, tak w przypadku stosowanych już z powodzeniem urządzeń pomiarowych, nie trzeba wymieniać na nowe, a wystarczy je udoskonalić. W ten właśnie sposób VEGA wprowadziła komunikację Bluetooth do swoich urządzeń. Użytkownik posiadający urządzenia pomiarowe wyprodukowane nawet na początku 2002 r. (wymagana technologia PLICS), nie musi inwestować dużych pieniędzy w celu doposażenia i zintegrowania z istniejącymi systemami.

## KOMUNIKACJA BEZPRZEWODOWA

VEGA dostarcza moduł komunikacji, który może zostać zastosowany w niemal wszystkich swoich urządzeniach. W ten sposób firma VEGA chce elastycznie reagować na różne wymagania, szczególnie te dotyczące bezpieczeństwa. Dzięki produkcji modułowej, komunikacji Bluetooth nie wprowadzono w całościowo nowym urządzeniu/mode-

lu, tylko udoskonalamo już bardzo dobrze znany moduł programowania i wyświetlania PLICSCOM. Obecnie moduł ten jest dostępny z lub bez komunikacji Bluetooth.

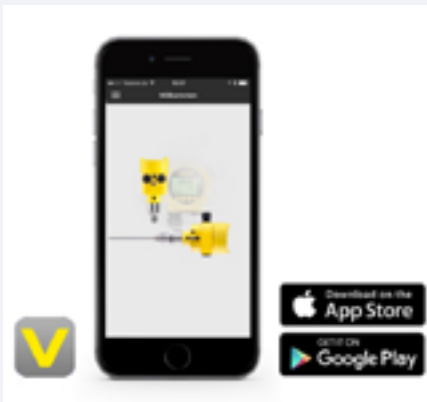
Oczywiście, w wersji Bluetooth funkcję tę można w dowolnej chwili wyłączyć lub ponownie włączyć za pomocą wbudowanego przełącznika. Dodatkowo komunikacja Bluetooth jest szyfrowana na poziomie interfejsu, a przy każdej próbie połączenia wymagane jest podanie skonfigurowanego kodu PIN. Uniemożliwia to połączenie i w konsekwencji zmianę parametrów przez osoby niepowołane. Dzięki temu, że Bluetooth jest bardzo popularny w obecnie stosowanych urządzeniach, komunikacja może odbywać się poprzez smartfon, tablet czy laptop (z modułem Bluetooth SMART).

Moduł programowania i wyświetlania PLICSCOM jest wygodnym i ekonomicznym rozwiązaniem wszędzie tam, gdzie istnieją systemy, które zwykle mają tylko komunikację analogową 4...20 mA, a wymaga się od nich, aby analiza i rozwiązanie problemu było szybsze i zgodne z wymaganiami przemysłu 4.0. Komunikacja Bluetooth stosowana w module PLICSCOM funkcjonuje niezależnie od sygnału pomiarowego. Oznacza to, że nie musimy odłączać/przerywać pomiaru, aby się skomunikować z sondą.

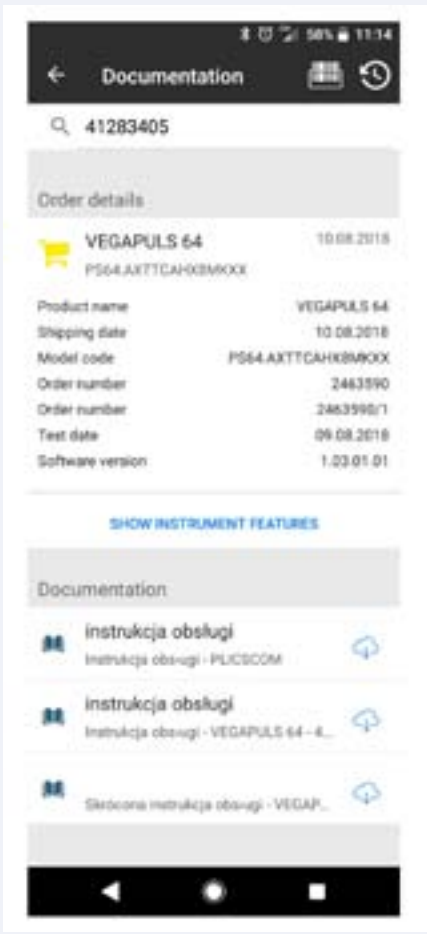
## SZYBKA ANALIZA = BRAK LUB KRÓTSZY POSTÓJ. STOSY DOKUMENTACJI TECHNICZNEJ W KIESZENI...

Przechodząc do praktyki, co tak naprawdę daje nam zastosowanie opisanej komunikacji? Bez niej, jeżeli w zbiorniku posiadamy np. sondę do pomiaru poziomu materiału sypkiego, która w systemie sygnalizuje problem (najczęściej poprzez sygnał prądowy poniżej 4 mA), nie jesteśmy w stanie przeprowadzić szybkiej analizy i, co gorsza, szybko rozwiązać problemu.

Obecny tok postępowania wygląda więc tak, że problem zgłasza się serwisowi lub sami staramy się odnaleźć dokumentację, a następnie próbujemy w pośpiechu szukać rozwiązania. Czas potrzebny do rozwiązania problemu oraz liczba osób w to zaangażowanych w takich przypadkach może być spora. Gdy taka sonda posiada moduł PLICSCOM z komunikacją Bluetooth, sama analiza polega na połączeniu się z modułem smart-



RYS. 1  
Aplikacja VEGAtools



RYS. 2  
Dokumentacja w aplikacji VEGAtools

fonem z aplikacją VEGAtools (aplikacja darmowa dostępna na Android i iOS), sprawdzeniu powodu błędnych wskazań i np. zmianie parametrów.

Należy przy tym pamiętać, że większość problemów z błędnymi wskazaniami wynika z niepoprawnego skalibrowania sondy. Wychodząc naprzeciw wymaganiom przemysłu 4.0, udoskonalając taki, jak mogłoby się wydawać, mało znaczący moduł, możemy zyskać skrócenie ewentualnego czasu postoju oraz mniejszą ilość zaangażowanych w rozwiązanie problemu osób. Dodatkowo sama aplikacja, poza wspomnianą szybką analizą, kreatorem poprawnego ustawienia radaru, dostępem do danych kontaktowych itd., daje nam również m.in. możliwość szyb-



RYS. 3  
VIS – monitoring zasobów

kiego dostępu do dokumentacji technicznej. Wystarczy, że w aplikacji wejdziemy w zakładkę Documentation i po kliknięciu na ikonkę kodu kreskowego, wskażemy w aparacie telefonu kod QR umieszczony na tabliczce.

Należy również wspomnieć, że moduł PLICSCOM z komunikacją Bluetooth może być stosowany w urządzeniach, które pracują w strefach ATEX. W połączeniu z dostępnymi na rynku smartfonami z dopuszczeniami ATEX może on w szybki sposób pomóc nawet w takich wymagających obszarach.

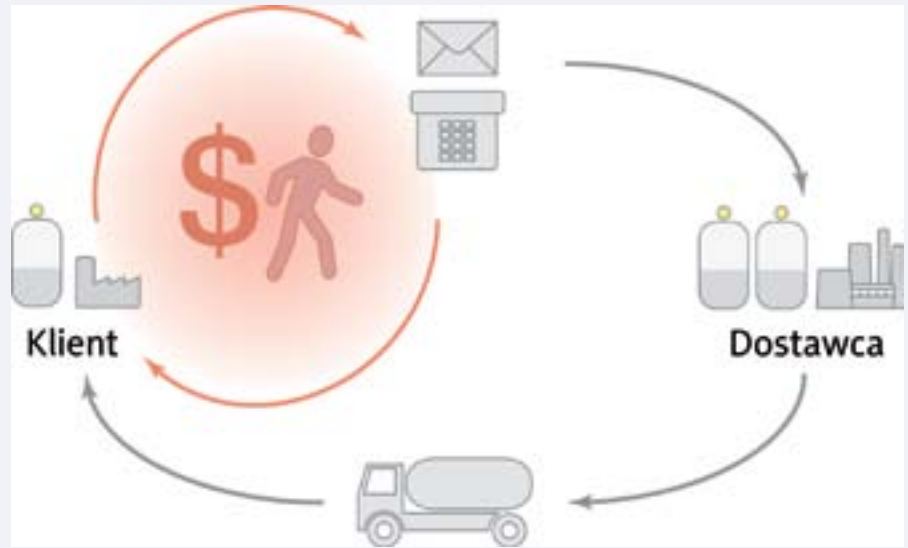
### NIGDY WIĘCEJ PUSTYCH ZBIORNIKÓW...

Po małym kroczku w kierunku Przemysłu 4.0, jakim jest wykorzystanie technologii Bluetooth, przyszedł czas na skok milowy pod względem cyfrowej inteligencji. VEGA Inventory System to narzędzie, które firma VEGA wprowadziła w celu monitoringu stanu i tworzenia baz danych dla zaawansowanego zaopatrzenia i zautomatyzowanego procesu zamawiania. W całym procesie zarządzania dostawami między klientem a dostawcą może występować wiele punktów „tarcia”. Każda firma ma własne procedury, harmonogramy i wymagania dotyczące planowania. Obecnie wiele firm nadal informuje swoich dostawców o swoich potrzebach „ręcznie”. Oznacza to, że w trakcie normalnej pracy odbiorca musi sam (niejednokrotnie orientacyjnie) ocenić swo-

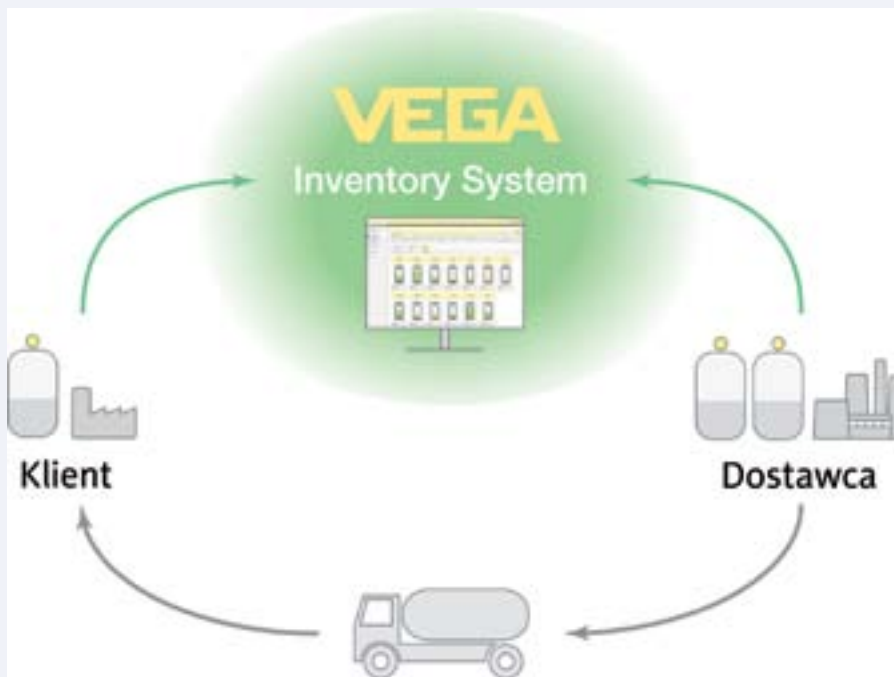
je potrzeby i dodatkowo określić idealny czas dostawy. Tylko w taki sposób może on uniknąć z jednej strony wysokich kosztów przechowywania, a z drugiej zakłóceń w procesie produkcji, a nawet przestojów.

Z kolei dostawca stara się zawsze zaplanować trasę tak, aby zaopatrzyć wszystkich klientów na czas, w możliwie najtańszy sposób. Polega to na wcześniejszym planowaniu trasy. W przypadku jednego pilnego zamówienia spowodowanego niedopatrzaniem odbiorcy, cały plan się jednak bardzo komplikuje.

W celu ułatwienia tego skomplikowanego procesu dostawy stworzono narzędzie VEGA Inventory System (w skrócie VIS). System ten został specjalnie zaprojektowany do monitorowania stanu wypełnienia silosów, zarówno materiałów sypkich, jak i cieczy. Dzięki platformie VEGA Inventory System użytkownicy mogą obserwować swoje zapasy przez cały czas zarówno lokalnie, jak i globalnie. Zapewnia to zautomatyzowany przepływ informacji w firmie i bezpieczeństwo dostaw. System VEGA Inventory łączy tym samym elementy łańcucha dostaw, automatycznie zgłaszając zapotrzebowanie na dostawy na określony, bezpieczny termin. Dzięki temu dostawca ma czas na organizację i zaplanowanie najlepszej trasy, a odbiorca nie musi obawiać się nagłego i nieoczekiwanego braku materiału, który w konsekwencji może skrócić się zatrzy-



RYS. 4  
Schemat tradycyjnego sposobu zaopatrzenia



RYS. 5

Schemat sposobu zaopatrzenia przy pomocy VEGA Inventory System

maniem produkcji. Co ważne, inteligentny system czerpie informacje nie tylko z bieżących danych pomiarowych, ale również ze zgromadzonych danych historycznych z trendów.

#### PROCES ZAMAWIANIA

Standardowo odbiorca sam ocenia swoje potrzeby i przekazuje je do dostawcy. Taka droga czasami jest długa, czasochłonna i wymaga pracy wielu osób.

Zaopatrzenie przy wykorzystaniu VIS możemy podzielić na dwa modele:

**Sposób 1. – zarządzanie przez dostawcę** – w modelu tym całkowitą odpowiedzialność za monitorowanie i uzupełnienia zapasów spoczywa na dostawcy. Dostawca dostaje dostęp do bazy danych VEGA Inventory System i ma podgląd w czasie rzeczywistym do posiadanych zapasów odbiorcy.

**Sposób 2 – monitorowanie zapasów w ramach jednej firmy** – w tym modelu VEGA Inventory System służy do monitorowania i zarządzania własnymi zapasami w jednej lub kilku lokalizacjach. Dzięki temu oprogramowanie może optymalnie koordynować uzupełnianie surowców między główną fabryką, a obiektami zewnętrznymi.

Stosowanie VEGA Inventory System przynosi korzyści każdej ze stron, budując przewagę konkurencyjną dostawcy i odbiorcy. Dostawca zyskuje:

- szybki dostęp do aktualnego i historycznego zużycia materiału przez klienta;
  - efektywne zarządzanie produkcją i zapasami we własnych obiektach;
  - zwiększoną efektywność procesów planowania;
  - oszczędności dzięki optymalizacji logistyki;
  - bardzo dobre długoterminowe relacje i lojalność klientów.
- Odbiorca natomiast zapewnia sobie:
- bezpieczeństwo dostaw – nie ma już dostaw pilnych = droższych;
  - unikanie przestojów produkcyjnych;
  - mniejsze koszty administracyjne – mniej

szła liczba osób zaangażowanych w proces zamawiania;

- większą wydajność dzięki automatyzacji.

#### RÓŻNE URZĄDZENIA, RÓŻNE LOKALIZACJE – JEDEEN SYSTEM...

W celu skorzystania z VEGA Inventory System nie trzeba posiadać urządzeń pomiarowych firmy VEGA – bez względu jakiej firmy stosuje się pomiary, wszystkie dane można przesłać do programu. Jedynym wymaganym urządzeniem dodatkowym jest urządzenie współpracujące, posiadające komunikację Ethernet. Może to być np. VEGAMET 391, który oprócz komunikacji Ethernet posiada 6 wyjść przekątnikowych lub np. VEGASCAN 693, który może przekazać sygnał nawet z 15 urządzeń (komunikacja HART).

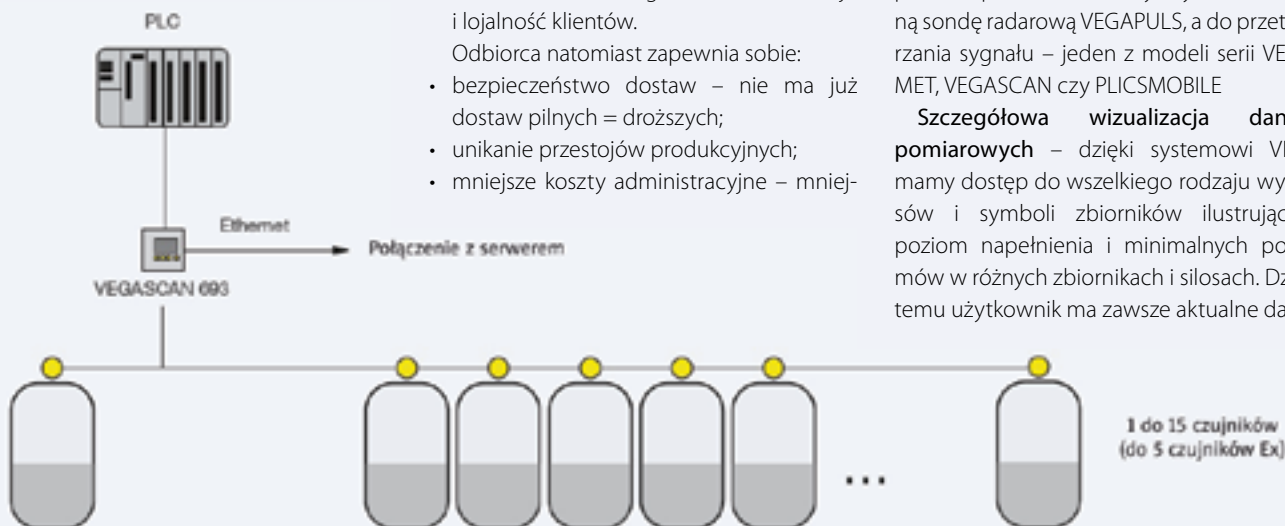
Pełną funkcjonalność systemu możemy wykorzystać w przypadku, gdy posiadamy zbiorniki zlokalizowane w różnych miejscach (miastach, województwach czy nawet krajach). Dzięki wykorzystaniu dodatkowo komunikacji internetowej możemy połączyć dowolną ilość urządzeń, z dowolnego miejsca na świecie.

#### IDEALNE POŁĄCZENIE TECHNOLOGII POMIARU Z OPROGRAMOWANIEM – PEŁNE MOŻLIWOŚCI

Pozyskiwanie danych, wizualizacja i planowanie dostaw to kluczowe elementy skutecznego, zautomatyzowanego monitorowania zapasów. W takim celu stworzono oprogramowanie, które daje szereg możliwości.

Pozyskiwanie danych – aby zapewnić niezawodne i dokładne monitorowanie poziomów, VEGA ma w swojej ofercie szeroki zakres uniwersalnych czujników i przyrządów do przetwarzania sygnału. Wszystkie przyrządy VEGA działają niezawodnie, są łatwe w obsłudze i posiadają funkcje samokontroli i diagnostyki. Dla przykładu, do pomiaru poziomu możemy użyć dobrze znaną sondę radarową VEGAPULS, a do przetwarzania sygnału – jeden z modeli serii VEGAMET, VEGASCAN czy PLICSMOBILE

**Szczegółowa wizualizacja danych pomiarowych** – dzięki systemowi VEGA mamy dostęp do wszelkiego rodzaju wykresów i symboli zbiorników ilustrujących poziom napełnienia i minimalnych poziomów w różnych zbiornikach i silosach. Dzięki temu użytkownik ma zawsze aktualne dane.



RYS. 6

Schemat komunikacji między zbiornikami a serwerem





RYS. 7

Zeskanuj kod i zobacz film o Systemie



RYS. 9

Wersja demonstracyjna VIS dostępna po zeskanowaniu QR kodu

**Planowanie dostaw** – narzędzia do analizy i planowania w systemie VEGA Inwentory umożliwiają optymalne planowanie zużycia i dostawy. Prognozę zużycia oblicza się na podstawie historycznych danych trendów. Dynamiczna mapa pokazuje położenie zbiorników i silosów, a także ich status. W kalendarzu dostawca może również bezpośrednio wprowadzać daty dostawy i ilości.

Co ważne, VEGA wychodzi naprzeciw wymaganiom użytkowników i dostarcza zarówno tylko oprogramowanie – w takim przypadku wszystkie dane przesyłane są do

serwera klienta, jak również oferuje pełen zakres usług, wraz z miejscem na serwerze.

Zachęcamy do sprawdzenia demonstracyjnej wersji Systemu – po zeskanowaniu kodu QR.

### POZIOM PRZYSZŁOŚCI

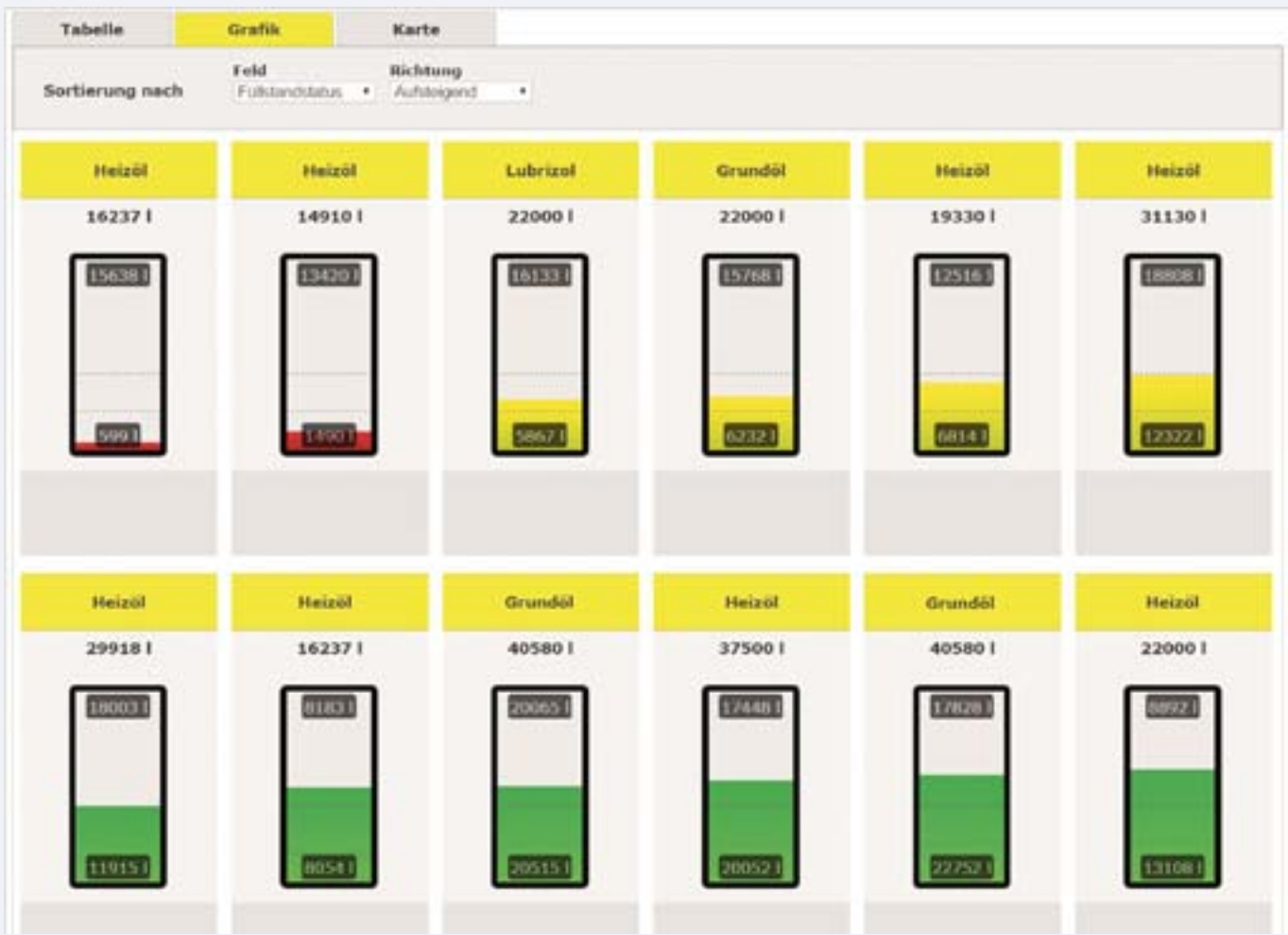
Wielu z nas wyobraża sobie Przemysł 4.0 jako całkowicie zautomatyzowaną fabrykę przyszłości. Takie zakłady zapewne kiedyś powstaną. Nie jest to jednak proces krótki i aby tak się stało, wszyscy producenci podzespołów i urządzeń wykorzystywa-

nych w fabryce przyszłości muszą opracować i wdrożyć rozwiązania zoptymalizowane pod kątem IIoT. Tą drogą podąża także światowy lider w pomiarach poziomym – niemiecka firma VEGA, która wyposaża swoje urządzenia w komunikację Bluetooth oraz oferuje system do zautomatyzowanego monitorowania i uzupełniania zapasów. ■

ARTYKUŁ UKAZAŁ SIĘ W BIULETYNIE „POD KONTROLĄ”

NR 1/19; WYDAWCA FIRMA INTROL

WWW.INTROL.PL



RYS. 8

Ciągły monitoring zapasów – wizualizacja

## Układy sterowania stosowane w ciągach technologicznych materiałów sypkich

Układy sterowania serii iUS, produkowane przez firmę INWET SA, są urządzeniami przemysłowymi, przeznaczonymi do automatycznego i manualnego sterowania zaworami elektromagnetycznymi pulsatorów pneumatycznych SYNEX, odbijaków pneumatycznych oraz innych urządzeń wspomagających magazynowanie i transport materiałów sypkich. Układy te są w pełni konfigurowalne i mogą współpracować z różnego rodzaju czujnikami, w tym czujnikami ciśnienia, montowanymi standardowo na pulsatorach i instalacjach pneumatycznych.



Układy sterowania iUS projektowane są w oparciu o komponenty czołowych producentów z branży automatyki. Każde zlecenie

traktowane jest indywidualnie. Proponowane rozwiązania uwzględniają systemy sterowania funkcjonujące u klienta oraz powiązanie układów w rozproszonym systemie sterowania i wizualizacji.

Firma INWET SA oferuje kompleksową realizację projektu – poprzez prefabrykację szaf, wykonanie aplikacji sterowników, montaż instalacji w obiekcie, szkolenia oraz doradztwo techniczne.

### Dane techniczne układów sterowania serii iUS:

- napięcie zasilania: 230 V AC 50 Hz;
- sterowanie urządzeniami: 24 V DC lub 230 V AC 50 Hz;
- stopień ochrony: IP65.

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

## Urządzenia marki Friedrich z przetwornicami i automatyką

Oferowane przez spółkę FIBU z Siemianowic Śląskich elektrowibratory i generatory drgań firmy Friedrich Schwingtechnik GmbH są kompatybilne z różnego rodzaju sprzętem dodatkowym, m.in. z przetwornicami częstotliwości, układami sterowania i monitorowania.

Wszystkie elektrowibratory marki Friedrich współpracują z różnego typu przetwornicami częstotliwości. Służą one do regulacji prędkości obrotowej elektrowibratorów i ułatwiają ich rozruch i synchronizację. Przy doborze przetwornicy częstotliwości zawsze uwzględnia się moc znamionową elektrowibratora, jak i wartości prądów rozruchowych, które mogą być



nawet dziewięć razy wyższe niż wartość prądu znamionowego i utrzymywać się w przedziale czasu od 3 do 5 s.

Elektrowibratory Friedrich mogą również współpracować z automatyką, która nadzoruje ich pracę, uruchamiając je według harmonogramu lub sygnałów zewnętrznych. Taki układ sterowania stosowany jest z reguły w instalacjach lejów zasypowych i silosach, w celu przeciwdzia-

łania tworzeniu się zatorów. Automatyka ta eliminuje też możliwość popełnienia błędu przez człowieka i np. zapobiega wystawieniu ścian leja zasypowego na długotrwałe działanie drgań, co mogłoby skończyć się uszkodzeniem całej konstrukcji.

Spółka FIBU dysponuje także m.in. technologią, która monitoruje stan generatorów drgań i parametry ich pracy. Technologia ta służy do wczesnego wykrywania symptomów uszkodzenia lub nadmiernego zużycia się kół zębatach i łożysk generatorów. Zapobiega ona awariom i przestojom w produkcji. Użytkownik zyskuje wtedy cenny czas na podjęcie odpowiednich działań, żeby nie doszło do awarii napędów.

[www.fibu-tech.com](http://www.fibu-tech.com)

## Wibracyjne sygnalizatory poziomu na przewodzie

Wibracyjny sygnalizator poziomu MERCON został zaprojektowany specjalnie jako czujnik napełnienia i innych pomiarów poziomu suchych materiałów sypkich w zbiornikach lub silosach. Jest stosowany do sygnalizowania poziomu ciężkich kruszyw, cementu, wapna, węgla, popiołu, piasku, zboża, ziarna, płatków, proszków czy granulatu.

Pojedynczy czujnik o unikatowym romboidalnym kształcie eliminuje podstawową wadę sygnalizatorów typu kamertonowego – zakleszczanie się materiału pomiędzy widełkami i fałszywe alarmy z tym związane. Dodatkowo sposób montażu zapewnia albo większą odporność mechaniczną (dłuższa przekątna rombu w płaszczyźnie pionowej), albo większą czułość w przypadku lekkich mediów o gęstości wynoszącej nawet 20 g/l



(krótsza przekątna rombu w płaszczyźnie pionowej).

Model 219 jest przeznaczony do pomiaru mediów sypkich w wysokich zbiornikach, w których montaż czujnika możliwy jest tylko od góry. Czujnik zawieszony na przewodzie elastycznym umożliwia sygnalizację

znacznie poniżej maksymalnego poziomu w zbiorniku.

Z kolei model 220 z czujnikiem połączonym z obudową elektroniki poprzez elastyczny przewód i łańcuch, pełni rolę wzmocnienia w aplikacjach, w których istnieje ryzyko zerwania czujnika.

### Cechy produktu:

- długość wpustowa czujnika: do 20 m;
- materiał czujnika: stal nierdzewna 304;
- materiał osłony elastycznego przewodu: poliuretan;
- sygnał wyjściowy (binarny): 2x DPDT;
- dioda sygnalizacyjna LED;
- temperatura medium: -40°C do 70°C;
- temperatura otoczenia: -40°C do +60°C;
- zasilanie: 20..250 VAC/VDC;
- obudowa: epoksydowany odlew aluminiowy, IP66.

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

### M-2 Sens – pomiar poziomu wilgotności materiałów sypkich

Wilgotnościomierz materiałów sypkich może wykorzystywać do czterech metod wykrywania wilgoci – mikrofałe, neutronowe, podczerwień i pomiar pojemnościowy. Czujnik M-2 jest w stanie prowadzić precyzyjne pomiary wilgotności w różnych środowiskach. Warto jednak pamiętać, że korzystając z tego rozwiązania, należy mierzyć materiały nieprzewodzące, takie jak zrębki drewna, wapno czy węgiel, nawozy sztuczne itp.

Pomiar wilgotności materiałów sypkich za pomocą urządzenia M-2 najczęściej odbywa się na taśmociągu z zamontowaną aparaturą do pomiaru. Sondę pomiarową montuje



się tak, aby przepływający materiał cały czas dotykał jej czoła. Kalibrację urządzenia wykonuje się z kolei porównując wskazania miernika z wielkością wilgotności wyznaczonej w oparciu o wago-suszarke.

#### Cechy urządzenia:

- wilgotność 0 ... 65% (w zależności od materiału);
- dokładność pomiaru 0,1%;
- pomiar wilgotności *online*;
- niezależnie od przepływu materiału;
- odporny na temperaturę do 120°C;
- certyfikat ATEX;
- zapis wilgotności powierzchni i wilgotności kapilarnej.

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

### Czujnik materiałów sypkich PSP-03

Pojemnościowe czujniki poziomu typu PSP-03 przeznaczone są do sygnalizacji lub regulacji poziomu materiałów sypkich w zbiornikach zamkniętych i otwartych. Wzmocniona konstrukcja elektrody pomiarowej zwiększa odporność na ścieranie, a także powstające osady. Sygnalizator ten charakteryzuje się bardzo wysoką czułością oraz odpornością chemiczną. Przeznaczony jest do mediów sypkich, takich jak np. wapno, zboże, pasza, cement itp.

#### Podstawowe właściwości:

- sygnalizacja poziomu materiałów sypkich;



- łatwa regulacja czułości;
- regulacja opóźnienia zadziałania 0..30 sek.;
- zasilanie 12..24..30 V/DC max. 1 W;
- niskie koszty eksploatacji i brak części ruchomych;
- izolowana elektroda pomiarowa;
- dostępny zasilacz ZSP-201 ze stykiem 2 A, 250 V;
- współpraca 2xPSP-03 z zasilaczem ZSP-222;
- istnieje możliwość wykonania sondy na indywidualne zamówienie klienta.

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

### Specjalistyczny pirometr do pomiarów wysokotemperaturowych

Firma Balluff, specjalizująca się w produkcji czujników, opracowała nowy pirometr oznaczony symbolem BTS, wyposażony w interfejs IO-Link i dwa wyjścia przełączające. Może on monitorować temperaturę w zakresie od 250 do 1250°C, również w obszarach trudno dostępnych i niebezpiecznych, wykrywać przemieszczające się obiekty gorące i rejestrować temperaturę – wszystko to bez konieczności fizycznego kontaktu.

Nowy pirometr, produkowany w wytrzymałej obudowie M30 ze stali nierdzewnej o stopniu ochrony IP67, jest pierwszym tego typu przyrządem wyposażonym w wielofunkcyjny wyświetlacz tekstowy z funkcją automatycznego obracania ekranu, podobnie jak w smartfonie. Poza dwoma wyjściami przełączającymi, nowy pirometr zawiera interfejs IO-Link do zdalnej konfiguracji i bezpośredniej wymiany danych z kontrolerem lub panelem sterującym. Wyjście analogowe 4...20 mA jest dostępne opcjonalnie.

Różne warianty ustawień i wbudowane funkcje pirometru dają użytkownikowi różne możliwości jego zastosowań. Huty, odlewnie, przemysł ceramiczny i huty szkła to tylko niektóre z branż, w których urządzenie to znajduje zastosowanie.



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

## 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. Łopuszańska 95, 02-457 Warszawa

tel.: +48 22 12 34 435, fax: +48 22 12 34 437

[proorganika@proorganika.com.pl](mailto:proorganika@proorganika.com.pl)

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



## Nivoradar NR 3000 – radarowy przetwornik poziomu

NIVORADAR NR3000 to radarowy przetwornik do pomiaru ciągłego materiałów sypkich w silosach. Można go stosować do wszystkich materiałów sypkich, takich jak np. cement, węgiel, popiół, granulaty, pudry, ziarna, detergenty i inne, nawet tam, gdzie jest duże zapylenie. Maksymalna wysokość zbiornika, na jakim można zastosować NIVORADAR, to 100 m.

NIVORADAR NR3000 to najnowocześniejsze rozwiązanie, radar o najwyższej dostępnej częstotliwości do zastosowań cywilnych, prawie 80 GHz i fali modulowanej, będący wynikiem wieloletnich badań. Zaletą takiego rozwiązania jest wysoka stabilność pomiaru, dzięki identyfikacji fali powrotnej oraz fakt, że radar jest w stanie „zobaczyć” bardzo małe drobinę mierzonego materiału. Przy tej technologii obecność pyłu nie stanowi żadnej przeszkody – w porównaniu z najbardziej rozpowszechnionymi radarami 6 czy 24 GHz.

Przetwornik poziomu NIVORADAR występuje tylko w jednej serii urządzeń NR3100.

### Dane techniczne:

- obudowa: stal nierdzewna (316L) IP68;
- ciśnienie: max. +3 bar g (+40 psi);



- zasilanie: 24 V DC (max. DC 30 V);
- głębokość pomiaru: 40 lub 100 metrów;
- sygnał wyjściowy: 4–20 mA; HART;
- temperatura pracy: -40°C...+200°C;
- czułość: stała dielektryczna  $DK > 1.6$ ;
- przyłącza procesowe: kołnierzowe 80–150 mm: 3", 4", 6".

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

## Elastyczna, samoprzylepna głowica czujnika pojemnościowego

Firma Balluff oferuje samoprzylepną głowicę czujnika pojemnościowego o stopniu ochrony IP64, przeznaczoną do bezkontaktowego, ciągłego pomiaru poziomu na nieprzewodzących naczyniach i zewnętrznych ściankach rur wykonanych ze szkła, plastiku lub ceramiki.

Elastyczna głowica o zakresie pomiarowym do 850 mm może być przycinana na długość (min. 108 mm) i łatwo mocowana do ścianek pojemników, bez pomocy dodatkowych akcesoriów, dzięki swojej samoprzylepnej powierzchni. W przypadku biegunowych, wodnych mediów dopuszczalna grubość ścianki wynosi od 2 do 6 mm, a dla mediów nieprzewodzących, takich jak oleje czy materiały sypkie, są to maksymalnie 2 mm.

Czujnik jest przeznaczony do współpracy ze wzmacniaczami BAE z oferty Balluff. Opcjonalny wzmacniacz umożliwia ciągłą sygnalizację



poziomu w całym zakresie pomiarowym i wyprowadzanie wyników w postaci analogowej (0...10 V, 4...20 mA), przez interfejs IO-Link lub w postaci sygnałów informujących o przekroczeniu ustalonej wartości minimalnej lub maksymalnej. Zarówno interfejs IO-Link, jak i wzmacniacz analogowy oferują szerokie możliwości konfiguracji.

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

## Monitorowanie procesów utwardzania farb proszkowych

Uzupełniając wprowadzony niedawno na rynek rejestrator temperatury DATAPAQ EasyTrack3 do utwardzania farb proszkowych, firma Fluke Process Instruments dostarcza obszerny zestaw precyzyjnych i niezawodnych sond termoparowych.

Termopary typu K są zgodne ze specyfikacją ANSI MC96.1 dla klasy dokładności  $\pm 1,1^\circ\text{C}$  lub 0,4%. Są dostarczane z kablem w izolacji PTFE, zapewniającym równocześnie elastyczność i długą żywotność w środowisku przemysłowym. Mierzą temperatury do  $265^\circ\text{C}$ . Dodatkowo, dostępne są termopary wysokotemperaturowe z włókna szklanego o zakresie pomiarowym do  $500^\circ\text{C}$ . Różne opcje mocowania pozwalają na umieszczanie ich na wszystkich magnetycznych i niemagnetycznych produktach o wszystkich kształtach i rozmiarach. Małe sondy powierzchniowe charakteryzują się bardzo krótkim czasem odpowiedzi, dzięki czemu nadają się idealnie do monitorowania temperatury drobnych elementów, plastików i puszek. Sondy z uchwytem zaciskowym *clamp-on* mierzą temperaturę powierzchni i powietrza oraz mogą być używane uniwersalnie do pomiaru temperatury przedmiotów o cienkich ściankach, np. z tłoczonego aluminium. Dostępne są różne sondy magnetyczne do szybkiego mocowania do powierzchni z metali



żelaznych na ruchomych liniach – mianowicie magnetyczne sondy offsetowe do monitorowania płaskich produktów i temperatury powietrza oraz sondy powierzchniowe MicroMag z łatwością mieszczące się w ciasnych przestrzeniach. Ofertę uzupełniają dwu-, cztero- i sześciokanałowe zaciski umożliwiające szybkie odłączenie rejestratora danych oraz tagi ID.

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

### LV-300 – łopatkowe sygnalizatory poziomu materiałów sypkich

Łopatkowe sygnalizatory poziomu materiałów sypkich LV-300 to proste w montażu urządzenie przeznaczone do zabezpieczenia zbiorników przed przepełnieniem. Sygnalizatory mogą również służyć do sygnalizacji zatorów na liniach przesyłowych, przenośnikach i liniach pneumatycznych. Wbudowany w urządzenie mały sil-



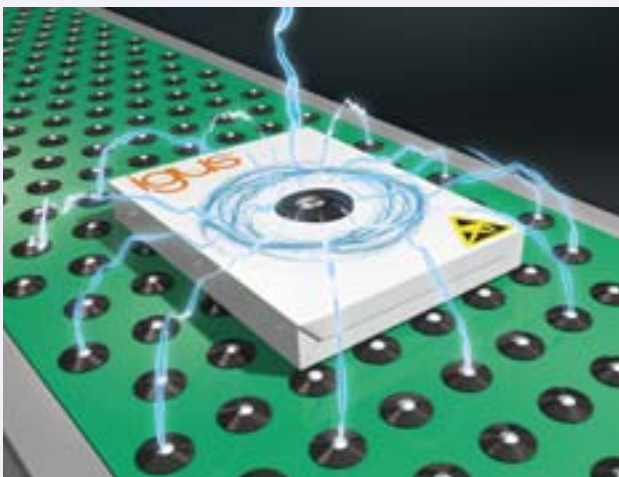
nik elektryczny napędza łopatkę sygnalizatora. W momencie zablokowania łopatki przez materiał sypki silnik wyłącza się

i powoduje przełączenie styków przekaźnika.

Sygnalizatory łopatkowe LV-300 przeznaczone są głównie do sygnalizacji napełnienia zbiorników i silosów z ziarnem, kukurydzą, rzepakami, kawą, piaskiem formierskim, trocinami, zrębkami, peletem drzewnym lub granulatem tworzyw sztucznych.

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

### Polimerowe łożyska transferowe igus zapewniają bezpieczny transport produktów



Użytkownicy polegają na stołach kulowych lub przenośnikach rolkowych do transportu wrażliwych towarów, takich jak przetworniki. Stosowane są wówczas polimerowe łożyska transferowe igus, ponieważ mogą one płynnie przenosić obciążenia nawet do 500 N we wszystkich kierunkach, bez żadnego smaru. Aby chronić zarówno transportowane towary, jak i ludzi przed niekontrolowanym wyładowaniem elektrostatycznym, firma igus opracowała trybopolimer xirodur F182 do produkcji łożysk transferowych. Nowy materiał jest wyjątkowo trwały i udowodnił swoją przewodność elektrostatyczną podczas testów.

W chłodne dni z suchym powietrzem zdarza się, że dotykając jakiegoś obiektu lub ściskając dłoń innej osoby, nagle przez ciało przechodzi lekki wstrząs elektryczny. Ochronę przed takim porażeniem elektrycznym zapewniają tylko tkaniny, które nie ulegają naładowaniu. Podobnie jest w przemyśle. Jeśli pracujesz na produkcji, nie chciałbyś doznawać porażenia za każdym razem, gdy dotkniesz pudełka lub produktu. Wymagane są tutaj materiały przewodzące elektrostatycznie. Firma igus opracowała materiał xirodur F182 do produkcji swoich polimerowych łożysk transferowych xiros. Łożyska transferowe są używane głównie w stołach do przenoszenia wrażliwych lub ciężkich ładunków – do 50 kg na element, w zależności od wielkości – we wszystkich kierunkach. Łatwy i bezsmarowy transport jest możliwy dzięki zastosowaniu odpornych na ścieranie i trwałych trybopolimerów. Specjalny skład nowego materiału xirodur F182 zapewnia rozproszenie ładunku elektrostatycznego przez łożyska transferowe. Jest to znacząca zaleta w porównaniu z metalowymi łożyskami transferowymi, które mają działanie izolujące, poprzez stosowanie smaru. Takie elektrostatycznie rozpraszające elementy są

wymagane zwłaszcza w przemyśle komputerowym i przy produkcji półprzewodników. Gwałtowny wzrost nierozproszonego ładunku elektrostatycznego przez materiał może w łatwy sposób zniszczyć produkt.

W wewnętrznym laboratorium testowym firmy igus, o powierzchni 3800 m<sup>2</sup>, zbadano przewodność elektrostatyczną łożysk transferowych. Łożyska te zostały przetestowane wraz z odpowiednikami wykonanymi ze sprawdzonego xirodur B180. Podczas gdy xirodur B180 wykazał rezystancję powierzchniową 10<sup>12</sup> Ω i działał izolacyjnie, xirodur F182 miał rezystancję powierzchniową mniejszą niż 10<sup>5</sup> Ω i dlatego jest klasyfikowany w kategorii materiałów przewodzących zgodnie z DIN EN 61340-5-1. W rezultacie, stosując łożyska transferowe użytkownik może być pewien, że napięcia i przebicia nie są rozładowywane na transportowany towar lub pracowników.

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



**WAKRO**  
CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE

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

- ruszarki 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

# Badanie środków czystości i wyrobów kosmetycznych

Wiktor Kubiński,  
Mariusz Niekurzak,  
Ewa Kubińska-Jabcoń

Prezentujemy fragment książki pt. „Badanie towarów przemysłowych”, wydanej przez PWN S.A.\*

## BADANIE ŚRODKÓW DO PRANIA I MYCIA

Oznaczanie całkowitej zawartości krzemionki metodą wagową zgodnie normą PN-ISO 8215:2000P polega na jej oznaczeniu we wszystkich rodzajach handlowych proszków do prania, z wyjątkiem proszków zawierających substancje nierozpuszczalne w kwasie inne niż krzemionka. Substancje rozpuszczalne w alkoholu etylowym usuwa się z próbek laboratoryjnej metodą ekstrakcji. Krzemionkę oznacza się wagowo we frakcji nierozpuszczalnej w alkoholu etylowym. Do wykonania badania należy użyć aparatu ekstrakcyjnego Soxhleta, którego schemat przedstawiono na rysunku 4.1, oraz odczynnik: alkohol etylowy, kwas solny o gęstości 1,16–1,19 g/dm<sup>3</sup> i azotan(V) srebra.

Próbkę proszku do prania należy przygotować i przechowywać zgodnie z normą ISO 607:1980E. Badanie powinno być wykonane jak najszybciej. Jeżeli jest to niemożliwe, trzeba umieścić próbkę natychmiast w hermetycznej butelce albo w kolbie szklanej lub z tworzywa sztucznego i zmierzyć jej masę. Nie wolno używać metalowych pojemników. Próbkę powinna być zachowana w niezmiennych warunkach możliwie jak najdłużej do momentu badania. W celu oznaczenia do zlewki należy odsypać 10 g próbki laboratoryjnej proszku do prania. Do usunięcia substancji organicznych można wykorzystać jedną z dwóch metod. Pierwsza z nich polega na wprowadzeniu 300 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego oraz kilku kawałków pumeksu do okrągłodennej kolby Soxhleta, po czym umieszczeniu gilzy z próbką analityczną i zestawieniu aparatu Soxhleta: kolba, ekstraktor, chłodnica. Przez 2 godz. w dość szybkim tempie należy rozpocząć ekstrakcję i kontynuować ją do chwili pierwszego przelania. W tym celu zawartość kolby trzeba ochłodzić, alkohol etylowy pozostały w ekstrakcie przenieść do kolby i odrzucić całą frakcję rozpuszczalną w alkoholu. Drugi sposób – ekstrakcja w zlewce – polega na dodaniu do próbki analitycznej około 250 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego. Zlewkę przykrywa się szkiełkiem zegarowym i ogrzewa jej zawartość do wrzenia, mieszając za pomocą mieszadła mechanicznego lub magnetycznego. Po uzyskaniu przez substancję temperatury wrzenia, należy kontynuować podgrzewanie przez 5 min, nieustannie mieszając. Po tym czasie zlewkę

należy pozostawić do ochłodzenia i wytręca się składników nierozpuszczalnych. Fazę etanolową przesącza się przez sączek z bibuły o średniej gęstości. Ekstrakcję i sączenie należy powtórzyć jeszcze dwa razy, przy użyciu nowej porcji alkoholu etylowego oraz sączka z bibuły z poprzedniej próby. Do zlewki z substancjami nierozpuszczalnymi należy dodać 75 cm<sup>3</sup> gorącego alkoholu etylowego (50–60°C), bagietką szklaną rognieść pozostałe twarde grudki i pozostawić do opadnięcia składników nierozpuszczalnych. Następnie fazę etanolową przesączyć przez ten sam sączek z bibuły. Czynności te należy wykonać jeszcze dwa razy, a następnie dół sączka przekłuć i do zlewki z substancjami nierozpuszczonymi spłukać z niego wszystkie pozostałości.

Po wykonaniu badania za pomocą ekstrakcji w aparacie Soxhleta należy oczyścić aparat z gilzy, a jej zawartość przenieść z użyciem gorącej wody do zlewki, po czym dodać 10 cm<sup>3</sup> kwasu chlorowodorowego (solnego) i mieszać szklaną bagietką. Kolejnym krokiem jest odparowanie substancji do sucha na łaźni wodnej, a następnie dodanie 35–40 cm<sup>3</sup> wody i ogrzewanie przez 10 min, stale mieszając. Po chwili trzeba ponownie dodać 10 cm<sup>3</sup> kwasu solnego, zamieszać i odparować do sucha. Pozostałość rozpuścić, dodać 10 cm<sup>3</sup> kwasu solnego, zamieszać i trzeci raz odparować do sucha. Zlewkę wraz

z pozostałością umieścić na 1 godz. w suszarce laboratoryjnej w temp. 105°C, następnie dodać 50 cm<sup>3</sup> gorącej wody i 10 cm<sup>3</sup> kwasu solnego i ogrzewać przez 10 min na łaźni wodnej, przez cały czas mieszając. Roztwór przesączyć pod próżnią przez wytarowany porcelanowy tygiel do sączenia lub przez miękką sączkę z bibuły bezpopiołowej. Przed zważeniem tygiel trzeba wyprażyć w piecu w temp. 900°C i ochłodzić go w eksykatorze.

Pozostałość na sączku przemyć gorącą wodą, kontynuować czynność aż do stwierdzenia braku jonów chlorkowych w przesączu za pomocą kilku kropli roztworu azotanu srebra. Sączek z bibuły należy umieścić w tyglu platynowym, uprzednio wytarowanym po wyprażeniu w piecu w temp. 900°C i ochłodzonym w eksykatorze. Tygiel z zawartością należy ogrzewać stopniowo do temp. 900°C i pozostawić go w piecu w tej temperaturze na 30 min, następnie ochłodzić go w eksykatorze i zważyć.

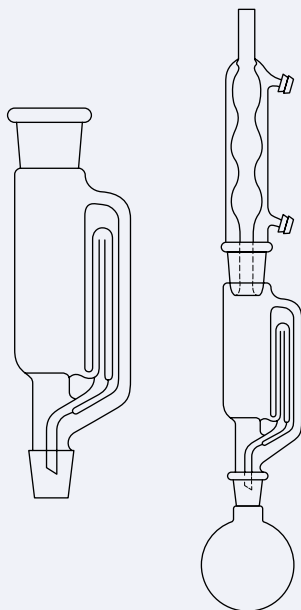
Całkowitą zawartość krzemionki oblicza się ze wzoru

$$\frac{m_1}{m_0} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

gdzie:  $m_0$  – masa próbki analitycznej, g;  
 $m_1$  – masa osadu, g.

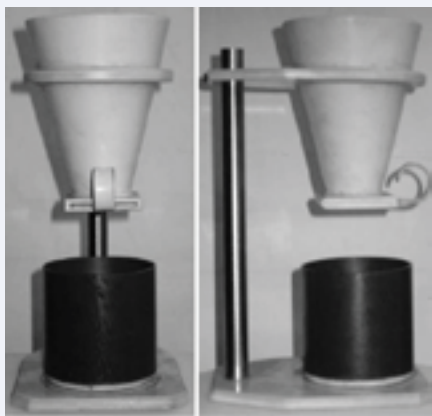
Wynikiem oznaczenia jest średnia z trzech pomiarów.

Oznaczanie gęstości nasypowej proszku do prania i mycia zgodnie z normą PN-C-04829:1992P polega na wyznaczeniu masy proszku swobodnie nasypanego do pojemnika o ustalonych wymiarach oraz proszków wykazujących zdolność do zbrylania się. W przypadku występowania grudek, metodę tę można stosować tylko wówczas, gdy grudki można łatwo rozbić bez zniszczenia struktury proszku. Do oznaczenia gęstości nasypowej służy zestaw składający się z cylindra pomiarowego o pojemności 500 cm<sup>3</sup> i lejka z otworem wypływowym  $\Phi 4$  cm (rys. 4.2). Przed oznaczeniem cylinder pomiarowy należy wyskalować. W tym celu waży się pusty i czysty cylinder, ustawia na poziomej płaszczyźnie, napełnia do pełna wodą o temp. 20°C i usuwa z niego pęcherzyki powietrza przez delikatne postukiwanie w ścianki. Następnie wytarowaną płytkę szklaną ustawia się poziomo do górnej krawędzi brzegu cylindra i przesuwają ją ostrożnie po tej krawędzi, po czym dolewa do nie-



RYŚ. 4.1  
Aparat ekstrakcyjny Soxhleta





RYS. 4.2  
Zestaw do oznaczania gęstości nasypowej

go 1–2 cm<sup>3</sup> wody, szczelnie zakrywa płytką, osusza zewnętrzne ścianki za pomocą bibuły do sączenia i ponownie waży. Do oznaczania lejek umieszcza się w uchwycie i ustawia go współosiowo nad suchym zważonym cylindrem pomiarowym. Po zamknięciu otworu wypływowego lejka płytką szklaną, kładzie się ją na górnej krawędzi cylindra pomiarowego i napełnia lejek próbką proszku do górnej krawędzi. Wyrównując ostrożnie powierzchnię proszku, trzeba usunąć jego nadmiar znajdujący się powyżej krawędzi lejka. Następnie szybkim ruchem usuwa się płytkę szklaną i przesypuje proszek do cylindra. Odczytuje się poziom proszku w cylindrze, tj. jego objętość. Po dwukrotnym zważeniu cylindra z proszkiem, każdorazowo z inną próbką badanego proszku, oblicza się jego gęstość nasypową  $G$  ze wzoru

$$G = \frac{m_1 - m_0}{V}, \text{ g/cm}^3 \quad (4.2)$$

gdzie:  $m_1$  – masa cylindra badanym proszkiem, g;  $m_0$  – masa pustego cylindra, g;  $V$  – objętość nasypanego proszku, cm<sup>3</sup>.

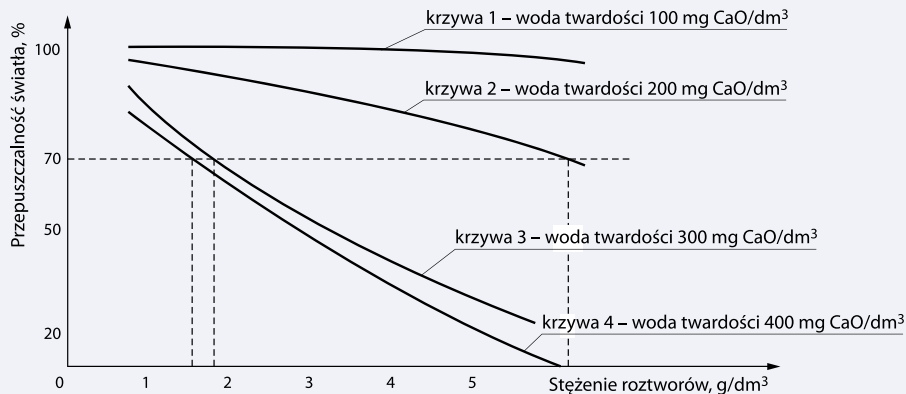
Różnica wyników dwóch oznaczeń nie powinna przekraczać 5% ich średniej arytmetycznej.

Oznaczanie odporności środków powierzchniowo czynnych na twardą wodę zgodnie z [1] polega na ilościowym pomiarze zmętnienia powstałego w roztworze środka powierzchniowo czynnego w wodzie o określonym stopniu twardości i porównaniu z roztworem tego środka powierzchniowo czynnego w wodzie destylowanej.

Do uzyskania wody o określonej twardości należy przygotować próbki roztworów wodnych A i B. W tym celu w kolbie pomiarowej należy rozpuścić w 1 dm<sup>3</sup> wody destylowanej:

Objętość roztworu, cm <sup>3</sup>	TWARDOŚĆ WODY			
	100 mg CaO/dm <sup>3</sup> (3,57 mval/dm <sup>3</sup> )	200 mg CaO/dm <sup>3</sup> (7,14 mval/dm <sup>3</sup> )	300 mg CaO/dm <sup>3</sup> (10,71 mval/dm <sup>3</sup> )	400 mg CaO/dm <sup>3</sup> (14,28 mval/dm <sup>3</sup> )
ROZTWÓR A	8,5	17,0	25,5	34,0
ROZTWÓR B	1,5	3,0	4,5	6,0

TAB. 4.1  
Tabela twardości wody [14]



RYS. 4.4  
Wykres odporności środka powierzchniowo czynnego w wodach o różnej twardości [1]

- 40 g uwodnionego chlorku wapnia dla roztworu A,
- 44 g uwodnionego siarczanu(VI) magnezu dla roztworu B.

Z roztworów A i B sporządza się odpowiednie roztwory, posługując się danymi zawartymi w TAB. 4.1.

Przed oznaczeniem należy przygotować roztwór podstawowy środka powierzchniowo czynnego. Do zlewki należy odważyć 5 g badanego środka, a następnie wlać do niej gorącą wodę destylowaną i doprowadzić do jego rozpuszczenia. Otrzymany roztwór przelewa się do kolby miarowej o pojemności 100 cm<sup>3</sup>, uzupełnia wodą destylowaną do granicy pomiaru i miesza. Z uzyskanego roztworu sporządza się roztwory o różnych stężeniach środka powierzchniowo czynnego w wodzie destylowanej i w wodzie o różnej twardości. Po godzinie od sporządzenia roztworów należy zbadać w temperaturze roztworów 20°C ich zmętnienie za pomocą spektrofotometru przy długości fali 510–570 nm. Typowy spektrofotometr do oznaczenia twardości wody przedstawiono na RYS. 4.3.

Dla każdego stężenia badanego środka powierzchniowo czynnego przyjmuje się przepuszczalność światła przez jego roztwór w wodzie destylowanej jako 100% i w stosunku do niego oznacza się przepuszczalność światła przez roztwory w wodzie o różnej twardości. Przepuszczalność światła odczytuje się ze skali przyrządu, wykonując dla każdego roztworu 3 pomiary i przyjmuje za wynik średnią arytmetyczną pomiarów. Na podstawie wyników należy wykonać wykres prowadząc krzywą przez punkty uzyskane dla roztworów środka powierzchniowo czynnego w wodzie o jednakowej twardości.

Następnie z punktu o przepuszczalności 70% na osi rzędnych wykreśla się prostą równoległą do osi odciętych, a punkty jej przecięcia z krzywymi rzutuje na oś odciętych.

Schematyczny wykres odporności środka powierzchniowo czynnego w wodach o różnej twardości przedstawiono na RYS. 4.4.

Wyznaczone na osi odciętych stężenia roztworów o przepuszczalności światła 70% określają odporność badanego środka powierzchniowo czynnego na wodę o określonej twardości. Jeżeli wyznaczone krzywe dla wszystkich twardości wody przebiegają powyżej punktu odpowiadającego 70% przepuszczalności, to uznaje się, że badany środek jest odporny na twardą wodę.

Oznaczanie szczelności opakowania jednostkowego i zawartości deklarowanej płynu do ręcznego mycia naczyń w jednostkach masy i objętości zgodnie z normą PN-C-77003:1997P polega na badaniu szczelności i czystości opakowania oraz czytelności napisów na nim zamieszczonych. Opakowanie powinno się łatwo otwierać i umożliwiać odpowiednie dozowanie płynu. Na każdym opakowaniu jednostkowym powinny znajdować się następujące informacje: nazwa wyrobu, nazwa i adres producenta, deklarowana zawartość płynu w opakowaniu jednostkowym, wykaz składników i sposób użycia. >>>



RYS. 4.3  
Spektrofotometr do pomiaru zmętnienia roztworów [2]

CECHA	WYMAGANIA
WYGLĄD	bez obecności: plam, nalotów, zanieczyszczeń na powierzchni, pęknięć i rys, naddatków krawędzi, deformacji kawałka mydła
KSZTAŁT	regularny, bez zniekształceń, zgodny z oferowanym wzorcem: prostokątny, owalny, kulisty, poduszkowy, dostosowany do kształtu dłoni
ZAPACH	bez zapachu, zapach przyjemny charakterystyczny dla danej kompozycji zapachowej, nie może być mdły, ostry, drażniący
PIENISTOŚĆ, SPŁUKIWALNOŚĆ	sprawdzić przez umycie rąk pienienie się mydła, łatwość splukiwania oraz skuteczność zmywania skóry (usuwanie brudu)
EFEKT PIELĘGNACYJNY	po umyciu i wysuszeniu dłoni ocenić stan skóry: ściągnięta, wysuszona, szorstka, miękka, gładka, uczucie nakremowania, sprawdzić zapach powstały na skórze
OPAKOWANIE	właściwy dobór do rodzaju mydła (kartonik, papier, folia, opakowanie wielowarstwowe), szczelność, trwałość, forma konstrukcyjna, dogodność manipulacji, informacyjność (zakres informacji, rzetelność, czytelność), estetyka (elementy graficzne, dobór kolorów, liternictwo), termin przydatności

TAB. 4.2  
Wymagania stawiane mydlom toaletowym [1]

CECHY MYDŁA	OCENA	WSPÓLCZYNNIK WAGOWY	ILOCZYN 2 · 3
1	2	3	4
KSZTAŁT	3	0,15	0,45
WYGLĄD	3	0,10	0,30
ZAPACH	5	0,25	1,25
PIENISTOŚĆ, SPŁUKIWALNOŚĆ	4	0,15	0,60
EFEKT PIELĘGNACYJNY	4	0,20	0,80
OPAKOWANIE	2	0,15	0,30
OCENA OGÓLNA		1,00	3,20

TAB. 4.3  
Przykładowa ocena mydeł toaletowych w metodzie ekspertów

Wskazane jest podanie przybliżonej liczby możliwych do wykonania procesów mycia. Oblicza się ją dzieląc objętość produktu przez jego ilość wymaganą na 5 dm<sup>3</sup> wody do mycia brudnych naczyń.

Objętościowy współczynnik opakowania VCP oblicza się ze wzoru

$$VCP = \frac{V_1}{V} \quad (4.3)$$

gdzie: V<sub>1</sub> – objętość najmniejszego prostopadłościanu, w którym może zawierać się opakowanie, cm<sup>3</sup>; V – objętość zapakowanego produktu odczytana z opakowania, cm<sup>3</sup>.

Pierwotne opakowanie musi mieć objętościowy współczynnik opakowania VCP ≤ 1,9.

Kryterium nie stosuje się do pierwotnych opakowań wyprodukowanych w 50 procentach lub więcej z materiału z odzysku.

Określenie zawartości masy deklarowanej płynu zgodnie z normą polega na zważeniu opakowania jednostkowego wraz z zawartością, a następnie wylaniu jego zawartości i kilkakrotnym przepłukaniu go ciepłą wodą. Po

odsączeniu i wysuszeniu należy zważyć puste opakowanie. Zawartość płynu w opakowaniu jednostkowym X<sub>1</sub> oblicza się ze wzoru

$$X_1 = m_1 = m_2 \cdot g \quad (4.4)$$

gdzie: m<sub>1</sub> – masa opakowania z zawartością, g; m<sub>2</sub> – masa pustego, wyplukanego i wysuszonego opakowania, g.

W celu określenia zawartości objętości deklarowanej płynu zawartość opakowania jednostkowego należy przelać do cylindra miarowego o pojemności dobranej do objętości deklarowanej przez producenta i odczytać objętość. Nie powinna ona być mniejsza niż 96% zawartości deklarowanej na opakowaniu jednostkowym.

Oznaczenie organoleptyczne serii mydeł toaletowych polega na ocenie metodą punktową ich właściwości. Wymagania stawiane mydlom przedstawiono w TAB. 4.2.

Przed oznaczeniem należy sporządzić dla każdego rodzaju mydła oddzielną kartę ocen, wpisując do niej wytypowane cechy

i odpowiadające im współczynniki wagowe. Współczynniki ustalające hierarchię ważności cech w sumie wszystkich w indywidualnej ocenie, powinny być równe jedności. Następnie należy przeprowadzić ocenę właściwą mydła, przyznając odpowiednią liczbę punktów od 1 (niedostateczna) do 5 (bardzo dobra) każdej z cech zawartych w TAB. 4.2.

Przykładową kartę ocen mydła toaletowego przedstawiono w TAB. 4.3.

Po wypełnieniu kart ocen dla każdego rodzaju mydła i obliczeniu oceny końcowej należy wykonać zestawienie zbiorcze dla badanej serii mydeł.

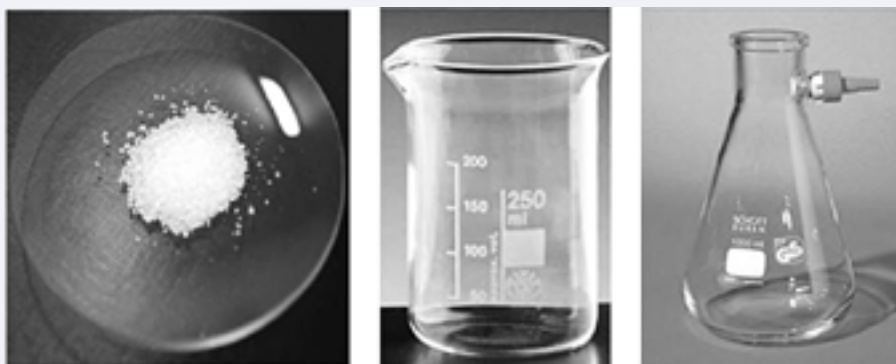
Oznaczanie pH wyciągu wodnego proszku do prania i jego rozpuszczalności w wodzie zgodnie z normą PN-EN 1262:2004E polega na pomiarze w temp. 20°C siły elektromotorycznej elementu galwanicznego zanurzonego w roztworze syntetycznego środka piorącego. Oznaczenie należy wykonywać pehametrem z elektrodą szklaną i chlorosrebrową lub szklaną i kalomelową. Do oznaczenia przygotowuje się 100 cm<sup>3</sup> roztworu środka piorącego w wodzie destylowanej o stężeniu 1% (m/m).

Po sprawdzeniu i wyskalowaniu pehametru na bufor o pH najbardziej zbliżonym do przewidywanego pH roztworu badanego, roztwór ten przelewa się do zlewki i zanurza w nim elektrody przemyte wodą destylowaną. Wartość pH roztworu odczytuje się na skali pehametru. Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna dwóch pomiarów o różnicy do 0,1 jednostki pH.

Oznaczanie rozpuszczalności proszku do prania w wodzie zgodnie z normą PN-C-04823:1982P polega na wagowym oznaczeniu środka piorącego, który nie rozpuścił się w wodzie destylowanej w określonych warunkach badania. Do oznaczenia należy odważyć na szkiełku zegarkowym 1 g badanego środka piorącego, przenieść go do zlewki i dodać do niej 100 cm<sup>3</sup> wody o temp. 95°C. Całość należy mieszać mieszadłem magnetycznym bez spienienia przez 10 min, po czym pozostawić na 10 min w celu sedymentacji osadu. Następnie roztwór należy przesączyć do kolby ssawkowej, a pozostałość w zlewce za pomocą 50 cm<sup>3</sup> wody destylowanej przenieść do tygla i suszyć w suszarce w temp. 105°C do uzyskania stałej masy. Stosowaną do oznaczenia aparaturę badawczą przedstawiono na RYS. 4.5. Zawartość w badanym proszku substancji nierozpuszczalnych w wodzie X<sub>1</sub> oblicza się ze wzoru

$$X_1 = \frac{b}{a} \cdot 100\% \quad (4.5)$$

gdzie: b – sucha pozostałość w tygliku po sączeniu, g; a – odważka badanego środka piorącego, g.



RYS. 4.5  
Aparatura badawcza do wykonania oznaczenia: a) szkiełko zegarkowe b) zlewka, c) kolba ssawkowa

RODZAJ WYMAGAŃ	CECHA
BARWA	biała do kremowej lub inna wg producenta, dopuszcza się wtrącenia o innej barwie wynikające z receptury
POSTAĆ	sypki proszek, dopuszcza się występowanie grudek rozpadających się pod naciskiem palca oraz wtrącenia pochodzące z użytych surowców
ZAPACH	przyjemny, maskujący naturalny zapach proszku, dopuszcza się produkowanie proszku bez dodatku kompozycji zapachowych
CZYNNIKI pH ROZTWORU PIORAĄCEGO	8,5–11,0
MINIMALNA ROZPUSTCZALNOŚĆ W WODZIE, %	98,0
ZDOLNOŚĆ PIENIENIA W PRALCE AUTOMATYCZNEJ	piana nie wycieka z otworu przelewowego
MAKSYMALNY SPADEK WYTRZYMAŁOŚCI TKANINY NA ROZCIĄGANIE, %	25
ZDOLNOŚĆ PIORAĄCA	109–104

TAB. 4.4

Badanie środków czystości i wyrobów kosmetycznych

Natomiast rozpuszczalność środka piorącego w wodzie  $X_2$  oblicza się ze wzoru

$$X_1 = 100 - X_2, \% \quad (4.6)$$

Wynikiem końcowym oznaczenia jest średnia arytmetyczna z co najmniej trzech oznaczeń różniących się do 0,5.

Po oznaczeniu proszku do prania poddaje się badaniom organoleptycznym, przyjmując kryteria oceny określone w normie i preferencje osobiste. Wymagania stawiane enzymatycznym proszkiem do prania w temp. 95°C z chemicznymi środkami bielącymi przedstawiono w TAB. 4.4.

Oznaczanie składu ziarnowego proszku do prania zgodnie z normą PN-C-04828:1991P polega na mechanicznym przesiewaniu proszku na sucho przez zestaw sit kontrolnych o standardowych oczkach sposobem odważki i oznaczeniu wagowym uzyskanych frakcji ziarnowych.

Do oznaczenia stosuje się wstrząsarkę elektromagnetyczną. Po ustawieniu i wypoziomowaniu wstrząsarki ustawia się czyste i suche sita w kolejności oczka od góry: 2,5; 1,6; 1,0 i 0,8 mm. W denku umieszcza się dolne sito do zbierania przesiewu. Po odważeniu ok. 100 g proszku, przenosi się jego zawartość na górne sito i przykrywa pokrywą.

Zestaw sit na 5 min umieszcza się na wstrząsarce. Frakcje proszku z poszczególnych sit przenosi się na osobne arkusze papieru i pędzlem usuwa pozostałe cząstki proszku z oczek sita. Poszczególne partie proszku z papieru należy przenieść na szalki Petriego i zważyć. Przesiew zebrany w denku przenosi się na zestaw sit 0,4 mm i 0,2 mm i wykonuje czynności analogiczne do opisanych powyżej. W celu sprawdzenia końca procesu przesiewania wszystkie sita należy wstrząsnąć nad arkuszem gładkiego papieru rozłożonego na stole. Pojedyncze sito wstrząsa się ręcznie przez 1 min, pochylając je pod kątem 30° i lekko uderzając ręką w jego bok.

Po 1-minutowym ręcznym wstrząsaniu należy zebrać ilościowo proszek z arkusza papieru i zważyć. Przesiewanie jest zakończone, gdy przez sito w ciągu 1 min przechodzi nie więcej niż 0,2% odważki proszku. Jeżeli ten warunek nie jest zachowany, uzyskany przesiew (większy niż 0,2%) należy dołączyć do klasy ziarnowej niżej położonego sita. Frakcję ziarnową  $X$  oblicza się ze wzoru

$$X = \frac{m_1}{m} \cdot 100\% \quad (4.7)$$

gdzie:  $m_1$  – masa przesiewu lub odsiewu, g;  $m$  – masa wyjściowa próbki, g.

Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna co najmniej trzech równoległych oznaczeń.

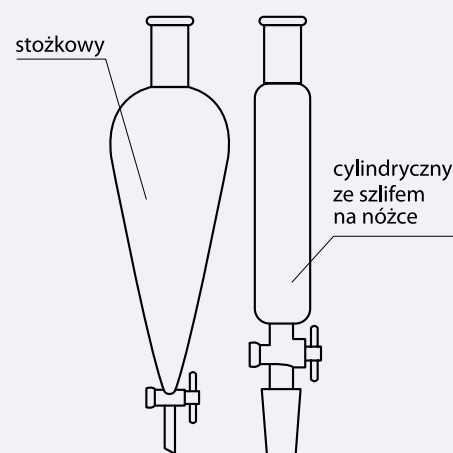
Oznaczanie średniej masy kawałka mydła i jego właściwości pianotwórczych odbywa się metodą zważenia pojedynczo bez opakowania jednostkowego 10 kawałków badanego mydła i obliczeniu średniej masy kawałka jako średniej arytmetycznej wyników. Wartości te trzeba porównać z masą nominalną podaną przez producenta.

Średnią masę kawałka mydła należy przeliczyć na masę nominalną  $X$  według wzoru:

$$X = \frac{X_r \cdot m_r}{m} \quad (4.8)$$

gdzie:  $X_r$  – wynik oznaczenia w przeliczeniu na masę rzeczywistą;  $m_r$  – średnia masa rzeczywista kawałka mydła, g;  $m$  – masa nominalna kawałka mydła, g.

Określenie właściwości pianotwórczych mydła zgodnie z normą PN-C-04801:1974P polega na pomiarze objętości piany wytworzonej przez swobodny wypływ z pipety (rozdzielacza) określonej ilości roztworu badanego mydła z wysokości 900 mm na powierzchnię tego samego roztworu znajdującego się w skalibrowanym cylindrze miarowym. Przed oznaczeniem mydło rozdrabnia się na strużyny o grubości 1 mm, z któ-



RYS. 4.6

Rozdzielacze

rych przygotowuje się 0,2-proc. roztwór w świeżo przygotowanej wodzie destylowanej.

Do każdego oznaczenia przygotowuje się ok. 1 dm<sup>3</sup> roztworu na 0,5–2 godz. przed badaniem. Następnie do cylindra pomiarowego wlewa się 50 cm<sup>3</sup> badanego roztworu mydła bez piany. Po 10 min pobiera się pompką ssącą 200 cm<sup>3</sup> roztworu i bez tworzenia się piany wprowadza go do rozdzielacza. Typowy rozdzielacz z cylindrem pomiarowym przedstawiono na RYS. 4.6.

Rozdzielacz z roztworem umieszcza się centrycznie nad cylindrem pomiarowym, tak aby jego otwór wypływowy znajdował się 900 mm nad poziomem cieczy w cylindrze. Po otworzeniu kranu rozdzielacza i po wypływie całej objętości roztworu włącza się sekundomierz. Wysokość słupa powstałej piany należy odczytać po upływie 1 min oraz ponownie po upływie 10 min. Na podstawie wykonanego oznaczenia należy obliczyć:

• zdolność pianotwórczą  $X$  badanego mydła ze wzoru

$$X = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}, \text{cm}^3 \quad (4.9)$$

gdzie:  $d$  – średnica wewnętrzna cylindra pomiarowego, cm;  $h$  – odczytana wysokość słupa piany, cm.

• wskaźnik trwałości piany  $Y$  ze wzoru

$$Y = \frac{V_2}{V_1} \cdot 100\% \quad (4.10)$$

gdzie:  $V_2$  i  $V_1$  – objętość piany zmierzona po 10 min i po minucie, cm<sup>3</sup>.

Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna z pięciu równoległe wykonanych pomiarów.

Oznaczanie wolnych alkaliów żrących mydła zgodnie z normą PN-C-04804.07:1976P polega na zobojętnieniu jonów wodorotlenowych (OH)<sup>-</sup> kwasem olejowym użytym w nadmiarze, a następnie odmiareczkowa-



niu nadmiaru kwasu mianowanym roztworem wodorotlenku potasu. W celu oznaczenia należy w naczynku wagowym odważyć 3 g badanego mydła, a do kolby stożkowej wlać 100 cm<sup>3</sup> bezwodnego alkoholu etylowego, zobojętnić go alkoholowym roztworem wodorotlenku potasu wobec fenoloftaleiny, po czym dodać pipetą 5 cm<sup>3</sup> alkoholowego roztworu kwasu olejowego. Do takiego roztworu należy wsypać odważoną próbkę mydła, a naczynko zważyć powtórnie. Alkohol z próbką mydła doprowadzić do wrzenia pod chłodnicą zwrotną i ogrzewać przez 10 min, po czym roztwór ochłodzić do temperatury pokojowej i miareczkować 0,1 N roztworem wodorotlenku potasu do różowego zabarwienia. Chłodnicę zwrotną do przygotowywania badanego roztworu przedstawiono na RYS. 4.7.

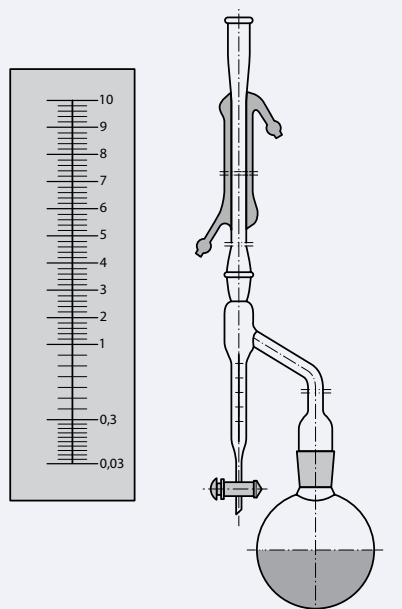
Równolegle należy wykonać ślepą próbę 100 cm<sup>3</sup> bezwodnego alkoholu etylowego i 5 cm<sup>3</sup> alkoholowego roztworu kwasu olejowego. Z próbą ślepą postępuje się podobnie jak z próbą badaną. Zawartość wolnych alkaliów żrących X w przeliczeniu na NaOH w mydłach sodowych oblicza się ze wzoru

$$X = \frac{0,040 \cdot (V_1 - V_2) \cdot N}{m} \cdot 100\% \quad (4.11)$$

gdzie:  $V_1$  i  $V_2$  – objętość 0,1 N roztworu wodorotlenku potasu zużyta do miareczkowania próby ślepej i próby mydła, cm<sup>3</sup>; 0,040 – ilość wodorotlenku sodu odpowiadająca 1 cm<sup>3</sup> (1 N kwasu olejowego);  $N$  – normalność roztworu wodorotlenku potasu;  $m$  – odważka badanego mydła, g.

Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna co najmniej dwóch oznaczeń.

*Oznaczanie wyglądu, zapachu i pH płynu do ręcznego mycia naczyń* zgodnie z normą polega na badaniu organoleptycznym przygotowanego roztworu w temp. 18–20°C. Całość badania obejmuje dokładne wymieszanie zawartości opakowania jednostkowego, przeniesienie 200 cm<sup>3</sup> badanego płynu do cylindra miarowego i po 30 min obserwowanie jego wyglądu niezbrojonym okiem. Sprawdza się jednorodność płynu, obecność zanieczyszczeń mechanicznych i osadu. Jeżeli na dnie cylindra pojawi się osad, należy wykonać oznaczenie jego zawartości. Badanie to polega na przeniesieniu dokładnie wymieszanego opakowania jednostkowego do cylindra pomiarowego 500 cm<sup>3</sup> i pozostawieniu go w temp. 20°C na 24 godz. do aklimatyzacji. W przypadku opakowań jednostkowych mniejszych niż 500 cm<sup>3</sup> należy połączyć zawartość kilku opakowań w celu uzyskania 500 cm<sup>3</sup>. Następnie w cylindrze miarowym, w którym znajduje się badany płyn, umieszcza się wąż cienkościenny i ostrożnie przelewem zlewa się z osadu około 450 cm<sup>3</sup> płynu.



RYS. 4.7  
Chłodnica zwrotna [4]

Pozostały w cylindrze płyn należy dokładnie wymieszać z osadem i przenieść porcjami do probówki wirówkowej, dodając kolejno jego porcje. Po odwirowaniu należy usunąć z probówki płyn z osadu i wraz z jego zawartością wirować z prędkością 3000 obr/min w ciągu 15 min. Po odwirowaniu ostatniej porcji płynu należy odczytać objętość osadu pozostałego w probówce, w cm<sup>3</sup>. Zawartość osadu X oblicza się ze wzoru

$$X = a \cdot 0,2, \% \quad (4.12)$$

gdzie:  $a$  – objętość osadu w probówce, cm<sup>3</sup>; 0,2 – współczynnik przeliczeniowy.

Oznaczenie pH roztworu badanego płynu o stężeniu 1% (m/m) wykonuje się w wodzie o twardości 5,35 mmol/dm<sup>3</sup>. Przed wykonaniem badania należy przygotować dwa roztwory (A i B) używając świeżo przegotowanej wody. W celu uzyskania roztworu A należy odważyć 40 g chlorku wapnia CaCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O i rozpuścić w 1 dm<sup>3</sup> wody destylowanej. Do sporządzenia roztworu B należy odważyć 44 g siarczanu(VI) magnezu MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O i również rozpuścić w 1 dm<sup>3</sup> wody. Z tak przygotowanych roztworów pobiera się pipetą 12,7 cm<sup>3</sup> roztworu A i 2,2 cm<sup>3</sup> roztworu B, rozcieńcza je osobno w 450 cm<sup>3</sup> wody, przelewa do kolby i dopełnia do kreski wodą. Po wymieszaniu oznacza się ich pH za pomocą odczynników chemicznych. Roztwór płynu do ręcznego mycia naczyń powinien mieć pH 5–8,5. Powinien ponadto być czysty, jednorodny z opalizacją i osadem w ilości do 0,2% (v/v). Zapach badanego płynu sprawdza się organoleptycznie po jego przeniesieniu do cylindra miarowego – powinien być przyjemny, nie wskazywać na przebieg procesu rozkładu.

*Oznaczenie zawartości aktywnego tlenu w proszkach do prania* zgodnie z normą PN-C 04816:1992P polega na jego określeniu pod-

czas wydzielania się w reakcji nadtlenohydratu z nadmanganianem potasu w kwaśnym środowisku. Do badania należy użyć kolby stożkowej z szeroką szyjką, mieszadła mechanicznego oraz odczynników: siarczanu glinu w celu poprawy barwy podczas miareczkowania i kwasu siarkowego dla skrócenia długiego etapu indukcji reakcji, który może wystąpić w przypadku niektórych proszków do prania. Z próbki laboratoryjnej pobranej i przygotowanej zgodnie z normą PN-C 04808:1988P należy odważyć 10 g badanego proszku i przenieść do zlewki, po czym wlać 1000 cm<sup>3</sup> wody o temp. 35–40°C i mieszać mieszadłem przez 3 min. do rozpuszczenia, dolewając 50 cm<sup>3</sup> kwasu siarkowego. Następnie, mieszając, dodawać kroplami roztwór nadmanganianu potasu do momentu pojawienia się trwałego, blad różowego zabarwienia, po czym pobrać pipetą 100 cm<sup>3</sup> badanego roztworu rozpuszczonego w zlewce i przenieść do kolby stożkowej z kwasem siarkowym. Roztwór w kolbie stożkowej należy miareczkować mianowanym roztworem nadmanganianu potasu, aż do pojawienia się blad różowego zabarwienia utrzymującego się przez co najmniej 15 s. Jeżeli zmiana barwy w punkcie końcowym miareczkowania jest niewyraźna, należy powtórzyć miareczkowanie z dodatkiem 1 g siarczanu glinu lub 20 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu siarkowego. Miareczkowanie powinno być przeprowadzone możliwie szybko po rozpuszczeniu próbki proszku do prania w wodzie.

Zawartość aktywnego tlenu X w proszku do prania oblicza się ze wzoru

$$X = \frac{V \cdot c \cdot 0,08}{m} \cdot 100\% \quad (4.13)$$

gdzie:  $V$  – objętość roztworu nadmanganianu potasu użytego do miareczkowania, cm<sup>3</sup>;  $c$  – stężenie roztworu nadmanganianu potasu, mol/dm<sup>3</sup>;  $m$  – masa badanej próbki proszku, g; 0,08 – ilość tlenu równoważna 1 cm<sup>3</sup> roztworu nadmanganianu potasu o stężeniu  $c$  (1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,1 mol/dm<sup>3</sup>.

Wynikiem oznaczenia jest średnia arytmetyczna z dwóch równoległe wykonanych oznaczeń.

*Oznaczanie zawartości chlorków w mydle metodą miareczkowania* zgodnie z normą PN-ISO 457:2000P polega na argentometrycznym miareczkowaniu chlorków zawartych w mydle. Do badania należy stosować odczynniki o znanej czystości analitycznej i pobierać próbki zgodnie z normą PN-ISO 8212:2000P. W celu wykonania oznaczenia należy odważyć 5 g próbki laboratoryjnej i w zlewce rozpuścić w 50 cm<sup>3</sup> gorącej wody. Roztwór ten przenieść do kolby jednomiarowej, przemywając małymi porcjami wody, dodać 5 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu azotowego(V)

i 25 cm<sup>3</sup> roztworu azotanu(V) srebra. Następnie kolbę należy umieścić w łaźni z wrzącą wodą i ogrzewać do czasu, aż całkowicie wydzielią się kwasy tłuszczowe, a powstały chlorek srebra zbierze się w postaci serowatej masy. Zawartość kolby schłodzić następnie do temperatury pokojowej, rozcieńczyć wodą i mieszać, po czym przesączyć przez suchy, karbowany sączek z bibuły filtracyjnej i odrzucić pierwsze 10 cm<sup>3</sup> roztworu. Następnie pipetą przenieść 110 cm<sup>3</sup> przesącza do kolby stożkowej, dodać roztwór siarczanu amonu i żelaza(III) i miareczkować mianowanym roztworem rodanku amonu, energicznie potrząsając kolbę stożkową, do chwili pojawienia się trwałego, czerwono-brązowego zabarwienia. Zawartość chlorków w mydle:

- wyrażoną ułamkiem masowym chlorku sodu NaCl, należy obliczyć ze wzoru

$$0,0585 \cdot (25 \cdot c_1 - 2 \cdot V \cdot c_2) \cdot \frac{100}{m}, \% \quad (4.14)$$

- wyrażoną ułamkiem masowym chlorku potasu KCl, należy obliczyć ze wzoru

$$0,0746 \cdot (25 \cdot c_1 - 2 \cdot V \cdot c_2) \cdot \frac{100}{m}, \% \quad (4.15)$$

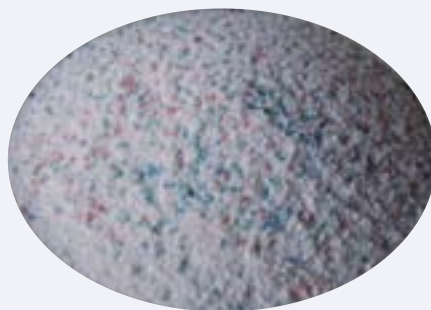
gdzie:  $m$  – masa badanej próbki, g;  $V$  – objętość mianowanego roztworu rodanku amonu użytego do miareczkowania, mm;  $c_1$  – rzeczywiste stężenie roztworu azotanu srebra AgNO<sub>3</sub>, mol/dm<sup>3</sup>;  $c_2$  – rzeczywiste stężenie roztworu rodanku amonu NH<sub>4</sub>SCN, mol/dm<sup>3</sup>; 0,0585 – masa chlorku sodu odpowiadająca 1 cm<sup>3</sup> roztworu azotanu srebra o stężeniu  $c$  (AgNO<sub>3</sub>) = 1,000 mol/dm<sup>3</sup>, g; 0,0746 – masa chlorku potasu odpowiadająca 1 cm<sup>3</sup> roztworu azotanu srebra o stężeniu  $c$  (AgNO<sub>3</sub>) = 1,000 mol/dm<sup>3</sup>, g.

Oznaczenie zawartości fosforanów w proszku do prania zgodnie z normą PN-C-04824:1983P polega na określeniu ich ilości metodą miareczkowania pehametrycznego.

Badanie to obejmuje zhydrolizowanie skondensowanych fosforanów do formy orto i miareczkowanie wodorotlenkiem sodu w zakresie pH 4,3–8,8, co odpowiada przejściu ortofosforanu jednosodowego NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> w ortofosforan dwusodowy Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.

Do oznaczenia należy ze średniej próbki odważyć 1 g proszku i powoli zwęgląć ją na palniku, nie przekraczając temp. 500°C. Gdy masa w tyglu zwęgli się całkowicie i zakończy się wydzielanie dymów, przenieść ją po ochłodzeniu do zlewki, popłukując tygiel 25 cm<sup>3</sup> gorącej wody, po czym dodać 10 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu solnego, ogrzewać pod przykryciem przy lekkim wrzeniu przez 30 min. Gorący roztwór odsączyć od węgla przez średni sączek bibułowy do zlewki, prze-

myć osad i zlewkę gorącą wodą, po czym ochłodzić i przy użyciu pehametru doprowadzić za pomocą roztworu wodorotlenku sodu do wartości pH 4,3, a następnie analogicznie do pH 8,8. W przypadku analizy proszku do prania zawierającego nadboran sodu, próbkę po przesączeniu do zlewki odparowuje się do sucha w łaźni wodnej, dodając 100 cm<sup>3</sup> alkoholu metylowego i 10 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu solnego. Następnie zlewkę należy przykryć szkiełkiem zegarkowym i wygotować do objętości 20 cm<sup>3</sup>, utrzymując roztwór w stanie wrzenia przez 30 min. Pozostały roztwór odparowuje się w strumieniu powietrza do objętości 10 cm<sup>3</sup>, a następnie pozostałość rozcieńcza się wodą. Zobjętnienie roztworu i miareczkowanie od pH 4,3 do 8,8 przeprowadza się analogicznie jak dla proszków niezawierających nadboranu sodu.



W przypadku oznaczenia sumy P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w samym trójpolifosforanie sodu należy pominąć proces zwęglania i sączenia próbki. Odważa się 0,35 g trójpolifosforanu sodu, rozpuszcza w 25 cm<sup>3</sup> gorącej wody i przenosi do zlewki, po czym dodaje 10 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu solnego i ogrzewa pod przykryciem przez 30 min. Następnie do zlewki dodaje się 80 cm<sup>3</sup> wody, popłukując jednocześnie szkiełko zegarkowe i ochładza do temperatury pokojowej. Zobjętnienie roztworu i miareczkowanie od pH 4,3 do 8,8 przeprowadza się analogicznie jak dla proszków do prania. Zawartość P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oblicza się ze wzoru

$$X = \frac{V \cdot N \cdot 7,098}{m} \cdot 100\% \quad (4.16)$$

gdzie:  $V$  – objętość roztworu wodorotlenku sodu zużytego do miareczkowania, cm<sup>3</sup>;  $N$  – stężenie molowe wodorotlenku sodu, mol/dm<sup>3</sup>;  $m$  – masa badanej próbki proszku, g; 7,098 – współczynnik przeliczeniowy.

Wynikiem oznaczenia jest średnia arytmetyczna z dwóch równoległych wykonanych oznaczeń.

Oznaczenie zdolności myjących płynu do ręcznego mycia naczyń zgodnie z normą polega na ocenie mycia w temp. 45°C w roztworze badanego płynu talerzy z naniesionym uprzednio standardowym zabrudzeniem. Czas mycia jednego talerza powinien

wynosić 30 s. Po umyciu i wysuszeniu talerze zanurza się w roztworze jodu, który ze skrobą pozostającą na talerzu tworzy związek o intensywnym zabarwieniu ułatwiający ocenę skuteczności mycia. Przed wykonaniem badania talerze należy umyć gąbką w kąpeli myjącej przygotowanej z wzorcowego środka myjącego zgodnie z normą, używając na 10 dm<sup>3</sup> wody ok. 20 g środka. Po umyciu talerze należy dokładnie opłukać pod bieżącą wodą, a następnie odtłuścić je alkoholem etylowym skażonym acetonem. Czyste i odtłuszczone talerze umieszcza się na osączarce i suszy w temperaturze pokojowej. Po wysuszeniu na połowę powierzchni każdego talerza nanosi się 2 g kompozycji brudzącej i rozprowadza ją równomiernie pędzlem. Pierwsze trzy talerze z każdej serii należy odrzucić. Zabrudzone w ten sposób talerze pozostawia się przez 24 godz. w temperaturze pokojowej w celu utrwalenia się naniesionej kompozycji brudzącej. Następnie należy przygotować wzorcową kąpiel myjącą.

W tym celu w zlewce odważa się 17 g wzorcowego środka myjącego, po czym zawartość zlewki przelewa do wanienki emaliowanej zawierającej 10 dm<sup>3</sup> wody i płucze. Do badania zdolności myjącej należy użyć 30 sztuk talerzy, które dokładnie przez 30 s myje się po obu stronach powierzchni zabrudzonej i niezabrudzonej. Sposób mycia, siła nacisku i kierunek ruchu ręki powinien być taki sam przy kąpeli wzorcowej i badanej.

Talerze po umyciu umieszcza się w osączarce i suszy w temperaturze pokojowej.

Po ich wysuszeniu zanurza się je zabrudzoną połową w kuwecie z przygotowanym roztworem jodu, a następnie ocenia się je wzrokowo i klasyfikuje według następującej skali:

- talerze czyste bez plam i zacieków – 5 punktów,
- do dziesięciu plam na talerzu – 3 punkty,
- powyżej dziesięciu plam na talerzu – 1 punkt,
- zacieki na powierzchni talerza (bez względu na liczbę plam) – 0 punktów.

Zdolność myjącą badanego płynu do mycia naczyń  $Z$  oblicza się ze wzoru

$$Z = \frac{n_2}{n_1} \cdot 100\% \quad (4.17)$$

gdzie:  $n_1$  – maksymalna liczba punktów możliwa do uzyskania podzielona przez liczbę sztuk talerzy mytych;  $n_2$  – liczba punktów uzyskanych podzielonych przez liczbę sztuk talerzy mytych w kąpeli badanej.

Zdolność myjąca płynu do ręcznego mycia naczyń powinna być nie mniejsza niż 70%. Za wynik końcowy należy przyjąć średnią arytmetyczną wyników z trzech wykonanych oznaczeń.



Oznaczanie zdolności emulgowania tłuszczów w kąpeli myjącej płynnych środków do ręcznego mycia naczyń zgodnie z normą polega na ocenie zdolności emulgowania oleju rzepakowego zabarwionego czerwienią sudanową (Sudan IV) przez wodny roztwór badanego płynu o stężeniu 10 g/dm<sup>3</sup>. Dodatek do oleju rzepakowego barwnika o intensywnym czerwonym zabarwieniu w ilości 0,1 g czerwieni na 1000 cm<sup>3</sup> oleju ma na celu ułatwienie obserwacji punktu granicznego, w którym badany środek nie emulguje już tłuszczu. W celu wykonania badania należy w zlewce odważyć 2 g badanego środka myjącego i 1,4 g oleju rzepakowego, po czym całość wymieszać, ucierając zawartość szklaną bagietką o średnicy 7 mm przez 10 min. Jeżeli po tym czasie nie wytworzy się jednorodna emulsja, badanie uważa się za zakończone – wynik negatywny. W przypadku otrzymania jednorodnej emulsji należy ją przenieść ilościowo kilkoma porcjami wody o twardości 5,35 mval/dm<sup>3</sup> i temp. 40°C do kolby miarowej, uzupełnić do kreski wodą, zamknąć szczelnie korkiem i wstrząsać przez 5 min do całkowitego wymieszania, wykonując półobrotu o 180°. Po wymieszaniu na ściankach kolby nie powinno być śladów nierozpuszczonej w wodzie emulsji. Następnie kolbę pomiarową z wymieszaną emulsją wstawia się do termostatu ustawionego na temp. 45°C na 30 min, tak aby cała jej zawartość była termostatowana. Po tym czasie wyjmuje się ostrożnie kolbę z termostatu i ocenia w świetle przechodzącym wygląd emulsji. Za wynik negatywny, kiedy środek nie wykazuje wymaganej zdolności emulgowania tłuszczów, należy przyjąć wydzielenie się różowej warstewki oleju na szyjce kolby lub pojawienie się w górnej części szyjki kolby jednej lub kilku kropel zabarwionego tłuszczu.

Oznaczanie zdolności piorącej środków do prania delikatnych tkanin i dzianin zgodnie z normą PN-C-04810-03:1987P polega na wypraniu w określonych warunkach odpowiedniej ilości standardowo zabrudzonych tkanin bawełnianych testowych, wyptukaniu ich w wodzie, wysuszeniu, wyprasowaniu i określeniu stopnia ich białości. Przed wykonaniem badania należy przygotować tkaninę, w tym celu należy ją przechowywać w lodówce opakowaną w ciemny papier nie dłużej niż rok. Tkaninę wełnianą należy pociąć na kawałki 7×12 cm, obrębic i ponumerować kolejno, wyszywając numery białą nitką. Przygotowane w ten sposób kawałki wełnianej tkaniny testowej standardowo brudzonej stanowią kolejne serie przeznaczone do oznaczania zdolności piorącej. Przed badaniem należy dla każdego kawałka brudzonej tkaniny wykonać pomiar leukometryczny, stosując filtr niebieski o maksy-

malnej przepuszczalności światła. Pomiar stopnia białości wykonuje się, kładąc jeden na drugi dwa kawałki zabrudzonej testowej tkaniny. Pomiar należy wykonać w czterech miejscach każdego kawałka tkaniny, po dwa pomiary z każdej strony. Z otrzymanych czterech leukometrycznych odczytów oblicza się wartość średnią. Do wykonania oznaczenia należy odmierzyć w kolbie 1 dm<sup>3</sup> wody o twardości 5 mval/dm<sup>3</sup> i 1 g siarczuanu laurylosodowego, po czym roztwór przenieść do zlewki, podgrzać go do całkowitego rozpuszczenia i pozostawić do czasu obniżenia się jego temperatury do 40°C. Tkaniny testowe brudzi się brudem pigmentowo-tłuszczowym, brudem białkowym i brudem pigmentowo-tłuszczowo-białkowym, po czym poddaje praniu w 1-proc. roztworze środka piorącego w wodzie o twardości 5 mval/dm<sup>3</sup>, w temp. 40°C, w słoiczkach z 10 kulkami gumowymi o Φ6 mm przez 30 min w laboratoryjnej maszynie pralniczej. Po tym czasie wyjmuje się kawałki tkaniny ze słoików i płucze w następujący sposób:

- jeden raz w wodzie o twardości 5 mval/dm<sup>3</sup> i temp. 40°C;
- dwa razy w wodzie o twardości 5 mval/dm<sup>3</sup> i temp. 30°C;
- jeden raz w wodzie o twardości 5 mval/dm<sup>3</sup> i temperaturze pokojowej.

Płukanie należy wykonać w parownicy, używając na dwa kawałki tkaniny 200 cm<sup>3</sup> wody do każdego płukania. Po wyptukaniu kawałki tkaniny suszy się, umieszcza między świeżymi warstwami bibuły do sączenia i prasuje żelazkiem. Analogicznie należy wykonać 3 serie prania, stosując w każdej z nich oznaczone kolejnymi numerami kawałki tkaniny wełnianej. Zdolność piorącą badanego środka piorącego w stosunku do wzorcowego środka piorącego  $X$  oblicza się ze wzoru:

$$X = \frac{(W_b - S)}{(W_w - S)} \cdot 100\% \quad (4.18)$$

gdzie:  $W_b$  – średni stopień białości dla 12 kawałków tkaniny wypranej w roztworze badanego środka piorącego w sześciu słoikach;  $S$  – średni stopień białości tkaniny standardowo brudzonej użytej w danym oznaczeniu;  $W_w$  – średni stopień białości dla 12 kawałków tkaniny wypranej w roztworze środka piorącego w sześciu słoikach.

Wynikiem oznaczenia jest średnia arytmetyczna dwóch równoległych oznaczeń nie różniących się więcej niż 1,5%. ■

\*REDAKCJA NIE WPROWADZIŁA ZMIAN DOTYCZĄCYCH NUMERACJI RYSUNKÓW, WZORÓW I CZĘŚCI ODNOŚNIKÓW DO LITERATURY

Wiktor Kubiński, Mariusz Niekurzak, Ewa Kubińska-Jabłoń

### BADANIE TOWARÓW PRZEMYSŁOWYCH

Wydanie 1, Format B5 cm. ISBN: 978-83-01-19417-8, cena: 59 zł

Profesor AGH Wiktor Kubiński z zespołem tym razem przedstawia praktyczne kompendium wiedzy dotyczące zastosowania metod badania towarów niespożywczych – przemysłowych. To druga książka profesora Kubińskiego wydana przez Wydawnictwo Naukowe PWN, po dobrze odbieranej publikacji: „Wybrane metody badania materiałów. Badanie metali i stopów”.

Obecna książka zawiera przegląd bardzo wielu metod badania takich materiałów, jak np.:

- wyroby włókiennicze,
- sprzęt AGD,
- wyroby papiernicze,
- skóry,
- wyroby perfumeryjne,
- meble,
- urządzenia medyczne czy
- spoiwa budowlane.

Przedstawiony w tej publikacji materiał stanowi niezbędne kompendium wiedzy i opis nowoczesnych metod badania towarów niespożywczych. Będzie nieocenioną pomocą dla studentów kierunków technicznych, ekonomicznych, ale również pracowników i menedżerów przedsiębiorstw – technologów, specjalistów ds. kontroli jakości itp.





# Biblioteka Powder&Bulk

Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk

## ROBOTYZACJA PROCESÓW PRODUKCYJNYCH

Wydanie 1, str. 250 Format B5. ISBN: 978-83-01-19426-0, cena katalogowa: 59 zł

Data wydania: 2017-10-17

Oto druga książka przygotowana przez wydawnictwo naukowe PWN z cyklu ROBOTYKA, wprowadzająca Czytelnika w arkana nowoczesnej wiedzy dotyczącej jednej z najbardziej rozwijających się technologii XXI wieku. Podręcznik zatytułowany Robotyzacja procesów produkcyjnych zapozna Czytelnika z wybranymi, zrobotyzowanymi procesami technologicznymi. Materiały zawarte w książce są wynikiem prac własnych autorów, jak również stanowią zbiór przykładów prezentujących rzeczywiste aplikacje zrobotyzowane.

Publikacja poszerzona jest o zagadnienia opracowane na podstawie posiadanego zaplecza laboratoryjnego, w którego skład wchodzi stanowiska zrobotyzowanych procesów sortowania, pakowania, paletyzacji, klejenia, montażu, obsługi maszyn, spawania MIG/MAG, spawania laserowego, cięcia plazmą oraz zgrzewania.

W tej praktycznej książce zawarte są również cechy rozwiązań technologicznych charakteryzujące poszczególne firmy produkujące roboty.

Książka ze względu na praktyczność i sposób przekazu kierowana jest nie tylko do studentów automatyki i robotyki czy mechatroniki, ale również do praktyków – programistów robotów, integratorów automatyki, inżynierów i wielu innych.



Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk

## PROGRAMOWANIE ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH

Wydanie 1, str. 250 Format B5. ISBN: 978-83-01-19664-6, cena katalogowa: 59 zł

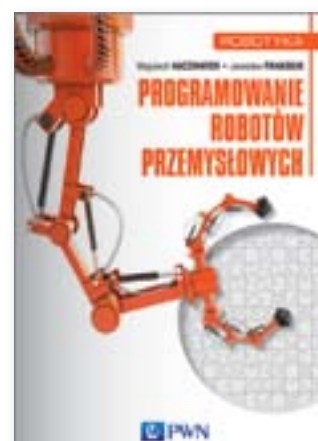
Data wydania: 2017-12-10

Ostatnia z serii książek, przygotowanych przez Wydawnictwo Naukowe PWN z cyklu ROBOTYKA, przekazuje Czytelnikowi nowoczesną i aktualną wiedzę dotyczącą jednej z najbardziej rozwijających się technologii XXI wieku. Podręcznik zatytułowany Programowanie robotów przemysłowych systematyzuje w jednym tomie szeroką, choć trudno dostępną wiedzę z zakresu programowania robotów.

Cała treść książki jest jednym wielkim ciągiem prezentacji przykładów opisujących krok po kroku zagadnienia związane z uruchomieniem, konfiguracją, jak i programowaniem robotów.

W stosunku do istniejących obecnie opracowań czy też artykułów dotyczących programowania robotów, jest to pierwsza pozycja prezentująca te zagadnienia na przykładzie rozwiązań takich firm jak: ABB, FANUC, KUKA i MITSUBISHI. Książka stanowi więc kompendium robotyki, opisujące języki programowania z praktycznymi przykładami.

Książka ze względu na praktyczność i sposób przekazu kierowana jest nie tylko do studentów automatyki i robotyki czy mechatroniki, ale również do praktyków – programistów robotów, integratorów automatyki, inżynierów i wielu innych.



Krystyna Kostyrko, Janusz Piotrowski

## WZORCOWANIE APARATURY POMIAROWEJ

Wydanie 2, str. 582 Format B5. ISBN: 9788301170516, cena katalogowa: 57 zł, Data wydania: 2012

Jest to nowoczesne podejście do wymagań współczesnej metrologii!

W podręczniku przedstawiono:

- aktualne wzorce pierwotne podstawowych jednostek miar, wzorce pomiarowe i badanie jednolitości miar;
- podstawowe pojęcia metrologii, procedury zapewnienia jedności miar, procedury wzorcowania przyrządów pomiarowych i badania aparatury pomiarowej;
- zasady tworzenia schematów sprawdzania wzorców i narzędzi pomiarowych;
- aspekty niepewności wyników pomiarów i procedur wyznaczania niepewności;
- wstępne opracowanie wyników kalibracji oraz procedury estymacji charakterystyk liniowych i nieliniowych, jedno- i wielowymiarowych przy różnych właściwościach błędów;
- badanie metod analitycznych oraz badania międzylaboratoryjne procedur wzorcowania;
- aspekty komputeryzacji procedur kalibracji i obsługi laboratorium;
- sprawdzanie (walidację) metod badania i wzorcowania;
- laboratoria akredytowane oraz zagadnienia prawnej kontroli metrologicznej i oceny zgodności;
- przykład księgi jakości laboratorium spełniającego wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005.

Książka jest adresowana zarówno do studentów uniwersytetów (na wydziałach fizyki i chemii), jak i politechnik, oraz do pracowników naukowych i inżynierów zajmujących się budową aparatury pomiarowej oraz jej stosowaniem we wszystkich dziedzinach od mechaniki, elektrotechniki, po chemię fizyczną i analityczną.



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

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

## Wagi precyzyjne XSR

Wagi precyzyjne XSR firmy METTLER TOLEDO to idealne rozwiązanie, jeśli głównymi wyzwaniami w laboratorium są: duża wydajność analizy próbek i krótkie terminy. Ich konstrukcja i funkcje zapewniają spójne wyniki ważenia w krótszym czasie. Przykładowo metody ważenia można zapisać we wbudowanej bibliotece metod, zapewniającej szybki dostęp do codziennych zadań i spójność między użytkownikami. Wszystkie wyniki i parametry zadań są automatycznie zapisywane w notatniku wyników oraz mogą zostać



wydrukowane. Pojedynczy wynik ważenia można łatwo przenieść do komputera przez połączenie USB. Zapewnia to wyeliminowanie błędów przy przepisywaniu.

Innowacyjna szalka SmartPan™ minimalizuje wpływ prądów powietrza na czujnik wagowy, co radykalnie skraca czas stabilizacji i zwiększa powtarzalność, nawet w przypadku pracy pod wyciągiem lub w trudnym środowisku produkcyjnym.

Wagi precyzyjne XSR mają dokładność odczytu od 1 mg do 1 g oraz zakres ważenia od 310 g do 32 kg. Oznacza to, że zawsze można znaleźć wagę XSR pasującą do konkretnego zastosowania.

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

## Seria ALpharma – rodzina maszyn etykietujących dla przemysłu farmaceutycznego

Seria ALpharma została stworzona z myślą o szczególnie wymagających zastosowaniach maszyn, stawianych przez rynek farmaceutyczno-kosmetyczny.

Kluczem do stworzenia rodziny ALpharma były wytyczne określone jako pakiet „Dobrych Praktyk Inżynierskich” („Good Engineering Practices” (GEP)), ze szczególnym uwzględnieniem takich szczegółowych zasad, jak:

- łatwość utrzymania urządzeń w czystości, uzyskiwana dzięki konstrukcji maszyny opartej na maksymalnie dużej ilości powierzchni gładkich, z minimalną ilością punktów, w których mogą gromadzić się zabrudzenia;
- umieszczenie komponentów elektrycznych maksymalnie wysoko od podłoża lub odpowiednie zabezpieczenie ich przed przypadkowym zalaniem w przypadku czyszczenia podłoża;
- ergonomia konstrukcji;
- łatwość przebrojeń urządzenia;
- powtarzalność ustawień;
- zastosowanie materiałów wysokiej jakości,

takich jak stal nierdzewna AISI 304 czy 316;

- możliwość uzupełnienia konfiguracji urządzeń o moduły pozwalające na nadruk danych zmiennych (numer serii, data przydatności); techniki nadruku – hotstampinowa lub termotransferowa;
- możliwość doposażenia w czujniki weryfikujące poprawność położenia etykiety, obecność i czytelność nadruku;
- możliwość wyposażenia urządzeń w sterownik PLC klasy Siemens S7-300 z ekranem dotykowym, pozwalający na zarządzanie pracą urządzenia oraz komponentów uzupełniających;
- możliwość walidacji maszyny zgodnie z zasadami GAMP 4 (IQ/OQ/PQ) wraz z przygotowaniem wszelkiej niezbędnej dokumentacji (FAT, SAT), niezbędnej przy w/w procesach walidacyjnych.

Na chwilę obecną rodzinę urządzeń ALpharma tworzą trzy podstawowe modele:

- **ALpharma A:** zaprojektowana z myślą o etykietowaniu fiolek i małych opakowań. Proces etykietowania odbywa się „z zasobnika do zasobnika”, a dopływ produktów jest kontrolowany przez gwiazdę wejściową. Wydajność urządzenia – do 150 produktów/min.;



- **ALpharma B:** przygotowana do etykietowania kartoników, głównie etykietami z kodem kreskowym (np. etykiety typu „winiетка”) oraz etykietami plombowymi, oklejającymi narożniki kartoników. Wydajność urządzenia – do 200 produktów/min.
- **ALpharma C:** realizująca głównie zadanie etykietowania obwodowego opakowań o podstawie okrągłej. Wydajność urządzenia – do 250 produktów/min.

Producentem opisywanych maszyn jest firma Altech, a ich dystrybucją w Polsce zajmuje się firma Italpack.

[www.ital-pack.pl](http://www.ital-pack.pl)

## Automatyczna rozcinarka do worków

Podczas ręcznego opróżniania i przenoszenia worków może występować niedopuszczalny poziom zapylenia, a ponadto niektóre produkty mogą być niebezpieczne przy kontakcie ze skórą lub wdychaniu. Dodatkowo problemy strat i zanieczyszczenia produktu podczas jego wyładunku z worków mogą być trudne do rozwiązania.

Automatyczna rozcinarka do worków Galahad firmy TBMA jest przeznaczona do ciągłego rozładunku i podawania w sposób nie generujący pyłu worków jedno- i wielowarstwowych.

Pozwala ona w łatwy sposób przeciąć i opróżnić każdego rodzaju worki, w tym papierowe i foliowe oraz załadowane do pełna lub częściowo substancjami sypkimi i granulatem.

Standardowy sposób działania pozwala obsłużyć ok. 20 ton na godzinę, jednakże w zależności od właściwości produktu i stanu worka możliwe jest uzyskanie wydajności do 50 ton na godzinę.

### Korzyści dla użytkownika:

- bezpieczna i w pełni zautomatyzowana praca;
- całkowite opróżnianie worków;
- możliwość dostosowania do specyficznych wdrożeń;



- stanowi kluczowy element kompletnego rozwiązania obsługi worków.

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

## Linia do sterylnego napełniania substancji wstrzykiwanych

Nawet przy produkcji fiolek i strzykawek na rynek materiałów wstrzykiwanych na mniejszą skalę wymagane jest zapewnienie sterylnych warunków i dokładnego dozowania do fiolek oraz możliwość napełniania, zamykania i zaciskania pojemników o różnych rozmiarach.

Linia MI-I firmy i-Dositecno została zaprojektowana do sterylnego napełniania produktami farmaceutycznymi i pozwala ona napełniać fiołki sterylnymi cieczami i proszkami w porcjach od 1 do 500 ml.

W formatach o średnicy do 80 mm w prostej konfiguracji linia pozwala wyprodukować do 3000 sztuk na godzinę, natomiast przy mniejszych fiołkach o średnicy do 26 mm

i konfiguracji dwurzędowej wydajność produkcji może wynieść nawet do 6000 sztuk na godzinę.

Napełnianie odbywa się za pomocą pompy perystaltycznej, rotacyjnej ze stali nierdzewnej, rotacyjnej ceramicznej lub rotacyjnej przystosowanej do CIP/SIP. Korki są umieszczane przez układ pobierająco-wkładający, napędzany serwomechanizmem, natomiast podawanie kapsulek i sterowanie głowicami zaciskającymi odbywa się pneumatycznie.

### Korzyści dla użytkownika:

- mieści do 4 głowic;
- może pracować z korkowanymi fiołkami z preparatami liofilizowanymi;
- wbudowany układ kontroli wagowej i jakości;
- łatwa sterylizacja za pomocą nadtlenu wodoru;



- wykonana zgodnie ze standardami cGMP oraz FDA.

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

## Rodzina analizatorów rozkładu cząstek firmy CILAS



Na rynku dostępna jest grupa analizatorów rozkładu wielkości cząstek francuskiej firmy CILAS, prekursora techniki dyfrakcji laserowej stosowanej do pomiaru wielkości cząstek.

Prezentowane systemy od wielu lat oferowane są w różnorodnych gałęziach przemysłu, takich jak: przemysł farmaceutyczny, spożywczy, cementowy, ceramiczny, nawozowy czy przemysł farbiarski.

W zależności od potrzeb analizator oferowany jest w 3 podstawowych konfiguracjach:

	Zakres pomiarowy
Model 990 LD	0,2–500 µm (ciekła dyspersja), 0,3–500 µm (sucha dyspersja)
Model 1090 LD	0,04–500 µm (ciekła dyspersja), 0,1–500 µm (sucha dyspersja)
Model 1190 LD	0,04–2500 µm (ciekła dyspersja), 0,1–2500 µm (sucha dyspersja)

Systemy pracują zarówno z ciekłymi, jak i suchymi dyspersjami bez konieczności zmian przystawek czy przebudowy optyki. Możliwe jest także wykonanie analizatora pracującego tylko z jednym typem dyspersji do wyboru: suchej bądź ciekłej, co jest korzystnym cenowo rozwiązaniem.

Niezależnie od typu, do każdego analizatora można zastosować mikroskopowy system pozwalający na pomiar kształtu cząstek o wielkości 0,5–2500 µm. System składa się z kamery CCD i odwróconego mikroskopu wyposażonego w 4 obiektywy typu EPlan, Achromat, LWM o powiększeniach: x4, x10, x20, x40.

Istnieje również możliwość pomiaru kształtu cząstek w dyspersji ciekłej oraz suchej.

Przyjazne i intuicyjne oprogramowanie pozwala na analizę 45 różnych parametrów kształtu cząstki takich jak: średnica ekwiwalentna

CE, objętość ekwiwalentna, powierzchnia, wydłużenie, maksimum, minimum, średnica Fereta, włóknistość, kulistość.

System pomiarowy można także rozbudować o Autosampler LD będący wszechstronnym 4-osiowym zrobotyzowanym podajnikiem. Urządzenie posiada unikatową konstrukcję, pozwalającą na podawanie próbek suchych i mokrych w jednej sekwencji. 30 pozycji na próbki zapewnia dużą efektywność pracy.

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

## DENIOS

EKOLOGIA & BEZPIECZEŃSTWO



### Do żrącej chemii

- Sorbenty chemiczne
- Szafy bezpieczeństwa





# Odpylanie, odkurzanie, klimatyzacja i wentylacja w produkcji farmaceutyków

**Specjaliści z firmy BART Sp. z o.o. opracowują i wdrażają nowatorskie rozwiązania dla zakładów produkcyjnych, w których niezbędne jest oprócz utrzymania wysokiego stopnia czystości również wdrożenie absolutnej sterylności mikroklimatu pomieszczeń produkcyjnych i badawczych. Dotyczy to branży chemicznej, laboratoryjnej, spożywczej i farmaceutycznej, a w szczególności sektora produkcji leków.**

## SPRAWNE INSTALACJE Z ZAKRESU HVAC – OGRZEWANIA, WENTYLACJI, KLIMATYZACJI – ZAPOBIEGAJĄ KONTAMINACJI WYROBÓW LECZNICZYCH

Dla firm farmaceutycznych bardzo ważną i uregulowaną prawnie kwestią jest przeciwdziałanie zanieczyszczeniu produktów leczniczych w miejscach ich wytwarzania. Długą listę zabezpieczeń można znaleźć w obowiązujących przepisach prawa farmaceutycznego i dobrej praktyki wytwarzania (GMP). Mimo wysokich wymagań dochodzi nadal do przypadków zanieczyszczeń leków. Stanowi to zagrożenie dla życia pacjentów, ale również naraża na straty producenta, tak finansowe, jak i wizerunkowe. Aby zapobiec m.in. zanieczyszczeniom krzyżowym jednego produktu leczniczego innym, stosuje się ochronę produktu w miejscu jego wytwarzania, poprzez wyznaczenie obszarów czystych, odpowiednie uzdatnianie powietrza i sterowanie jego cyrkulacją oraz stosowanie odzieży ochronnej. Źródłem zanieczyszczeń może być wg stowarzyszenia ISPE (międzynarodowej organizacji, która zrzesza osoby fizyczne pracujące w szeroko rozumianej branży farmaceutycznej):

- pomieszczenie, którego jedną z przyczyn może być niewłaściwe zaprojektowanie procesu i otoczenia procesu, lub niesprzyjające warunki pracy w zakresie parametrów temperatury czy wilgotności;
- pozostałość, która może wystąpić podczas przypadkowego użycia brudnych urządzeń lub produkcji w nieumyтым pomieszczeniu;
- transfer mechaniczny – powodujący zanieczyszczenia np. na ubraniach personelu, rękach, butach, przy stosowaniu wspólnych obszarów o niskim stopniu segregacji procesów i urządzeń, występujący skutek nieodpowiednio zaprojektowanego przepływu odpadów czy też niewłaściwych procedur czyszczenia pomieszczeń;
- transfer w powietrzu, możliwy ze względu na powstawanie stabilnych aerozoli. Tu przyczyną może być niedostateczna szczelność urządzeń pracujących w nadci-

śnieniu, przy podciśnieniu w miejscach ekspozycji innego produktu czy też przenikanie zanieczyszczeń przez ewentualne nieszczelności konstrukcyjne (sufity, ścianki systemowe, miejsca prowadzenia instalacji, np. elektrycznej), zanieczyszczenie kanałów wyciągowych poprzez niedostateczną filtrację i możliwość zawrócenia zanieczyszczonego powietrza do pomieszczeń czystych, a więc niewłaściwie zaprojektowana recyrkulacja, zanieczyszczenie central i/lub kanałów wyciągowych poprzez niewłaściwe postępowanie podczas wymiany zastosowanych filtrów, niewłaściwie zaprojektowana kaskada ciśnień albo też odwrócenie kaskady ciśnień w trakcie planowanego lub awaryjnego wyłączenia systemu HVAC.

## OPRACOWANIE KONCEPCJI, PROJEKTOWANIE ORAZ KOMPLETNA INSTALACJA POMIESZCZEŃ CZYSTYCH – POMIESZCZEŃ O PODWYŻSZONYCH WYMAGANIACH HIGIENICZNYCH

Szczególną uwagę należy zwrócić na wytwórnie produktów leczniczych stosujące substancje czynne o silnym działaniu farmakologicznym, toksycznym czy uczulającym. Przy realizacji inwestycji o takim ryzyku niezbędna jest bliska współpraca projektantów systemów cyrkulacji powietrza do pomieszczeń czystych z inżynierami – na wszystkich podlegających walidacji etapach. Firma BART, ze względu na swoją strukturę organizacyjną, zapewnia sprawny przebieg całego procesu. Firma oferuje wykonanie ekspertyz, projektu instalacji z zachowaniem wszelkich wymogów, dobór oraz zakup potrzebnych urządzeń i materiałów, kompletację dostaw, montaż właściwej instalacji, jej rozruch i etapową walidację zgodnie z wymogami GMP. Daje to możliwość kompleksowej obsługi klienta w przypadku wysokich wymagań higienicznych – dotyczących zarówno pojedynczych pomieszczeń, jak i całych ciągów produkcyjnych.

Zakładane standardy sterylności i czystości narzucają przy realizacjach inwestycji w branży farmaceutycznej rozwiązania w postaci: systemowego odpylania i odku-



FOT. 1

Jednym ze zrealizowanych projektów firmy BART w branży farmaceutycznej była rozbudowana instalacja odkurzania przemysłowego. BART opracował koncepcję, wykonał projekt i zmontował całość. Nowatorskie w tej realizacji było wykonanie automatycznego odbioru pyłu z układu odpylaczy (filtrów przemysłowych) za pomocą instalacji podciśnieniowej

rzania podciśnieniowego, systemów transportu pneumatycznego, wentylacji precyzyjnej i klimatyzacji, systemów zabudowy pomieszczeń czystych i systemów śluz dezynfekujących.

## CENTRALNE SYSTEMY USUWANIA PYŁÓW I ODKURZANIA NIEZBĘDNE DLA BEZPIECZEŃSTWA PRODUKCJI FARMACEUTYCZNEJ

Podczas prac badawczo-rozwojowych i w trakcie produkcji seryjnej stosowane surowce, dodatki, gotowe produkty stałe i ciekłe muszą być chronione przed zanieczyszczeniami z otoczenia. Z drugiej strony podczas obróbki same są one źródłem szkodliwych oparów czy pylenia. Bardzo ważną kwestię odgrywa tu właściwa filtracja toksycznych aerozoli, które mogłyby narażać zdrowie i życie pracowników. Kolejnym wyzwaniem jest monitorowanie i separowanie zawieszonych w powietrzu cząstek i substancji aktywnych, powstałych przy wytwa-



FOT. 2

Realizacja firmy BART w branży farmaceutycznej: modernizacja instalacji wentylacyjnej oraz montaż nowej podczas rozbudowy powierzchni hali, w której produkuje się wyroby lecznicze – o wydajności ponad 122 tys. m<sup>3</sup>/h. Wykorzystano ok. 7 tys. m<sup>2</sup> przewodów wentylacyjnych

rzaniu tabletek, mieleniu i innej obróbce substratów w miejscu ich powstawania – a więc optymalne odpylanie. Przemysłowe odkurzacze stacjonarne, służące do odkurzania maszyn przetwórczych, są również nieodłączną częścią produkcji farmaceutycznej. Zastosowanie znajdują tu przede wszystkim wysoko wydajne odkurzacze przemysłowe z wysokiej klasy filtrem głównym i filtrem dodatkowym – HEPA i/lub ULPA.

Jednak w przypadku całej linii produkcyjnej wymagającej wysokiej sterylności to dopiero precyzyjnie zaprojektowany system centralnego usuwania pyłów – z zamkniętym podciśnieniowym systemem transportu zanieczyszczeń, instalacją przenośników pneumatycznych podłączonych do dwu- lub trzystopniowego centralnego urządzenia filtracyjnego, w obudowach o wysokich standardach bezpieczeństwa – zdecydowanie chroni przed kontaminacją krzyżową oraz podnosi wydajność produkcji.

Odpowiednio dobrane przemysłowe odkurzacze, akcesoria antystatyczne i instalacje towarzyszące z certyfikatem ATEX także gwarantują zabezpieczenie przed wybuchem, który może zaistnieć w związku z obecnością pyłów tworzących sprzyjającą mu atmosferę.

Kanały rurowe odprowadzające zanieczyszczenia z wielu miejsc ich powstawania zbiegać się będą na wysokości pierwszego stopnia filtracji centralnego odpylacza, wyposażonego np. w filtry z wkładami ze spiekanego polietylenu o długiej żywotności. Drugi poziom filtracji zawierać będzie filtr HEPA. W urządzeniach filtracyjnych stosuje się bezpieczną metodę BIBO (*Bag-in /*

*Bag-out*), która pozwala na usuwanie pyłów oraz wymianę wkładów filtracyjnych bezkontaktowo, a więc bez narażania na skażenie. Pyły umieszczane są w zgrzewanych workach plastikowych dla bezpieczeństwa i wygodnej utylizacji. Oczywiście rozwiązania w zakresie centralnego odpylania i odkurzania proponowane przez firmę BART są zawsze skrojone na miarę i dostosowywane do jednostkowych wymagań, zarówno procesu, jaki i typu pyłu.

#### MODERNIZACJE INSTALACJI I RENOWACJA URZĄDZEŃ ZWIĘKSZA BEZPIECZEŃSTWO

Odpowiednia konserwacja urządzeń i instalacji jest istotą kontroli bezpieczeństwa. Natomiast okresowa modernizacja rozwiązań produkcyjnych oraz towarzyszących im rozwiązań z zakresu precyzyjnych systemów cyrkulacji powietrza HVAC ma wiele dodatkowych korzyści: zredukowany czas przestoju, niższe koszty konserwacji i części zamiennych.

#### WENTYLACJA I KLIMATYZACJA PRECYZYJNA POMIESZCZEŃ CZYSTYCH

Proces produkcji wyrobów leczniczych odbywa się na wielu etapach w stabilnym środowisku dzięki wykorzystaniu systemów pomieszczeń czystych. Kontroli podlega wtedy m.in. temperatura, wilgotność, nadciśnienie w pomieszczeniach, ilość cząstek o wielkościach mierzonych w mikrometrach, antystatyczność czy czystość mikrobiologiczna. Stworzenie odpowiednich warunków jest możliwe dzięki precyzyjnemu zarządzaniu wentylacją i kontroli



ROZWIĄZANIA DLA OCHRONY  
MIEJSCA PRACY I ŚRODOWISKA



Odpylanie • Wentylacja  
Instalacje ATEX • Odkurzanie



OD PROJEKTU  
DO KOMPLEKSOWEJ REALIZACJI

BART Sp. z o.o.  
info@bart-vent.pl

Biura techniczno-handlowe:  
Sosnowiec, Wrocław, Gdańsk, Warszawa





FOT. 3, 4

Firma BART zamontowała systemy wentylacji mechanicznej i klimatyzacji precyzyjnej w farmaceutycznych pomieszczeniach czystych, w których występowało promieniowanie jonizujące. Firma zainstalowała w nich cztery układy wentylacyjne o łącznej wydajności ok. 25 000 m<sup>3</sup>/h. Projekt dotyczył pomieszczeń o klasie czystości B, C, D z zachowaniem norm GMP

parametrów powietrza nawiewanego i wywiewanego. Instalacje wentylacji i klimatyzacji precyzyjnej mają utrzymywać odpowiedni mikroklimat pomieszczeń przez 24 godziny i gwarantować bezpieczną pracę urządzeń elektronicznych i maszyn emitujących dużą ilość ciepła, wrażliwych na jego najmniejsze wahania. Do właściwego funkcjonowania wymagają one utrzymania precyzyjnych, stałych wartości temperatur i wilgotności. Zbyt duża wilgotność może doprowadzić do kondensacji pary

wodnej na urządzeniach elektronicznych, a z kolei zbyt niska powoduje złą elektrostatykę, która zagraża ich poprawnemu działaniu. Stosuje się wtedy centrale klimatyzacyjne we właściwej konfiguracji parametrów i metod cyrkulacji powietrza. Urządzenia klimatyzacyjne wyposaża się we właściwie dobrane akcesoria i automatykę przemysłową: wentylatory, elektroniczne zawory rozprężne, filtry powietrza, czujniki ognia, dymu, wilgoci. Systemy sterowania podłączone zostają protokołami BMS do scentralizowanych systemów zarządzania. Bardzo ważne jest przeprowadzanie serwisu, systematycznej konserwacji i diagnostyki systemów chłodzenia i klimatyzacji.

Określone warunki wilgotności i temperatury sprzyjają także powstawaniu pożywki do namnażania się bakterii i grzybów, mogących zanieczyścić wytwarzane leki, dlatego nieodłącznym elementem czystych pomieszczeń typu *cleanroom* są również wspomniane już filtry o wysokiej (HEPA) i o bardzo wysokiej skuteczności (ULPA), w zależności od charakteru zanieczyszczeń, które należy kontrolować.

#### ZABEZPIECZANIE POMIESZCZEŃ STERYLNYCH SYSTEMAMI KASKADY CIŚNIEŃ

Aby zapobiec mieszaniu się powietrza i przedstawianiu się zanieczyszczonego powietrza do pomieszczeń sterylnych lub pomieszczeń pomocniczych, stosowane są systemy kaskady różnicy ciśnień. Pomieszczenia czyste są kwalifikowane w zależności od wymaganej jakości powietrza, a różnica ciśnień pomiędzy pomieszczeniem o wyższej klasie czystości a niższej powinna wynosić pomiędzy 5 a 20 Pa. Minimalne nadciśnienie zapewnia podczas otwierania drzwi brak wymiany powietrza. Wysoko

wydajne wentylatory z regulacją przepływu powietrza zapewniają utrzymanie stałego pod- lub nadciśnienia w stosunku do pomieszczeń sąsiednich. Pomiędzy pomieszczeniami znajdują się zarówno słuzы powietrzne, jak i słuzы higieniczne, dezynfekujące miejsca, w których przechodzą ludzie, lub przemieszczenia z produktami. Specjalizujący się w tych rozwiązaniach dział firmy BART wykonał m.in. instalacje do obiektów, które łączą skomplikowanie wynikające z wymogów stawianych pomieszczeniom czystym klas od A do D z równoczesnym uwzględnieniem zasad projektowania instalacji do pomieszczeń z problemami radiacyjnymi.

#### KOMPLEKSOWA OBSŁUGA I PROFESJONALNE DORADZTWO

Branża farmaceutyczna wprowadza szereg wymogów, które obligują projektanta do dogłębnego przeanalizowania technologii, procesów oraz ryzyk. Skomplikowanie instalacji, precyzja wykonania i dobór odpowiednich urządzeń i materiałów najwyższej jakości skutkować ma bowiem jej niezawodnością, bezpieczeństwem pracy operatorów i wysoką produktywnością. Tylko nielicznym przedsiębiorstwom udaje się to zrobić w sposób fachowy i optymalny kosztowo. Do takich firm zalicza się niewątpliwie BART, co potwierdza liczba zrealizowanych projektów w zakresie rozwiązań spełniających higieniczne wymagania GMP oraz dyrektywy ATEX. BART posiada wysoko wykwalifikowany i doświadczony zespół inżynierów, który podejmuje się opracowania, montażu i precyzyjnej regulacji tych skomplikowanych projektów instalacyjnych. ■



FOT. 5

Odpylanie o wydajności 6000 m<sup>3</sup>/h w czasie produkcji farmaceutyków. Instalację tę firma BART wykonała w wersji ATEX zabezpieczonej przeciwybuchowo systemem HRD

WWW.BART-VENT.PL



# Transport pneumatyczny w wykonaniu firmy WAKRO

www.wakro.com.pl

**Bardzo często w różnych gałęziach przemysłu występuje konieczność przetransportowania dość znacznych ilości materiału na sporą odległość. Wykorzystywanie do tego celu przenośników mechanicznych związane byłoby z ogromnymi kosztami zabudowy i nie zawsze jest to fizycznie możliwe. Idealnym rozwiązaniem w tej sytuacji jest transport pneumatyczny.**



FOT.1

Wysokociśnieniowy transport pneumatyczny (podajniki komorowe)

Firma WAKRO opracowała i opatentowała własny system wysokociśnieniowego transportu pneumatycznego, który wykonywany jest za pomocą urządzenia nazwanego podajnikiem komorowym (z dolnym opróżnianiem). Rozwiązanie to pozwala na pracę instalacji w systemie ciągłym przy zastosowaniu co najmniej dwóch podajników komorowych. Transport materiałów w tym układzie odbywa się poprzez dwufazowy proces przepływu cząstek fazy stałej i powietrza w przewodzie zamkniętym. W systemie tym kilka podajników komorowych pracujących naprzemiennie daje możliwość kilkukrotnego zwiększenia wydajności. Zastosowanie w instalacji np. tandemu podajników komorowych pozwala na pracę całego ukła-

du w czasie, gdy jeden z nich jest w trakcie konserwacji lub serwisu.

Firma WAKRO dobiera, projektuje oraz kompleksowo wykonuje instalacje transportu pneumatycznego wysoko- i niskociśnieniowego (za pomocą dozownika celkowego i inżektora). Firma ma status centrum badawczo-rozwojowego, a co za tym idzie – ma własne laboratorium materiałów sypkich, w którym znajduje się m.in. instalacja transportu pneumatycznego. Instalacja ta jest wyposażona we wszystkie niezbędne urządzenia, pozwalające na badanie możliwości przesyłania poszczególnych materiałów, często niestandardowych lub powodujących problemy w transporcie, a także na dobór sprzętu do odpowiedniego typu transportu, pomiar zapotrzebowania na sprężone powietrze i określenie wydajności procesu. W laboratorium firmy WAKRO bada się zarówno instalacje transportu niskociśnieniowego (dozownik celkowy z inżektorem), jak i wysokociśnieniowego (podajnik komorowy) w szerokim zakresie zmian parametrów procesowych. Opisane możliwości pozwalają na zaprojektowanie instalacji do transportu niestandardowych i często specyficznych materiałów.

Do niewątpliwych zalet transportu pneumatycznego należy zaliczyć:

- dużą elastyczność (możliwość zastosowania go w układach technologicznych, gdzie występuje brak miejsca na zainstalowanie podajników mechanicznych);
- hermetyczność procesu umożliwiającą transportowanie materiałów gorących, żrących oraz wybuchowych;
- dużą odległość transportu, nawet do 3000 m, dzięki zastosowaniu układu wspomagania.

Dzięki ogromnemu doświadczeniu firmy WAKRO w zakresie produkcji systemów transportu pneumatycznego jej klienci zawsze mają pewność, że otrzymają produkt niezawodny i sprawny. Jakość urządzeń firmy jest gwarantowana przez certyfikowany system jakości ISO 9001:2009. WAKRO ma również uprawnienia UDT oraz świadectwo uznania technologii spawania.

Co warto podkreślić, kompleksowe wykonanie przez WAKRO obejmuje także zamontowanie systemu sterowania całą instalacją zgodnie z wymogami inwestora. Instalacje są wykonywane „pod klucz” – począwszy od doradztwa technicznego, projektowania, wykonawstwa w zakresie mechanicznym i elektrycznym, poprzez wykonanie układu sterowania oraz montaż i uruchomienie, a na przeszkoleniu obsługi z zakresu działania instalacji skończywszy. ■



FOT.2

Instalacja transportu pneumatycznego w laboratorium materiałów sypkich w firmie WAKRO



FOT.3

Niskociśnieniowy transport pneumatyczny (dozowniki celkowe i inżektory)

# Procesy ceramiczne

Krzysztof Schmidt-Szałowski  
Mikołaj Szafran  
Ewa Bobryk  
Jan Sentek

Nazwa „ceramika” pochodzi z języka greckiego. Greckie „Ho kéramos” znaczy „ziemia, glina” a słowo „kéramos” oznaczało naczynie wykonane z gliny.

Ceramika towarzyszy człowiekowi od niepamiętnych czasów. Znaną są wyroby wykonane z wypalanej gliny datowane na 30–50 tysięcy lat p.n.e. Obecnie terminem „ceramika” określa się wszystkie materiały nieorganiczne i niemetaliczne, które otrzymane zostały w wyniku procesu ceramicznego polegającego na tym, że drobnoziarniste proszki ceramiczne formuje się w żądany kształt i kształt ten utrwała się w procesie wypalania w wysokiej temperaturze zależnej przede wszystkim od rodzaju proszku ceramicznego, jego uziarnienia, dodatków ułatwiających spiekanie, itp. Temperatura wypalania tworzyw ceramicznych waha się na ogół w zakresie 900–2200 °C.

ców o dużej czystości, głównie drobnoziarnistych proszków (średnia wielkość ziarna poniżej 1 μm) o odpowiednim rozkładzie, wielkości i kształcie ziaren. Do grupy tej należą wyroby z  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $Si_3N_4$ , AlN, SiC, czyli wyroby z tlenków, azotków, węglików, boroków, krzemków, itp. oraz wyroby z takich związków jak ferryty, perowskity, tytaniany, spinele, itd. Podstawowe różnice pomiędzy ceramiką tradycyjną i ceramiką zaawansowaną przedstawiono w TAB. 1.

Obecnie do wyrobów przemysłu ceramicznego zalicza się następujące rodzaje wyrobów lub produktów, a mianowicie:

- ceramikę szlachetną (porcelana, porcelit, fajans);

- szkło i dewitryfikaty (okienne, użytkowe, samochodowe, budowlane, optyczne, itp.);
- emalie (warstwy ceramiczne nakładane na metale, zabezpieczające wyroby przed korozją, ścieraniem i nadające emaliowanemu wyrobom nowe właściwości (wanny emaliowane, garnki, kuchenki, itp.);
- materiały ściernie (z elektrokorundu, węgla krzemu, itp.) służące do obróbki metali, szlifowania i polerowania marmurów, granitów i innych materiałów;
- ceramikę konstrukcyjną wytwarzaną głównie z  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$  (tzw. stal ceramiczna),  $Si_3N_4$ , AlN i SiC;
- ceramikę funkcjonalną (ceramika elektroniczna, elektrotechniczna, magnetyczna, piezoelektryczna, jądrowa, kosmiczna, bio-ceramika);
- nanoceramikę (tworzywa ceramiczne, w których wielkość ziarna po procesie spiekania wynosi poniżej 100 nm).

Jak wynika z przedstawionego powyżej przeglądu materiałów wytwarzanych przez szeroko rozumiany przemysł ceramiczny, jest to przemysł, który wytwarza olbrzymią ilość półproduktów i wyrobów, bez których nie można sobie wyobrazić funkcjonowania kraju i każdego indywidualnego człowieka. Podkreślenia wymaga, iż w budżetach najbardziej rozwiniętych krajów świata na badania naukowe związane z nowymi materiałami, na materiały ceramiczne przeznaczają się obecnie największe środki.

Proces technologiczny otrzymywania wyrobów ceramicznych można podzielić na trzy główne etapy:

- etap otrzymywania surowców ceramicznych;
- etap formowania wyrobu do kształtu naj-

CERAMIKA „TRADYCYJNA”	„NOWOCZESNA” CERAMIKA TECHNICZNA
Ceramika krzemianowa np. porcelana	Ceramika tlenkowa i beztlenkowa, np. tlenki, węgliki, azotki, borki
Surowce naturalne o uziarnieniu mikrometrycznym	Syntetyczne mikroproszki o uziarnieniu nanometrycznym
Stosowanie „plastycznych” składników surowcowych	Stosowanie wielu dodatków organicznych, np. spoiw, upłynniaczy, flokulantów, enzymów
Temperatura spiekania 1250–1450°C	Temperatura spiekania 1500–2200°C

TAB. 1

Podstawowe różnice pomiędzy ceramiką tradycyjną i ceramiką zaawansowaną

## PRZEDMIOT I KLASYFIKACJA CERAMIKI

Ceramikę do początku XX wieku można traktować jako rodzaj wyspecjalizowanego rzemiosła, ponieważ w procesie technologicznym wykorzystywała głównie surowce mineralne o skomplikowanym składzie i budowie chemicznej takie jak gliny, kaoliny czy piaski kwarcowe. W owym czasie nie znano przecież jeszcze wielu zaawansowanych metod badawczych takich jak spektroskopia w podczerwieni, magnetyczny rezonans jądrowy czy też badania z udziałem skaningowej czy transmisyjnej mikroskopii elektronicznej. Szczególnie szybki rozwój nowoczesnej ceramiki nastąpił już w czasie II wojny światowej, a w szczególności pod koniec lat 50. XX wieku, gdy rozpoczęła się era podboju kosmosu i wyścig zbrojeń. Nie byłoby to możliwe bez nowoczesnych materiałów ceramicznych o odpowiedniej odporności termicznej i chemicznej oraz odpowiednich parametrach elektrycznych, magnetycznych czy dielektrycznych.

Tworzywa ceramiczne tradycyjne dzieli się na dwie grupy: ceramikę tradycyjną i ceramikę zaawansowaną. Terminem „ceramika tradycyjna” określane są wyroby wytwarzane z minerałów ilastych (gliny, kaoliny), natomiast terminem „ceramika zaawansowana” określane są wyroby produkowane z surow-

- ceramikę budowlaną (cegły, pustaki ceramiczne, dachówki, kształtki kominowe, płytki ściennie i podłogowe, itp.); do ceramiki budowlanej zaliczana jest często także tzw. ceramika sanitarna (zlewy, sedesy, pisuary, itp.);
- ceramikę ogniotrwałą, czyli ceramikę odporną na działanie wysokiej temperatury (powyżej 1500°C), bez której niemożliwy byłby wytop żelaza, stali czy innych metali;
- materiały wiążące (cement, wapno, gips); tego typu materiałom ceramicznym poświęcony został rozdział 20, ze względu na rolę materiałów wiążących w rozwoju każdego kraju;

	1. stadium	2. stadium	3. stadium
	proszek	formowanie	ogrzewanie
ceramika właściwa	masa ceramiczna z surowca mineralnego lub preparowanego chemicznie	formowanie plastyczne, odlewanie, prasowanie, <i>tape casting</i> , DCC, <i>gel casting</i> , wtrysk i inne	utrwalanie kształtu przez wypalanie i spiekanie
	proszek	ogrzewanie	formowanie
szkło	zestaw szklarki z kwarcu z topnikami	topienie w wannie lub donicy	dmuchanie, walcowanie, odlewanie, prasowanie
	ogrzewanie	proszek	formowanie
materiały wiążące	wypalanie minerałów lub mieszanin mineralnych dla osiągnięcia stanu reaktywnego	drobny przemiał w celu uzyskania dużej powierzchni reakcji	odlewanie, ubijanie lub prasowanie z dodatkiem wody, wypełniaczy i dodatków modyfikujących

RYS. 1

Główne etapy technologiczne procesu ceramicznego

bardziej zbliżonego do wyrobu końcowego, który chcemy uzyskać po procesie spiekania;

- etap wypalania, który polega na podgrzaniu uformowanego wyrobu do określonej temperatury, przetrzymania tego wyrobu w tej temperaturze przez czas niezbędny do nadania wyrobowi określonej gęstości, mikrostruktury i wytrzymałości mechanicznej (spiekanie) oraz wystudzenia wyrobu do temperatury pokojowej. Szybkość ogrzewania, temperatura spiekania oraz szybkość studzenia (krzywa wypalania) zależą od wielu czynników (rodzaj surowca, wielkość wyrobu, pożądana mikrostruktura, właściwości mechaniczne, właściwości magnetyczne, dielektryczne, itp.).

Do początku XVIII wieku w technologii ceramiki używano surowców mineralnych albo po bezpośrednim ich wydobyciu ze złoża, albo surowce te uszlachetniano tylko metodami fizycznymi, np. przez sedymentację. Rzadko wówczas stosowano inne metody uszlachetniania, np. prażenie, ługowanie zanieczyszczeń. Obecnie do syntezy proszków ceramicznych, z których otrzymywane są następnie zaawansowane tworzywa ceramiczne wykorzystuje się metody chemiczne zarówno nisko-, jak i wysokotemperaturowe. Dotyczy to w szczególności azotków, węglików, borków, spineli, itp. Coraz szerzej są także wykorzystywane związki metaloorganiczne, np. tytanu, glinu, cynku, itp. W procesie otrzymywania proszków ceramicznych wiodącą rolę odgrywa więc szeroko rozumiana chemia. Chemia jest podstawą do projektowania materiałów, w tym w szczególności materiałów ceramicznych. Tylko takie rozumienie ceramiki pozwala na projektowanie i otrzymywanie nowoczesnych materiałów takich jak nadprzewodniki ceramiczne, materiały dla ogniw paliwowych, anteny nowej generacji, materiały dla nowych źródeł światła, itp.

Szczególna jest rola chemii w szeroko rozumianym formowaniu tworzyw ceramicznych. Spoiwem surowców ilastych (glin, kaolinów), nadającym tym surowcom właściwości plastyczne, jest woda, umożliwiającą formowanie wyrobów np. metodą wytłaczania z pasma (cegły, cegły kratówki, pustaki stropowe, dachówki, rurki drenarskie, itp.). Natomiast formowanie z tzw. surowców nieplastycznych (tlenki, azotki, węgliki, borki) wymaga dodatku odpowiednich spoiw organicznych, które są polimerami o odpowiedniej budowie chemicznej, masie molowej, stopniu hydrolizy czy właściwościach amfifilowych. Polimery te nadają odpowiednie właściwości reologiczne formowanym proszkom, zmniejszając jednocześnie siły tarcia nie tylko między ziarnami proszku ceramicznego, lecz także między proszkiem a matrycą formy.

I GENERACJA Pierwotne surowce mineralne – bezpośrednio wydobywane ze złoża	
SUROWCE NATURALNE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ily (gliny) biało wypalające się (porcelit, fajans),</li> <li>• ily (gliny) barwnie wypalające się (kamionka, linkier, gliny szklawne),</li> <li>• surowce ilaste przemysłu kruszyw lekkich,</li> <li>• surowce ilaste ceramiki budowlanej,</li> <li>• surowce krzemionkowe (kwarc, chalcedon, piaski kwarcowe),</li> <li>• krzemienie – flint, ziemia okrzemkowa, surowe boksyty, surowe bentonity, zeolity, perlit,</li> <li>• granaty, kryolit</li> </ul>
	<p>II GENERACJA Surowce mineralne uszlachetnione fizycznie – sedymentacja, flotacja, segregacja magnetyczna, itp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kaolin szlamowany, bentonit, talk, skaień, sjenit nefelinowy, wollastonit, spodumen, piasek szklarski, kwarc, piroksen, cyrkon, rutil, chromity, dolomity, magnezyty, gliny palone (szamot)</li> </ul>
SUROWCE PRZETWORZONE CHEMICZNIE	<p>III GENERACJA Surowce po przeróbce chemicznej – prażenie, topienie, ługowanie i oczyszczanie chemiczne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalcynowany tlenek glinu (metoda Bayera, metoda Bretsznajdera),</li> <li>• kalcynowany magnezyt (np. otrzymywany z wody morskiej),</li> <li>• topiony tlenek glinu (korund),</li> <li>• węgiel krzemu (otrzymywany metodą Achesona),</li> <li>• soda bezwodna, węgiel baru, tlenek tytanu, kalcynowane ferryty, mullit, kalcynowany stabilizowany tlenek cyrkonu,</li> <li>• pigmenty cyrkonowe,</li> <li>• diament syntetyczny</li> </ul>
	<p>IV GENERACJA Surowce syntetyczne – metody syntezy chemicznej nisko- i wysokotemperaturowej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• węgliki, azotki,</li> <li>• borki i krzemki,</li> <li>• barwniki</li> <li>• tlenki (z prekursorów organicznych)</li> <li>• fluorki, siarczki,</li> <li>• spinele</li> </ul>

TAB. 2  
Podział surowców stosowanych w technologii ceramiki (generacje surowców)

Pozwala to uzyskać wyrób o odpowiedniej gęstości i wytrzymałości mechanicznej w stanie surowym (przed procesem spiekania) oraz o wysokiej jednorodności zagęszczenia.

Umożliwia to otrzymanie wyrobów o odpowiedniej gęstości i wysokiej wytrzymałości mechanicznej także po procesie spiekania. Dodatki polimerowe, pomimo iż ulegają rozkładowi termicznemu podczas procesu wypalania, odgrywają bardzo istotną rolę w technologii współczesnych tworzyw ceramicznych. Im mniejszy jest dodatek takiego polimeru, tym mniej gazów wydziela się podczas procesu wypalania i tym wyższa jest gęstość wyrobu po procesie spiekania. W technologii zaawansowanych tworzyw ceramicznych bardzo istotne jest formowanie wyrobów o skomplikowanym kształcie. Dotyczy to wielu wyrobów wykorzystywanych w przemyśle kosmicznym, obronnym, motoryzacyjnym i innych. Wymaga to opracowania takich metod formowania, aby możliwe było uzyskanie po procesie spiekania wyrobu niewymagającego dodatkowej obróbki mechanicznej. Obróbka taka jest bardzo kosztowna i wymaga stosowania najczęściej diamentowych narzędzi.

Do początku lat 90. XX wieku wyroby o skomplikowanym kształcie formowano albo metodą odlewania w porowatych formach gipsowych, albo metodą wtrysku proszku ceramicznego z odpowiednio dobraną kompozycją termoplastycznych tworzyw polimerowych. Metody te uniemożliwiają otrzymanie zarówno kształtek o dużych rozmiarach lub nie zapewniają otrzymania wyrobów o wysokiej jednorodności zagęszczenia.

Na początku lat 90. XX wieku opracowano dwie nowe metody otrzymywania wyrobów

ceramicznych o skomplikowanym kształcie, mianowicie metodę odlewania żelowego (ang. *gelcasting*) oraz metodę bezpośredniego odlewania koagulacyjnego (ang. *direct coagulation casting*).

Od połowy lat 90. XX wieku coraz większą rolę odgrywają nanomateriały, w tym nanomateriały ceramiczne. Terminem tym zwykło się określać materiały, w których wielkość ziarna wynosi poniżej 100 nm. Tylko przy takim rozmiarze ziarna ujawniają się nowe, niespotykane właściwości jak wzrost wytrzymałości mechanicznej, mikrotrwałości, odporności na ścieranie czy spadek przewodnictwa cieplnego. Jednak proszki ceramiczne o nanometrycznej wielkości ziarna są trudne do formowania ze względu na występujące zjawisko aglomeracji takich proszków i trudne do spiekania, ponieważ nieodłącznym procesem towarzyszącym spiekaniu jest rozrost ziaren. Stąd poszukiwanie nowych metod spiekania wyrobów z nanoproszków ceramicznych umożliwiających pełne ich zagęszczenie przy zachowaniu wielkości ziarna poniżej 100 nm.

**SUROWCE W TECHNOLOGII CERAMIKI**

Tworzywa ceramiczne tradycyjnie dzieli się na dwie duże grupy: tzw. ceramikę tradycyjną i ceramikę zaawansowaną. Do wytwarzania wyrobów należących do ceramiki tradycyjnej używa się głównie minerałów ilastych (gliny, kaoliny i inne surowce naturalne), natomiast wyroby należące do ceramiki zaawansowanej produkowane z surowców o dużej czystości, głównie drobnoziarnistych proszków (średnia wielkość ziarna poniżej 1 µm) o odpowiednim rozkładzie, wielkości i kształcie ziaren. Podział surowców stoso-

SUROWCE WIELKONAZOWE  
SUROWCE WIELKONAZOWE  
SUROWCE SPECJALNE





wanych w technologii ceramiki przedstawiono w TAB. 2. Poniżej podane zostały definicje podstawowych pojęć używanych do opisu proszków ceramicznych.

**Kryształit** – grubość pakietu płaszczyzn sieciowych – wielkość obszaru spójnego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego; pojedynczy mikrokryształ (0,1 nm–1 μm).

**Agregat** – przestrzenna konfiguracja kryształitów uporządkowana lub nieuporządkowana; kryształity spójne wiązaniami pierwotnymi (1–100 μm).

**Agglomerat** – przestrzenna konfiguracja kryształitów lub agregatów spójna siłami powierzchniowymi (10–500 μm).

**Ziarno** – pojedynczy kryształ, agregat, agglomerat, okrusz ceramiczny lub skała, jednolub wielofazowy.

Na RYS. 2 przedstawiono wielkości charakteryzujące proszki ceramiczne.

**SUROWCE STOSOWANE W CERAMICE TRADYCYJNEJ**

Podstawowymi surowcami do produkcji ceramiki tradycyjnej są materiały pochodzenia naturalnego. Są nimi głównie gliny, kaoliny i inne surowce jak skalenie, kwarcyty, itp.

Glina jest drobnodispersyjną skałą osadową składającą się z uwodnionych glinokrzemianów mających postać cząstek o wielkości od 0,01 do 1 μm i o pokroju płytkowym bądź iglastym. Gliny powstają w wyniku wietrzenia różnego typu skał magmowych (skały macierzyste), np. skalenia. Składają się głównie z minerałów ilastych (kaolinit, illit, montmorylonit, haloizyt) oraz domieszek takich jak kwarc, magnezyt, dolomit oraz wodorotlenki żelaza i tytanu. Zawierają także domieszkę substancji organicznych. Stosowanych jest wiele podziałów glin (w zależności od przyjętego kryterium podziału).

Jeśli za kryterium podziału przyjmiemy miejsce zalegania glin w stosunku do skał macierzystych, to gliny dzielimy na:

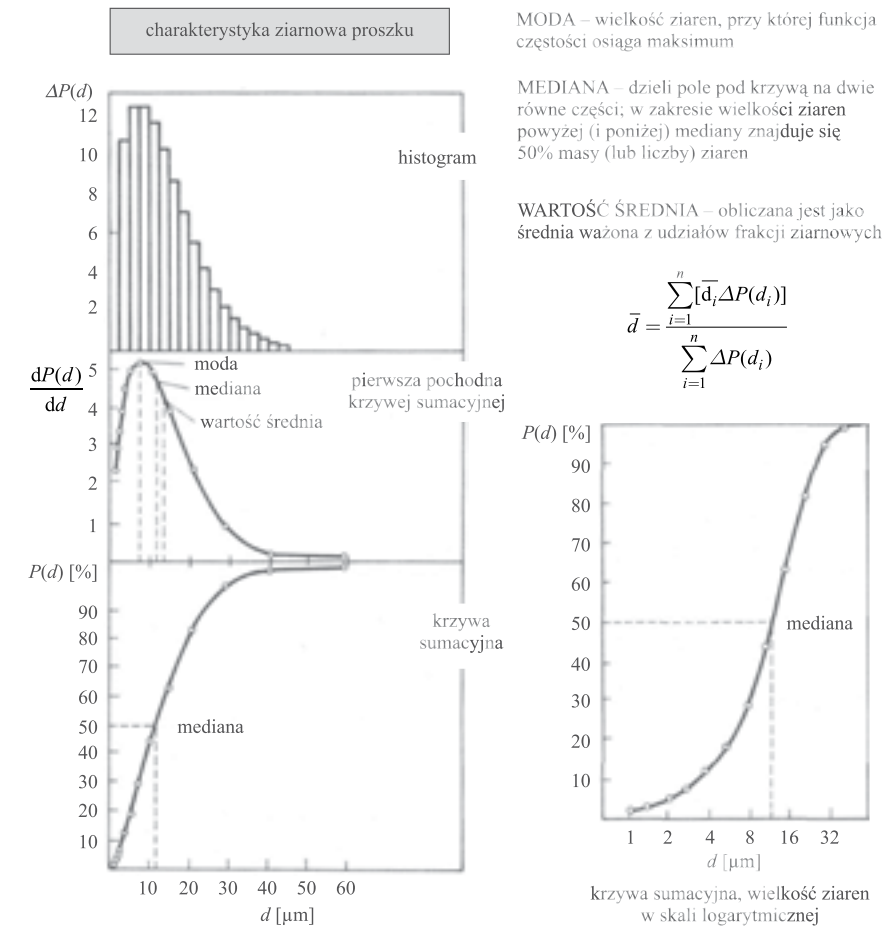
- pierwotne (zalegające w pobliżu skały macierzystej);
- wtórne (zalegające w znacznej odległości od skały macierzystej).

Gliny pierwotne zawierają więc pewną domieszkę skał macierzystych, natomiast gliny wtórne – domieszkę różnych innych minerałów, które zaadsorbowały się w wyniku procesu „transportu” gliny na miejsce jej obecnego zalegania (woda, wiatry).

W wyniku tych procesów gliny zostały więc w sposób naturalny „odszlamowane”, a więc średni rozmiar ziarna gliny wtórnej będzie znacznie mniejszy od średniego rozmiaru ziarna gliny pierwotnej.

Jeśli jako kryterium podziału glin przyjmiemy ogniotrwałość, to dzielimy je na:

- wysokoogniotrwałe (ogniotrwałość zwykła powyżej 1770°C);



RYS. 2 Wielkości charakteryzujące proszki ceramiczne

- ogniotrwałe (ogniotrwałość zwykła powyżej 1580°C);
- trudnotopliwe (ogniotrwałość zwykła powyżej 1350°C);
- topliwe (ogniotrwałość zwykła poniżej 1350°C).

Jeśli jako kryterium podziału glin przyjmujemy ich kolor po procesie wypalania, to dzielimy je na:

- wypalające się na kolor biały (stosowane głównie w przemyśle ceramiki szlachetnej do wyrobu porcelany, porcelitu czy fajansu);
- wypalające się na kolor czerwony, beżowy, żółty, czarny, itp.

W zależności od zastosowania gliny dzielimy na:

- stosowane do wyrobu ceramiki szlachetnej;
- stosowane do wyrobu materiałów ogniotrwałych;
- stosowane do wyrobu materiałów budowlanych (cegły, pustaki, dachówki, płytki ścienne i podłogowe, itp.);
- stosowane do wytwarzania wyrobów sanitarnych (umywalki, sedesy, itp.);
- kaflarskie;
- garncarskie.

Surowce schudzające są to materiały zmniejszające plastyczność i skurczliwość mas ceramicznych zawierających gliny. Zalicza się do nich wszystkie surowce nieplastyczne, a wśród nich również topniki. Do

najczęściej stosowanych materiałów schudzających należą:

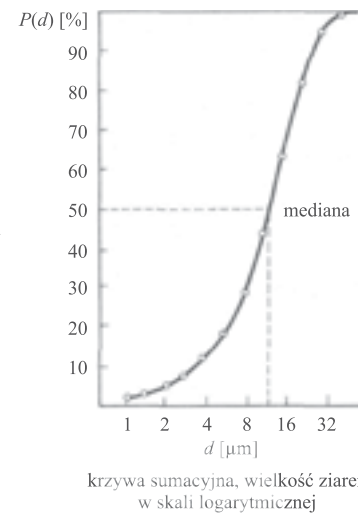
1. Surowce kwarcowe: kwarc i jego odmiany, piaski kwarcowe, kwarcyty, chalcedony, krzemienie, ziemia okrzemkowa i diatomity, ziemia krzemionkowa i łupki kwarcytowe
2. Szamot wytwarzany przez wypalenie ogniotrwałych lub trudnotopliwych glin w temperaturach 1000–1400°C
3. Gliny dehydratyzowane – otrzymywane przez wyprażenie w temperaturze 600–700°C, czyli w zakresie temperatury, w którym glina traci swoje właściwości plastyczne. Topniki są to materiały, które wprowadzone do masy ceramicznej odgrywają podwójną rolę: w masie surowej działają schudzająco, zaś podczas wypalania same tworzą niskotopliwe stopy (np. skałeni), bądź tworzą stopy (eutektyki), wchodząc w reakcję z innymi składnikami masy. Do tych ostatnich należą: węglan wapnia (CaCO<sub>3</sub>), dolomit (CaCO<sub>3</sub> · MgCO<sub>3</sub>), talk (3MgO · 4SiO<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O) i wiele innych. Wprowadzenie topników do mas ceramicznych powoduje obniżenie temperatury spiekania, co sprzyja silniejszemu zagęszczeniu wypalanego materiału. ■

MODA – wielkość ziaren, przy której funkcja częstości osiąga maksimum

MEDIANA – dzieli pole pod krzywą na dwie równe części; w zakresie wielkości ziaren powyżej (i poniżej) mediany znajduje się 50% masy (lub liczby) ziaren

WARTOŚĆ ŚREDNIA – obliczana jest jako średnia ważona z udziałów frakcji ziarnowych

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n [d_i \Delta P(d_i)]}{\sum_{i=1}^n \Delta P(d_i)}$$



# PRENUMERATA 2020

**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  
(3/2020)

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: .....

## GŁÓWNE TEMATY WYDANIA 3/2020:

- SITA, PRZESIEWACZE, SEPARATORZY – PRZEGLĄD RYNKU
- KRUSZARKI, MŁYNY, ROZDRABNIACZE

## PONADTO W NUMERZE:

- Sprzęt i pojazdy specjalistyczne
- Przemysł cementowo-wapienniczy i betonowy (maszyny, technologie i rozwiązania dla branży)
- Urządzenia i rozwiązania dla przemysłu kruszywowego
- Badania kruszyw
- Oleje, smary, płyny technologiczne do maszyn drogowo-budowlanych

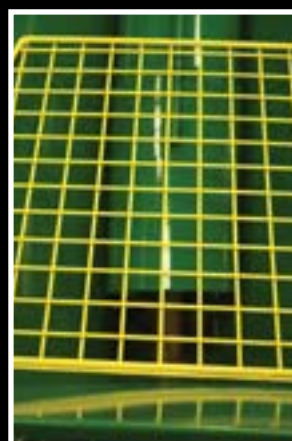
## NUMER 3/2020 BĘDZIE DYSTRYBUOWANY PODCZAS NASTĘPUJĄCYCH IMPREZ:

- Konferencja **KRUSZYWA MINERALNE**  
(22–24.04 2020 r., Kudowa-Zdrój)
- Międzynarodowe Targi Budownictwa Drogowego **AUTOSTRADA-POLSKA** (06.–08.05.2020 r., Kielce)
- Międzynarodowe Targi Maszyn Budowlanych i Pojazdów Specjalistycznych **MASZBUD**  
(06.–08.05.2020 r., Kielce)
- Konferencja **DNI BETONU**  
(12–14.10.2020 r., Wisła).



## TERMINY:

- 27.03.2020 – zgłaszanie reklam
- 03.04.2020 – przesyłanie gotowych materiałów
- 16.04.2020 – ukazanie się numeru







# targi budownictwa infrastrukturalnego

[www.autostrada-polska.pl](http://www.autostrada-polska.pl)

Największe spotkanie  
branży w Polsce:  
spojrzenie w przyszłość,  
wymiana wiedzy,  
testowanie sprzętu,  
pokazy dynamiczne.

**25**  
LAT

**budujemy  
nowy odcinek  
Autostrady!**

**6-8 maja 2020**

**Nowość:  
Forum AUTOSTRADA**

• drogi przyszłości • gospodarka, biznes, inwestycje • zrównoważona infrastruktura

Wiemy, że szukasz wydajnych technologii wydobycia oraz przetwarzania kruszyw i metali.

# WYDAJNIE + BEZPIECZNIE

Ekonomicznie eksploatujesz zasoby naturalne, jednocześnie dbając o bezpieczeństwo pracowników i środowiska.



Usprawnij swoje procesy, korzystając z naszej kompleksowej oferty przyrządów pomiarowych:



Micropilot FMR67: Sonda radarowa 80 GHz z Heartbeat Technology podnosi niezawodność i wiarygodność pomiarów poziomu.



TAF16: Trwałe termometry z ceramicznymi i metalowymi osłonami dla ekstremalnych temperatur pracy.



Field Xpert SMT70: Tablet PC do zdalnej konfiguracji urządzeń i zarządzania zasobami AKP, także w strefie Ex.

Dowiedz się więcej  
[www.pl.endress.com/hutnictwo-i-kruszywa](http://www.pl.endress.com/hutnictwo-i-kruszywa)

Endress+Hauser 

People for Process Automation