

# Pneumatyka

DWUMIESIĘCZNIK O TECHNICIE SPRĘŻANIA GAZÓW


Maj-Czerwiec

3(40)2003

cena 7,50 zł  
(w tym VAT 7%)

ISSN 1426-6644

Indeks 337 323

  
**ultrafilter  
international**  
Energy and  
environmental technology.

Nowoczesna technologia

Sterylna czystość



ultrafilter Sp. z o.o., ul. Genewska 18a, 03-963 Warszawa  
tel. (022) 617 23 23, 616 19 89  
www.ultrafilter.com.pl e-mail: info@ultrafilter.com.pl

Nowe sprężarki  
śrubowe Atlas Copco  
dla warsztatów  
i małych firm

Sprężarkownia  
w środku  
cementowni

Technika  
mikrostrumieniowa

Bezdotykowe  
przyssawki NCT

Rynny aeracyjne

Energetyka wiatrowa

Klub Sprężonego  
Powietrza – spotkanie  
w Tarnowie  
Podgórnym

Zestawienie  
sprężarek  
przewoźnych



Sterylnie czysto – str. 10



# LASKA

Technika Przemysłowa Sp. z o.o.

43-100 Tychy  
ul. Budowlanych 43  
tel.: +48 (32) 326 24 50  
fax: +48 (32) 326 24 51  
e-mail: laska@laska.com.pl  
www.laska.com.pl

Filia Wrocław:  
53-234 Wrocław  
ul. Grabiszyńska 241 F  
tel.: +48 (71) 364 77 70  
fax: +48 (71) 364 77 71  
e-mail: wroclaw@laska.com.pl

## Uszczelnienia Techniczne

Uszczelnienia do zastosowania w hydraulice, pneumatyce oraz innych gałęziach przemysłu w pełnym zakresie typoszeregów.

- Uszczelnienia tłoków i tłoczyk
- Uszczelnienia kompaktowe
- Uszczelnienia wargowe
- Pierścienie zgarniające
- Pierścienie i taśmy prowadzące
- O-ringi
- Pierścienie oporowe
- Uszczelnienia wału (simmerringi, v-ringi)
- Uszczelnienia ślizgowe AE Goetze
- Płyty gumowe
- Sznury gumowe
- Uszczelnienia specjalne

W ofercie posiadamy ok. 40 tys. pozycji z czego 8 tys. w ciągłej sprzedaży.



Sterylnie czysto żadna bakteria się  
nie przemknie \_\_\_\_\_ 10

Jeszcze jedno oblicze – Hydrovane  
2003! \_\_\_\_\_ 11

Obowiązkowa jakość:  
sprężone powietrze w produkcji  
aluminiowych felg \_\_\_\_\_ 12

Sprężarka GX teraz od 2,2 kW \_\_\_\_\_ 14



Wspólnie łatwiej \_\_\_\_\_ 16

BIAP – Inteligentne systemy  
sprężonego powietrza \_\_\_\_\_ 18

Bezdotykowe przyssawki NCT \_\_\_\_\_ 19

Metal Work Polska – Twój partner  
w codziennej pracy \_\_\_\_\_ 22

Powstała wśród kurzu – sprężarkownia  
w środku cementowni \_\_\_\_\_ 23

Zestawienie sprężarek  
przewoźnych \_\_\_\_\_ 24

Targi pełne nowości – wywiad \_\_\_\_\_ 28

Pneumat System \_\_\_\_\_ 30

PPHU Kompres \_\_\_\_\_ 31

Kompres Brzezna – wykorzystanie  
powietrza w zakładach wydobywania  
i przerobu kamienia \_\_\_\_\_ 32

Technika mikrostrumieniowa \_\_\_\_\_ 34

Technologiczne i konstrukcyjne  
rozwiązania rynien aeracyjnych  
w systemach odpopielania \_\_\_\_\_ 42

PHU Pneuma – firma mała,  
ale solidna \_\_\_\_\_ 47

Zwycięstwo ekonomii, czyli jak  
w terminalu BP Sławków dobieraliśmy  
sprężarki z systemem uzdatniania  
i siecią zasilania \_\_\_\_\_ 48

Energetyka wiatrowa, cz. II \_\_\_\_\_ 51

Silvent – produkty znane na całym  
świecie \_\_\_\_\_ 56



## Sprężone powietrze – środowisko nieujarzmione?



Sprężone powietrze ma kilka ważnych zalet, decydujących o tym, że przemysł nie może się bez niego obejść, ale ma też wiele wad. Specyfiką sprężonego

powietrza jest praktyczna niemierzalność jego parametrów – jedynym łatwym do wyznaczenia jest ciśnienie. Pozostałe parametry ważne z technicznego punktu widzenia, takie jak czystość, wilgotność, ilość wytwarzanego sprężonego powietrza i ilość zużywana przez odbiorniki oraz koszt wytwarzania, wymagają specjalistycznej aparatury i procedur pomiarowych, jakimi zazwyczaj nie dysponuje użytkownik.

Uwzględnienie wszystkich istotnych czynników, w tym konstrukcji i stanu sieci rozprowadzającej powietrze oraz stopnia zużycia poszczególnych urządzeń, jest na tyle trudne, że projektowanie i eksploatacja instalacji sprężonego powietrza odbywa się głównie „na wyczucie”. Stwarza to niebezpieczeństwo nieprawidłowego doboru urządzeń i niepotrzebnych strat finansowych ponoszonych przez użytkownika. Jest to pole do nadużyć ze strony niektórych firm dostawczych. Czy można temu zaradzić?

W „Pneumatyce” już od prawie ośmiu lat ukazują się artykuły dotyczące ekonomicznej strony użytkownika sprężonego powietrza. Prawdopodobnie dzięki tym publikacjom udało się uczulić wielu inwestorów i użytkowników na takie problemy, jak nieszczelności, opory przepływu, niewłaściwe ciśnienie. Wciąż jednak w naszym czasopiśmie brakuje systematycznego i odpowiadającego współczesnym potrzebom wykładu, jak prawidłowo dobrać urządzenia i przygotować sieć sprężonego powietrza z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć technicznych. Nie ulega wątpliwości, że właśnie firmy oferujące

określone rodzaje urządzeń dysponują największą wiedzą na ich temat. Dlatego ich prezentacje są bardzo wartościowym materiałem dla czytelnika, nawet jeżeli przedstawiają niektóre problemy jednostronnie i do pewnego stopnia tendencyjnie. Zadanie jakie sobie stawia redakcja, to umożliwienie wszystkim firmom przedstawienia własnego punktu widzenia. Zdarza się, niestety, że podają one informacje niesprawdzone lub świadomie nieprawdziwe. Weryfikacja tych informacji przez redakcję jest z zasady niemożliwa, gdyż są to artykuły promocyjne. Poszukujemy więc dróg do uruchomienia współpracy pomiędzy fachowcami z różnych firm, która doprowadziłaby do ustalenia wspólnych kryteriów oceny urządzeń i sposobu ich prezentacji.

Tematów do współpracy pomiędzy firmami jest znacznie więcej, a tymczasem środowisko „pneumatyczne” jest wciąż nieorganizowane. Jednym z przykładów jest zupełny brak koordynacji w wystawianiu się na targach, co prowadzi do zupełnie przypadkowych wystąpień poszczególnych firm. Prawdopodobnie jednak współpraca rozwine się i pierwsze jej oznaki znajdą Państwo już w tym numerze „Pneumatyki”. Jest tu krótka relacja z doniosłego spotkania firm związanych z techniką sprężonego powietrza, jakie pod patronatem „Pneumatyki” odbyło się w dniu 9.06.03 w Tarnowie Podgórnym. Powstał Klub Sprężonego Powietrza, którego jednym z zadań jest doprowadzenie do powstania stowarzyszenia reprezentującego interesy branży. Prosimy zwrócić uwagę na materiały opatrzone charakterystyczną pieczętką. To są pierwsi członkowie Klubu. Biorąc pod uwagę, że należą do nich najważniejsze firmy na rynku, wypada założyć, że taka przynależność zobowiązuje do rzetelności i profesjonalizmu.

Zdzisław Chrapkiewicz

## Pneumatyka

### REDAKCJA

Redaktor naczelny:  
Zdzisław Chrapkiewicz  
Dział DTP:  
Marcin Kluziak  
Edyta Wirt

Konsultacja naukowa  
prof. nadzw. dr hab. inż.  
Łukasz N. Węsierski  
Współpracownicy:  
Andrzej Araszkiwicz  
Wojciech Halkiewicz  
Arkadiusz Mrokwa  
Szymon Sadowski

### ADRES REDAKCJI

ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław  
tel. (071) 373 58 95  
tel./fax: (071) 373 52 32, 373 59 00  
e-mail: pneumatyka@lektorium.pl

### WYDAWCA

Wydawnictwo Lektorium  
Kierownik wydawnictwa:  
Mariusz Makulski  
Biuro promocji i reklamy:  
Katarzyna Wilczyńska

### ADRES WYDAWCY

Wydawnictwo LEKTORIUM  
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław  
tel./fax: (071) 373 52 32

### DRUKARNIA

Hector

### PRENUMERATA

Warunkiem przyjęcia zamówienia jest otrzymanie potwierdzenia dokonania wpłaty. Należność prosimy wpłacać przelewem lub przekazem pocztowym na konto Wydawnictwa Lektorium Bank Przemysłowo Handlowy PBK SA w Krakowie, III oddz. we Wrocławiu 11101620-409910133389

Prenumeratę przyjmują:  
Wydawnictwo Lektorium, RUCH SA,  
SIGMA-NOT Sp. z o.o., KOLPORTER SA

Zlecenia na ogłoszenia i reklamy prosimy kierować pod adresem wydawcy. Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń, reklam i artykułów sponsorowanych. W materiałach nadesłanych redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian redakcyjnych. Przedruk tekstów w części lub w całości tylko i wyłącznie za zgodą wydawcy. Artykuły redakcyjne podlegają recenzji.

**Sprężarka budowlana „Mobilair 26”**

Sprawdzona sprężarka „Mobilair 25” ma już swojego następcę – nazywa się on „Mobilair 26”.

Przyjrzelśmy się nowej sprężarce. To, co widać od razu, to zaokrąglony kształt obudowy, zintegrowany z wnękami kół. Obudowa wykonana jest z tworzywa sztucznego – zabezpiecza maszynę przed zadrapaniami, promieniowaniem UV i zmianą temperatury oraz znacznie obniża jej ciężar. Zależnie od wyposażenia, jest ona o około 60 kg lżejsza od swojego poprzednika. Także wnętrze „M 26” dostarcza miłych niespodzianek.

Żuż dzisiaj sprężarka spełnia surowe przepisy o izolacji dźwiękowej (wchodzące w życie w roku 2006).

Niewątpliwą nowością jest układ regulacji temperatury powietrza wylotowego, chroniący młoty pneumatyczne przed skutkami mrozu i korozji.



Sprężarka posiada powiększony, 30-litrowy zbiornik paliwa.

Skonstruowany specjalnie dla „M 26” blok śrubowy firmy KAESER KOMPRESSOREN – podobnie jak montowane w sprężarkach stacjonarnych – przewidziany jest do wysokiego, ciągłego obciążenia. Wydatek objętościowy wynosi od 2,5 do 3 m<sup>3</sup>/min przy

że do zastosowania przy wykonywaniu przecisków ziemnych.

**DELTA TWIN**

Taką nazwę nosi nowy dwustopniowy agregat sprężarkowy firmy Aerzener Maschinenfabrik GmbH. Bezolejowy agregat, z możliwością chłodzenia zarówno wodą, jak i powietrzem, dostępny obecnie w trzech wielkościach o wydajności na ssaniu od 760 do 2450 m<sup>3</sup>/h ( $\Delta p \leq 10$  bar) przy silnikach o mocy od 75 do 200 kW, jest przeznaczony do tłoczenia powietrza i gazów neutralnych.



Wyjątkową zaletą sprężarki jest zwiększenie jej wydajności w odniesieniu do dotychczasowych rozwiązań o 9%, przy zastosowaniu identycznych silników, a wszystko dzięki nowo opracowanej konstrukcji rotorów i obudowy stopnia. Inną zaletą jest zastosowanie opatentowanego napędu pasowego, co umożliwia dobre dopasowanie pobieranej mocy do oczekiwanych obrotów, jak również obniżenie kosztów inwestycyjnych. Ponadto silnik napędowy umieszczony został na przegubowej platformie gwarantującej samoczynne napinanie pasów.

W produkcji tego aluminiowych sprężone powietrze odgrywa znaczącą rolę jako nośnik energii i medium procesu. Dla Zakładu Borbet

każdej sprężarki przyporządkowany jest osuszacz ziębniczy i zbiornik sprężonego powietrza o pojemności 2 m<sup>3</sup>. Obie stacje są wyposażone w system odzysku ciepła, które jest wykorzystywane do przygotowania wody.

nadciśnieniu roboczym o wartości 7 bar. Zespołem napędzającym jest chłodzony wodą, wysokoprężny silnik Kubota.

Tak więc „M 26” jest zwartą, wydajną, trwałą i bardzo poręczną sprężarką dla dwóch młotów pneuma-



**POWIETRZE – OGROMNA SZANSA!**

- Sprężarki śrubowe o wydajnościach od 0,3 do 45,3 m<sup>3</sup>/min i ciśnieniach do 13 bar
- Sprężarki tłokowe o wydajnościach od 70 do 6200 l/min i ciśnieniach do 35 bar
- Oczyszczanie sprężonego powietrza, rurociągi, wyposażenie

**Centrala:**  
PNEUMATIK SA  
Wysogotowo  
ul. Kamienna 28  
62-081 Przeźmierowo  
tel. (061) 816 12 46, 816 12 55  
fax (061) 816 17 71  
e-mail: info@pneumatik.com.pl  
Internet: www.pneumatik.com.pl

**Oddziały:**  
Częstochowa (034) 322 06 26  
Jarosław (016) 624 22 60  
**Serwis 24 h:** 0 608 445 555



Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN



**PNEUMATYKA  
AUTOMATYKA  
HYDRAULIKA**



działu technicznego w Meo – inż. Walter Anton, twierdzący zawsze mamy do dwóch sprężarek w rezerwie”.

Do innych korzyści zaliczyć należy zwartą zabudowę agregatu, możliwość zastosowania materiałów wykończeniowych wg życzenia klienta czy też możliwość prowadzenia napraw na miejscu, dzięki czemu obni-

Vacuum is like magic ...



Próżnia jest jak magia ...

**PIAB**  
Innovators in  
Vacuum Technology

## POMPY MULTIEŻEKTOROWE I PRZYSSAWKI

**Bovin** 81-327 Gdynia, ul. Wolności 20, tel./fax: (0-58) 621-98-24, 621-99-64  
BOVIN - Południe: 0 605-051-368, e-mail: piab@bovin.com.pl

www.bovin.com.pl

**INWET** Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji  
Spółka Akcyjna

Nasza oferta technologii materiałów sypkich obejmuje:  
WIBRATORY PRZEMYSŁOWE, PULSATORY PNEUMATYCZNE

## POROWATE SPIEKI PRZEPUSZCZALNE



41 - 500 Chorzów, ul. Zgrzebnika 5; telefony: (32) 241 13 09,  
247 48 96, 247 48 97; fax (32) 247 48 94; tel. kom. (601) 701 188;  
http://www.inwet.chorzow.pl; e-mail: inwet@inwet.chorzow.pl

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Moduł KL3403 Zarządzanie mocą poprzez sieć fieldbus

Nowy trójfazowy terminal firmy Beckhoff do systemu rozproszonych wejść/wyjść pozwala na zarządzanie mocą za pośrednictwem niemal każdego dowolnego protokołu komunikacji przemysłowej. Możliwości pomiarowe i mała, zwarta budowa nowego terminala czynią go w pełni skalowalną i ekonomiczną alternatywą w zadaniach związanych z zarządzaniem mocą i energią. KL3403 jest traktowany tak jak każdy inny „inteligentny” terminal I/O w ofercie firmy Beckhoff i dokonane przez niego pomiary i obliczenia można przekazać np. poprzez Ethernet lub inny protokół przemysłowy do nadrzędnej sieci zakładowej.

Nowy terminal KL3403 pozwala na pomiar wszystkich istotnych parametrów trójfazowej sieci elektrycznej. Czteroprzewodowy pomiar napięć dla faz L1, L2, L3 i przewodu zerowego N jest realizowany bezpośrednio (do wartości 500Vac), natomiast pomiar prądów poprzez zewnętrzne przekładniki prądowe – bezpośrednio do 1A). Wbudowany mikrokontroler zapisuje w wewnętrznych rejestrach rzeczywiste



wartości skuteczne prądu, napięcia, mocy czynnej, cos fi, zużytej energii niezależnie dla każdej z faz. Na podstawie tych wartości można wyliczyć moc pozorną i moc bierną dla każdej z nich.

Terminal KL3403 pozwala operatorowi czy też systemowi monitorować i sterować w trybie „on-line” nie tylko pracą silnika (tak jak w przypadku KL8001), ale również każdego dowolnego typu obciążenia.

Dokładność pomiaru na poziomie 16 bitów oraz wysoka częstotliwość próbkowania – 64000 próbek/s dla 6 kanałów pomiarowych – pozwalają obliczyć rzeczywiste wartości skuteczne prądów i napięć.

Terminal KL3403 może być z powodzeniem stosowany jako licznik energii dla celów wewnętrznych. Zawartość licznika jest zapisywana w pamięci nieulotnej, ale jest możliwość skasowania stanu licznika w dowolnej chwili pracy układu.

### APC680 – nowy komputer przemysłowy najwyższej klasy

Stworzony specjalnie dla wymagających zadań sterowania i wizualizacji APC-680 plasuje się na wyższym poziomie w spektrum komputerów przemysłowych firmy B&R. Dzięki swojej modułowej konstrukcji APC680 – oparty na Slot CPU – może być dostosowany do wymagań aplikacji. Umocowane wtyczki oraz wytrzymała mechanika zapewniają bezproblemową obsługę w surowym środowisku przemysłowym. Procesor oraz chipset Embedded Division Intelą gwarantują długą żywotność produktu.

Dla APC680 są charakterystyczne następujące komponenty sprzętowe: Intel® Celeron lub Intel Pentium® III Tualatin do 1.26 GHz; dwa 100 Mbps Ethernet; 4 gniazda USB; DVI-I dla płaskich ekranów; 4 PCI, 1 ISA i 2 gniazda PICMG, jak również 4 interfejsy szeregowo.



**Poduszkowiec hp-400P**

Poduszkowiec HP-400P „Anaconda” – wykonany przez firmę HOVERTECH SA w Miłoszycach – jest doskonałym przykładem taniego, niezawodnego pojazdu terenowego dostosowanego zarówno do akcji kryzysowych (ratowniczych), jak i do rekreacji. „Anaconda” to przykład poduszkowca z napędem pojedynczym, w którym zastosowano rozdział powietrza wychodzącego z wentylatora (jeden wentylator służy zarówno do wytworzenia poduszki powietrznej, jak i do zapewnienia ruchu poziomego).

Pojazd ten jest wyposażony w wentylator średnicy 1 m i napędzany jest silnikiem spalinowym o mocy 60 kW [80 KM] poprzez zębatą przekładnię pasową. Poduszka powietrzna osłaniana jest poprzez 60 niezależnych fartuchów. W „Anacondzie” zastosowano układ pojedynczych fartuchów, dzięki czemu poduszkowiec ten może służyć w najtrudniejszych warunkach, nawet w przypad-

przed uszkodzeniami przy poruszaniu się na popękanym lodzie lub terenie kamienistym.



Konstrukcja dostosowana jest do transportu po drogach publicznych. Działa na wodzie, lądzie – terenach grząskich i podmokłych lub sypkich. Może działać wiosną, latem, jesienią i zimą w miejscach niedostępnych dla innych jednostek – zwartej zabudowie miejskiej, rwącym nurcie rzeki, trudnych warunkach atmosferycznych. Prostota konstrukcji gwarantuje jej niezawodność i dużą funkcjonalność oraz obniża koszty eksploatacyjne pojazdu.

Jednostka ta została już przetestowana w akcjach powodziowych we Wrocławiu w 1997 roku oraz podczas akcji przeciwpowodziowej na terenie województwa Podkarpackiego w 2001 r.

Poduszkowiec został także wykorzystany podczas akcji ratowniczych niesienia pomocy mieszkańcom Drezna i okolic podczas powodzi w 2002 roku oraz podczas akcji likwidacji zatorów lodowych w Kawiicach w 2003.

Oprócz akcji ratowniczych „Anaconda” doskonale spełnia funkcje rekreacyjne, co zostało potwierdzone podczas wycieczki łódzkiej dziennikarzy Odrą z Wrocławia do Szczecina, a następnie Wisłą aż do Krakowa.

Pojazd jest w 100% polską konstrukcją, a jego twórcą jest pan Józef Adamowicz z firmy Hovertech.



ku uszkodzenia (wyrwania) 1/3 fartuchów. Kadłub został wykonany z laminatów w technice przekładkowej. Dodatkowo został on wypełniony pianką poliuretanową, której zadaniem jest dostarczenie dodatkowej wyporności i niedopuszczenie do zatonięcia jednostki w przypadku awarii podczas pracy nad wodą. Zastosowano także okucie dolnej części kadłuba blachą z duraluminium, która ma zabezpieczać dno

# spężarki powietrza



## ALUP Kompressoren

Sprężarki śrubowe o ciśnieniach roboczych od 4 do 15 bar i wydajnościach od 0.4 do 70 m<sup>3</sup>/min.



### ciche

Sprężarki śrubowe pracują cicho i bez wibracji, dzięki temu praca z nimi nie jest uciążliwa.

### oszczędne

Procesorowy system sterowania zapewnia ekonomiczne wykorzystanie energii, przypomina o konieczności serwisowania i diagnozuje awarie.

### niezawodne

Najwyższą jakość sprężarek potwierdzają liczne certyfikaty morskich towarzystw klasyfikacyjnych: Lloyd's Register of Shipping, Germanischer Lloyd, Det Norske Veritas, Bureau Veritas. Również NATO wybrało ALUP Kompressoren na dostawcę strategicznego. Firma spełnia także warunki ISO 9001.



PPHU KOMPRESS jest wyłącznym przedstawicielem ALUP Kompressoren w Polsce. Nasza oferta jest dostępna w sieci Internet. Chętnie odpowiemy na pytania osobiście.

02-288 Warszawa, ul. Krzysztofa Kolumba 22  
tel./faks: (0 22) 846 62 54 i 868 00 33  
e-mail: [kompres@kompres.com.pl](mailto:kompres@kompres.com.pl)

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



# KATOWICE

## MIĘDZYNARODOWE TARGI GÓRNICICTWA, ENERGETYKI, METALURGII I CHEMII 9-12.09.2003

**NAJWIĘKSZE W POLSCE  
CZOŁOWE W ŚWIECIE**

Honorowy Patronat:  
Ministerstwo Gospodarki,  
Pracy i Polityki Społecznej

CZŁONEK UFI



MIĘDZYNARODOWE TARGI  
KATOWICKIE Sp. z o.o.  
40-955 Katowice, ul. Bytkowska 1b  
tel. (032) 78 99 194  
fax (032) 254 02 27, 258 89 19  
e-mail: katowice@mtk.katowice.pl

JESTEŚMY ZAINTERESOWANI UDZIAŁEM  
W TARGACH MATERIAŁY AKWIZYCYJNE PROSIMY PRZESYŁAĆ NA ADRES:

Firma .....

Adres .....

Tel. .... Fax .....

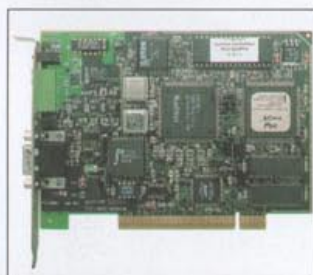
## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Applicom – łączność komputerów PC z sieciami sterowania

Światowy lider w dziedzinie kart komunikacyjnych, firma Applicom – należąca do międzynarodowej grupy Woodhead Connectivity skupiającej szereg firm zajmujących się zagadnieniami automatyki przemysłowej – od lat oferuje specjalizowane karty komunikacyjne, które, zainstalowane w komputerach, spełniają rolę pośrednika w wymianie informacji pomiędzy aplikacjami wizualizacyjnymi (np. Wonderware InTouch) a systemami sterowania.

Do grona takich kart należy karta komunikacyjna dla sieci Profibus o symbolu PCI1500PFB.

Karta PCI1500PFB (rys. 1) wyposażona jest w procesor Intel 80486DX4 oraz 4MB pamięci RAM i jeden port Profibus (RS485 z izolacją galwaniczną 500V), który może obsługiwać prędkości transmisji od 9.6 kB/s do 1.5 MB/s oraz następujące protokoły komunikacyjne: Profibus DP



Master, Profibus FMS, Profibus FDL dla Siemens S5, Profibus S7, Profibus MPI.

Spośród dostępnych kart komunikacyjnych firmy Applicom na uwagę zasługują także dwie inne karty, które zostały zaprojektowane dla protokołów obsługiwanych przez sterowniki firmy Siemens:

- PCI1500S7 – wyposażona tak samo jak karta PCI1500PFB, przeznaczona jest do komunikacji ze sterownikami obsługującymi

protokoły: Profibus S7 i Profibus MPI;

- PCI1500MPI – jest wyposażona tak jak dwie pozostałe karty, a przeznaczona do komunikacji ze sterownikami obsługującymi protokół Profibus MPI. Choć karty PCI1500S7 i PCI1500MPI nie są tak wszechstronne jak karta PCI1500PFB, jednak ich atutem jest bardzo atrakcyjna cena.

Dodatkową zaletą prezentowanych kart jest obsługa następujących wersji systemów operacyjnego Windows: 98, NT4.0, 2000 oraz XP. Wraz z kartami dostarczane jest także oprogramowanie, które umożliwia zainstalowanie karty w systemie operacyjnym oraz udostępnianie aplikacjom wizualizacyjnym informacji z systemu sterowania w standardach DDE, Suite-Link lub OPC.

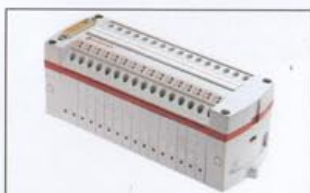
### 7 milionów konfiguracji – wyspa zaworowa o dużej wydajności

Najnowsza na rynku, kompaktowa wyspa zaworowa o niewielkiej masie i dużych przepływach oferuje wyjątkową wszechstronność połączonej z przyjazną użytkownikowi obsługą. Te i wiele innych zalet sprawiają, że niektórzy patrzą na nią z zazdrością.

Produkowana przez globalnego dostawcę pneumatyki – Norgrena – seria VM10 doskonale spełnia wymagania szeregu aplikacji łącznie ze specjalnymi oczekiwaniami przemysłu elektronicznego i opakowaniowego. Oferuje przepływ 430 l/min – największy spośród zaworów szerokości 10 mm. Ta wyjątkowa wydajność oznacza, że VM10 może być stosowana zamiast większych, cięższych i bardziej kosztownych zaworów o grubości 16 mm lub zaworów ISO.



## NOWOŚCI TECHNICZNE



Produkowana z wysokiej jakości polimeru, VM10 łączy w sobie wytrzymałość i stabilność z małym ciężarem. Znakomita odporność chemiczna, nawet przy dłuższym kontakcie z medium sprawia, że znakomicie sprawdza się w instalacjach do pakowania żywności, które często oczyszczane są strumieniami chemicznych roztworów.

Norgren Herion stawia do dyspozycji: 260 różnych opcji zaworów, okablowanie umożliwiające indywidualne podłączenie od 2 do 20 zaworów lub 4 do 16 zaworów przyłączanych poprzez wielowtyk lub 4 do 16 zaworów sterowanych po-

przez Fieldbus, 7 różnych protokołów Fieldbus, opcję wielociśnieniową, 6 rozmiarów przyłączy 3 do 6 mm i 1/8" do 1". Tak więc Klient ma możliwość wyspecyfikowania spośród nie mniej niż siedmiu milionów możliwych kombinacji wyspy całkowicie spełniającej jego oczekiwania.



Elegancki wygląd, nowoczesna i kompaktowa konstrukcja pozwalająca zamontować wyspę na każdej maszynie oraz jasnoszary kolor czynią ten produkt odpowiednim dla wszystkich sektorów przemysłu.

## Energooszczędne systemy zasilania pneumatycznego

In-Tech

Andrzej M. Araszekiewicz

01-652 Warszawa

ul. Potocka 4 m. 1

tel./fax +48 22 8 333 531

kom. +48 503 123 320

e-mail: araszka@polnet.cc

Punkty konsultacyjno - serwisowe

Gdynia

Turek

Łódź

Mysłowice

Bielsko-Biała

KOLUMB ODKRYŁ AMERYKĘ, TY ODKRYJ

# IR Ingersoll Rand

**NIEKWESTIONOWANEGO ŚWIATOWEGO LIDERA  
W PRODUKCJI SPRĘŻAREK  
TRADYCJA I DOŚWIADCZENIE  
istnieje od 1871 r.**

Oferujemy w pełnym zakresie wydajności: proste w montażu, tanie w eksploatacji, bezobsługowe  
✓ **SPRĘŻARKI** olejowe i bezolejowe – tłokowe, śrubowe i odśrodkowe  
oraz urządzenia towarzyszące:

- ✓ CHŁODNICE
- ✓ OSUSZACZE
- ✓ FILTRY
- ✓ SEPARATORY

**ZAPEWNIAMY DORADZTWO TECHNICZNE, SERWIS  
GWARANCYJNY, POGWARANCYJNY, SKŁAD CZĘŚCI**



Wyłączny Przedstawiciel  
**INGERSOLL RAND®**  
**AIR SOLUTIONS**

Biuro: 00-871 Warszawa, ul. Żelazna 67/62,  
Tel.: (022) 652 11 55 · faks: (022) 654 74 08  
e-mail: wimtec\_office@wimtec.pl · www.wimtec.pl



## AIRPRESS

FRIPOL Sp. z o.o.

86-100 Świecie, Wiąg 108 A

tel. (052) 331 25 88, 332 45 73

fax (052) 331 20 43

e-mail: fripol@airpress.pl, www.airpress.pl

05-092 Łomianki k/Warszawy

ul. Kolejowa 163/1, tel. (022) 751 61 63, 0608 395 056

PNEUMAPOL Sp.J.

71-254 Szczecin, ul. Łukasieńskiego 13

tel./fax (091) 487 06 71, tel.: 0608 490 395, 0602 369 434; 0504 235 396

e-mail: kompresor@pneumapol.pl, www.pneumapol.pl

### Nasza oferta:

- sprężarki śrubowe,
- sprężarki tłokowe,
- sprężarki specjalistyczne,
- systemy oczyszczania sprężonego powietrza: (osuszacze, filtry, mikrofiltry itp.)
- osprzęt pneumatyczny: reduktory, naoliwiacze, szybkozłącza, redukcje, węże,
- narzędzia pneumatyczne,
- montaż sieci pneumatycznych z elementów TRANSAIR.



# Sterylnie czysto

## Żadna bakteria się nie przemknie



Powietrze, choć wydaje się być całkowicie przejrzyste zawiera w sobie wiele zanieczyszczeń. Średnio w 1m<sup>3</sup> powietrza atmosferycznego jest ok. 140 mln cząstek. W skład tych zanieczyszczeń wchodzi najróżniejsze pyły (np. metaliczne, węglowe, wapienny), pyłki roślin, cząstki dymów, aerozole (np. olejowe), itd., jak również drobnoustroje i bakterie.

**P**odstawowa filtracja w instalacjach pneumatycznych dokonywana jest zazwyczaj na poziomie od kilku, kilkudziesięciu mikronów. Tej wielkości cząstki stanowią bowiem ok. 70-90% wagi wszystkich zanieczyszczeń „zawieszonych” w powietrzu.

Bakterie mają wielkość w zakresie od ok. 0,3 do 30 μm. Jeszcze mniejsze są wirusy, ich wielkość mierzona jest w setnych częściach mikrona.

Można by uznać, że wystarczy stosować odpowiednio dokładne filtry, a temat filtracji mamy z głowy. Czy jednak możemy tak postąpić w przypadku filtracji sterylnej?

### Gdzie stosuje się powietrze sterylne?

Powietrze sterylne coraz częściej zaczyna być niezbędne w wielu procesach produkcyjnych. Wymóg sterylności występuje przede wszystkim w produkcji farmaceutycznej i spożywczej. Są to takie procesy jak:

- napowietrzanie/odpowietrzanie kadzi i zbiorników fermentacyjnych
- produkcja leków
- pakowanie aseptyczne

Niezachowanie wymogu sterylności spowoduje skażenie produktu i w konsekwencji jego zepsucie czy niezdatność do użycia.

Jednak sprawa pozbycia się bakterii nie jest taka prosta. Nie wystarczy postawić dostatecznie gęste „sito”, na

którym będą one zatrzymywane. Bakterie mają tę właściwość, że osadzając się i gromadząc na powierzchni filtracyjnej po pewnym czasie zaczynają „przerastać” na jej drugą stronę. Aby zapobiec temu zjawisku należy wkłady filtrów okresowo poddawać procesowi sterylizacji.

### Sterylność sterylizowana

Filtry do filtracji sterylnej muszą spełniać szczególne wymagania. Oprócz cech takich samych jak wymagane są dla innych filtrów (tj. maksymalna skuteczność filtracji przy minimalnym spadku ciśnienia oraz odpowiednio duża pojemność filtracyjna) wkłady filtrów sterylnych dodatkowo muszą być wytrzymałe na proces wielokrotnego ich sterylizowania. Filtry sterylizuje się w autoklawie lub przepuszczając przez nie parę nasyconą. W tym procesie występuje wysoka temperatura (rzędu stu kilkudziesięciu stopni Celsjusza). Tak więc materiał filtracyjny i cała konstrukcja filtra muszą być wytrzymałe na ten wielokrotnie powtarzany proces. Należy też pamiętać, że w czasie samej filtracji powietrza, a zwłaszcza w procesie sterylizacji na skutek naprężeń termicznych (lub niedostatecznego oczyszczenia pary używanej do sterylizacji) struktura materiału filtracyjnego może ulegać destrukcji (pęknięciom). W takiej sytuacji w materiale filtracyjnym powstają „dziury”, przez które bakterie i inne mikroorganizmy zaczynają przedostawać się na drugą stronę filtra. Wówczas filtr przestaje spełniać swoje zadanie, a powietrze za filtrem nie jest sterylne.

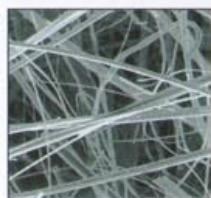


Fot. 1 Wkład sterylnej (P-SRF)

### Jakość filtrów ultrafilter

Materiał filtracyjny wkładów do filtrów sterylnych produkowanych przez

firmę ultrafilter wykonany jest ze specjalnego włókna borosilikatowego. Zarówno sam materiał filtracyjny jak i konstrukcja całego wkładu pozwala na



Fot. 2 Włókna borosilikatowe

przeprowadzenie procesu sterylizacji do 100, a nawet więcej razy, bez utraty skuteczności filtracji. Oczywiście warunkiem jest zachowanie odpowiednich parametrów i procedur procesu sterylizacji. Należy też przypomnieć, że filtry produkowane przez ultrafilter dają najwyższą dokładność filtracji, (aż do 5 miejsc po przecinku). Ta dokładność filtracji jest bardzo ważnym parametrem, bowiem już niewielka ilość bakterii, które mogłyby przedostać się przez filtr, może powodować skażenie produktu i jego dyskwalifikację. Firma ultrafilter poleca dokonywanie okresowej kontroli sprawności filtrów sterylnych. Badanie takie przeprowadzane jest przy pomocy specjalnego urządzenia wykorzystującego technikę laserową. Doświadczenie pokazuje, że niejednokrotnie, stosowane w różnych instalacjach wkłady do filtracji sterylnej nie spełniają już swojego zadania. Na ogół przyczyną takiego stanu jest zbyt długi okres eksploatacji wkładów lub nieprzestrzeganie procedur sterylizacji. Dlatego poza przestrzeganiem zasad eksploatacji filtrów sterylnych zalecamy okresowe przesyłanie wkładów do firmy ultrafilter w celu przeprowadzenia badania ich skuteczności. Wyniki takich badań potwierdzane są odpowiednim protokołem i wydrukiem z urządzenia testującego.

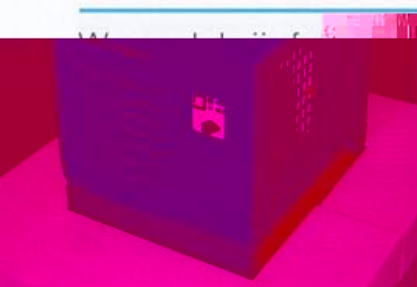
Procesy technologiczne gdzie wymagana jest sterylność powietrza nie tolerują „chodzenia na skrót”, czyli rozumianych oszczędności. Niedotrzymanie wymogu sterylności jest tutaj bardzo kosztowne.

Artykuł promocyjny  
ultrafilter  
Szymon Sadowski





# Obowiązkowa jakość: sprężone powietrze w produkcji aluminiowych felg



Fot. 1 Sprężarka Aircentre 05

na zdjęciach. Panele obudowy wyłożone są pianką pochłaniającą dźwięk, co czyni nowe urządzenia najcichszymi sprężarkami na rynku (66-67 dB(A)).

Jak twierdzi Duncan Scot., „Wzięliśmy pod uwagę każdy aspekt projektu sprężarki w tworzeniu tej nowej serii. Dostarczane powietrze jest ultrawysokiej czystości i ma temperaturę niewiele wyższą od temperatury otoczenia, umożliwiając łatwe pozbycie się wilgoci.”

znajdą rękostwo unikającą orenę nandłową dla wszystkich maszyn tej serii.

Wszystkich zainteresowanych porównaniem parametrów technicznych oferowanych na rynku sprężarek w odniesieniu do nowej serii HV04 – HV07 prosimy o kontakt z naszym biurom w Warszawie.

Artykuł promocyjny  
BP Techem SA  
Krzysztof Kępczyński



**domnick hunter**



dh Group Polska Sp. z o.o.  
ul. Ryżowa 87, 05-816 Opacz k/Warszawy  
tel. (022) 723 03 67, fax (022) 723 03 68  
e-mail: info@dhgroup.pl



**Oczyszczanie sprężonego powietrza**

# Sprężarka śrubowa GX teraz od 2,2 kW



Dzisiaj nowe konstrukcje są zwiastunem nowej epoki w dziedzinie wytwarzania sprężonego powietrza. Współdziałanie, zaangażowanie i innowacja to wartości charakteryzujące Atlas Copco. Od 130 lat są wpisane w kulturę firmy i wciąż torują drogę do dalszego rozwoju. Budowanie coraz silniejszej pozycji niekwestionowanego lidera w branży sprężonego powietrza na świecie wymaga ciągłego wychodzenia naprzeciw oczekiwaniom klienta, nawet „najmniejszego”. Niedawno na targach w Hanowerze odbyła się prezentacja nowatorskiej konstrukcji firmy Atlas Copco. Najnowsze „dziecko” Atlas Copco to typoszereg sprężarek śrubowych pod nazwą GX2-5C, charakteryzujący się najwyższą jakością, niezawodną technologią dostępną już dla każdego odbiorcy sprężonego powietrza.



Fot. 1 Sprężarka GX w wersji PACK

**K**lienci bardzo szybko nabrali przekonania, że dostosowane do wymogów współczesności, w pełni profesjonalne sprężarki GX to najkorzystniejsza inwestycja dla małego i średniego przedsiębiorcy, kompletna stacja sprężonego powietrza za atrakcyjną cenę. Szeroki wybór opcji umożliwia dobór odpowiedniego wyposażenia dla określonych wymogów klienta. Nowy typoszereg to konstrukcja oparta na nowym stopniu sprężającym C40 Atlas Copco skonstruowanym przez AIRTEC. Nowe sprężarki śrubowe GX2-5C zapewniają dużą wydajność, cichą pracę i wysoką niezawodność. GX2-5C zastępują dotychczasowe GX-y 2-4 z wirującą spiralą z wtryskiem oleju. Specjalnie zaprojektowany stopień sprężający C40 pozwolił na „zejsście”

z technologią śrubową do 2,2 kW i skonstruowanie sprężarki śrubowej napędzanej prądem jednofazowym. Nowy typoszereg umożliwia użytkowanie sprężonego powietrza wysokiej jakości również tym wszystkim, którzy potrzebują go niewiele, a oczekują profesjonalnego narzędzia przystosowanego do pracy ciągłej.

### Gwarantowana niezawodność

W sprężarkach GX całe niezbędne wyposażenie do uzdatniania sprężonego powietrza zamontowano w jednej obudowie. Połączenie sprężarki, osuszacza, filtrów, zbiornika oraz wszystkich przyłączy w jeden układ pozwala na instalację kompletnej, cichej „sprężarkowni” na minimalnej

przeźreni w dowolnym miejscu warsztatu czy hali produkcyjnej. Sprężarkę GX2-5C dodatkowo skonstruowano tak, by można było dostawić ją bezpośrednio do ściany. Opracowany i opatentowany stopień sprężający Atlas Copco zawsze stanowi najbardziej niezawodne i trwałe rozwiązanie technologiczne dostępne na rynku. Gwarantuje on 100% niezawodności przy pracy ciągłej. Produkcja sprężarek GX2-5C odpowiada surowym normom jakościowym, stosowanym podczas produkcji wszystkich sprężarek w Atlas Copco. Standardem jest norma ISO 9001, ponadto, aby być w zgodzie z dbałością o środowisko przestrzegane są zasady określone w normie ISO 14001.



Fot. 2 Jedna z nowości Atlas Copco na targach w Hanowerze

### Jedna wersja ciśnieniowa

GX2-5C produkowane są w jednej wersji ciśnieniowej 10 bar. Przy tak niskich mocach różnica pomiędzy wersją 7,5 bar a 10 bar wynosi tylko 0,8 l/s. Konstruowanie kilku wersji nie ma więc większego uzasadnie-

nia. Sprężarka pracuje w układzie start/stop.

### Prosta obsługa

Celem konstruktorów sprężarek serii GX było utrzymanie możliwie najdłuższych interwałów pomiędzy przeglądami serwisowymi oraz takie rozmieszczenie układów w sprężarce, aby dostęp do ich obsługi był jak najprostszy. Wszelkie czynności serwisowe możliwe są przez otwierany przedni panel, a sprawdzenie poziomu oleju oraz innych parametrów pracy nawet bez jego otwierania. Niezbędne dla utrzymania w dobrej formie wymiany oleju (co 4000 godzin pracy), filtrów oleju czy separatora odbywają się w bardzo prosty sposób.

### Nowe GX 5C

Nowy element C 40 dał możliwość rozszerzenia typoszeregu do jednostki z silnikiem 5,5 kW. Pozwoliło to do poszerzenia i tak silnej grupy urządzeń 5,5 kW w ofercie Atlas Copco.

### Cicha praca

W nowych sprężarkach GX2-5C znacznie zredukowano emisję hałasu do poziomu 61-64 dB. Redukcja w i tak bardzo cichych sprężarkach powoduje, że prawie ich nie słychać. Ten atut wraz z możliwością usadowienia urządzenia w dowolnym miejscu czyni je idealnym dla małego przedsiębiorcy niejednokrotnie borykającego się z problemem przestrzeni na sprężarkownię.

### Opcje

Sprężarki GX2-5C dostępne są tylko w wersji na zbiorniku. Dostępne opcje to osuszacz ziębny w wersji FF oraz dodatkowo zintegrowany filtr PDX i elektroniczny spust kondensatu.

Artykuł promocyjny  
Atlas Copco Polska  
Krzysztof Sarapuk



# Wspólnie łatwiej



## Zdzisław Chrapkiewicz

Urządzenia do wytwarzania i uzdatniania sprężonego powietrza są oferowane w Polsce przez niewiele ponad 20 firm. Są wśród nich prawdziwi potentaci – polskie przedsiębiorstwa znanych na całym świecie producentów z krajów zachodnich, są producenci polscy i mniejsze firmy handlowo-usługowe.

**R**zetelna informacja, wspólne kryteria, eliminowanie nieuczciwości, arbitraż, wspólna przestrzeń na targach... Od dawna do naszej redakcji dochodziły głosy o potrzebie integracji środowiska związanego ze sprężonym powietrzem. Wielu naszych rozmówców wyrażało taką potrzebę na łamach „Pneumatyki”. Duże firmy działające na rynku polskim podejmowały kilkakrotnie taką inicjatywę. Na trudnym rynku pneumatycznym niełatwo jednak przełamywać bariery pomiędzy konkurentami.

### Wspólnie

O możliwościach współpracy świadczy spotkanie o nazwie Compressed (F)Air Play, które odbyło się w dniu 9.06.03 w Tarnowie Podgórnym. Na zaproszenie naszej redakcji do siedziby firmy Vector (należącej także do grona firm podejmujących już wcześniej inicjatywy integracyjne) przyjechali przedstawiciele kilkunastu firm z branży, w tym również



Co można zrobić wspólnie?

tych najważniejszych, by w atmosferze zawodów sportowych znaleźć platformę do wspólnych działań.

### Turniej

Odwieczna rywalizacja pomiędzy firmami tym razem przybrała postać turnieju w kręglach klasycznych. Nie było przegranych, ale byli zwycięzcy. Lepszą od zahartowanych w boju „spreżarkowców” okazała się krucha kobieta,

Dominika Bońkowska z firmy „Toyota Bońkowsky”, która to firma uczestniczyła w spotkaniu jako sponsor. Drugie miejsce zajął Dariusz Temperowicz z firmy „Pneumat System” Wrocław, trzecie miejsce – Robert Rytz „Kaeser Kompressoren” Warszawa, czwarte Hieronim Wawrzyniak z Pneumatik SA. Nagrody w konkursie ufundowały firma „Jota” Poznań, dystrybutor olejów Shell w Wielkopolsce, i redakcja „Pneumatyki”. Firma „Toyota Bońkowsky” zaprezentowała najnowsze modele: Avensis, Corolla i Yaris.



Smak walki i zwycięstwa

### Dyskusje

Podczas spotkania odbyło się wiele rozmów i dyskusji dotyczących możliwości współdziałania. Wymienione tematy to między innymi:

- Branżowe uczestnictwo całej grupy w targach poznańskich.
- Organizacja konferencji i seminariów dla firm z grupy, z uwzględnieniem celów edukacyjnych i promocji polskich naukowców, inżynierów i specjalistów.
- Reprezentowanie interesów grupy wobec UDT i innych urzędów w celu ujednoczenia interpretacji przepisów.
- Organizowanie corocznego spotkania dostawców podsumowującego rok w sprzedaży urządzeń (monitorowanie rynku).

Inne pomysły do ewentualnego zrealizowania w dalszej przyszłości:

- Powołanie wspólnego „ciała” nadającego certyfikaty i rekomendacje oraz ciała arbitrażowego interweniującego w sytuacjach spornych pomiędzy „konkurentami”.
- Stworzenie paktu na rzecz oszczędzania energii w przemyśle i nadawanie użytkownikom specjalnych certyfikatów i rekomendacji sprzyjających inwestycjom „energooszczędnym”.
- Wprowadzenie systemu oceniania dostawców przez użytkowników w celu eliminacji z rynku dostawców nieuczciwych, niesolidnych.
- Utworzenie paktu antykorupcyjnego.





W dobrej atmosferze dobrze się rozmawia

Przyjęto umownie, że było to spotkanie założycielskie Klubu Sprężonego Powietrza, który działać będzie pod patronatem „Pneumatyki” i jako jedno z zadań przyjmuje doprowadzenie do powstania stowarzyszenia reprezentującego interesy branży sprężonego powietrza. Działania



To nie referendum, lecz liczenie sprężarek

zmierzające do przygotowania, skonsultowania ze środowiskiem i zarejestrowania statutu stowarzyszenia zostały już rozpoczęte. Które z firm należą do Klubu, można zorientować się, przeglądając strony tego numeru „Pneumatyki” i znajdując pieczęć Klubu. Oprócz zamiarów na przyszłość, pierwszym konkretnym osiągnięciem klubu jest ankieta dotycząca sprzedaży urządzeń do sprężonego powietrza. Chyba po raz pierwszy z dobrym przybliżeniem udało się wyznaczyć ilościowo roczną (2002) sprzedaż w Polsce sprężarek w różnych kategoriach mocy silnika oraz osuszaczy chłodniczych i adsorpcyjnych. Mimo pewnych niedoskonałości ankiety, jej wyniki są bardzo wartościową informacją, której znajomość jest przywilejem zarezerwowanym wyłącznie dla członków klubu. Miejmy nadzieję, że za sprawą wspólnego zaangażowania poszczególnych firm dorobek klubu będzie się szybko powiększał.

Zdzisław Chrapkiewicz



CPP „PREMA” SA  
ul. Wapiennikowa 90  
25-101 KIELCE  
tel. (041) 361 95 24  
fax (041) 361 91 08

## Centrum Produkcyjne Pneumatyki

„PREMA” Spółka Akcyjna

Największy polski producent elementów pneumatyki siłowej i sterującej.

- silowniki pneumatyczne w zakresie średnic od D12 do D320 z elementami mocującymi
- zawory rozdzielające sterowane elektrycznie, mechanicznie i pneumatycznie
- elementy przygotowania sprężonego powietrza
- zawory sterujące kierunkiem i szybkością przepływu sprężonego powietrza
- elementy złączne i przewody
- wyroby specjalne
- doradztwo techniczne



## KOMPRESOR SERVICE

### Produkcja

- zaworów do sprężarek samochodowych i stacjonarnych,
- części zamiennych,

### Usługi

- remonty sprężarek samochodowych, stacjonarnych:
  - tłokowych,
  - śrubowych,
  - łopatkowych,
- wykonywanie linii pneumatycznych,
- wypożyczanie agregatów sprężarkowych,

### Sprzedaż

- agregatów sprężarkowych tłokowych, śrubowych i łopatkowych
- filtrów i osuszaczy,
- części zamiennych,
- akcesoria pneumatyczne

P.P.H.U. KOMPRESOR SERVICE

Jakub Frątczak

90-531 Łódź Wólczańska 210

tel./fax 042 637 04 87 tel.

042 636 66 26

www.kompresor.home.pl

# BIAP

## Inteligentne systemy sprężonego powietrza



Firma BIAP – Biuro Inżynierskie Automatyki Przemysłowej – powstała we Wrocławiu w 1990 roku.

Od początku swojego istnienia firma specjalizuje się w systemach sterowania urządzeniami i instalacjami technologicznymi w różnych gałęziach przemysłu. W latach dziewięćdziesiątych firma wykonała wiele układów sterujących zasilaniem zakładów w media. Doświadczenia zdobyte przy projektowaniu i uruchamianiu tych układów pozwalają na skuteczne podejmowanie coraz ambitniejszych zadań, w tym sterowania złożonymi i rozległymi instalacjami sprężonego powietrza.

Z powodu złożonych algorytmów sterowania obecnie produkowanych sprężarek skuteczne rozwiązanie zdalnego sterowania i koordynacji pracy wymaga współdziałania z producentami urządzeń. W ten sposób nawiązana została współpraca BIAP z wytwórnią Wittig w Schopfheim w Niemczech, jednym z najstarszych producentów sprężarek i pierwszym producentem sprężarek łopatkowych na świecie. Kilka lat współpracy doprowadziło do powierzenia firmie BIAP dystrybucji i serwisu sprężarek produkcji Wittig w Polsce na prawach wyłączności.

Obecnie oferujemy sprężarki powietrza w pełnej gamie wielkości, pompy próżniowe, sprężarki do gazów technicznych oraz sprężarki do pojazdów.

Największym zainteresowaniem cieszą się w Polsce stacjonarne sprężarki łopatkowe. Cechy, które wyróżniają je wśród innych podobnych wyrobów, to: bardzo prosta konstrukcja, wyjątkowa trwałość i niezawodność, będące wynikiem starannego doboru materiałów, solidnego wykonania i stułetniego doświadczenia konstrukcyjnego firmy, wysoka sprawność energetyczna, rosnąca z czasem eksploatacji, szeroki zakres wydatku i ciśnienia nominalnych (już od 3 bar), bogata paleta wykonania (chłodzenie powietrzne i wodne, regulacja prędkości

obrotowej, wymienniki ciepła i inne).

Stacjonarne sprężarki łopatkowe GD Wittig oferujemy w pełnej gamie wielkości, podzielonej na kilka różniących się wykonaniem serii: Baseline, Topline i RO. Gama

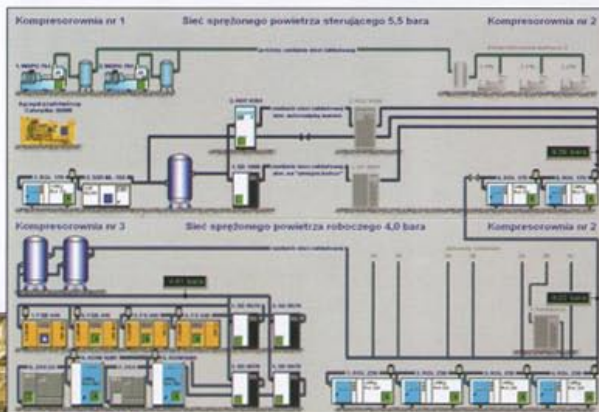


produktów GD Wittig obejmuje sprężarki o mocach od 4kW do 500kW (wydatek do 4880 m<sup>3</sup>/h) w zakresie ciśnień od 3 bar do 12 bar.

BIAP oferuje dostawy i serwis wszystkich modeli sprężarek rotacyjnych i pomp próżniowych. Dobór wersji wykonania i wyposażenia sprężarki lub zestawu sprężarek jest prowadzony przez doświadczonych specjalistów w ścisłej współpracy z producentem. W wyborze wariantu wyposażenia dla układów sprężonego powietrza o zmiennych warunkach pracy oraz złożonych układów sprężarkowych pomagają analizy techniczno-ekonomiczne i symulacje pracy układu.

Dostarczane przez GD Wittig układy sterowania sprężarek serii Topline i RO spełniają wszystkie wymagania współpracy z nadrzędnymi układami sterowania oraz koordynacji pracy z podobnymi urządzeniami innych producentów.

We współpracy z producentem BIAP wyposaża sprężarki GD Wittig w układy płynnej regulacji prędkości (wydajności). Sprężarki z regulacją prędkości cechują: niskie zużycie



energii, dokładność regulacji ciśnienia przy zmiennym wydatku i zdolność do utrzymania zadanego ciśnienia przy chwilowych przeciążeniach. Wykonany indywidualnie przez BIAP układ zasilania z przemiennikiem częstotliwości pozwala optymalnie dopasować wyposażenie sprężarki do instalacji zasilania i układów sterowania pracujących u użytkownika.

Dostarczamy rozwiązania „pod klucz” – od pojedynczej sprężarki do kompletnego wyposażenia instalacji sprężonego powietrza, zasilanej z wielu miejsc, wraz ze sterowaniem i zdalnym nadzorem instalacji oraz oprogramowaniem optymalizacji energetycznej i ruchowej, tworzących łącznie inteligentny system sprężonego powietrza.

Wśród wykonanych przez BIAP inteligentnych systemów sprężonego powietrza wyróżnia się system uruchomiony w hucie szkła Rexam Szkoło Gostyń, w skład którego wchodzi 16 sprężarek o łącznym wydatku ponad 500m<sup>3</sup>/min, w większości produkcji firmy GD Wittig. Systemy nadzoru pracy sprężarek i urządzeń z nimi współpracujących BIAP wykonało także dla fabryki Volvo we Wrocławiu, fabryki General Electric w Kłodzku i innych.

Firma BIAP jest wyłącznym dystrybutorem sprężarek i pomp próżniowych firmy Gardner Denver Wittig w Polsce.

Artykuł promocyjny  
BIAP Sp. z o.o.

# Bezdotykowe przyssawki NCT

Transport małych, perforowanych, delikatnych i kruchych przedmiotów to kolejne wyzwanie dla firmy Bosch Rexroth. W jaki sposób, nie dotykając ich, przenieść je w określone miejsce – włożyć do pudełka, zdjąć z palety – podnieść lub przesunąć?

Rozwiązanie tego problemu proponuje firma Bosch Rexroth, oddając do dyspozycji swoich klientów kolejny nowy produkt – przyssawkę bezdotykową NCT (Non-Contact Transfer Unit).



Rys. 1 Przyssawka NCT unosząca płytę

W wielu przypadkach tradycyjne rozwiązania, jakim są przyssawki gumowa, silikonowa czy z tworzywa sztucznego i próżnia, nie są zalecane ze względu na specyfikę przenoszonego produktu, jego właściwości, a czasami konieczność zachowania higieny.

NCT (taki symbol ma nasz nowy produkt) to płaski, aluminiowy, odpowiednio ukształtowany krążek z otworami przyłączeniowymi i montażowymi. Z pozoru nic nadzwyczajnego, ale gdy do jednego z gniazd podłączymy przewód ze sprężonym powietrzem i zbliżymy krążek, np. do perforowanej płytki z obwodem drukowanym, zaobserwujemy nadzwyczajny efekt – unoszenie płytki bez dotykania do krążka NCT.



Rys. 2 Przyssawki NCT wkładające kruche przedmioty do pudełka

Takie zjawisko jest nieosiągalne w układzie tradycyjnym.

Na rysunku nr 2 przedstawiony jest schemat działania krążka NCT.

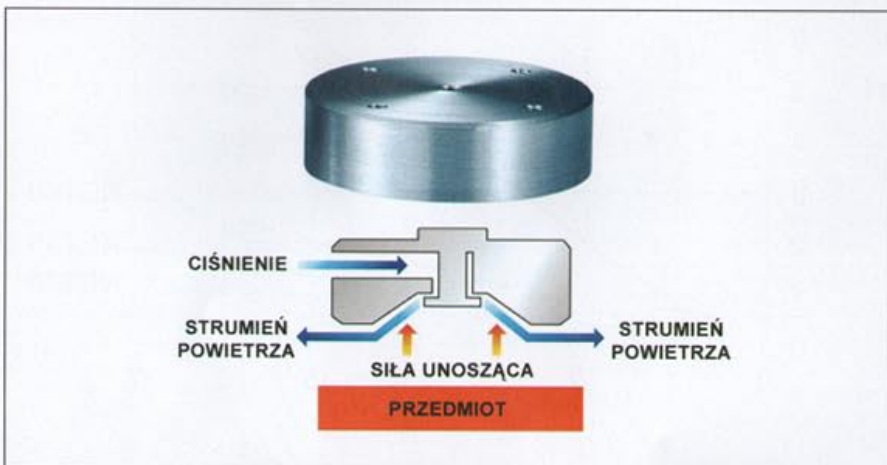
Sprężone powietrze doprowadzone do krążka jest kierowane do specjalnej dyszy Bernoulliego, a stamtąd wzdłuż wewnętrznej, stożkowej powierzchni krążka wydostaje się na zewnątrz.

Pod krążkiem powstaje efekt miejscowej próżni, powodującej unoszenie przedmiotu, a wydostające się z

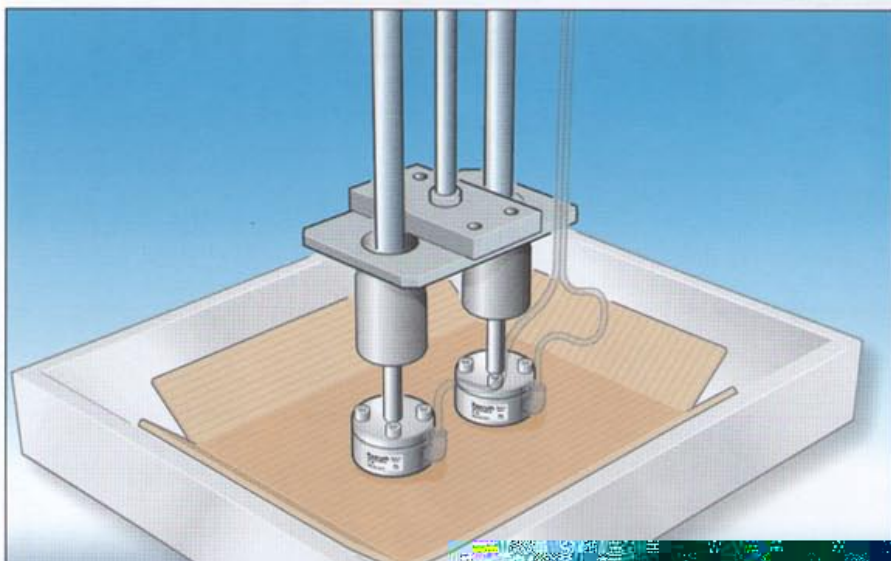
dyszy powietrze nie pozwala na kontakt przedmiotu z krążkiem.

Główne parametry bezdotykowej przyssawki NCT:

- materiał – aluminium utwardzone powierzchniowo,
- medium robocze – sprężone powietrze nie smarowane olejem,
- zakres ciśnień 1-7 bar (0,1 – 0,7 Mpa),
- maksymalna siła unosząca 9 N,
- zużycie sprężonego powietrza maksymalnie 210 Nl/min,
- temperatura pracy od 5°C do 60°C,



Rys. 3 Zasada działania przyssawki NCT



*Rys. 6 Transport kruchych przedmiotów*

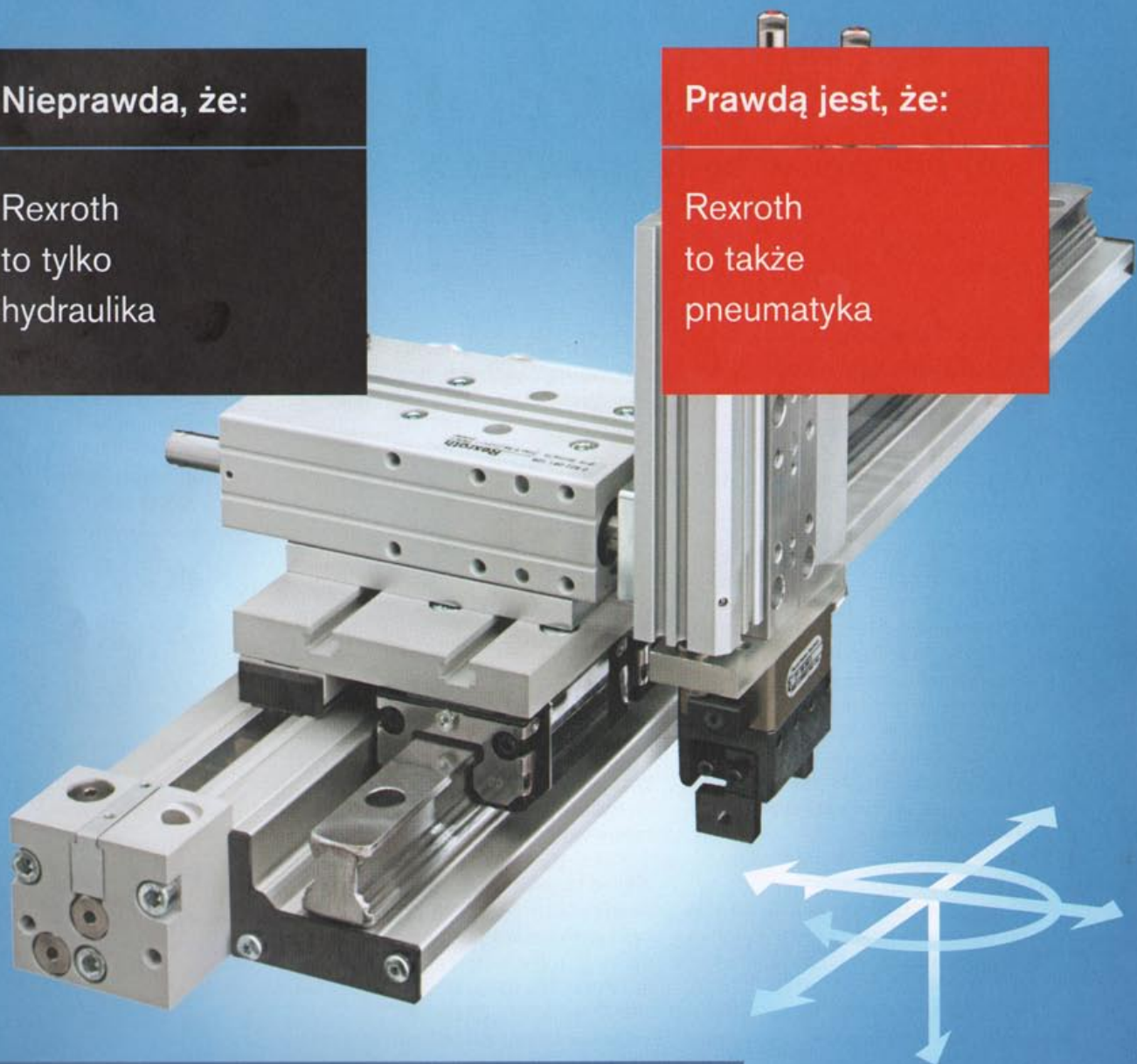
ków w 80 krajach świata. Na rynku polskim Rexroth obecny jest od sześćdziesiątych lat XX w. Program produkcyjny Bosch Rexroth obejmuje wszystkie branże napędów, oferując

Nieprawda, że:

Rexroth  
to tylko  
hydraulika

Prawdą jest, że:

Rexroth  
to także  
pneumatyka



Rexroth - Twój świat nowoczesnej pneumatyki

Jeżeli chcecie Państwo wprowadzić w ruch mechanizmy swoich maszyn i urządzeń przy pomocy sprężonego powietrza, to firma Bosch Rexroth jest do tego najlepszym partnerem. Wieloletnie doświadczenia dawnego Rexroth Mecman i Bosch Automation oraz szeroka oferta w dziedzinie pneumatyki, w tym komponentów do automatyzacji dają pewność właściwego wyboru produktu, systemu sterowania i napędu dostosowanego do potrzeb naszego klienta. Potrzeby te są dla nas wyzwaniem do intensywnej pracy nad udoskonalaniem naszych wyrobów i opracowaniem nowych konstrukcji z udziałem najnowszych technologii w dziedzinie sterowania i regulacji od mechaniki, poprzez hydraulikę, pneumatykę aż po elektronikę.

Bosch Rexroth. The Drive & Control Company

info@boschrexroth.pl tel.: 022/ 738 18 00, fax: 022/ 758 87 35

Bosch Rexroth Sp. z o. o.  
[www.boschrexroth.pl](http://www.boschrexroth.pl)



Industrial  
Hydraulics

Electrics Drives  
and Controls

Linear Motion and  
Assembly Technologies

Pneumatics

Service  
Automation

Mobile  
Hydraulics

**Rexroth**  
Bosch Group

# Metal Work Polska

## Twój partner w codziennej pracy



„Przewidywać potrzeby klientów, przekształcać wyniki badań w nowe produkty, powiększać udziały w światowym rynku: innymi słowy – być konkurencyjnym.”

Jeszcze do niedawna na polskim rynku Metal Work był mało znaną marką. Dzisiaj, po dwóch latach działalności Metal Work Polska, produkty w pomarańczowym kolorze stają się coraz popularniejsze i ciągle znajdują nowych odbiorców.

Dlaczego tak się dzieje? Co powoduje, że coraz więcej ludzi kojarzy pneumatykę z firmą Metal Work?

Wynika to z kilku powodów przedstawionych poniżej.

W skład kompleksowej oferty pneumatyki wchodzi:

- Siłowniki, w zakresie średnic od 6 do 200 mm (w tym między innymi siłowniki według norm, DIN ISO 6432, DIN ISO 6431 – VDMA 24562, UNITOP), siłowniki beztłoczykowe, jednostki liniowe oraz siłowniki wahadłowe.
- Pełna gama zaworów rozdzielających sterowanych mechanicznie, ręcznie, pneumatycznie, elektrycznie oraz zawory znormalizowane ISO 5599/1, CNOMO, NAMUR, VDMA 25563-02. Metal Work Polska oferuje również wyspy zaworowe do pracy w sieciach przemysłowych, przystosowane do protokołu komunikacyjnego PROFIBUS-DP, INTERBUS-S, CAN-OPEN, DEVICE NET. Na szczególną uwagę zasługują wyspy zaworowe MULTIMACH – nowatorska konstrukcja pozwalająca na pełną swobodę w konfiguracji wyspy (patrz „Pneumatyka” nr 1, 2003 r.)
- Bardzo trudno znaleźć takie elementy złączne, których zabrakłoby w ofercie firmy Metal Work. Posiadamy złącza wtykowe ogólnego przeznaczenia, złącza z pierścieniem zacinającym (m.in. do przewodów mie-

- Jednostki przygotowania sprężonego powietrza, w trzech niezależnych rodzinach, o rozmiarach przyłączy od 1/8” do 2”.



Wymienione powyżej grupy uzupełniają między innymi elementy handlu (chwytaki, napędy wahliwe), szeroki wybór list przyłączeniowych, złącz obrotowych, przewodów poliuretanowych.

Nasze produkty cechują najwyższą jakość i wysokie parametry techniczne urządzeń. Metal Work posiada certyfikat Systemu Jakości ISO 9001 już od 1992 roku, a certyfikat dla Systemu Zarządzania Środowiskowego ISO 14001 – od roku 2000.

Dobra organizacja firmy i wysoka jakość produktów są podstawą silnej pozycji Metal Work na rynku międzynarodowym. Oferujemy również doradztwo techniczne oraz pomoc w projektowaniu układów pneumatyki.

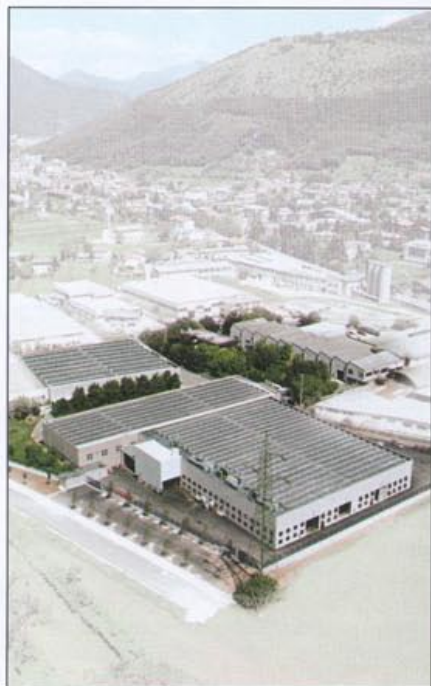


Fot. 1 Metal Work na targach FLUID-TRANS COMPOMAC

Serwis techniczny, złożony z wysoko wykwalifikowanej załogi, wspomaga naszych klientów w doborze optymalnego rozwiązania technicznego-

Wdrażanie nowych projektów oraz rozwiązań zaowocowało dwukrotnym zdobyciem przez firmę Metal Work nagrody za innowacyjność produktów na międzynarodowych targach „Fluidtrans Compomac”.

Znajomość potrzeb rynku, modyfikacja już istniejących oraz wpro-



Fot. 2 Zakład produkcyjny Metal Work

wadzenie nowych produktów w połączeniu z zastosowaniem nowoczesnych technologii sprawiają, iż jesteśmy specjalistami w dziedzinie pneumatyki.

Artykuł promocyjny  
Metal Work Polska  
Wojciech Horynecki

### Wykorzystanie zjawisk elektrokinetycznych

Inną możliwością jest rozwiązanie

nym do 100 razy większego „standardowego” wzoru (rys. 9), w którym płyn przepływa z prędkością 50 m/s, nie jest możliwe. Wymagałoby to absurdalnej hipersonicznej prędkości 5000 m/s przy tej samej lepkości płynu, która w technice mikrostrumieni-

strumien- że w za nie mo zasady Narzu syczną wiednie

# Powstała wśród kurzu

## Sprężarkownia w środku cementowni



W okresie przedłużającej się suszy (co zdarza się również w naszym klimacie) zakłady produkujące wapno i cement – mimo zaostrożnych dopuszczalnych wartości zanieczyszczenia dla powietrza – należą do najbardziej zakażonych miejsc pracy. Jest to sprzeczne z przyjętymi warunkami pracy sprężarek, które muszą dostarczyć w dużych ilościach jeden z najistotniejszych nośników energii – sprężone powietrze.

Jesteśmy w zakładach cementowo-wapienniczych Otterbein w heńskiej Grossenlüder-Müs (Fulda). Sprężone powietrze jest wykorzystywane do pracy pulsatorów czyszczących umieszczone w zakładzie filtry odpylające. Utrzymują one w ruchu materiały sypkie.

Sprężone powietrze jest także środkiem transportu, np. w procesach napełniania cementem silosowych naciep siodłowych i worków.

Ostre przepisy dotyczące odpylania powietrza wymusiły na zakładzie zwiększenie produkcji sprężonego powietrza dla celów okołoprodukcyjnych i związanych z ochroną środowiska.

Zarząd przedsiębiorstwa po dokładnych konsultacjach z kierownikami działów i dyrektorem filii firmy Kaeser Kompressoren w Wallau koło Frankfurtu zdecydował się na zbudowanie nowej instalacji do sprężania powietrza.

Pośrodku fabryki miała stanąć centralna sprężarkownia, bezpośrednio obok instalacji przesyłowej cementu i wapnia, zsuwni oraz drogi wykorzystywanej przez pojazdy silosowe i wywrotki kolbowe.

Na wylanej płycie betonowej o powierzchni 10×20 metrów firma budowlana zajmująca się konstrukcjami stalowymi zmontowała halę o podwójnej ścianie bocznej: otwory za-



Fot. 1 Centralną sprężarkownię w Otterbein zaprojektowano z możliwością dalszej rozbudowy

sysania znajdujące się na zewnątrz umieszczono jak najwyżej i wyposażono je w maty filtracyjne, podobnie jak położone nisko otwory w ścianie wewnętrznej.

Powietrze zasysane przez zainstalowane w hali trzy sprężarki przepływa w dół wewnątrz powstałej w ten sposób komory ssania i przedostaje się do wewnętrznych otworów filtracyjnych, które znajdują się tuż nad podłogą. Duża część zawartego w powietrzu pyłu wapiennego opada przy tym na ziemię. W ten sposób sprężarkownia nie staje się wprawdzie pomieszczeniem przeznaczonym do produkcji komputerowych chipów, ale zadziwiające jest, jak mała ilość kurzu zbiera się nawet po wielu tygodniach ciągłej eksploatacji.

### „Suche” jest w cenie








W miejscach, gdzie sprężone powietrze styka się bezpośrednio z cementem – jak przy załadunku ciągników siodłowych lub przy napełnianiu worków – idealnie suche sprężone powietrze jest podstawowym warun-

kiem. Z tego też względu w sprężarkowni Otterbein zainstalowano dwa osuszacze. W ciepłych porach roku do odpowiedniego przygotowania sprężonego powietrza wystarcza osuszacz chłodniczy. Zimą zaś, kiedy wilgotność powietrza jest większa, do osuszania wykorzystuje się osuszacz adsorpcyjny o punkcie rosy poniżej temperatury otoczenia. Idealne osuszenie powietrza jest niezbędne, ponieważ sieć sprężonego powietrza przebiega w większości na zewnątrz.

Sprężarkownia składa się obecnie z trzech sprężarek śrubowych oraz osuszacza chłodniczego i osuszacza adsorpcyjnego. Sprężarkownia została pomyślana tak, by można ją było łatwo rozbudować, odpowiednio do wzrastającego zapotrzebowania na sprężone powietrze.











Artykuł promocyjny  
Kaeser Kompressoren

# Zestawienie sprzężarek przewoźnych

1	2	3	4	5	6	7	8	
Producent/dostawca	Opis urządzenia	Wydajność m <sup>3</sup> /min	Cisnienie bar	Moc silnika kW	Prędkość obrotowa obr/min	Cisnienie akustyczne z odł. 7 m (głośność) db(A)	Fotografia	
1 Atlas Copco Polska Sp. z o.o. Aleja Krakowska 61A Sękocin Nowy 05-090 Raszyn tel. 022/572 68 00; fax 022/572 68 09	XAS 36	2,1	7	15,3	3600	72-74 wg ISO 2151		
	XAS 46(G)*	2,6(2)	7	20,4	2600(3000)			
	XAS 56	3	7	22,5	3000			
	XAS 66(G)*	3,7(3,4)	7	30,3	2400(2700)			
	XAS 76	4,1	7	33,2	2700			
	XAS 96(G)*	5,3	7	35,4	2900			
	2 1 - Jednostopniowe sprzężarki przewoźne z silnikiem Deutz, chłodzone olejem. 2 - Jednostopniowe sprzężarki przewoźne z silnikiem Deutz, chłodzone cieczą. 3 - Jednostopniowe sprzężarki przewoźne z silnikiem Mercedes, na podwoziu jednoosiowym. 4 - Jedno- lub dwustopniowe sprzężarki przewoźne z silnikiem Mercedes, na podwoziu dwuosiowym. 5 - Jednostopniowe sprzężarki przewoźne o bardzo dużej wydajności, z silnikiem De- troit Diesel. 6 - Moduły sprzężarkowe do zabudowy w urządzeniach.	XAHS106	6,3	12	60	2200	76 wg ISO 2151	
		XAS146	8,4(6,3)	7	60	2200		
		XAHS146(G)*	8,5	12	80	2500		
		XATS156	9,4	10,3	80	2500		
XAS186		11,1	12	80	2500			
XAHS186	10,5	12	107	2300				
3 XAMS286 XAHS236	XAS426	17	8,6	124	2200	76 wg ISO 2151		
	XAMS376	14,1	12	124	2200			
	XAMS486	25	7	166	2100			
	XAMS586	23,2	8,6	166	2100			
	XAHS306	29,2	8,6	230	2100			
	XAHS416	36	8,6	317	1800			
	XAHS546	19	12	166	2100			
	XRHS396	25	12	230	2100			
	XRHS486	32,5	12	317	1800			
	XRV5466	23,5	20	230	2100			
XRV5466	30	20	317	1800				
5 XASE 745	XASE 745	20	25	230	2100	76 wg ISO 2151		
		27,2	25	317	1800			
		40,2-44,7	7-10,3	336	1950			
		3,6 - 9,5	4-12	-	-			
		9,5 - 11,5	5-14	-	-			
6 Seria PTO XAH2 Seria PTO XAH4 Seria PTO XAH6 Seria PTO XRV9		11,5 - 28,3	5-14	-	-	75-81		
		13,5 - 28,3	15-25	-	-			
		3	0,8	22	1800-3000			
Fabryka Maszyn w Strzyżowie ul. 1 Maja 38A 38-100 Strzyżów tel. 017/2761328, 2761086 fax 017/2761533	SC - 30s (ciś. rob. 0,4-0,8 MPa, zaczep kulowy lub oczkowy)	4,6	0,8	30	1900-3000	75-81		
	SC - 50sm (ciś. rob. 0,4-0,8 MPa, zaczep kulowy lub oczkowy, hamulec najazdowy + postojowy)							








(G)\* - sprężarka może być wyposażona w generator prądu



















1	2	3	4	5	6	7	8
	SC - 75s (ciś. rob. 0,4-0,8 MPa, zaczep kulowy lub oczkowy, hamulec najazdowy+postojowy)	7,5	0,8	60	1700-2600	75-81	
	SC - 100s (ciś. rob. 0,4-1,2 MPa, zaczep kulowy lub oczkowy, hamulec najazdowy + postojowy)	10,8	1,0	90	1700-2300	75-81	
	SC - 100sm (ciś. rob. 0,4-0,8 MPa, zaczep kulowy lub oczkowy, hamulec najazdowy + postojowy) Powyższe agregaty posiadają homologację. Zapewniamy serwis gwarancyjny i pogwarancyjny oraz wszelkie materiały eksploatacyjne. Na agregaty udzielamy 12 miesięcznej gwarancji.	12	0,8	90	1700-2300	75-81	
	C14	1,4	8,0	12,0	2900	75	
	C20 – 26	2,0-2,5	8,0	15,5-20,8	2650-2800	75	
	C30 – C50	3,0-5,0	8,0-10,0	22,6-35,6	2800-3000	71	
	C38 GLT* - nowatorskie rozwiązanie polegające na wyposażeniu sprężarki w 7,5 metrowy maszt oświetleniowy, zasilany z generatora 12,0kVa zainstalowanego w sprężarce	5,7-7,6	8,0-14,0	43,3-61,0	2600-2800	71	
	C85-14 – C110-9	8,5-11,3	9,0-14,0	93,0	2300	72	
	C130 – C134	10,5-13,2	8,0-14,0	118,0	2400	76	
	C160TS-12 – C210TS-9 Sprężarki z typoszerokiego TS, posiadają układ TurboScrew - rozwiązanie to pozwala ograniczyć zużycie paliwa o 30% w stosunku do rozwiązań konwencjonalnych	16,0-21,0	9,0-12,0	154,0-175,0	1000-2400	72	
	Przewoźna sprężarka śrubowa PDI-15, służy do napędu narzędzi pneumatycznych (1 młot wyburzeniowy)	2,0	17	3350		71	

CompAir Polska Sp z o.o.  
ul. Pachofińskiego 65  
31-223 Kraków  
tel. 012/415 08 00  
fax 012/415 08 02

Producent:  
ATMOS Chrast  
Plzenska 168  
Chrast u Plzne  
CZECHY

1	2	3	4	5	6	7	8
<p>c.d.            Producent:            ATMOS Chrast            Plzenska 168            Chrast u Plzne            CZECHY</p>	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PDI-20, służy do napędu narzędzi pneumatycznych, małej średnicy krety, młoty udarowe.</p>	2,9	23	3000		72	
<p>Przedstawiciel w Polsce:            Firma KOMPRES            Brzeźna            32733-386 Podegrodzie            tel./fax 018/4459013,            4459523</p>	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-200.1, najpopularniejszy model produkowany od lat, używana w drogownictwie.</p>	4,0	35	2200		80	
	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-30, wykorzystywana do zasilania narzędzi i urządzeń pneumatycznych.</p>	4,3		35,6	3000	76	
	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-40, może być wykorzystywana do piaskowania.</p>	5,4		39,8	2300	74	
	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-50. Silnik YANMAR.*</p>	5,0		52,1			<p>*nowość w trakcie wdrażania do produkcji.</p>
	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-70. Silnik John Deere.*</p>	7,1		78			<p>*nowość w trakcie wdrażania do produkcji.</p>
	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-85, bardzo pewny punkt w programie produkcyjnym</p>	10,5		80	2300		
	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-127, znana w kamieniołomach i dużych firmach antykorozyjnych.</p>	17		127	2200		
	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-130. Silnik Cummins.*</p>	16,4		128,8			<p>*nowość w trakcie wdrażania do produkcji.</p>
	<p>Przewoźna sprężarka śrubowa PD-260. Silnik Cummins.*</p>	29,7		255,1			<p>*nowość w trakcie wdrażania do produkcji.</p>
	<p>Przenośna sprężarka śrubowa PB-80, służy do napędu małych narzędzi pneumatycznych</p>	1,4		12,5	3300		

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>KAESER KOMPRESSOREN SP. Z O.O.</b> ul. Tanezna 82 02-829 Warszawa tel./fax 022/3228665 022/3228666	M12 - przeznaczona do zasilania mniejszych urządzeń i narzędzi pneumatycznych.(1)	1,2/0,99/0,82	7/9/13	12,0	2400	70	
	M22 - przeznaczona do zasilania urządzeń i narzędzi pneumatycznych.(2)	2,1	7	14,7	2900	69	
	M26 - przeznaczona do zasilania dwóch młotów pneumatycznych o wadze 23kg. Uwaga - niezniszczalna obudowa z tworzywa sztucznego.(2)	2,6	7	18,6	2900	69	
	M31 - przeznaczona do zasilania urządzeń i narzędzi pneumatycznych.	3,0	7	21,2	2750	70	
	Opcja - uzdatnianie powietrza.(3)						
	M32 - przeznaczona do zasilania urządzeń i narzędzi pneumatycznych.	3,2/3,15	7/10	27,0	2500	70	
	Możliwa opcja z generatorem prądu.(4)						
	M38 - przeznaczona do zasilania dwóch najcięższych młotów pneumatycznych.	3,75	7	32,4	2600	71	
	Opcja - uzdatnianie powietrza.(3)						
	M42 - przeznaczona do zasilania narzędzi i urządzeń pneumatycznych.	4,25	7	34,8	2900	71	
	Opcja - uzdatnianie powietrza.(3)						
	M51 - przeznaczona do zasilania urządzeń i narzędzi pneumatycznych.(5)	5,0/4,1/3,4	7/10/13	41,0	2700	71	
	M56 - przeznaczona do zasilania urządzeń pneumatycznych i piaskowania.(5)	5,6/4,1	7/10	38,0	2400	70	
	M76 - przeznaczona do zasilania urządzeń pneumatycznych i piaskowania.						
	Opcja - generator i uzdatnianie powietrza.(5)	7,1/5,5	7/10	54,0	2700	71	
M121 - przeznaczona do zasilania urządzeń pneumatycznych i piaskowania.							
Opcja - generator i uzdatnianie powietrza.(6)	11,5/10,0/8,7	7/10/12	85,0	2200	72		
M220 - przeznaczona do zasilania urządzeń pneumatycznych i piaskowania.							
Opcja - uzdatnianie powietrza.(6)	21,3	8,5	173,0	1700	73		
M260 - przeznaczona do zasilania urządzeń pneumatycznych i piaskowania.							
Opcja - uzdatnianie powietrza.(7)	27,0/22,6/17,8	7/10/14	174,0	1700	73		
M12E - przeznaczona do zasilania mniejszych urządzeń i narzędzi pneumatycznych.(8)	1,2/0,99/0,82	7/10/13	7,5	3000	69		
M34E - przeznaczona do zasilania urządzeń i narzędzi pneumatycznych.(9)	3,4	7	22	3000	64		
M46E - przeznaczona do zasilania urządzeń i narzędzi pneumatycznych.(10)	4,6	7	30	3000	64		

Głośność określona wg ISO 3744

# Targi pełne nowości

## Rozmowa z Bogusławem Zalewskim, prezesem zarządu Międzynarodowych Targów Poznańskich

*Niedawno zakończyły się w Poznaniu 75. Targi Technologii Przemysłowych i Dóbr Inwestycyjnych. To największa przemysłowa impreza wystawiennicza w kraju. Czy jubileuszowa edycja okazała się udana?*

To pytanie postawiliśmy naszym wystawcom. Zdecydowana większość odpowiedziała pozytywnie. Pierwszą kwestią, na którą wystawcy zwracali uwagę, był profesjonalizm publiczności. Na targach czerwcowych nie ma zbieraczy ulotek i wycieczek gapiów. Zwiedzają je specjaliści poważnie zainteresowani ekspozycją. Od kilku lat Targi Technologii Przemysłowych i Dóbr Inwestycyjnych odbywają się w nowoczesnej formule – wystawcy prezentują swoją ofertę w ramach 10 specjalistycznych salonów, których tematyka wzajemnie się uzupełnia. Staramy się tak profilować ekspozycję, aby były to targi zastosowań. Taka formuła generuje większe zainteresowanie fachowej publiczności.

Zgodnie z mottem targów: „Kreujemy gospodarkę opartą na wiedzy”, misją 75. Targów Technologii Przemysłowych i Dóbr Inwestycyjnych (TTPiDI) było stworzenie platformy bezpośredniego spotkania specjalistów, przedstawicieli przemysłu i nauki stosowanej, wymiany wiedzy i doświadczeń, promocji innowacyjnych rozwiązań i technologii. Okazji do takich spotkań było mnóstwo, i to nie tylko na stoiskach. Naturalnym dopełnieniem ekspozycji był bogaty program konferencji praktyczno-technicznych i seminariów. Najważniejszymi wydarzeniami targów było Pierwsze Międzynarodowe Forum Offsetowe „Offset a rynek” oraz Forum Inżynierskie organizowane pod hasłem „Technicy bliżej rynku. Innowacyjność priorytetem”. Kontakty z nowymi partnerami handlowymi z zagranicy można było nawiązać podczas Dnia Gospodarki Białorusi, Polsko-Ukraińskiego Forum Gospodarczego, Międzynarodowego Dnia Transferu Technologii i Giełdy Kooperacji organizowanej



Fot. 1 Bogusław Zalewski – prezes zarządu Międzynarodowych Targów Poznańskich

wspólnie z World Trade Center Poznań.

Na targach nie brakowało nowości. Innowacje techniczne to chyba najsilniejszy magnes przyciągający zwiedzających. Wystawcy zaprezentowali kilkadziesiąt całkowicie nowych produktów, których szczegółowe opisy można znaleźć na stronie [mtp.mtp.pl](http://mtp.mtp.pl).

*Ale ekspozycja z roku na rok zajmuje mniejszą liczbę pawilonów.*

Spostrzeżenie słuszne aczkolwiek mylące. Jeszcze niedawno na terenach targowych znajdowało się 50 pawilonów o średniej powierzchni 1000 m kw. Dziś mamy do dyspozycji 15 pawilonów, których powierzchnia wynosi średnio blisko 10 000 m<sup>2</sup>. Wielkość targów czerwcowych była porównywalna z rokiem ubiegłym. Tym razem jednak zlokalizowaliśmy ekspozycję w naszych największych i zarazem najnowszych halach, wyposażonych w najnowocześniejszą infrastrukturę techniczną. Na stoiskach wystawcy mieli możliwość podłączenia się do Internetu, instalacji wodnej i sprężo-

nego powietrza, z czego skwapliwie korzystali, zamieniając tereny targowe na kilka dni w gigantyczny supernowoczesny kombinat. Dziś w Polsce nie ma chyba fabryki, w której jednocześnie pracowałyby tak duża liczba obrabiarek, maszyn, manipulatorów przemysłowych, sprzętów czy wózków widłowych.

Podczas tegorocznej edycji Targów Technologii Przemysłowych i Dóbr Inwestycyjnych zaobserwowaliśmy pierwsze – oby trwale – symptomy stabilizacji, a nawet wzrostu. Niektóre salony zdołały poprawić ubiegłoroczne wyniki. Rekordzistą jest „Nauka dla Gospodarki”, gdzie liczba wystawców wzrosła o 20 proc. Łącznie na targach prezentowana była oferta prawie tysiąca firm z 34 krajów. Udział wystawców zagranicznych wzrósł w tym roku do blisko 40 proc.

*Czy jednak postęp w dziedzinie technologii teleinformatycznych nie stanowi dla targów zagrożenia?*

Odpowiem pytaniem: czy wynalazienie telefonu i faksu ograniczyło liczbę spotkań, konferencji i targów?

Czy ekspansja Internetu zmniejszyła liczbę podróży służbowych? Oczywiście nie. Ani telefon, ani e-mail nie zastąpią bezpośredniego kontaktu. Nie istnieje obecnie narzędzie, które byłoby skutecznym substytutem targów. Podczas wydarzeń targowych dochodzi do kontaktów interpersonalnych, stanowiących połączenie dwóch form promocji – sprzedaży osobistej i public relations. Targi to idealna okazja do pogłębienia wzajemnych relacji między kooperantami i budowy zaufania, będącego podstawowym warunkiem skuteczności działań biznesowych.

Nie zmienia to faktu, że zawrotne tempo, w jakim toczy się obecnie życie gospodarcze, wymaga coraz doskonalszych technologii teleinformatycznych. Potrzebę inwestowania w tę dziedzinę dostrzegają także organizatorzy targów. W Poznaniu w każdej hali wystawcy mają dostęp do Internetu na stoisku. Każde organizowane przez Międzynarodowe Targi Poznańskie wydarzenie targowe posiada własną stronę internetową. Od zakończenia targów czerwcowych aż do następnej edycji trwają wirtualne targi – w Internecie można zapoznać się z informacją o poszczególnych wystawcach i prezentowanej przez nich ofercie. W zarządzaniu targami pomagają nam wdrażany właśnie nowoczesny system komputerowy oparty na rozwiązaniach Customer Relationship Management 9000.

*Targi w Poznaniu mają bogatą historię. Czy w obecnych trudnych czasach i rosnącej konkurencji Międzynarodowym Targom Poznańskim udaje się utrzymać pozycję lidera na targowej mapie Polski?*

Doświadczenie w organizacji wydarzeń targowych mamy rzeczywiście spore. Pierwsze targi w nowoczesnym rozumieniu tego słowa – I Targ Poznański – odbyły się w Poznaniu w roku 1921. MTP są więc jednym z najdłużej działających w Europie organizatorów targów. Od początku swego istnienia targi poznańskie aktywnie uczestniczyły w kreowaniu polskiego rynku i promocji eksportu.

O sile firmy decyduje jednak nie tyle tradycja, ile jej aktualna kondycja i konsekwentne wdrażanie nowoczesnej wizji rozwoju. Obecnie oferta Międzynarodowych Targów Poznańskich dotyczy 142 branż gospodarki, dla których organizowane są 42 sektorowe wydarzenia targowe. Inwestycje przemysłowe, budownictwo,

motoryzacja, informatyka, poligrafia, logistyka, rolnictwo i przemysł rolno-spożywczy, ekologia, medycyna, turystyka, moda, wyposażenie domów i mieszkań – to tylko niektóre przykłady. Są to największe targi wśród odbywających się w Polsce, często zaliczane także do czołówki europejskiej.

Międzynarodowe Targi Poznańskie zajmują czołowe miejsce we wszystkich najważniejszych rankingach, m.in. liczbie wystawców, zajmowanej przez nich powierzchni wystawowej oraz liczbie zwiedzających. Udział Międzynarodowych Targów Poznańskich w krajowym rynku wystawieniczym wzrósł ostatnio do ponad 57 proc. (wg Raportu Polskiej Korporacji Targowej „Targi w Polsce 2002”). MTP znajdują się też w czołówce organizatorów targów w Europie Środkowej i Wschodniej. W niektórych rankingach plasujemy się na pierwszym miejscu. MTP są jednym z wielu ośrodków targowych w Europie Środkowo-Wschodniej klasyfikowanych w prestiżowych, corocznych raportach międzynarodowego Stowarzyszenia Dobrowolnej Kontroli Statystyki Targowej FKM – zestawieniach najważniejszych targów europejskich.

*Na czym koncentrujecie teraz swoje działania?*

Organizacja targów nie polega na wynajmowaniu powierzchni ekspozycyjnej, ale na kreowaniu wydarzeń umożliwiających realizację celów marketingowych firm decydujących się na udział w targach. Dokładamy starań, by organizowane przez nas targi były jak najatrakcyjniejszą formą komunikacji z rynkiem dla obu podstawowych grup naszych klientów: dla wystawców i zwiedzających. Obu grupom poświęcamy teraz równie dużo uwagi, bowiem obecność fachowej publiczności stanowi podstawowy warunek powodzenia targów. Nasze działania skierowane na zwiedzających przynoszą coraz lepsze efekty. Systematycznie rośnie wśród nich udział profesjonalistów. Do Poznania przyjeżdżają coraz liczniejsze grupy gości z Rosji, Ukrainy i Niemiec.

Koncepcje targów i plany promocyjne uzgadniamy ze stowarzyszeniami branżowymi. Chcielibyśmy zacieśnić współpracę z branżą pneumatyczną obecną na targach czerwcowych w ramach salonu Hydropneumatica – P A N. Jesteśmy otwarci na postulaty środowiska związanego z techniką spręż-

zonego powietrza, liczymy na pomysły i doświadczenie jego przedstawicieli.

Współczesna gospodarka charakteryzuje się krótkim okresem życia produktu. Zjawisko to dotyczy także targów. Dlatego program oferowanych przez nas produktów cały czas jest modyfikowany i rozwijany, w zależności od zgłaszanych przez rynek potrzeb. Wciąż poszukujemy nowych pomysłów, przygotowujemy nowe targi albo podejmujemy nowe tematy w ramach targów już istniejących. Rozszerzamy nasze usługi także o organizację grupowych wystąpień polskich firm na targach za granicą.

Mając na uwadze obecną trudną sytuację przedsiębiorstw, prowadzimy aktywną i elastyczną politykę cenową. Mamy rozbudowany system rabatów, wprowadzamy także programy lojalnościowe dla naszych stałych klientów. Wielu wystawców targów czerwcowych skorzystało ze specjalnych, wyjątkowo korzystnych cen na stoiska ze standardową zabudową. Cieszylibyśmy się, gdyby do naszej polityki niewygórowanych cen przyłączyli się także hotelarze, taksówkarze i inni, którzy oferują usługi dla gości targowych.

Zdajemy sobie sprawę z konieczności wszechstronnego komunikowania się z rynkiem, dlatego też zintensyfikowaliśmy wydatki na promocję i marketing. Aktywność ta dotyczy wszystkich naszych targów, które od pewnego czasu traktujemy jako odrębne przedsięwzięcia biznesowe, posiadające własny budżet. Rozszerzamy międzynarodową sieć dystrybucji naszych produktów. Do przedstawicielstw w Niemczech, Wielkiej Brytanii, Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Tajwanie i na Węgrzech dołączyły placówki zlokalizowane w naszych krajach sąsiednich, które po 2004 roku nie znajdują się w Unii Europejskiej. Nowi przedstawiciele obsługują rynki Ukrainy i Białorusi. Na początku roku rozpoczęło także działalność nasze biuro informacyjne w Berlinie.

*Rozmawiał Zdzisław Chrapkiewicz*

# Pneumat System



Po raz kolejny firma Pneumat System ma przyjemność przedstawić Państwu wzbogaconą o nowy asortyment ofertę handlową w nowo wydanym katalogu, którego okładka widoczna jest obok.

**P**rzypominamy, iż domeną naszej działalności jest dostawa armatury pneumatycznej w szerokim asortymencie. Generalne przedstawicielstwo i prężna współpraca z takimi firmami, jak RIEGLER, AIGNEP, KSI Filtrertechnik, oraz wieloletnie doświadczenie w branży to nasze referencje, jak również gwarancja konkurencyjnych cen oraz szybkich terminów realizacji.

Jesteśmy firmą otwartą na współpracę i rozwój; służymy fachowym doradztwem nie tylko w doborze elementów pneumatyki, ale również przy modernizacji linii pneumatycznych oraz sprężarkowni.

Od ponad dwóch lat naszą działalnością dodatkową, którą prężnie rozwijamy, jest produkcja komór kriogenicznych.

Materiał zaprezentowany w ofercie handlowej jest jedynie cząstkowym przedstawieniem naszego asortymentu.

Szczególne informacje uzyskają Państwo w dziale handlowym naszej firmy.

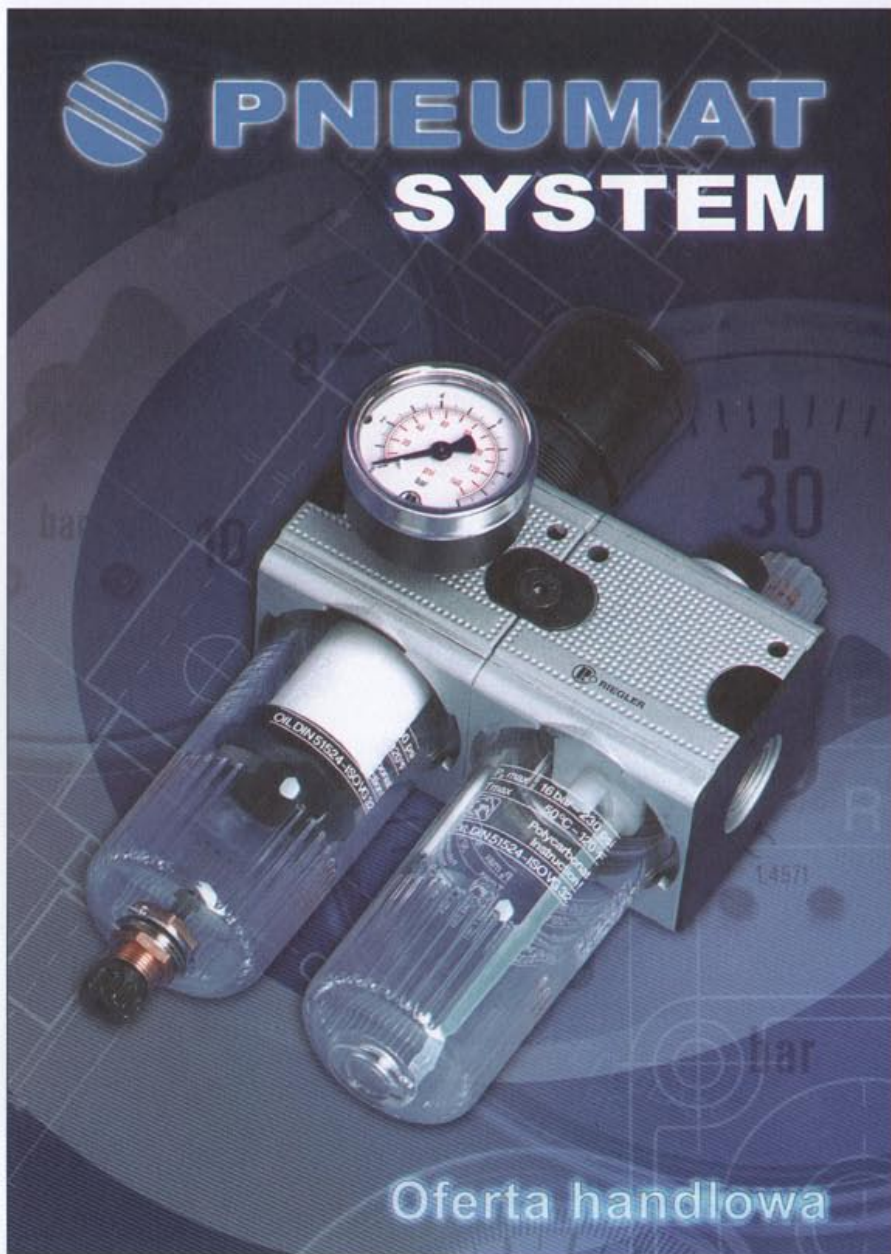
Zapraszamy do współpracy. Państwa zadowolenie jest naszą satysfakcją.

Artykuł promocyjny  
Pneumat System Sp. z o.o.

Pneumat System Sp. z o.o.

51-121 Wrocław  
ul. Baczyńskiego 23  
tel. (071) 325 18 60  
fax (071) 325 52 84

e-mail: [info@pneumat.com.pl](mailto:info@pneumat.com.pl)  
[marketing@pneumat.com.pl](mailto:marketing@pneumat.com.pl)  
[www.pneumat.com.pl](http://www.pneumat.com.pl)



SPRĘŻARKI ŚRUBOWE



SPRĘŻARKI TŁOKOWE



ELEKTRA BECKUM CE

NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE



ARMATURA PNEUMATYCZNA



SIŁOWNIKI I ZAWORY



FILTRY I OSUSZACZE



# PPHU Kompres



P.P.H.U. KOMPRESS to firma rodzinna ze stuprocentowym polskim kapitałem. Początki firmy sięgają końca lat siedemdziesiątych XX w., kiedy ojciec obecnego właściciela, pan Waldemar Zysk, założył serwis naprawiający i remontujący sprężarki tłokowe. W latach 1978–1995 firma kilkakrotnie zmieniała swoją siedzibę, zwiększając powierzchnię użytkową i dostosowując się do stale rosnącej liczby klientów. Na początku lat dziewięćdziesiątych P.P.H.U. KOMPRESS był już największym serwisem sprężarek na terenie Warszawy i Mazowsza.

**N**owym etapem rozwoju firmy rozpoczął się w roku 1995, kiedy podpisane zostały umowy, na mocy których P.P.H.U. KOMPRESS zostało wyłącznym przedstawicielem w Polsce znanych niemieckich firm branży pneumatycznej – ALUP Kompressoren i J.P. SAUER & SOHN. Od tego momentu firma działa dwukierunkowo. W dalszym ciągu prowadzi serwis sprężarek tłokowych, ale głównie zajmuje się sprzedażą i serwisem sprężarek śrubowych i tłokowych wysokociśnieniowych. W ciągu niespełna 8 lat obowiązywania umowy przedstawicielskiej P.P.H.U. KOMPRESS wprowadził na rynek polski setki sprężarek śrubowych ALUP Kompressoren. Sprężarki tej firmy pracują obecnie we wszystkich gałęziach przemysłu, a największe jednostki (110 – 315 kW) zainstalowane zostały w branży hutniczej i cementowniach. Mocna pozycja została osiągnięta w przemyśle zbrojeniowym, gdzie zainstalowano jednostki o mocy 90 – 130 kW. Do najliczniejszych użytkowników sprężarek śrubowych ALUP Kompressoren zaliczyć można firmy z branży motoryzacyjnej, spożywczej i medycznej.



Fot. 1 Zespół sprężarek śrubowych ALUP SCG o łącznej mocy 1280 kW w Hucie Zawiercie

Firma P.P.H.U. KOMPRESS kładzie bardzo duży nacisk na sprzedaż sprężarek wysokociśnieniowych (do 350 bar) firmy J.P. SAUER & SOHN. W ofercie znajdują się sprężarki powietrza, jak również gazów obojętnych (hel, azot, argon). Głównymi użytkownikami tego typu sprężarek są firmy z branży energetycznej (m.in. przetłoczenie gazu ziemnego, rozruchy turbin gazowych, produkcja helu), lotniczej (tunele aerodynamiczne), przemysł wydobywczy (napęd wiertnic), automatyka przemysłowa (testowanie wyrobów). Ważnymi użytkownikami sprężarek J.P. SAUER & SOHN są również producenci butelek PET, w tym także krajowi potentaci w produkcji wody mineralnej i napojów. Rozwijana jest także współpraca z instytutami naukowymi.

Rozbudowany typoszereg sprężarek śrubowych ALUP Kompressoren (od 4 do 400 kW) i wysokociśnieniowych J.P. SAUER & SOHN (od 3 do 55 kW) pozwala sprostać każdemu zapotrzebowaniu na sprężone powietrze. Dopelnieniem oferty handlowej P.P.H.U. KOMPRESS są urządzenia do uzdatniania sprężonego powietrza i kondensatu (osuszacze membranowe, filtry odolejające i odpylające, automatyczne spusty kondensatu, separatory kondensatu woda – olej) niemieckiej firmy BEKO Technologies.

Dzięki tak szerokiej ofercie możliwe jest skonfigurowanie linii do produkcji sprężonego powietrza najwyższej klasy czystości do sterylnej włączanie (do celów medycznych, przemysłu spożywczego i elektronicznego) z zachowaniem rygorystycznych przepisów ochrony środowiska, dotyczących zagospodarowania kondensatu wodno-olejowego.

Dzięki stałemu wzrostowi sprzedaży i dynamicznie rozwijającemu się pionowi serwisu P.P.H.U. KOMPRESS prowadzi inwestycje pozwalające na udoskonalenie jakości obsługi klienta oraz zwiększenie możliwości działania i zwiększenia komfortu pracy. Służy temu budowa nowej siedziby firmy z powiększoną częścią biurową i rozbudowanym zapleczem techniczno-magazynowym, zakup nowych samochodów dla konsultantów techniczno-handlowych i serwisantów oraz wyposażenie pracowników w najnowocześniejszy sprzęt medialno-komunikacyjny. Ambicją firmy jest sprzedaż układów do produkcji sprężonego powietrza o jak najniższej energochłonności i najlepszej jakości w stosunku do potrzeb klienta, a użytkownikom urządzeń zapewnić perfekcyjnego serwisu dostępnego na życzenie klienta niezależnie od pory roku i dnia.

Artykuł promocyjny  
PPHU Kompres

# Kompres Brzezna

## - wykorzystanie powietrza w zakładach wydobywania i przerobu kamienia

Firma KOMPRES rozpoczęła działalność w 1985 roku, a od 1990 r. ukierunkowała się na handel i usługi w zakresie napraw, remontów i sprzedaży sprzętów.

Stając się przedstawicielami czeskiej firmy ATMOS (producent sprzętów o ponad stuletniej tradycji), musieliśmy poszerzyć naszą ofertę o kompleksową obsługę klienta, czyli łącznie ze sprzętami zaoferować pełną gamę narzędzi pneumatycznych, przewodów, armatury przyłączeniowej i kompletnych systemów uzdatniania powietrza. W ten sposób zostaliśmy oficjalnymi dystrybutorami narzędzi pneumatycznych czeskiej firmy PERMON i austriackiej BÖHLER. Obecnie reprezentowana przez nas firma ATMOS jest drugim w EUROPIE po ATLAS COPCO producentem sprzętów. Znaczna część produkcji przeznaczona jest dla firmy INGERSOLL RAND, która rozprowadza je poprzez swoją sieć dystrybutorów na całym świecie.

Z rozpoczętymi budowlami autostrad nastąpił kolejny etap poszerzenia zakresu działalności. Te potężne strategiczne dla naszego kraju inwestycje pociągają za sobą duże zapotrzebowanie na wszelkiego rodzaju kruszywa pozyskiwane w kamieniołomach. W związku z tym nasza oferta wzbogaciła się o sprzedaż i serwis maszyn wiertniczych, koronek, młotków węglanych renomowanych i sprawdzonych producentów, takich jak ROCKMORE i wcześniej wspomniany PERMON. Ciągłe kontakty z zakładami eksploatującymi kruszywa przyniosły również efekt w postaci rozpoczęcia działalności w tej branży, tzn. rozpoczęliśmy produkcję kostki granitowej w naszym oddziale na Dolnym Śląsku.

Poszerzenie naszej działalności wiąże się z koniecznością śledzenia i wdrażania nowości technicznych w tym zakresie. Nasz wykwalifikowany serwis posiada autoryzację producentów, takich jak DEUTZ, ZETOR, PERMON, HOERBIGER, ATMOS. Mamy podpisane umowy z przedstawicielami CASTROL, MANN&HUMMEL, SHELL. Wy-

konujemy również roboty ślusarskie, spawalnicze, tokarskie, blacharskie i lakiernicze. Dla klientów, którzy w swej działalności sporadycznie wykorzystują sprzęt i narzędzia pneumatyczne, uruchomiliśmy wypożyczalnię.

Aby podnieść efektywność naszych działań mających na celu dotarcie do klienta i przekonanie go do podjęcia właściwej decyzji, tzn. zakupu oferowanego przez nas sprzętu, organizujemy pokazy i prezentacje sprzętu u klientów. Kilkakrotnie w ciągu roku uczestniczymy w targach branży drogowej, budowlanej, kamieniarskiej itp.

Podążając za wymaganiami stawianymi nowoczesnym przedsiębiorstwom, jesteśmy w trakcie przygotowań do wdrożenia certyfikatu ISO.

Artykuł promocyjny  
Kompres

**Sprężarki śrubowe  
na podwoziu kołowym  
o wydajności od 1 do 30 m<sup>3</sup>/min**



**Narzędzia pneumatyczne  
BÖHLER, PERMON  
Pneumatyczne urządzenia  
przeciskowe  
Armatura złączna i osprzęt  
do sprężonego powietrza  
Zawory robocze  
HOERBIGER**



**KOMPRES**

Brzezna 327, 33-386 Podegrodzie  
tel./fax (0048-18) 445 90 13, 445 95 23, 445 96 11  
<http://www.kompres.sacz.pl>  
e-mail: [kompres@sacz.pl](mailto:kompres@sacz.pl)





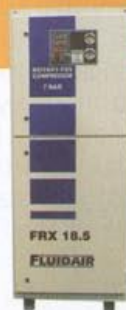
FLUIDAIR INTERNATIONAL

## NIEZAWODNE, EKONOMICZNE, TANIE W EKSPLOATACJI:

- śrubowe sprężarki powietrza o wydajnościach od 0,50-72,5 m<sup>3</sup>/min. i ciśnieniach do 13 bar
- osuszacze sprężonego powietrza
- filtry sprężonego powietrza o zwiększonej powierzchni filtrowania
- urządzenia do obróbki kondensatu z wkładami węglowymi
- komputerowe sterowniki nadrzędne zespołów sprężarek i osuszaczy

- 10-cio letnia gwarancja na zespoły śrubowe,  
5-cio letnia na pozostałe główne elementy sprężarek

- serwis 24 h na dobę



www.pdair.pl

Autoryzowany dystrybutor:

**PDAIR SC**

biuro:

ul. Pilchowicka 9/11

02-175 WARSZAWA

tel. 0-22 868 60 04

tel./fax 022 868 60 05

e-mail: info@pdair.pl

# NESTA

INDUSTRIAL

**NESTA**

51-164 Wrocław

ul. Toruńska 4 A

tel. (071) 372 65 04, 326 00 63

fax (071) 326 0064

kom. 0604 583 183

e-mail: nesta@nesta.wroc.pl

www.nesta.wroc.pl

**PRZEDSTAWICIEL  
FIRMY CAMOZZI**

**CAMOZZI**



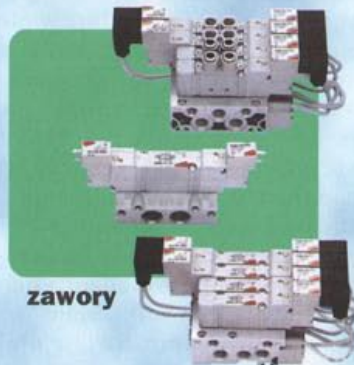
**złączki**



**siłowniki**



**bloki  
uzdatniania  
powietrza**

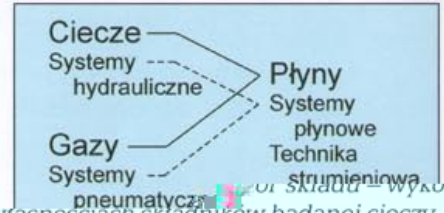


**zawory**

# Technika mikrostrumieniowa

Václav Tesař, Kazimierz Peszyński

Hydrauliczne i pneumatyczne systemy sterowania mają za sobą okres, kiedy były skuteczną konkurencją dla elektrycznych systemów sterowania. W dziedzinie obróbki



roznice w elektroforetycznych własnościach składników badanej cieczy

nym problemem, z którym dzisiaj co raz lepiej sobie radzimy, są ograniczenia związane z technologią produkcji. Napotyka się jednak już inne podstawowe bariery. Osiągnięcie takiej samej liczby Reynoldsa  $Re$  (rys. 6) w zaworze mikrostrumieniowym podob-

$r$  (uwzględniającego wpływ małego  $Re_{mikro}$ ) zjawiska, jak np. przerzucanie przepływu w zaworze strumieniowym, odbywają się bardzo szybko, okresy  $\Delta t$  są o kilka rzędów mniejsze niż w „standardowych” elementach

Mało znanym aspektem przeważnie subdynamicznym jest strata czynnika liczby Reynoldsa  $Re$  jako metru charakteryzującego. Decydującą rolę przyjmuje bezwymiarowy parametr ciśnieniowy  $T_c$  (patrz przy-  
[www.pneumatyka.com.pl](http://www.pneumatyka.com.pl)

kładów, w których przepływa powietrze, woda, olej, kwas, roztwór soli, itp. W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe. W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe.

**N**owoczesne techniki sterowania mikrostrumieniowymi systemami sterowania, w których przepływa powietrze, woda, olej, kwas, roztwór soli, itp. W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe. W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe.

## Technika mikrostrumieniowa

W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe. W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe.



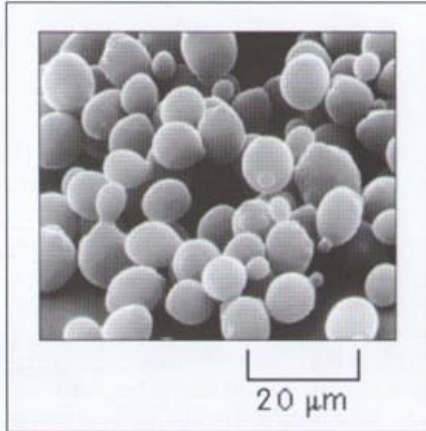
W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe. W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe.

Nowoczesne techniki sterowania mikrostrumieniowymi systemami sterowania, w których przepływa powietrze, woda, olej, kwas, roztwór soli, itp. W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe. W tym celu należy wykonać badania laboratoryjne i przemysłowe.

## Przepływ płynów jest wykorzystywany do

- transportu energii
- przenoszenia sygnałów
- chłodzenia i ogrzewania
- smarowania
- bezpośredniego zuzycia
- reakcji chemicznych

Mimo że dotychczas opracowano wiele rozwiązań konstrukcyjnych elementów – np. mikrozaworów – bazujących na wykorzystaniu mikroskopijnie małych ruchomych elementów oddziałujących na ciecz, znacznie bardziej obiecujące są elementy wykorzystujące zjawiska aerodynamiczne i hydrodynamiczne w komorach o sta-



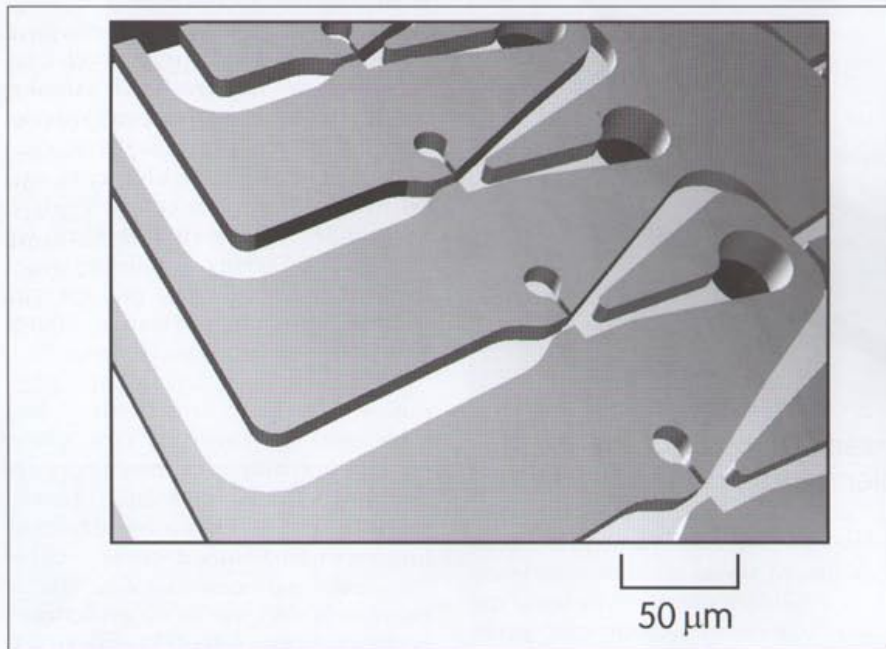
Rys. 4 Fotografia elektronowa żywych komórek – w tym przypadku drożdży hodowanych w komorze detekcyjnej obwodu mikrostrumieniowego, wykorzystującego ich reakcję na zmiany składu doprowadzanej cieczy

łej geometrii. Wykonanie elementów jest w tym przypadku znacznie łatwiejsze, są one dużo odporniejsze na różne niekorzystne wpływy i mają

większą żywotność. Pod tym względem można było nawiązać do obszaru techniki strumieniowej [2], intensywnie rozwijanej przed mniej więcej trzydziestoma laty. Brak elementów ruchomych zastąpiono wykorzystaniem działań bezwładnościowych w szybko przepływającym płynie. Jednak w miarę stopniowego rozwoju techniki mikrostrumieniowej w kierunku coraz to mniejszych, ale jeszcze możliwych do wykonania rozmiarów, efekty bezwładnościowe przestają być skuteczne, dlatego są wprowadzane nowe swoiste zasady funkcjonalne [4].

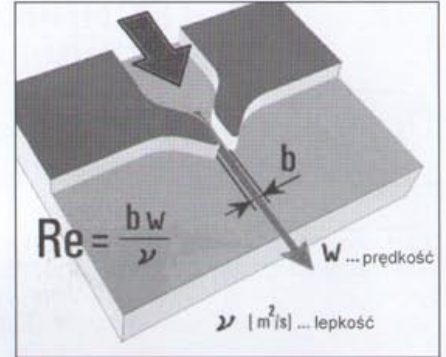
### Małe rozmiary

Większość technik rzadko uświadamia sobie – mimo wielkiego postępu – jak technologiczne zasady, na których opiera się nasza cywilizacja, są w swojej istocie powierzchowne, niedoskonałe i mało efektywne. Energetyka bazuje na niszczeniu nieodnawialnych i rzadkich fosylnych materiałów poprzez ich spalanie w elektrowniach i samochodach, gdzie wykorzystywane jest tylko ciepło towarzyszące procesowi spalania. Ciepły charakter przemian energetycznych prowadzi do nieuchronnych ograniczeń osiągniętej sprawności. Nadal nie potrafimy naśladować organizmów żywych, które znacznie wydajniej



Rys. 5 Mikrofotografia części typowego obwodu mikrostrumieniowego z monostabilnymi zaworami rozdzielającymi. Typowe jest to, że w swojej pracy wykorzystuje szereg równoległych kanałów. Chodzi tu o aplikację służącą do sekwencyjnego poboru próbek płynu [10], ze względu na wysokie temperatury robocze wykonaną przez wytrawianie w stali nierdzewnej

przetwarzają energię w swoich mięśniach (bez ograniczeń powodowanych cyklem Carnota, który również jest nieosiągalny). Procesy technologiczne są niedoskonałe przede wszystkim dlatego, że materiały są przerabiane *en gros*. Lepsza obróbka poszczególnych cząstek materiału (powiedzmy poprzez bezpośrednie



Rys. 6 Liczba Ryenoldsa  $Re$  – zazwyczaj wyznaczana na podstawie warunków panujących w pobliżu ujścia dyszy – jest podstawowym kryterium określającym charakter działania elementu mikrostrumieniowego lub urządzenia

przemieszczanie atomów) mogłaby towarzyszyć takim działaniom, jak przykładowo produkcja diamentów z węgla. Istnieją jednak inne bardziej potrzebne przemiany. Nie stoi to w sprzeczności z żadnym prawem przyrody, ponieważ procesy inżynierskie należą do pośrednich. Mieszmamy razem wielkie objętości substancji i liczymy na (jedynie statystycznie możliwe do przewidzenia) oddziaływania między przypadkowo spotykającymi się cząsteczkami. Generujemy olbrzymie ilości odpadów. Bardziej precyzyjne sterowanie małych objętości może dużo poprawić. Mimo że jest to dzisiaj jeszcze niedostępny ideał nanotechniki – samodzielnie siebie reprodukcujące nanoroboty, manipulujące poszczególnymi atomami w poszczególnych molekułach – mikrotechnika pracująca przy mniej więcej rozmiarach rzędu trzykrotnie do pięciokrotnie większymi jest już dzisiaj rzeczywistością. Nie potrafi produkować wzmiankowanych diamentów z węgla, ale pracuje z obiektami wymiarowo bliskimi komórkom żywych organizmów. Otwiera to nowe drogi wykorzystania lub naśladowania procesów, które tak efektywnie działają na poziomie komórek, ale dotychczas były niedostępne dla maszyn wykonanych przez człowieka.

Zaletą aplikacji ukierunkowanych na pomiary i analizy jest to, że istnieje zapotrzebowanie na bardzo małe ilości badanych próbek. Aby mogło być to odbierane jako czynnik ograniczający, w innych przypadkach poszczególne mikrouządzenia produ-

staną osiągnięte w wyniku równoległego działania funkcjonalnego w ilości rzędu milionów lub jeszcze więcej elementów.

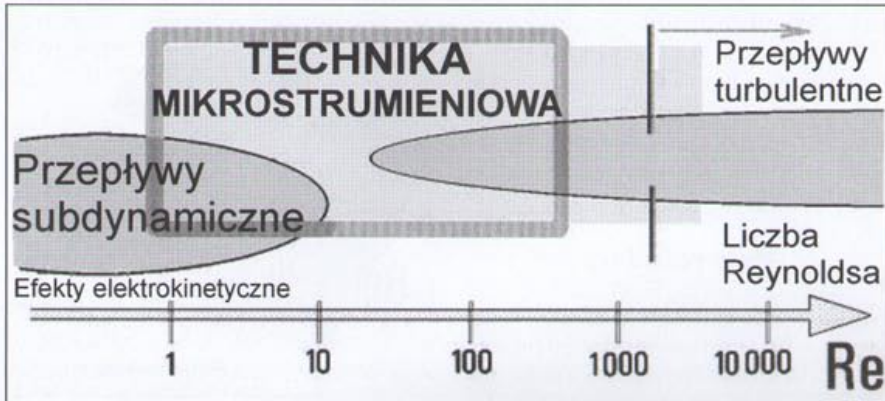
Technologia produkcji urządzeń mikrostrumieniowych powszechnie przejmuje gotowe sposoby postępo-

gdyby głębokość mogła być większa. Umożliwiają to procesy litograficzne wykorzystujące zamiast osłaniającej maski głębokościowe naświetlanie. Nie przypadkiem technika strumieniowa jest rozwijana w jednostkach organizacyjnych, początkowo ukierunkowanych na badania jądrowe, dysponujących źródłami twardego promieniowania.

**Zalety bezpośredniego wykorzystania płynów**

W klasycznych systemach hydraulicznych lub pneumatycznych sterujących płyny służyły do przenoszenia i obróbki informacji. Dzisiaj z płynami spotykamy się raczej przy przenoszeniu energii, podczas gdy informacja jest obrabiana za pomocą elementów elektronicznych. Urządzenia siłowe i elementy wykonawcze bazujące na płynach są znacznie lżejsze i tańsze. Również w dziedzinie systemów mikroelektromechanicznych (znanych pod skrótmem MEMS) z tych samych powodów wykorzystuje się płynowe elementy wykonawcze, chociaż nie w ich klasycznym kształcie. Wykorzystuje się np. siłowe oddziaływanie podczas parowania cieczy (w małych objętościach parowanie przebiega nadzwyczaj szybko), jak również oddziaływanie strumieni płynów powstających przy wypływie z dysz. Jedną z aplikacji jest sterowanie przejściem do turbulencji i oderwania warstwy płynu od opływanych ciał (przykładowo na skrzydłach samolotów lub na łopatkach turbin i sprężarek). Jako elementy ingerujące w przepływ można stosować elementy mikrostrumieniowe generujące wypływ, który może oddziaływać w większej odległości od ściany i jest mniej wrażliwy niż (brane również pod uwagę) mechaniczne oddziaływanie ciałami wysuwanymi nad powierzchnię.

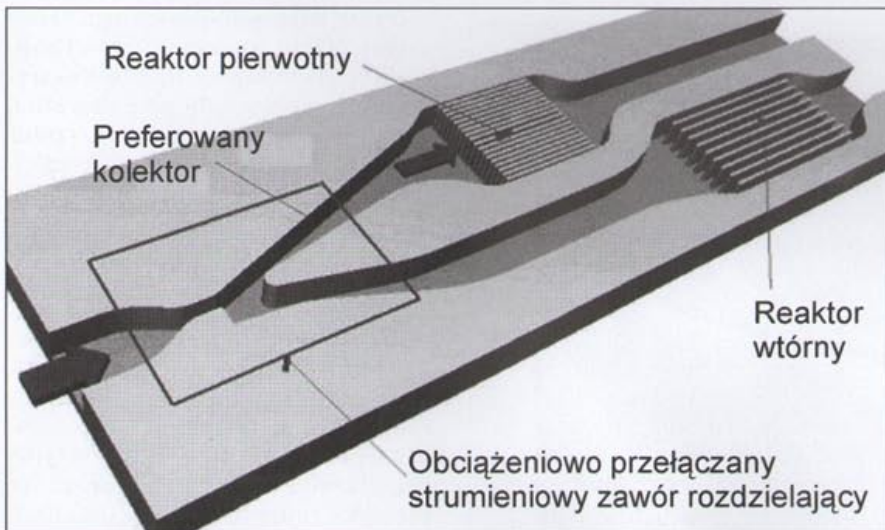
Jak już wcześniej stwierdzono, również w technice mikrostrumieniowej z płynami spotkamy się tam, gdzie przepływ płynów jest konieczny, przykładowo podczas chłodzenia lub smarowania. (rys. 3). Dziś prowadzone są intensywne badania dotyczące chłodzenia mikroprocesorów. Zmniejszanie rozmiarów i wzrost objętościowej gęstości aktywnych elektronicznych elementów sprawiają, że moc cieplna odniesiona do jednostki powierzchni mikroprocesora jest już dzisiaj porównywalna z mocą przekazywaną na powierzchni elementów paliwowych



Rys. 7 Zakres liczb Reynoldsa  $Re$ , przy których zazwyczaj pracują urządzenia mikrostrumieniowe, leży na granicy wykorzystania zjawisk dynamicznych w obszarze subdynamicznym. W większości występuje przepływ laminarny, ale dość często występują również przepływy turbulentne

kują lub mogą sterować tylko małymi objętościami. Zakłada się jednak – w zasadzie podobnie jak w mikroelektronice – masową produkcję tych elementów, która spowoduje obniżenie cen poszczególnych urządzeń. Już dzisiaj, np. urządzenia mikrostrumie-

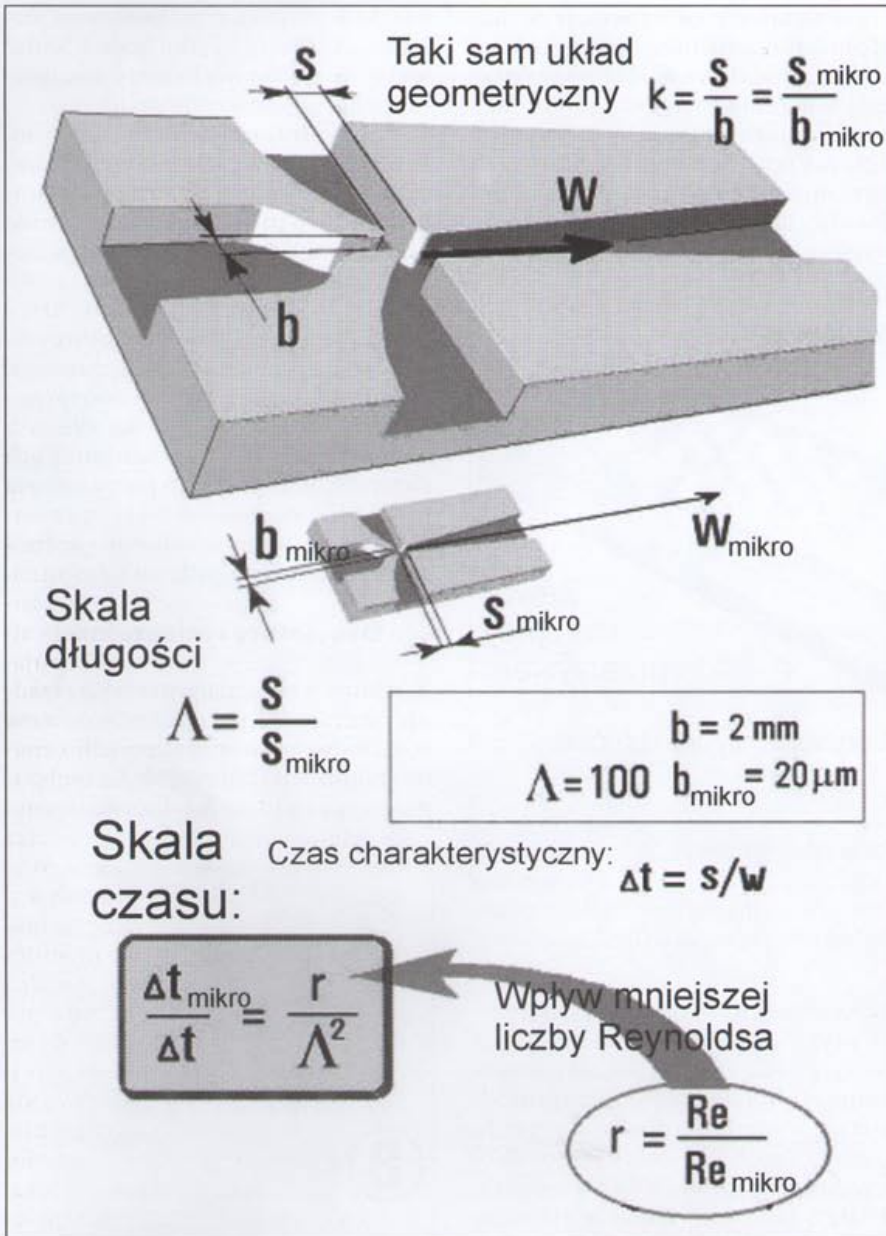
wania z innych gałęzi mikrotechniki, całościowo opisane w [3]. Najczęściej stosowane jest jednostronne wytrawianie komór, które na koniec są przykrywane płytką. Niedogodnością tego procesu jest mała względna głębokość kanałków i komór przy izotro-



Rys. 8 Samoczynne przeniesienie doprowadzanego płynu do wtórnego reaktora przez strumieniowy monostabilny zawór. Strumień płynu zostanie oderwany od preferowanej ściany prowadzącej, kiedy w reaktorze pierwotnym wzrośnie temperatura – w wyniku wzrostu lepkości wzrośnie opór pneumatyczny, przekraczając dozwoloną granicę

niowe do analiz biologicznych są tak tanie, że są wyrzucane po jednokrotnym ich wykorzystaniu. Wymagane sumaryczne objętości lub efekty zo-

powym wytrawianiu poprzez osłaniającą maskę maksymalnie równa ich szerokości. Elementy strumieniowe powszechnie pracowałyby lepiej,



Rys. 9 Aby zawór mikrostrumieniowy i jego duży strumieniowy wzór pracowały tak samo, w obydwu powinna być taka sama liczba Reynoldsa  $Re$  (rys 6) – niestety do tego potrzebna około 100-krotnie większa prędkość, która często jest nieosiągalna. Widoczne jest, że zawory mikrostrumieniowe pracują rzędu 10 000 razy szybciej

w reaktorze jądrowym. Jeżeli nie zostanie rozwiązany problem wydajnego chłodzenia (powietrze nie będzie wystarczające, rozważa się ciecz chłodzącą), wówczas w ich następnej generacji natężenie mocy cieplnej osiągnęłoby poziom, jaki obecnie występuje w żarówkach.

Bez wątpienia istnieje wiele dziedzin, gdzie bez płynów nie można się obejść. Również i tam badania są prowadzone w kierunku miniaturyzacji urządzeń. Jedną z nich jest przemysł spożywczy. Autorzy pracowali nad konstrukcją mikrostrumieniowego mieszalnika wody i oleju służącego

do generowania emulsji spożywczych (taką emulsją jest również mleko, ale w danym przypadku chodziło o produkcję majonezów i sosów sałatkowych). Zastosowany układ miniaturowych oscylatorów mikrostrumieniowych [11] umożliwia wytwarzanie produktu na miejscu jego zużycia i dzięki temu odpadają problemy z ich składowaniem (emulsje są termodynamicznie niestabilne, toteż konieczne jest dodawanie emulgatorów, które nie są tanie ani całkiem nieszkodliwe dla zdrowia). Zaletą rozwiązania z wykorzystaniem techniki mikrostrumieniowej jest to, że rozmiary kropli za-

wiesiny olejowej określone są rozmiarami kanałów, w następstwie czego krople mają ustaloną wielkość, co ma wyraźne znaczenie z punktu widzenia doznań smakowych.

Dośćownie rewolucyjne wydają się możliwości wykorzystywania urządzeń mikrostrumieniowych tam, gdzie podczas przetwarzania płynów dochodzi do reakcji chemicznych [6] (większość przemysłowych reakcji chemicznych zresztą odbywa się w fazie ciekłej). Jednym z rokujących duże nadzieje kierunków rozwoju jest chemia syntetyczna, ukierunkowana na produkcję paliw, przede wszystkim do ogniw paliwowych. Dokładne sterowanie procesem przebiegającym w nieznacznych objętościach może polepszyć o rząd wydajność i selektywność reakcji i dzięki temu ograniczyć generowanie substancji odpadowych.

Od mieszania reagentów przed reaktorem poprzez agitację zastępującą mieszanie w reaktorze aż do separacji produktów i pobór próbek do analizy składu mikrochemia nie można obejść się bez techniki mikrostrumieniowej. Ogromną rolę odgrywa dzisiaj mikrochemia analityczna, przede wszystkim analiza DNA. Faktem są mikrokostki realizujące równolegle tysiące reakcji analitycznych, umożliwiające np. obiektywne określenie ojcostwa (nawiasem mówiąc, dzisiaj jedno z najbardziej opłacalnych finansowo zastosowań techniki mikrostrumieniowej). Możliwe jest również obiektywne określanie przyczyn chorób, a dzięki temu usunięcie subiektywnego czynnika diagnozy lekarskiej. Właściwie aplikacje mikrobiologiczne, w postaci implantów, wydają się, najbardziej obiecujące. Jest to wynikiem podobnej skali elementów urządzeń mikrostrumieniowych i komórek żywych organizmów (rys. 4). Rysują się również możliwości wykorzystania w technice mikrostrumieniowej podstawowych procesów biochemicznych, np. transportu jonów poprzez ściany komórek (jest to jeden z podstawowych procesów funkcjonowania komórki).

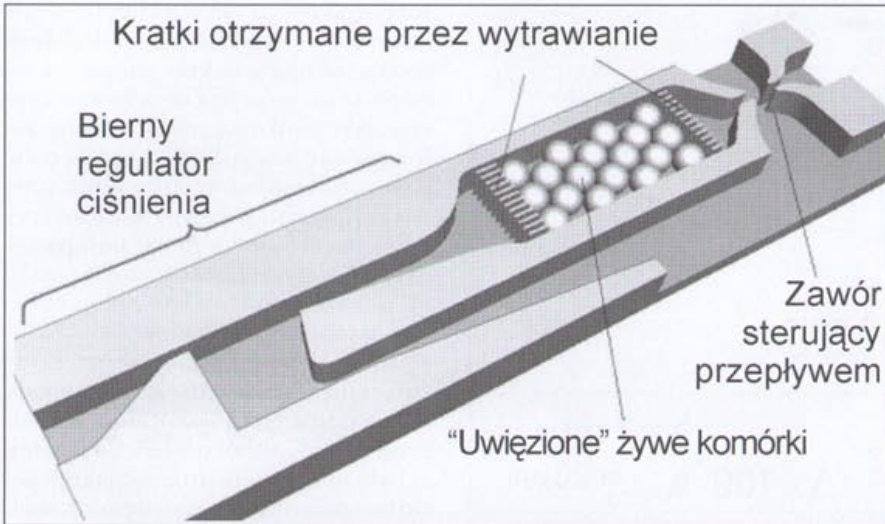
### Wykorzystanie efektów dynamicznych

W tradycyjnej hydraulice i pneumatyce na płyn oddziałują elementy mechaniczne, produkowane oddzielnie i montowane w korpusie urządzenia. Montaż i oddzielna produkcja są drogie przede wszystkim wtedy, gdy

chodzi o mikroskopijnie małe wielkości. W technice mikrostrumieniowej elementy ruchome nie są wykonywane oddzielnie, ale wytrawia się okoliczny materiał (proces technologiczny jest stosunkowo skomplikowany i wymaga w większości przypadków wielowarstwowej struktury elementów). Element ruchomy może się rów-

nia dynamicznego (ignorując jednocześnie możliwe inne drogi rozwiązania) [2]. Oddziaływanie to jest zazwyczaj wyraźniej zwiększone poprzez wcześniejsze przyspieszenie płynu w dyszy. Przy wyższych prędkościach wyraźnie jednak wzrastają straty hydrauliczne, wobec czego w kanale wyjściowym powszechnie stosuje się

kolektor z dyfuzorem, ponieważ jest wykorzystywany tylko jeden kanał wyjściowy. Przy odchyleniu strumienia poza ten kanał nadmiar płynu (rys. 13) jest odprowadzany do obejścia. Jeżeli pracuje się z wyższymi liczbami Reynoldsa, bardzo często wykorzystuje się przyłgnięcie strumienia płynu do ściany w wyniku efektu Coandy (przede wszystkim jeżeli są dwa kanały wyjściowe) [2]. Wzmacniacz pracuje wówczas jako bistabilny obwód przełączający z funkcją pamięci, strumień pozostaje w wychylnym położeniu również po zaniku sygnału wyjściowego, który spowodował odchylenie. Na rysunku 5 przedstawiono wariant monostabilny [2], z przyleganiem strumienia tylko do jednej strony w okolicy wypływu z dyszy.



Rys. 10 Dla techniki strumieniowej typowe jest sterowanie w układzie otwartym – w danym przypadku utrzymywane jest stałe ciśnienie w komorze z komórkami przy zmianach natężenia przepływu bez sprzężenia zwrotnego, tylko poprzez wykorzystanie płaskiej charakterystyki obciążeniowej specjalnie ukształtowanego, biernego zaworu regulacyjnego

niez złamać lub rozbić przy przeciążeniu, a jego powierzchnie prowadzące stopniowo się zużywają. Jego ruch wymaga mechanizmu przechodzącego przez ścianę korpusu, co z kolei wymaga uszczelnienia, które po pewnym czasie nie będzie dobrze spełniało swego zadania, wymagane jest zatem jego dociągnięcie lub wymiana elementu uszczelniającego.

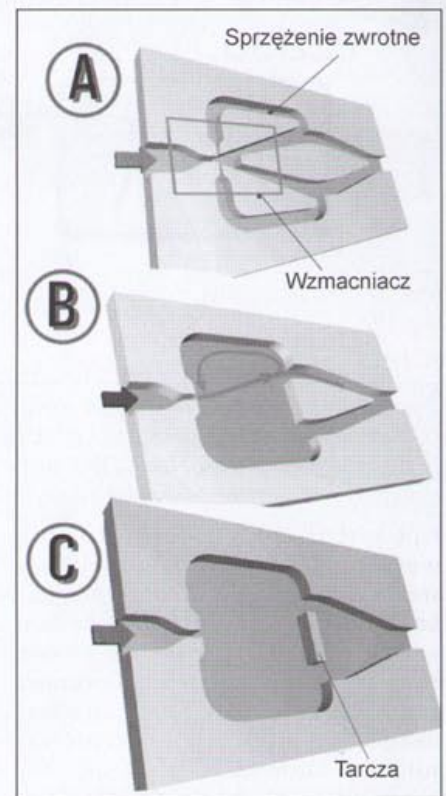
Przyspieszenie i opóźnienie ruchu elementu wymaga dostarczenia energii, która może wzrosnąć nad dopuszczalną granicę. Jeżeli ruch ma się odbywać z dużą częstotliwością, bezwładność elementów ruchomych jest czynnikiem ograniczającym własności dynamiczne elementu. Podobnie jak, w zasadzie historyczne, elektryczne przekładniki i styczniki z ruchomymi elementami stopniowo ustąpiły miejsca urządzeniom półprzewodnikowym bez elementów ruchomych, również elementy mechaniczne stopniowo są wypierane z układów sterowania ruchem płynów. Przechodzi się do elementów strumieniowych, w których kierowanie cieczy do wymaganego wyjścia odbywa się poprzez powszechne wykorzystanie oddziaływa-

dyfuzor, w którym energia kinetyczna płynu ponownie zamienia się w energię potencjalną ciśnienia. Sterowanie odbywa się zazwyczaj za pośrednictwem strumieniowego sygnału sterującego, który jest znacząco słabszy. Zawory strumieniowe w zasadzie działają jako wzmacniacze strumieniowe. Dzielone są na rozdzielające, zazwyczaj pracujące na zasadzie odchylenia strumienia płynu tworzonego na wyjściu z dyszy, oraz odcinające. Te z kolei są albo wirowe, albo zderzeniowe, wykorzystujące zderzenie strumieni płynących w przeciwnych kierunkach. Ze wzmacniaczami wirowymi w technice mikrostrumieniowej spotykamy się rzadko – pracują one dobrze dopiero przy dużych liczbach Reynoldsa, przekraczających  $10^3$ . Jest to jednak górna granica zwykłych warunków panujących w technice mikrostrumieniowej (rys. 7). Zderzeniowy zawór odcinający zgodnie z [12] jest widoczny, np. na wyjściu obwodu (z prawej strony) na rysunku 10.

Funkcje rozdzielające realizuje się dużo łatwiej niż odcinające. W najprostszym wykonaniu, jakie pokazano na rys. 9 i 13, widoczny jest jeden

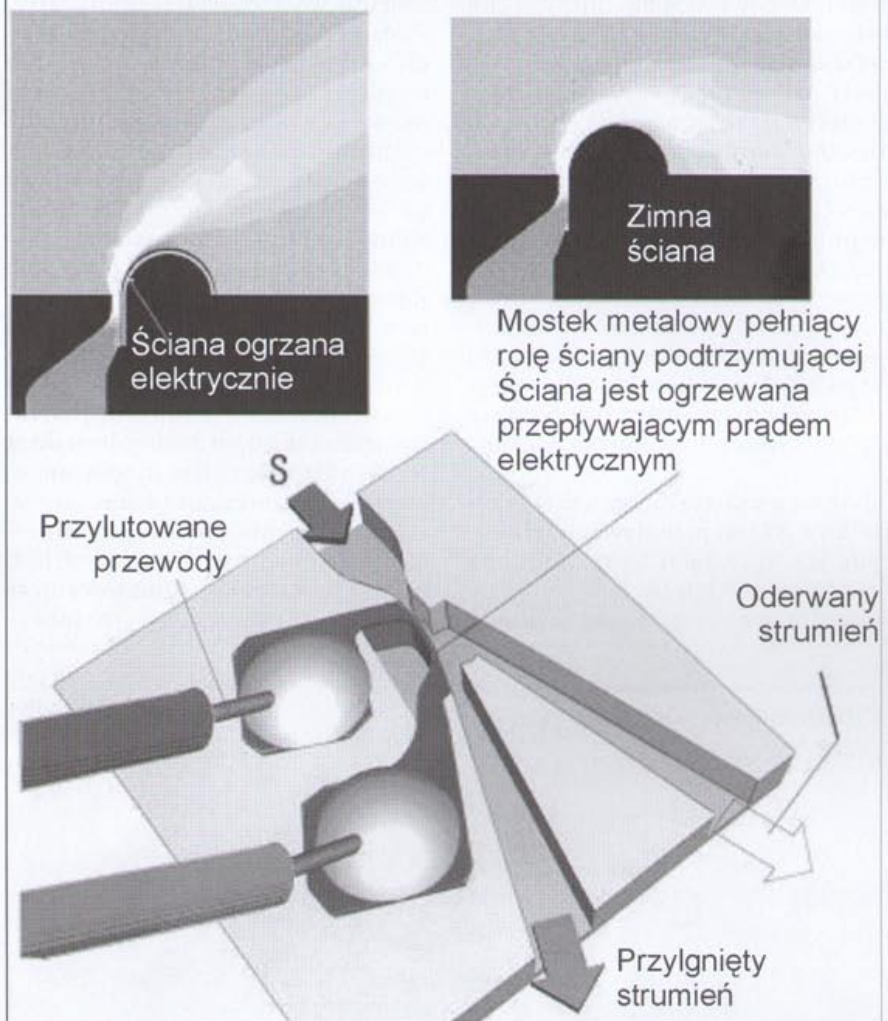
### Oscylatory i mieszalniki

Zdolność wzmacniająca (zysk natężenia przepływu  $>1,0$ ) może być wykorzystana we wzmacniaczu strumieniowym do stabilizacji i korekcji własności poprzez wprowadzenie odpowiedniego,



Rys. 11 Często wykorzystywane są oscylatory strumieniowe – zasada działania oparta na wprowadzeniu sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczu, które jednak na pierwszy rzut oka nie zawsze jest widoczne; wykorzystywane są ruchy wirowe płynu

**Eksperyment laboratoryjny: oderwanie strumienia przy ogrzaniu zakrzywionej ściany**



Rys. 12 Bez ruchomych elementów można zrealizować bardzo potrzebny przetwornik sygnału elektrycznego na natężenie przepływu [13]

Można również zaprojektować geometrię strumieniowego zaworu rozdzielającego w taki sposób, aby jego charakterystyka obciążeniowa była płaska. Spowoduje to, że obciążenie będzie miało ograniczony wpływ na przełączanie obciążeniowe. W takim przypadku otrzymuje się stały spadek ciśnienia na przyłączonym elemencie obciążenia – zgodnie z rys. 10 hodowane grzybki drożdżowe lub organizmy jednokomórkowe mają zapewnione środowisko o stałym ciśnieniu, mimo że poprzez zawór zamkniętą na wyjściu zmienia się przepływ roztworu odżywczego. Ponownie wykonana w prosty sposób (wytrawiona równoległe z innymi elementami systemu) komora zapewnia działanie, które wymagałoby zastosowania regulatora i kilku przetworników.

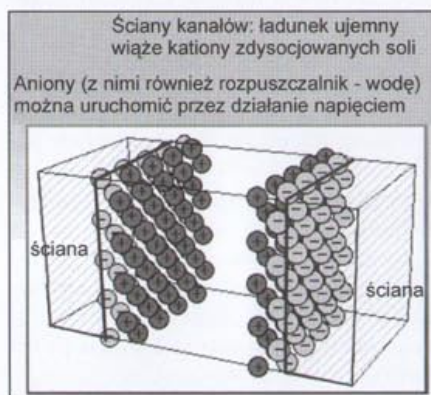
Wykorzystanie zjawisk dynamicznych, odpowiednich dla dzisiaj klasycznej już techniki strumieniowej, wymaga jednak liczb Reynoldsa (rysunek 6) zazwyczaj przekraczających 1000 (rys. 7). Liczba Reynoldsa o tej wielkości występuje w elementach zapewniających wspólne zasilanie wielkiej liczby elementów mikrostrumieniowych – pierwszy z autorów z sukcesem wykorzystał zjawiska oscylacyjne wymagające  $Re > 40$  do mieszania doprowadzanych gazów przez strumieniowy oscylator, pracu-

Sterowanie strumienia wymuszanego stałym spadkiem ciśnienia

Zawór

dzianych), złącza zaciskowe oraz armaturę instalacyjną (adaptory, redukcje, trójniki, czwórniki itp.) gazyny oraz regularne transpo- zapewniają ciągłość oraz termi- wość dostaw.

Nowa konfiguracja była również opracowana dla przetworników o podstawowym znaczeniu – przetwarzanie między sygnałami płynowymi  $F^1$  i elektrycznym  $E$ . W kierunku  $E/F$  chodzi prawie bez wyjątku o aplikację prawa wykorzystywanego w ane-



Rys. 14 W cieczach przy ekstremalnie niskich liczbach Reynoldsa przepływu można generować, wykorzystując zjawiska elektroosmotyczne związane z istnieniem dwóch warstw jonowych na ścianach

metrach termicznych, w których żarzony drut oporowy za pomocą elektrycznego sprzężenia zwrotnego jest utrzymywany na stałej temperaturze (dla wykluczenia wpływu bezwładności cieplnej) – w odwrotnym kierunku  $F/E$  ciekawie jest rozwiązanie przedstawione na rys. 12, polegające na destabilizacji zjawiska Coandy [13].

**Ekstremalnie niskie Re**

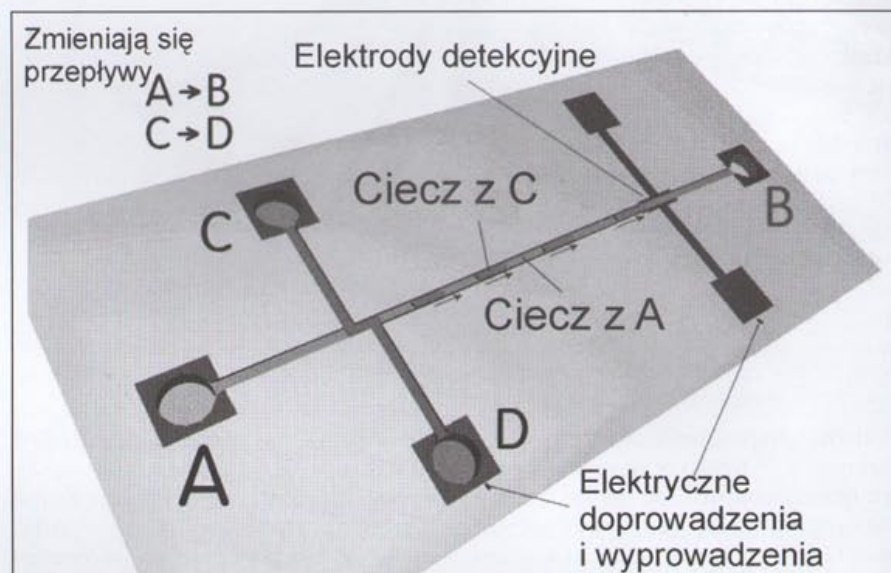
Trwałym trendem w konstrukcji elementów techniki mikrostrumieniowej jest ich stałe zmniejszanie. Jedną z zalet jest zgodnie z rys. 9 rosnąca prędkość odbywających się zdarzeń i procesów, proporcjonalna do kwadratu zmniejszanej skali długości. Głównym problemem, z którym dzisiaj coraz lepiej sobie radzimy, są ograniczenia związane z technologią produkcji. Napotyka się jednak już inne podstawowe bariery. Osiągnięcie takiej samej liczby Reynoldsa  $Re$  (rys. 6) w zaworze mikrostrumieniowym podobnym do 100 razy większego „standardowego” wzoru (rys. 9), w którym płyn przepływa z prędkością 50 m/s, nie jest możliwe. Wymagałoby to absurdalnej hipersonicznej prędkości 5000 m/s przy tej samej lepkości płynu, która w technice mikrostrumieniowej często jest wyższa niż normalnie spotykana, zarówno w procesach

biologicznych, jak i w syntezie paliwowej w następstwie wysokich temperatur gazów. Dodatkowo prędkości, chociażby w mikrochemii, bywają ograniczone wymogiem pozostawiania reagującej mieszaniny przez określony czas w reaktorze, przez który przepływają reagenty. Nie pozostaje nic innego niż akceptacja niskich  $Re$ , ale niesie to z sobą zmniejszenie wpływu sił dynamicznych na zjawiska występujące w płynie, ze względu na rosnące oddziaływanie tarcia wewnętrznego. W reżimie subdynamicznym, powiedzmy przy około  $Re=10$ , zupełnie nie można liczyć na wytworzenie się jakiegokolwiek strumienia wpływającego z dyszy – płyn rozplywa się we wszystkich dostępnych kierunkach.

Nie mamy do czynienia w tym przypadku z jakimś przepływem pełzającym, jak to czasami bywa określana dziedzina niskich liczb Reynoldsa. Nawet przy uwzględnieniu czynnika

kowego regulatora, co jednak w MEMS nie jest problemem, gdyż niezbędny układ elektroniczny może zostać utworzony na tej samej kostce. Zadaniem strumieniowego (lub innego – chociażby akustycznego lub cieplnego) sygnału sterującego jest usuwanie zależnie od potrzeby płynu doprowadzanego z kanału zasilającego  $S$  poza zasięg pola ciśnieniowego i wyprowadzenie go do kanału wentylacyjnego  $V$ . Może to wymagać dużej wejściowej mocy sterującej. Zaworek – tak jak to dokładnie opisano w [9] – przestaje wówczas pracować jako wzmacniacz strumieniowy.

Wzmocnienie przepływu takiego zaworu może być również znacząco niższe niż 1,0, co byłoby absurdem w „standardowej” technice strumieniowej, ale w mikroukładach pracujących przy nieznacznych objętościach płynów nie odgrywa to roli (odpada jednak możliwość budowy oscylatora ze sprzężeniem zwrotnym).



Rys. 15 Elektroosmotyczny dozownik próbek i analizator składu – wykorzystuje różnice w elektroforetycznych własnościach składników badanej cieczy

$r$  (uwzględniającego wpływ małego  $Re_{mikro}$ ) zjawiska, jak np. przerzucanie przepływu w zaworze strumieniowym, odbywają się bardzo szybko, okresy  $\Delta t$  są o kilka rzędów mniejsze niż w „standardowych” elementach strumieniowych. Problem leży w tym, że w zaworze mikrostrumieniowym nie można wykorzystać takiej samej zasady funkcjonowania.

Narzucają się dwie możliwości. Klasyczną drogą jest wymuszanie odpowiedniego natężenia przepływu poprzez oddziaływanie ciśnieniowe, zgodnie z rys.13. Wymaga to dodat-

Mało znanym aspektem przepływów subdynamicznych jest strata znaczenia liczby Reynoldsa  $Re$  jako parametru charakteryzującego. Decydującą rolę przyjmuje bezwymiarowy parametr ciśnieniowy  $Te$  (patrz przykładowo [4] i [9]).

**Wykorzystanie zjawisk elektrokinetycznych**

Inną możliwością jest rozwiązanie problemów związanych ze zbyt niskimi  $Re$  poprzez wykorzystanie innych mechanizmów wymuszania ruchu pły-



nów. W płynach zawierających jony zdysocjowanych molekuł rozpuszczonych soli można wykorzystać zjawisko, że kationy są związane do ściany (rys. 14), a w cienkiej warstwie przy ścianach są wówczas wolne aniony [7], które można uruchomić – a z nimi jest przyniesiony pozostały płyn – poprzez przyłożenie napięcia elektrycznego. Jest to zatem znana ogólnie elektroosmoza, która jest wykorzystywana do suszenia ścian starych domów. Potrzebne napięcia są bardzo duże, sięgają setek voltów, ale można je łatwo przełączać i dzięki temu szybko zmieniać kierunek lub charakter przepływów. W przykładzie pokazanym na rys. 15 podstawowy przepływ wzdłużny wywołany spadkiem napięcia między A i B występuje przemiennie z poprzecznym przepływem drugiej cieczy między C i D. Chodzi tu o tzw. „Z-kanal”, poprzeczny kanałek między C i D, który jest załamany w taki sposób, że po przełączeniu w kanale wzdłużnym pozostanie krótki słupek drugiej cieczy. Proces ten jest wykorzystywany np. do przemieszczania krótkich słupków chemicznie reagujących substancji (mieszanie i ogólnie tworzenie mieszanin jest bardzo utrudnione przy braku turbulencji przy niskich  $Re$ ). Jeżeli druga ciecz (doprowadzana z C) składa się z większej liczby składników, które mają różne elektroforetyczne własności, wówczas ich słupek po drodze do B rozpada się i można badać ich skład, rejestrując przejścia poszczególnych składników w okolicy od powiednich elektrod detekcyjnych.

Elektroosmoza pierwotnie została odkryta w pęcherzach zwierzęcych, a mechanizm transportu jonów małymi kanałami ma zasadnicze znaczenie w biologii. Taki transport przez ściany komórek (związany z mierzalnymi różnicami potencjałów) ma podstawowe znaczenie w żywych organizmach. Po swoich praprzodkach żyjących w słonym morzu odziedziczyliśmy np. mechanizm pompy sodowej regulującej własności cytoplazmy. Jest to również mechanizm dostarczający komórkom energię, zapewniający przenoszenie sygnałów (neurony) i generujący ruch mechaniczny (mięśnie). Wykorzystując te mechanizmy w technice mikrostrumieniowej, jesteśmy na początku zupełnie nowej drogi tworzenia maszyn przez człowieka. Pocięszający jest fakt, że również w Polsce – w Katedrze Mikroelektroniki i Techniki Informatycznych Poli-

techniki Łódzkiej – prowadzone są prace w tej dziedzinie i uzyskiwane pierwsze wyniki na światowym poziomie [14].

### Podsumowanie

O możliwości wykonania małych kanałków przy wykorzystaniu technologii mikroprodukcyjnych i zastosowania ich do przepływu płynów nie było wątpliwości od momentu, kiedy za pomocą tych technik zaczęto przygotowywać, oprócz elementów elektronicznych, również różne mikroskopijne mechanizmy. Wydawało się, że pod ręką znajduje się rozwiązanie, które dopiero „poszukuje problemu do rozwiązania”: do czego w tej skali mogą być przydatne przepływy? Stosunkowo szybko się okazało, że obiecujących zastosowań jest nieoczekiwanie dużo. Powszechnie przekraczają ramy przemysłowych urządzeń pneumatycznych i hydraulicznych. Największą zaletą techniki mikrostrumieniowej jest to, że otwiera drogę do zastosowań biologicznych oraz do wykorzystania jej na poziomie komórek, tak jak przyroda od dawna je wykorzystuje w żywych organizmach.

### Literatura

- [1] Stone H.A., Kim S.: „Microfluidics: Basic Issues, Applications, and Challenges” *AICHE Journal*, str. 1250, Vol. 47, No.6, June 2001.
- [2] Tesar V.: „Valvole fluidiche senza parti mobili” *Oleodinamica – pneumatica, rivista delle applicazioni fluidodinamiche e controllo del sistemi*, str. 216, No 3, 1998, Vol. 39, ISSN 1 122-5017, 1998.
- [3] Madou, Marc J.: „Fundamentals of microfabrication: the science of miniaturization”, 2nd ed., ISBN 0849308267, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA 2002.
- [4] Tesar V.: „Microfluidic Valves for Flow Control at Low Reynolds Numbers”, *Journal of Visualisation*, str.51, Vol.4, No.1, ISSN 1343-8875, Tokyo, 2001.
- [5] Gad-el-Hak M.: „The Fluid Mechanics of Microdevices”, *Trans A.S.M.E., Journal of Fluids Engineering*, str. 5, Vol.121, 1999.
- [6] Ehrfeld W. (ed.): „Microreaction Technology: Industrial Prospects”, ISBN 3-550-668964-7, Springer-Verlag Berlin, 2000.
- [7] Gallardo B.S., et al.: „Electrochemical Principles for Active Control of

*Liquids on Submillimetre Scales*”, *Science*, str. 57, Vol.283, 1999.

[8] Ho C.-M.: „Fluidics – The Link Between Micro and Nano Sciences and Technologies” 14th IEEE MEMS 2001 Conference, str.375, ISBN –0-7803-6251-9, Interlaken, 2001.

[9] Tesar V.: „New fluid flow parameter - its meaning and importance, in particular for microfluidics”, in Peszyński K. (ed.): *Developments in Control and Machinery Design*, Bydgoszcz, Poland, 2003.

[10] Tesar V.: „Sampling by Fluidics and Microfluidics” *Acta Polytechnica - Journal of Advanced Engineering*, Vol. 42, No2, ISSN 1210-2709, p. 41, Praha 2002.

[11] Tesar V., Peszyński K.: „Microfluidic oscillator for generating oil/water emulsions” *Pneumatyka* 3(34) ISSN 1426-6644, str. 8, 2002.

[12] Tesar V.: „«Fluid Plug» Microfluidic Valve for Low Reynolds Number Fluid Flow Selector Units”, *Journal of Visualization*, Vol. 6, No. 1, ISSN 1343-8875 6(1)1 - 85(3002), str. 77, Tokyo 2003.

[13] Tesar V.: „Separace proudění řízené ohřevem steny”, *Sborník 20th International Conference, Kouty nad Desnou*, str.215, ISBN 80-7078-910-7, vyd. VŠB – Technická universita Ostrava, červen 2001.

[14] Ślusarczyk K., Daniel M., Szermer M., Napieralski A.: „Simulating and Modeling Electrophoresis Phenomenon in Capillarties”, *Proc. of TCSET 2002, Lviv-Slavsko, Ukraine, February 2002*.

<sup>1</sup> Od angielskiego Fluidics

prof. Václav Tesar  
Uniwersytet w Sheffield, Wielka Brytania

dr inż. Kazimierz Peszyński  
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

# Technologiczne i konstrukcyjne rozwiązania rynien aeracyjnych w systemach odpopielania

Heinz Schneider

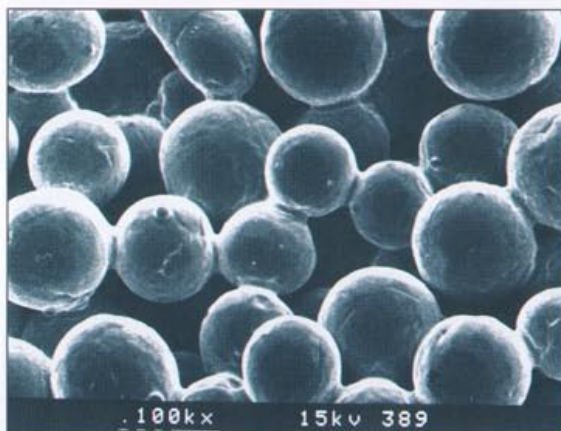
W artykule zostały przedstawione najnowsze rozwiązania technologiczne i konstrukcyjne rynien aeracyjnych materiałów sypkich z zastosowaniem nowych, przepuszczalnych, wysokoporowatych spieków jako dna aeracyjne. Szczegółowo wymieniono stosowane wysokoporowate spieki, których strukturę porów można dopasować do struktury sfludyzowanego złoża materiałów sypkich i które umożliwiają równomierny rozdział sprężonego powietrza.

**T**ransport grawitacyjny zwany też aeracyjnym jest dla określonych materiałów sypkich najbardziej ekonomicznym rodzajem przemieszczania dużej ilości materiałów sypkich nawet w ilości do 500 t/h. Prosta konstrukcja, niskie zużycie energii na tonę przetransportowanego materiału 0,01-0,04 kWh/t, bezawaryjność, niskie koszty inwestycyjne i eksploatacji decydują o jego powszechnym zastosowaniu w przemyśle, nie tylko jako rodzaj transportu. Opisano rozwiązania konstrukcji kanałów powietrznych i kanałów transportowych oraz sposobów ich zasilania i opróżniania.

Wybór optymalnego grawitacyjnego transportu materiałów sypkich w systemach odpopielania staje się znaczącym ekonomicznym składnikiem wytwarzania tańszej energii. 50% wszystkich produktów na świecie to materiały sypkie. Do nich należą też popioły jako produkt uboczny ze spalania węgla kamiennego, brunatnego, materiałów substytucyjnych czy mułów. W energetyce dochodzi jeszcze problem handlu absorbentów (np. wdmuchiwanie CaO do kotłów fluidalnych i spalin odlotowych), produktów w i po procesach odsiarczenia.

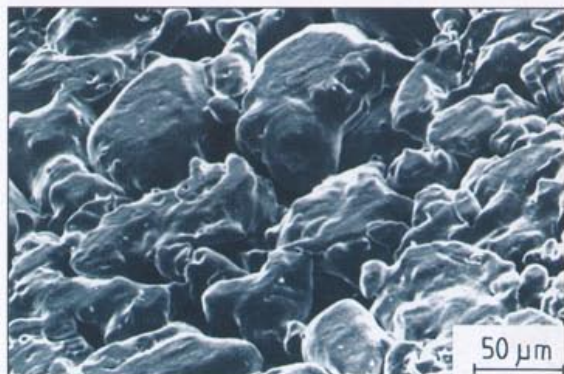
Drobnoziarniste materiały, a do takich należy większość popiołów, w stanie fluidyzacji mogą osiągnąć własności quasi-cieczone. Ta ciezczopodobna faza materiału sypkiego umożliwia jego transport grawitacyjny, tzw. aeracyjny, w ryniach fluidyzacyjnych nachylonych pod niewielkimi kątami (do 6°) względem poziomu. Ten transport grawitacyjny jest możliwy wtedy, kiedy gaz w wpływa od dołu do góry poprzez wkładkę porowatą do złoża materiału sypkiego.

Zastosowane porowate spieki o odpowiedniej strukturze zapewniają równomierny rozdział gazów, najczęściej powietrza, wzdłuż całej rynni fluidyzacyjnej. Nowoczesne procesy technologiczne często wymagają przemieszczania dużych ilości (do 500t/h) materiału sypkiego. Konwencjonalne metody transportu w takich przypadkach są zupełnie nieprzystające, przede wszystkim z powodów ekonomicznych. Problem rozwiązano, wykorzystując zjawisko fluidyzacji suchych materiałów sypkich, przy zastosowaniu odpowiednio skonstruowanych urządzeń. Zastosowanie rynien aeracyjnych jako środka transportu wewnątrz zakłado-

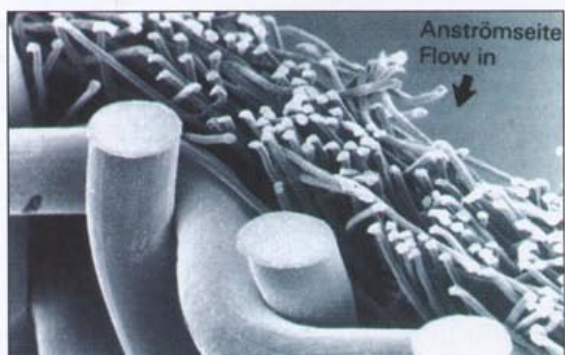


Fot. 1 Spieki z brązu B

wego materiałów sypkich uzasadnione jest nie tylko ze względu na dużą wydajność i niewielkie zużycie energii, lecz także prostotę konstrukcji, niski koszt eksploatacji, możliwości automatyzacji procesu. Transport fluidyzacyjny znajduje powszechne zastosowanie też w energetyce przy odpopielaniu, jako zbiorcze rynny transportowe spod elektrofiltrów. O wszechstronności zastosowania rynien aeracyjnych do przenoszenia różnych materiałów sypkich decyduje mnogość rozwiązań konstrukcyjnych podzespołów wchodzących w skład przenośników fluidyzacyjnych, takich jak: zasypy, wysypy, łuki, rozdzielacze itp. Rynny fluidyzacyjne, które są wyposażone w wysokoporowate przepuszczalne spieki jako dna aeracyjne, umożliwiają przepływ materiału z niewielką prędkością od 0,1 do 3m/s. Potrzebne ciśnienie wynosi ok. 0,1 MPa. Zarówno prędkość transportu, jak i ciśnienie robocze zależne są od własności materiałów sypkich i geometrii kanału transportowego. Ziarna materiałów nie są w rynnie narażone na zniszczenie, sfludyzowane złożo przemieszcza się równomiernie. Podczas transportu w dynamicznym złożu może być realizowany proces chłodzenia, ogrzewania, suszenia, eluowania, klasyfikowania i dozowania materiałów sypkich.



Fot. 2 Spieki z proszków stali CrNi



Fot. 3 Włókna ze stali stopowej

### Rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne ze spiekami porowatymi jako dna aeracyjne

**Rynna aeracyjna** Zasadę działania rynny aeracyjnej przedstawiono na rys. 1. Zbiornik zasypowy 1 ze skrzynką aeracyjną 2 połączony jest przez gardziel 3 z kanałem transportowym 4, na końcu którego znajduje się wysyp 5 i wylot powietrza 6, wyposażony w filtr workowy. Bardzo istotnym elementem funkcyjnym jest dno rozdzielcze 7 kanału transportowego, stanowiące porowatą przegrodę między komorą/kanałem powietrznym 8, a kanałem transportowym. Równomierny rozdział wypływu powietrza zapewniają porowate spieki o strukturze porów dostosowanej do morfologii złoża materiału sypkiego. Sprężone powietrze o natężeniu przepływu  $M$ , fluidyzujące materiał sypki, przepływa przez zawory odcinające 9 i regulacyjny 10 (utrzymujący stałe ciśnienie robocze w instalacji pneumatycznej) oraz przez zwężki 11 do skrzynki aeracyjnej i komór 8

oraz 12 kanału powietrznego. Sprężone powietrze doprowadzone jest przewodami przez zawór odcinający, zawór regulacyjny i zwężki. Dno rynny stanowi porowata wkładka równomiernie rozdzielająca sprężone powietrze, które przepływa dalej przez syplik złożę w kanale transportowym. Sfluidyzowany materiał sypki wskutek różnicy wysokości (spadek ciśnienia hydrostatycznego) warstw w zbiorniku zasypowym i warstwy na końcu kanału transportowego grawitacyjnie przemieszcza się w kierunku wysypu. W celu sfluidyzowania materiału już w zbiorniku zasypowym powietrze doprowadza się do skrzynki aeracyjnej umieszczonej na skośnej ścianie zbiornika zasypowego. Natężenie przepływu materiału  $Q$  może być regulowane przez pionową zasuwę oraz nastawieniem zaworu regulacyjnego 8. Kanał transportowy od góry przykryty jest materiałem filtracyjnym na całej długości rynny aeracyjnej. Układ złożony z zaworu regulacyjnego i zwężek pozwala na wyrównanie ciśnienia w komorach powietrznych. Ostateczne oddzielenie powietrza od materiału następuje w wysypie.

**Boczny zasyp** Przenośniki fluidyzacyjne, w których wysokość kanału transportowego jest 8-10-krotnie większa od jego szerokości, mają ograniczoną powierzchnię otworu zasypowego (ograniczona szerokość otworu wysypowego zbiornika zasypowego). Z tego powodu wydajność masowa rynny fluidyzacyjnej była większa od ilości wypływającego grawitacyjnie materiału ze zbiornika zasilającego.

Zastosowanie konstrukcji bocznego zasypu (rys.2) eliminuje tę wadę. Kanał transportowy 2 rynny fluidyzacyjnej zasilany jest materiałem sypkim od strony ściany bocznej kanału transportowego, przy czym kanał trans-

# HIROSS

Compressed Air Treatment  
Osuszacze chłodnicze



Starlette	0,2-3,0 m <sup>3</sup> /min
PoleStar	4,0-110,0 m <sup>3</sup> /min
Quasar	130,0-350,0 m <sup>3</sup> /min
LCD	62,1-446,8 m <sup>3</sup> /min

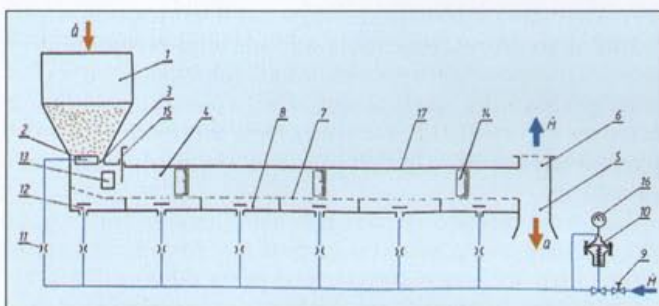
dh Group Polska Sp. z o.o., ul. Ryżowa 87, 05-816 Opacz k/Warszawy  
tel. (022) 723 03 67, fax (022) 723 03 68, e-mail: info@dhgroup.pl

Tabela 1 Własności niektórych przepuszczalnych spieków porowatych

Material	Wielkość porów ASTME 1294	Porowatość DIN ISO 30911-3	Gęstość	Temperatura
R–stal stopowa nierdzewna (X5 18 10CrNiMo2)	1-198µm	17-54%	3,8 - 6,4	maks. 1000°C
B–brąz (Cu 10 Sn)	85-175µm	29-48%	4,3 - 6,0	maks. 300°C
PE–UHMW polietylen ultrawysokocząsteczkowy	10-300µm	30-45%	0,60-0,66	maks. 100°C

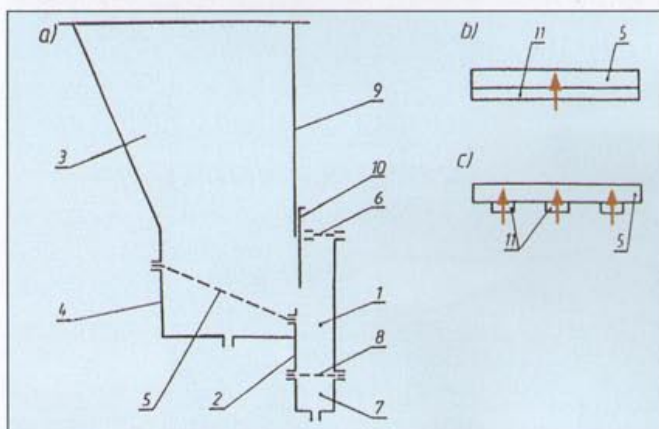
R – Remait stal stopowa nierdzewna (X5 CrNiMo 18 10), B – Brąz (Cu 10 Sn), PE-UHMW – Polietylen ultrawysokocząsteczkowy (PE-UHMW)

portowy może być również zasypywany nosiwem na całej długości (rys.2b) lub na dowolnych odcinkach (rys.2c). Przekrój strugi materiału fluidyzowanego w zbiorniku ograniczony jest jedynie wysokością kanału transportowanego. Zbiornik zasypowy 14 (rys. 2) w dolnej części ma komorę powietrzną 15. Dno rozdzielcze 4 (porowaty spiek) zbiornika zasypowego jest nachylone pod kątem 10÷45° w zależności od natural-



Rys. 1 Zasada działania rynny aeracyjnej: 1- zbiornik zasypowy, 2 - skrzynka aeracyjna, 3 - gardziel, 4 - kanał transportowy, 5 - wysyp, 6 - wylot powietrza, 7 - dno rozdzielcze, 8 - kanał powietrzny, 9 - zawory odcinające, 10 - zawór regulacyjny, 11 - zwężki, 14 - wziernik, 15 - pionowa zasuwa, 16- manometr;

Q – masowe natężenie przepływu materiału; M – masowe natężenie przepływu powietrza



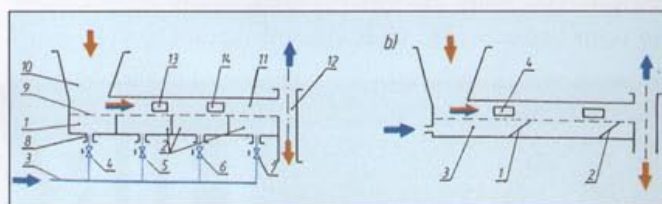
Rys. 2 Schemat zasypania bocznego: a) zasypanie boczne, b) punktowe zasilanie materiałem wzdłuż kanału transportowego, c) boczne zasypywanie rynny materiałem sypkim na całej długości kanału transportowego 1 - kanał transportowy, 2 - boczna ściana rynny fluidyzacyjnej, 3 - zbiornik zasilający, 4 - skrzynka aeracyjna, 5, 8 - wkładki porowate, dna rozdzielcze, 6 - filtr, 7 - kanał powietrzny, 9 - pionowa ściana zbiornika zasilającego, 10 - zasuwa pionowa, 11 - zasypanie boczne pojedyncze i wzdłużne

nego kąta usypu transportowego materiału sypkiego. Pozostałe elementy konstrukcyjne opisano w punkcie 2.1.

**Rozdzielacz powietrza** O charakterze struktury przepływu dwufazowego sfluidyzowanej strugi w znacznym stopniu decyduje rodzaj dna rozdzielczego. Równomierny rozdział powietrza na całej długości kanału transportowego zapewnia optymalny przepływ „upłynnionego” materiału sypkiego. Najlepsze własności rozdzielcze mają spieki porowate, których struktura może być kształtowana w procesie wytwarzania.

Do produkcji wysokoporowatych elementów ze spieków stosowane są dwa rodzaje proszków: o ziarnach kanciastych oraz o ziarnach kulistych.

Proszki o ziarnach kanciastych w stanie zimnym są sprasowane do określonej formy i żądanej gęstości – są to półfabrykaty, tzw. gąski, które następnie są spiekane bez formy i dalszego obciążenia, przy odpowiednich dla dane-



Rys. 3 Schemat odbioru popiołu wzdłuż kanału transportowego: a) rynna podzielona na oddzielnie zasilane komory powietrzne: 1, 2 - komory powietrze, 3 - rurociąg, 4, 5, 6, 7 - zawory, 8 - otwory wlotowe, 9 - dno rozdzielcze, 10 - zbiornik zasypowy, 11 - kanał transportowy, 12 - wysyp, 13, 14 - boczne otwory wysypowe; b) rynna fluidyzacyjna z przepustnicami: 1, 2 - przepustnice, 3 - kanał powietrzny, 4 - boczne otwory wysypowe

go materiału temperaturach, w atmosferze ochronnej albo w piecach próżniowych.

Proszki o ziarnach kulistych są luzem wsypane do formy, tworząc nasyp i poprzez wibrację są zagęszczane. Spiekanie następuje bez obciążenia w specjalnym piecu. Taka technologia wytwarzania umożliwia też skuteczne spojenie spieku z masywnymi albo porowatymi gwintami.

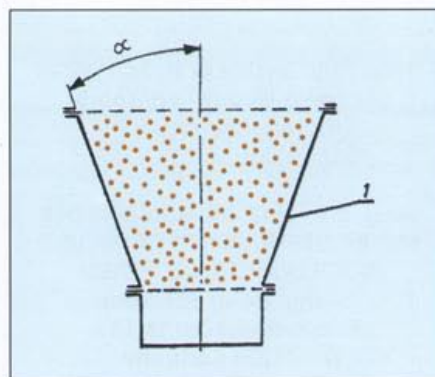
Użyteczna wielkość porów w spiekach dla fluidyzacji materiałów sypkich wynosi od 1µm ÷ 200µm. Wielkość i strukturę porów, którą można wyprodukować, dobieramy do własności materiałów sypkich – ich wielkości, formy i granulometrii. Porowatość może wynosić od 25÷50%, gęstość 0,5÷6,4 g/cm<sup>3</sup> i temperatury do 600°C dla spieków ze stali szlachetnej. Przy wyższych temperaturach używane są spieki ceramiczne.

Własności niektórych też metalowych spieków podano w tabeli 1. Wymienione spieki stosowane są też jako dna aeracyjne w technologiach mieszania, homogenizacji i flu-

idyzacji jako układy pneumatycznego wspomaganie aby zapobiec zawieszaniu się materiału sypkiego w zbiornikach i silosach. Przy niższych temperaturach materiału sypkiego do 180C° stosowane są spieki porowate z PE-UHMW.

**Odbiór popiołu wzdłuż kanału transportowego** Technologiczne procesy często wymagają punktowego odbioru transportowanego materiału wzdłuż rynny aeracyjnej albo kierowania go do dowolnych punktów odbioru. Rysunek 3 przedstawia schematy podłużnych przekrojów rynien fluidyzacyjnych z dzielonym i nie dzielonym kanałem powietrznym. Na rys. 3a przedstawiono rynnę podzieloną na oddzielnie zasilane komory powietrzne 1 i 2, do których doprowadzane jest powietrze z rurociągu 3 przez zawory 4, 5, 6, 7 i otwory wlotowe 8. Powietrze, przechodząc przez dno rozdzielcze 9, „upłynnia” sypki materiał podawany ze zbiornika 10. Upłynniony materiał przemieszcza się wzdłuż kanału transportowanego 11 w kierunku wysypu 12. Zamknięcie zaworów 6, 7 i otwarcie bocznego otworu wysypowego 13 umożliwi odbiór materiału w tym miejscu. Zamknięcie tylko zaworu 7 i otwarcie bocznego otworu wysypowego 14 umożliwi odbiór materiału w drugim miejscu. Przedstawiony na rys. 3b schemat rynny fluidyzacyjnej, oprócz wyżej wymienionych elementów, ma dwie przepustnice 1 kanału powietrznego 3 i otwarcie bocznego otworu wysypowego 4 umożliwiające w tym miejscu odbiór sfluidyzowanego materiału. Opisane sposoby odbioru materiału w dowolnym miejscu lub kierowanie sfluidyzowanej strugi do innego punktu odbioru mogą być całkowicie zautomatyzowane.

**Kanał transportowy** Geometria kanału transportowanego rynny aeracyjnej, która decyduje przede wszystkim



Rys. 4 Schemat przekroju poprzecznego kanału transportowego: 1-ściany boczne,  $\alpha$  ( $1-10^\circ$ )-kąt odchylenia od pionu

o jej wydajności, nadaje kształt sfluidyzowanej strudze sypkiego materiału.

Jego poprzeczny przekrój najczęściej jest prostokątem. Stosunek poprzecznego przekroju strugi do obwodu zwilżonego w znacznej mierze decyduje o wartości współczynnika oporu przepływu sfluidyzowanej strugi materiału sypkiego. W praktyce materiały sypkie są niejednorodne. Dla każdej frakcji powinno się dobrać inną prędkość krytyczną fluidyzacji. Prędkość tę można zmienić na całej wysokości kanału transportowanego jedynie przez zmianę kształtu poprzecznego przekroju kanału transportowego przy stałej prędkości powietrza wypływającego z dna rozdzielczego.

Schemat przekroju poprzecznego kanału transportowego przedstawiono na rys. 4. Ściany boczne 1 są odchyłone od pionu o kąt  $\alpha$  ( $1-10^\circ$ ), który zależy od rozkładu granulometrycznego, struktury materiału sypkiego. Przedstawio-

# HIROSS

Compressed Air Treatment  
Filtry sprężonego powietrza



filtry Hyperfilter 2000  
odwadniacze Hypersep  
dreny kondensatu  
odolejacz kondensatu  
chłodnice końcowe:  
chłodzone wodą i powietrzem

**Biuro inżynierskie dr H. Schneider**  
**Technika filtracji i transportu**  
**materiałów sypkich**  
**WSPÓŁPRACA Z POLSKĄ**

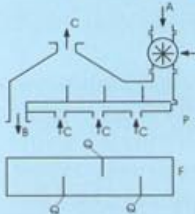
**ING. - B U E R O DR. H. SCHNEIDER**  
**FILTER-, VERFAHRENSTECHNIK UND**  
**KOOPERATION MIT POLEN**

**Dr-Ing. Heinz Schneider**  
**Elsa-Brändström Str.13a**  
**D - 76228 Karlsruhe,**

**Telefon: +49 (0) 721 475991**

**Telefax: +49 (0) 721 475235**

**e-mail:Henryk.Schneider@t-online.de**



Opracowania w zakresie:

- Instalacji i obróbki materiałów sypkich i odpylania.
- Doboru materiałów elementów odpornych na zużycie ściernie.
- Obliczeń i doboru grawitacyjnego transportu aeracyjnego, eluacja.
- Systemów wspomagających opróżnianie zbiorników i silosów.
- Klasyfikacji materiałów sypkich. Programy archiwizacji danych materiałów sypkich wg CAS i obowiązujących norm ISO.
- Projektowania i organizacji laboratoriów badania i sprawdzenia własności materiałów sypkich zgodnie z normami ISO, ASTM, DIN.
- Obliczania obciążenia filtrów, cyklonów metody obliczeń również jako programy komputerowe.
- Zastosowania przepuszczalnych spieków porowatych.
- Analizy i metod pomiarowych reologicznych własności materiałów sypkich.
- Kooperacji, pośrednictwa i wspieranie sprzedaży towarów z Polski; ocena ofert.
- Techniczno-naukowe i simultaniczne tłumaczenia PL-D i D-PI na targach, sympozjach itp.
- Doradcy i rzeczoznawcy z certyfikatem ISO 9001, udział w przygotowaniu kontraktów.
- Sprzedaży, zorientowanej dystrybucji.
- Marketingu, w tym poprzez Polskie czasopisma techniczne, opracowanie prospektów i artykułów naukowo-technicznych, organizacja sympozjów, szkolenie uwzględniające aktualną wiedzę.

ny kształt poprzecznego przekroju kanału transportowego znajduje też zastosowanie przy segregacji, eluacji sypkiego złoża.

**Podsumowanie**

Technologiczno-konstrukcyjne rozwiązania rynien aeracyjnych jako środków transportu grawitacyjnego sypkich materiałów cechuje: prosta konstrukcja, brak części obrotowych, prawie całkowita eliminacja ścierania transportowanych cząstek, jak i kanału transportowego, przydatność do wielu zautomatyzowanych procesów technologicznych, prosta obsługa, niskie zużycie energii na jednostkę przetransportowanej masy (0,01÷0,04 k Wh/Mg przy długości 10 m), bezawaryjność, niskie koszty inwestycyjne i eksploatacji. Cechy te decydują o ich powszechnym zastosowaniu również w energetyce.

Jest to więc najtańszy rodzaj transportu materiałów sypkich i należy go stosować wszędzie tam, gdzie tylko jest to możliwe. Struktura porów spieków porowatych jako dna rozdzielcze i ich własności mechaniczne znalazły powszechne zastosowanie przy odpopielaniu jako rynny zbiorcze, w układach pneumatycznego wspomaganie w zbiornikach i silosach, gdzie magazynowane są: pył węglowy, tlenek wapnia, wodorotlenek wapnia i inne absorbenty.

*Literatura*

[1] Gibert N.: Wykłady na temat fluidyzacji. AGH, Kraków 1970.  
 [2] Ginzburg a S., Riezczykow W.A.: Suszenie produktów spożywczych metodą fluidyzacji. WNT, Warszawa 1969.  
 [3] Ciborowski J.: Fluidyzacja. PWT, Warszawa 1955.  
 [4] Motyczynski R.: Procesy fluidyzacji w odlewnictwie.  
 [5] Brötz W.: Grundlagen der wirbelschichtverfahren. Chem.-ing. Technik, 1952.  
 [6] Tamalert R.: Les lits fluidises en metallurgie. S.A. Heurtey - Paris.  
 [7] Jakubowicz I.: Contribution a la technique du chauffage en lit fluidise. A.a. Heuttev, r.c. T.n. N°63, Mars 1967 Paris.  
 [8] Marcellini R.: La combustion on couche fluidise des boues d'epuration - centre relge d'etude et de documentation des eaux - agent - sopt. 1968, ne 297-298.  
 [9] Stanowisko fluidyzacyjnego suszenia piasku sep3-3. Km-590/dtr, Prodlew, Kraków 1967.  
 [10] Schneider H.: Wpływ niektórych parametrów geometrycznych przenośnika aeracyjnego na dynamikę przepływu piasków kwarcowych, Praca doktorska, Gliwice 1975  
 [11] Celperin H.V., Kwama W.B.: Osnovy techniki. Pseudoozizhenija izdatielstwo chemia, Moskwa 1967.  
 [12] Kalisiak W.: Przegląd mechaniczny, 1970, nr 1.  
 [13] Stöcker D.: Powder mandling & processing the international journal of storing, mandling & processing powder, trans tech publication, 1998, no 1, p. 74.  
 [14] Schneider H.: Messung der rheologischen eigenschaften fluidisierter schüttgüter, „Schüttgut“ trans tech publication, 1996, no 1, p. 25.

dr inż. Heinz Schneider

# PHU PNEUMA

## – firma mała, ale solidna

Modernizację sprężarkowni można również zlecić małej firmie handlowo-usługowej – robią to nawet znani i wielcy inwestorzy.

Planując zakup nowej sprężarki powietrza czy osuszacza lub kompleksową modernizację sprężarkowni, inwestorzy z reguły zainteresowani są ofertami bezpośrednich wytwórców danych urządzeń lub ich przedstawicieli o zasięgu ogólnopolskim.

Na polskim rynku sprężonego powietrza funkcjonują również firmy mniejsze, kilkuosobowe o zasięgu regionalnym, które znakomicie radzą sobie na rynku lokalnym i potrafią sprawnie i fachowo obsłużyć klienta, równocześnie zapewniając mu serwis.

Do takich firm należy PHU PNEUMA spod Legnicy, działająca w rejonie południowo-zachodniej Polski. Firma PNEUMA ściśle współpracuje z wytwórcą sprężarek powietrza



Fot. 1 Fragment instalacji sprężonego powietrza w Zakładzie Transportu KWB TURÓW



Fot. 2 Sprężarkownia w zakładzie FAM – POLSKA w Legnicy (oddział Warszawskiej Fabryki Platerów HEFRA SA). W lewym dolnym rogu przykładowe wyroby firmy

PPS-Airpol oraz z firmą ultrafilter w zakresie urządzeń do uzdatniania sprężonego powietrza.

Posiada autoryzację ww. producentów na sprzedaż, doradztwo techniczne i usługi serwisowe.



Fot. 3 KWB TURÓW

Ceny oferowanych urządzeń są cenami producentów i zawsze istnieje możliwość ich weryfikacji podczas procedury ofertowej.

Do klientów, którzy bez obaw podjęli współpracę z firmą PNEUMA, przyjmując za kryteria tylko merytoryczną stronę kontraktów (tj. jakość urządzeń, cenę zakupu, koszty eks-

ploatacji i obsługi serwisowej), należą takie przedsiębiorstwa, jak: Browar Wlkp. Krotoszyn, KWB TURÓW w Zakładzie Tran sportu (na fot. 1), WO-SEBA Sp. z o.o., Gubińska Fabryka Okien, Zakłady Chemiczne ROKITA SA, Warszawska Fabryka Platerów HEFRASA, Zakład w Legnicy (na fot. 2)-FAM – POLSKA Sp. z o.o.

PHU PNEUMA zapewnia klientom kompleksową obsługę, począwszy od prawidłowego doboru sprężarek powietrza, urządzeń do uzdatniania sprężonego powietrza, poprzez dostawę wszystkich urządzeń, ich montaż, rozruch i przeszkolenie obsługi.

Artykuł promocyjny  
PHU PNEUMA  
Alfred Giebień

# Zwycięstwo ekonomii

## czyli jak w terminalu BP Sławków dobieraliśmy sprężarki z systemem uzdatniania i siecią zasilania



W firmie, gdzie na co dzień mamy do czynienia z propanem-butanem i bardzo obustrzonymi przepisami bezpieczeństwa, temat zasilania w sprężone powietrze natychmiast urasta do rangi strategicznej. Wymagania stawiane niezawodności systemu pneumatycznego są bardzo wysokie. Tu nie ma żartów. Błąd może kosztować życie wielu ludzi, nie wspominając nawet o stratach materialnych.

W połowie ubiegłego roku zapadła decyzja doposażenia linii napełniania butli gazowych. Powstała konstrukcja według naszego pomysłu, znakomicie sprawdzająca się w codziennej eksploatacji.

Rozbudowa linii produkcyjnej była podstawą doboru układu zasilania pneumatycznego. Użytkowaliśmy wtedy dwie sprężarki śrubowe o wydajności 2,5 m<sup>3</sup>/min każda. Zatem w pierwszej kolejności mogliśmy zacząć się systemem uzdatniania.

Analiza potrzeb, kosztów i przewidywanych etapów rozwoju wykazała, że optymalnym rozwiązaniem jest zastosowanie uzdatniania od razu do docelowej ilości zużywanego powietrza, czyli dla 9 m<sup>3</sup>/min przy ciśnieniu 8 bar. Ze względu na wymaganą klasę czystości (pozostałość oleju poniżej 0,003 ppm, ciała stałe o wielkości poniżej 0,01 µm oraz ciśnieniowy punkt rosy poniżej -40 °C) zdecydowaliśmy się na system z osuszaniem adsorpcyjnym o regeneracji na zimno.

### Z wielu ofert wybraliśmy produkty firmy ultrafilter

Filtry (wstępny, dokładny) oraz osuszacz ALD 0550 – o wyborze tego dostawcy zdecydowała jego renoma, opinie użytkowników, a przede



Fot. 1 Sprężarkownia terminalu BP Sławków. Od prawej: 15 kW sprężarka WIT-TIG ROL 20 baseline, z otwartą obudową - 30kW WITTIG ROL 50 topline, w głębi sprężarka śrubowa. Przy lewej ścianie osuszacz adsorpcyjny ultrafilter ALD

wszystkim doskonale zorganizowany i dostępny serwis. Tak rozbudowanym serwisem nie mogła się poszczycić żadna z firm, których oferty rozpatrywaliśmy. Była to także jedyna propozycja wśród konkurencji z pełną świadomością oferująca urządzenia o nieco większych przepływach, niż były nam potrzebne. Słusznie argumentowano to trwałością i późniejszymi kosztami eksploatacji, które w tym przypadku kształtowały się bardzo korzystnie, zwłaszcza przy zastosowaniu elektronicznych ekonomizerów, określających optymalny czas wymiany wkładów filtracyjnych – zdecydowanie lepiej niż w urządzeniach dobieranych „na styk” bądź „nieco poniżej”. Przy porównywalnym pułapie cen ostatecznych eksploatacja systemu zaoferowanego przez ultrafilter okazała się najtańszą, zaś gwarancje najdłuższymi.

### Nadszedł czas na wybór sprężarek

Ze względu na wymaganą w naszym przypadku niezawodność oraz własne

doświadczenia ze sprężarkami śrubowymi od początku zdecydowaliśmy się na agregaty łopatkowe.

### Oferty otrzymaliśmy od trzech firm

Specyfika zasilania w tym etapie rozbudowy polega na tym, że większa ilość sprężonego powietrza, około 5 m<sup>3</sup>/min i więcej, potrzebna jest dla linii napełniania butli. Około 2 m<sup>3</sup>/min jest wydatkiem koniecznym dla prawidłowej pracy zaworów elektropneumatycznych instalacji technologicznej gazu płynnego nocą oraz w dni wolne od pracy.

Dla spełnienia tych warunków zaproponowano nam rozwiązanie z zastosowaniem sprężarki zmiennobrotowej oraz w przypadku ofertów nie posiadających tej nowoczesnej technologii – systemu dwóch sprężarek. Zdecydowaliśmy się na drugi wariant.

Wszyscy oferenci skorygowali wtedy dane do dwóch sprężarek: jednej 30 kW oraz pomocniczej 15 kW. Tylko jedna z firm zaproponowała –



w sposób bardzo prosty, tani i wręcz dowcipny – sterowanie systemem według algorytmu: mały pobór powietrza – 15 kW agregat. Średni pobór – tylko 30 kW sprężarka, przy największym poborze oczywiście obie; przy zakresie regulacji obciążenia/dociążenia wynoszącym maksymalnie 0,8 bara. Zaczęły się wtedy bardzo konkretne rozmowy techniczne i cenowe. Mieliśmy okazję dokładnie sprawdzić referencje wszystkich trzech oferentów. Absolutnie konieczne były wizyty w kilku firmach eksploatujących rozpatrywane sprężarki. Na tym etapie, po wielu rozmowach z użytkownikami i własnych odczuciach, jedna z firm już zdecydowanie zdystansowała pozostałe. Niestety, w ofercie była najdroższa. Sztuka kupowania sprężarki polega przede wszystkim na umiejętności unikania pułapki zastawionej przez producentów oferujących tani produkt. Cała prawda ekonomiczna wychodzi dopiero podczas eksploatacji, kiedy jest już za późno na pytania i dociekania. Aby być mądrymi przed decyzją, zażądaliśmy od oferentów rzeczywistych danych technicznych i eksploatacyjnych w okresie kilku lat. Dokładnie według obowiązujących norm, prosząc o wpisanie tych danych do oferty, pod rygorem weryfikacji w badaniach odbiorczych. Rzeczywistą moc, wydatek i dane obsługi eksploatacyjnej otrzymaliśmy od dwóch producentów. Na tym etapie odpadł trzeci oferent, nie spełniający tego rygору.

Teraz wybór był już bardzo prosty. Zdecydowała ekonomia. Konfrontacja wszystkich kosztów w rachunku ciągnionym zaskakująco dokładnie potwierdziła starą prawdę, że „dostaniesz tyle, za ile zapłacisz”. Zapłaciliśmy za system oparty na sprężarkach WITTIG ROL 50 topline (30 kW) i WITTIG ROL 20 baseline (15 kW). Całkowicie sprawdzili się opinie użytkowników tych urządzeń i nasze odczucia podczas wizyt w innych firmach. Podane przez firmę WITTIG dane energetyczne bardzo dokładnie sprawdziliśmy w praktyce. Nie było rozbieżności. Praca sprężarek jest dokładnie monitorowana na bieżąco. Analizując czas pracy efektywnej i na obciążeniu dla wiodącej 30 kW sprężarki WITTIG ROL 50 topline, coraz bardziej jesteśmy bliscy stwierdzenia, że jednak proponowane na

początku rozwiązanie zmiennobrotowe byłoby najtańsze. Jeśli ta tendencja będzie utrzymana, dokładnie przeliczymy, czy nie wyposażyć jednak agregatu w przemiennik częstotliwości. Znow rozstrzygnie rachunek ekonomiczny.

### Trzecim elementem systemu zasilania jest sieć

Podczas wielu rozmów ofertowych przekonaliśmy się, że tylko wysoko sprawne sprężarki, energooszczędny system uzdatniania (nieco przewymiarowany) oraz odpowiednio poprowadzona sieć o małych oporach przepływu – potraktowane jako integralna całość – mogą znacznie zmniejszyć koszty zasilania pneumatycznego. Odpowiedni system zasilania okazał się także czynnikiem poważnych rozważań i konsultacji z oferentami, gdyż musieliśmy przenieść „starą” sprężarkownię”, znajdującą się w budynku



Fot. 2 Zbliżenie sprężarki WITTIG ROL 50 topline od strony obsługowej. Widoczne rozmieszczenie podzespołów oraz szczegóły systemu odzysku gorącego powietrza zrzutowego.

produkcyjnym, do oddalonego o 50 m budynku warsztatowego. W tradycyjnym wykonaniu powstałaby instalacja o spadku ciśnienia ponad 1 bar, czyli ciągła strata 10% energii elektrycznej. Może i niewielka, ale niepotrzebna. Opracowaliśmy zatem

konceptę sieci zasilającej, zorientowanej na eliminację strat przepływu i uzyskanie stabilnego ciśnienia. Sieć została wykonana według nowatorskiej energooszczędnej koncepcji. Okazało się, że mimo swojej długości spadek ciśnienia wynosi jedynie pojedyncze dziesiąte części bara!

Z tematem sieci bezpośrednio łączy się ekonomia pracy osuszacza adsorbacyjnego. Obecnie jest on wykorzystywany w połowie swoich możliwości. Jednak system zaworów, regulujących cykl pracy i regeneracji pomiędzy kolumnami z adsorbentem, ma w wykonaniu standardowym stałe nastawy czasowe zgodne z maksymalnym obciążeniem. Kolumny były regenerowane w pięciominutowym cyklu, zbędnym przy obecnym zapotrzebowaniu na sprężone powietrze. Po konsultacjach z firmą ultrafilter oraz sprawdzeniu rachunku ekonomicznego dokupiliśmy do osuszacza adsorbacyjnego mikroprocesorowy ekonomizer, który dokonuje ciągłych pomiarów punktu rosy i, w zależności od jego zmiany, steruje zaworami sterującymi regeneracją. Obecnie cykl przełączania kolumn wydłużył się średnio o ponad 20 minut, dając kolejne oszczędności energii i zwiększając trwałość złoza pochłaniającego wilgoć.

Ponadto powietrze używane do chłodzenia sprężarki jest wykorzystywane do ogrzewania budynku warsztatowego.

Uważamy, że obecnie mamy jeden z najsprawniejszych energetycznie systemów zasilania w sprężone powietrze. System, który został całkowicie podporządkowany wymogom ekonomii. System, który w ciągu niecałych 3 lat eksploatacji zaoszczędzi fundusze równoważne zakupowi kolejnej sprężarki. Obecnie, porównując tylko zużycie energii, obserwujemy oszczędność w granicach 15 000 kWh miesięcznie. System jest rzeczywiście najtańszy.

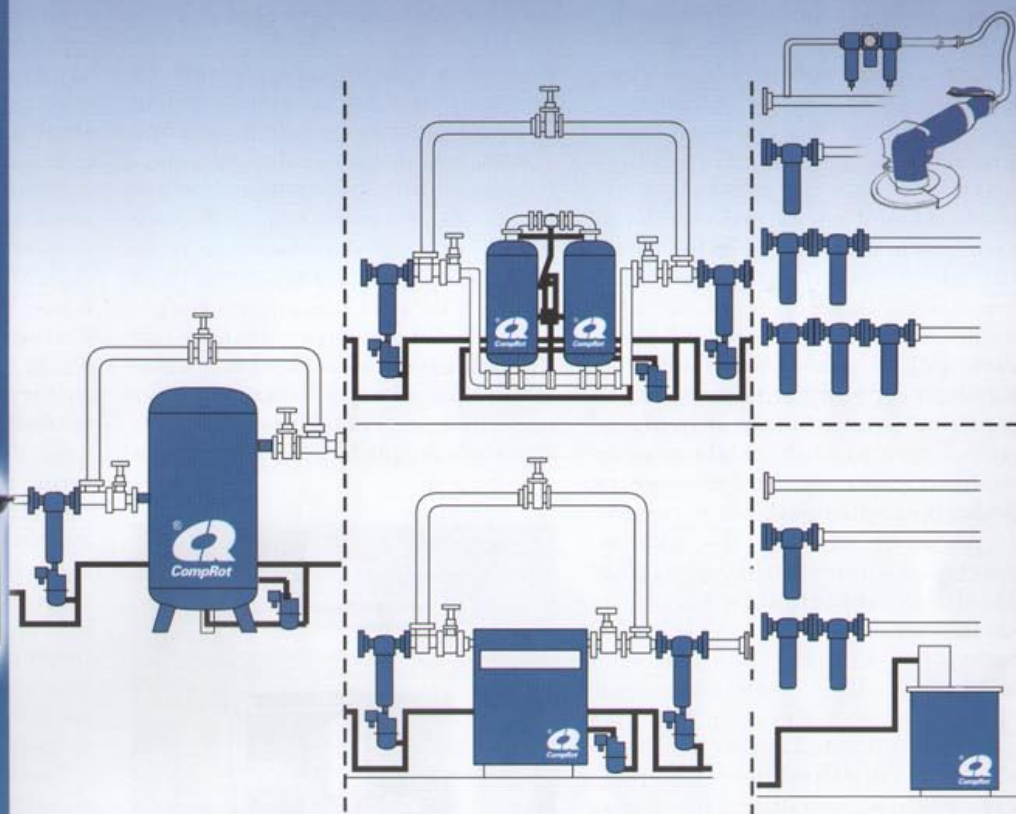
Artykuł promocyjny  
BP Sławków  
Wanda Podpora  
In-Tech  
Andrzej M. Araszkiewicz



Jedyny polski producent sprężarek o mocach 4–400 kW  
zaprasza do nowotwartego

## Internetowego Salonu Obsługi Handlowo-Technicznej

Sprężarki  
filtry  
osuszacze  
separatory



Nasz Partner



Europejski  
Fundusz  
Leasingowy

<http://www.efl.com.pl>  
infolinia: 0 800 566 800

Kompleksowy system  
uzdatniania sprężonego powietrza

# [www.comprot.com.pl](http://www.comprot.com.pl)



**CompRot Sp. z o.o.**  
53-608 Wrocław  
ul. Robotnicza 72  
tel./fax (071) 373 59 00  
e-mail: [comprot@comprot.com.pl](mailto:comprot@comprot.com.pl)  
[www.comprot.com.pl](http://www.comprot.com.pl)

Dobór urządzeń do instalacji sprężonego powietrza  
„jednym kliknięciem”

# Energetyka wiatrowa

## część II

**Łukasz N. Węsierski,  
Tadeusz Knap**

W tej części zostaną przedstawione podstawowe rozwiązania konstrukcyjne elektrowni wiatrowych. Niektóre z nich wprawdzie należą już do przeszłości i trudno obecnie znaleźć je w trakcie eksploatacji, ale część należąca do współczesnych charakteryzuje się najwyższymi parametrami technicznymi. Ten przegląd pozwoli na prześledzenie rozwoju myśli technicznej konstruktorów, niekiedy bardzo oryginalnej, wykraczającej poza ówczesny stan technologiczny i techniczny.

Największe współczesne elektrownie wiatrowe o bardzo dużych mocach są konstrukcjami na bardzo wysokim poziomie technicznym, zarówno pod względem sprawności przetwarzania energii wiatru na energię elektryczną, jak również stosowanych materiałów i technologii wykonania. Są w pełni zautomatyzowane, charakteryzują się wysoką niezawodnością i przekazują energię elektryczną do sieci lokalnej lub państwowej. Osobną grupę stanowią elektrownie wiatrowe o małych mocach, produkujące energię elektryczną dla własnych potrzeb, np. ogrzewania domu, szklarni itp., oraz średnich mocach eksploatowane przez małe i średnie firmy.

Wyróżnić można kilka podstawowych rozwiązań konstrukcyjnych elektrowni wiatrowych. Ich podział jest uzależniony od zastosowanych kryteriów, z których najczęściej przyjmowane są:

- ustawienie osi obrotu wirnika:
  - poziome,
  - pionowe,
- wartość współczynnika szybkoobrotowości (prędkość kątowa  $\Omega$ ):
  - wolnoobrotowe o  $\Omega \leq 1,5$ ,
  - średnioobrotowe o  $1,5 \geq \Omega \geq 3,5$ ,
  - szybkoobrotowe o  $\Omega \geq 3,5$ ,

- wartość uzyskiwanej mocy:
  - małej mocy o  $N_{zn} \leq 50$  [kW],
  - średniej mocy o  $50$  [kW]  $\leq N_{zn} \leq 250$  [kW],
  - dużej mocy o  $250$  [kW]  $\leq N_{zn} \leq 750$  [kW],
  - bardzo dużej mocy o  $N_{zn} \geq 750$  [kW].

Kryteria klasyfikacji mogą również dotyczyć konstrukcji podstawowych elementów elektrowni wiatrowych jak np. liczba łopatek, budowy wieży, sposobu regulacji prędkości obrotowej itp.

### Podstawowe parametry elektrowni wiatrowych

Wyróżnik szybkoobrotowości  $k_s$  określa zależność pomiędzy prędkością obrotową koła wirnika a prędkością wiatru i wyrażony jest zależnością:

$$k_s = \frac{\Omega \cdot R}{V_w} \quad (4)$$

gdzie:

$\Omega$  – prędkość kątowa koła wirnikowego [rd/s],

$$\Omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (5)$$

$V_w$  – prędkość wiatru [m/s],

$R$  – promień (zewnątrzny) koła wirnikowego [m],

$n$  – prędkość obrotowa wirnika [obr/min].

Współczynnik wykorzystania energii wiatru (sprawność) jest ściśle związany ze względny zmniejszeniem prędkości strumienia wiatru o powierzchni równej powierzchni koła łopatkowego. Wartość tego współczynnika wyrazić można wzorem:

$$\eta_{id} = \frac{N_{uz}}{E_{kw}} = 4(1 - \varepsilon)^2 \varepsilon \quad (6)$$

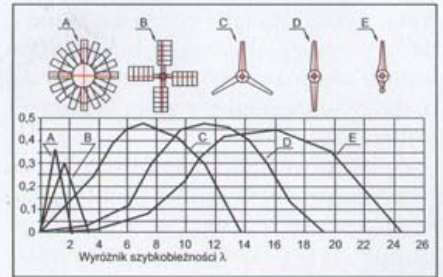
gdzie:

$$\varepsilon = \frac{\Delta V_n}{V_w}, \text{ w którym}$$

$\Delta V_n$  – spadek prędkości w płaszczyźnie wirnika [m/s],

$V_w$  – prędkość wiatru [m/s],

Maksymalny współczynnik wykorzystania energii wiatru, będący sprawnością wirnika, uzyskuje się dla:  $\varepsilon = 1/3$  i wynosi on  $\eta_{id}^{(max)} = 0,592$ .

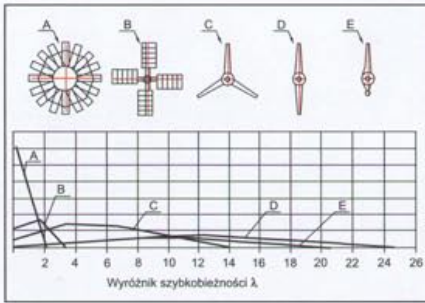


Rys. 15 Zależność współczynnika wykorzystania energii wiatru od wyróżnika szybkoobrotowości oraz liczby łopatek koła wirnikowego

Oznacza to wyhamowanie prędkości strumienia powietrza w płaszczyźnie wirnika aż o 2/3 wartości początkowej.

Współczynnik wykorzystania energii wiatru od strony konstrukcyjnej jest zależny od współczynnika szybkoobrotowości  $k_s$  oraz liczby łopatek  $Z$ . Na rys. 15 przedstawiono zależność współczynnika wykorzystania energii wiatru w funkcji współczynnika szybkoobrotowości dla wirników o 1, 2, 3, 4 i 16 łopatek.

Przy projektowaniu elektrowni wiatrowych istotnym problemem jest ustalenie liczby łopatek koła wirnikowego. Optymalna liczba łopatek wirnika elektrowni wiatrowych jest uzależniona od kilku czynników, tj. od wyróżnika szybkoobrotowości, wartości momentu rozruchowego, średnicy koła wirnikowego, możliwości technicznych wytwórcy itp. W trakcie projektowania elektrowni wiatrowych następuje dobór właściwej liczby łopatek koła wirnikowego na podstawie charakterystyki urządzenia odbierającego energię mechaniczną z wirnika wiatraka, np. generatora energii elektrycznej lub innego.

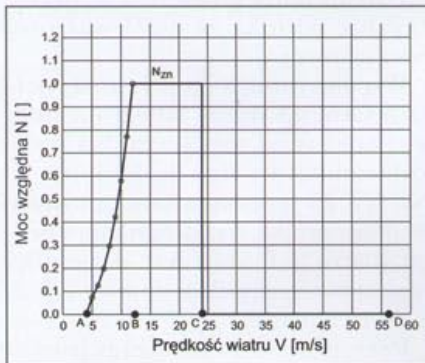


Rys. 16 Zależność momentu obrotowego (względny) w funkcji wyróżnika szybkobieżności i konstrukcji koła wirnikowego

Na rys. 16 przedstawiono rozwijany moment obrotowy (współczynnik momentu) w funkcji wyróżnika szybkobieżności, który jest istotnym czynnikiem przy napędach urządzeń wymagających np. dużego momentu obrotowego przy stosunkowo małych wartościach wyróżnika szybkobieżności.

Z przedstawionych wyżej charakterystyk najwyższy współczynnik wykorzystania energii wiatru w szerokim przedziale prędkości wiatru ma wirnik trójłopatkowy i takie właśnie wirniki są najczęściej stosowane w elektrowniach wiatrowych.

Charakterystyka generatora w funkcji prędkości wiatru, przedstawiona na rys. 17, ma duże znaczenie dla obli-



Rys. 17 Podstawowa charakterystyka elektrowni wiatrowej – zależność mocy od prędkości wiatru

czenia ilości produkowanej energii w przyjętym okresie czasu. Na szczególną uwagę zasługuje lokalizacja charakterystycznych punktów i odcinków określających przedziały pracy elektrowni wiatrowych.

Tymi charakterystycznymi punktami i odcinkami są:

- A – prędkość rozpoczęcia pracy,
- AB – praca z mocą niższą od nominalnej  $N_{zn}$ ,
- B – prędkość osiągnięcia mocy nominalnej  $N_{zn}$ ,

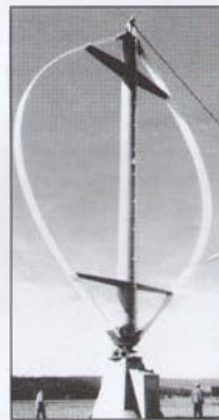
BC – praca ze stałą mocą nominalną  $N_{zn}$ ,

C – prędkość wiatru przy której następuje wyłączenie elektrowni wiatrowej ze względów bezpieczeństwa,

D – prędkość zniszczenia elektrowni ze względu na wytrzymałość konstrukcji.

Prędkość obliczeniowa wiatru jest cechą konstrukcyjną elektrowni wiatrowej. Jej poprawny dobór decyduje o efektywności inwestycji. Najwyższa charakterystyczna prędkość wiatru dla EW to prędkość zniszczenia, czyli wytrzymałości obiektu. Prędkość ta z reguły wynosi około 55 do 67 m/s.

Zasadniczym elementem elektrowni wiatrowej jest wirnik, czyli koło łopatkowe. Wirnik jest elementem konwersji energii kinetycznej wiatru na energię mechaniczną na wale wirnika.



Rys. 18 Wiatrak Darriusa z dwoma łopatkami



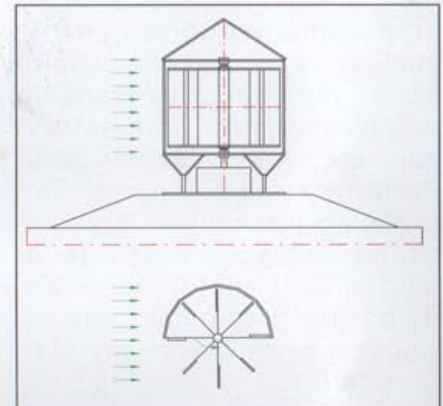
Rys. 19 Wiatrak Darriusa z trzema łopatkami oraz dwoma wirnikami Savoniusa

### Elektrownie wiatrowe o pionowej osi obrotu

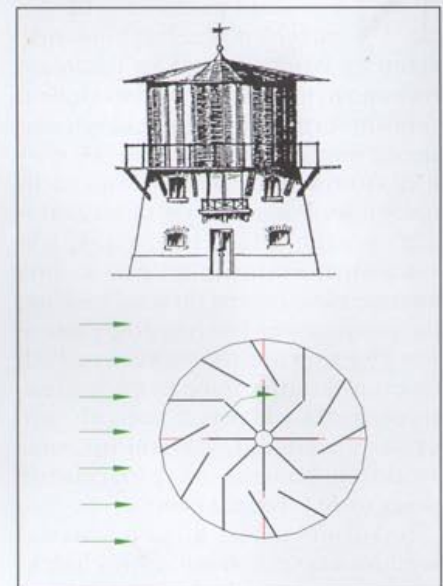
Na rysunkach od 18 do 23 przedstawiono wybrane konstrukcje elektrowni wiatrowych o pionowej osi obrotu. Świadczą one o różnorodnych możli-



Rys. 20 Wiatrak H-Darriusa z trzema łopatkami



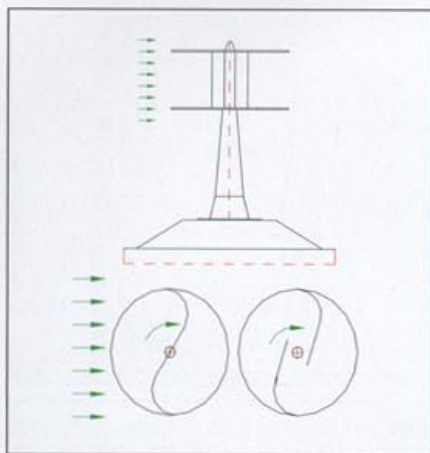
Rys. 21 Wiatrak z wirnikiem walcowym półotwartym



Rys. 22 Wiatrak z wirnikiem walcowym oraz kierownicą strumienia zewnątrz

wości wykorzystania wiatru do napędu wirnika i pomysłowości ich twórców. Szczególnie interesujące są konstrukcje Darriusa, które są budowane również obecnie.

Wspólną cechą i jednocześnie zaletą większości elektrowni wiatrowych o osi pionowej to niewrażliwość

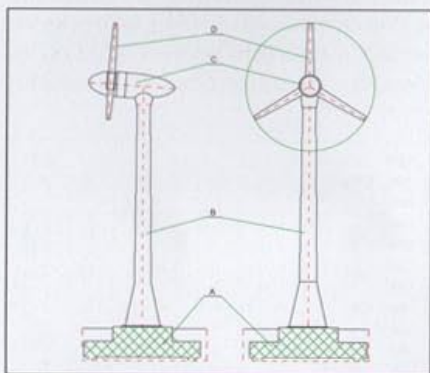


Rys. 23 Wiatrak Savoniusa z wirnikiem klasycznym i z przepływem wewnętrznym

na zmiany kierunku wiatru, gdyż przy takim położeniu osi wszystkie kierunki są jednakowo uprzywilejowane i nie ma potrzeby „ustawiania” wirnika pod wiatr. Z tych konstrukcji jedynie wiatraki Darriusa są budowane na moce rzędu 100 [kW], pozostałe natomiast na moce rzędu kilku do kilkunastu kW.

**Elektrownie wiatrowe o poziomej osi obrotu**

Na rys. 24 przedstawiono schematycznie podstawowe elementy elektrowni wiatrowej o poziomej osi obrotu. Na fundamencie osadzona jest konstrukcja nośna (wieża), na której znajduje się głowica z wirnikowym kołem



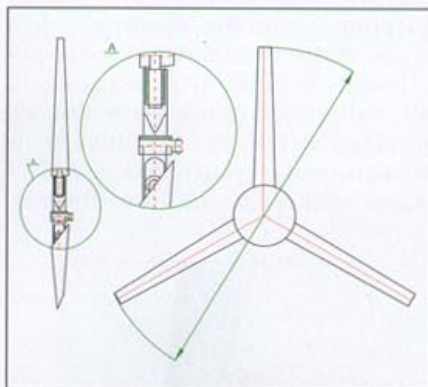
Rys. 24 Podstawowe elementy elektrowni wiatrowej. A - fundament, B - wieża (konstrukcja nośna), C - głowica, D - wirnik

łopatkowym. Głowica osadzona jest obrotowo na wieży i podczas pracy ustawiana jest automatycznie w ten sposób, aby kierunek wiatru był w przybliżeniu równoległy do osi obrotu wirnika.

Na rys. 25 przedstawiono przykładowo trójłopatowe koło wirnikowe o stałym kącie nastawienia łopatek, na-

tomiast na rys. 26 – konstrukcje głowicy elektrowni wiatrowej.

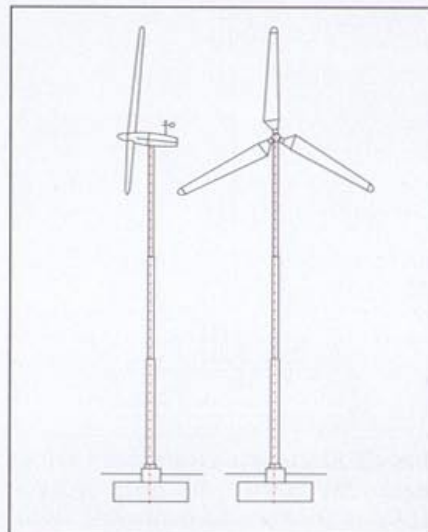
Prędkość rozruchu elektrowni dla stosowanych w praktyce konstrukcji wynosi ok. 3 do 4 m/s. Przebieg charakterystyki w zakresie, gdy pracuje ona poniżej mocy nominalnej, jest zbliżony do krzywej trzeciego stopnia. Prędkość obliczeniowa wiatru, przy której elektrownia wiatrowa pracuje z mocą nominalną, na ogół mieści się w przedziale 8-15 m/s. Moc nominalna jest cechą konstrukcyjną elektrowni i jest ona osiągnana



Rys. 25 Koło wirnikowe trójłopatowe o stałym kącie nastawienia łopatek

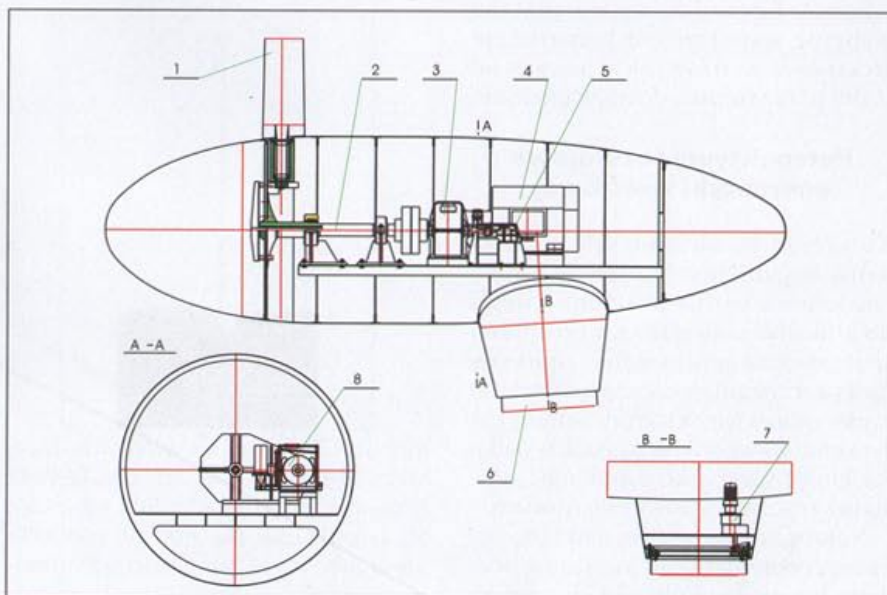
przy prędkości wiatru zwanej prędkością obliczeniową. Stabilizację mocy dla wyższych prędkości wiatru osiąga się najczęściej poprzez zmianę kąta nastawienia łopatek. Istnieje również drugi sposób, polegający on na doborze specjalnych profili łopatek o nagłym spadku współczynnika siły nośnej Cz.

Ten drugi sposób nie jest tak dokładny jak pierwszy, jednak jest znacznie tańszy, gdyż nie wymaga specjalnych mechanizmów zmiany kąta nastawienia łopatek. Dalszy wzrost prędkości wiatru prowadzi do osiągnięcia prędkości

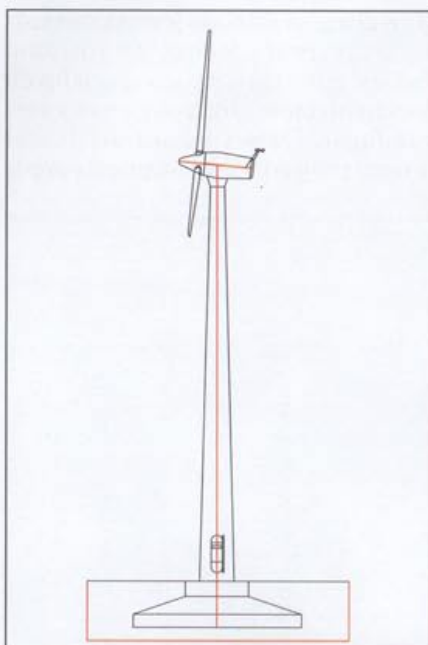


Rys. 27 Elektrownia wiatrowa małej mocy 30 [kW, ZEFIR- 12A firmy Dr Ząber,  $\phi$  wirnika 12 [m], wysokość wieży 18 [m], prędkość obrotowa 60 [1/min], start przy v wiatru 4 [m/s], masa całkowita 3680 [kg], łopaty o regulowanym kącie nastawienia

kości wyłączenia elektrowni i związanego z tym hamowania wirnika. Hamowanie odbywa się na drodze aerodynamicznej poprzez zmianę kąta nastawienia łopatek, tak aby nie dawały momentu obrotowego, lub poprzez



Rys. 26 Elementy głowicy elektrowni wiatrowej: 1 - łopaty wirnika, 2 - wał główny, 3 - przekładnia, 4 - generator 5 - mechanizm nastawiania łopatek, 6 - wieża (konstrukcja nośna), 7 - mechanizm obrotu głowicy, 8 - hamulec



Rys. 28 Elektrownia wiatrowa średniej mocy, EW 160-22-30, firmy NOWO-MAG, Nowy Sącz  $\phi$  wirnika [m], wysokość wieży [m], prędkość obrotowa [1/min], start przy prędkości wiatru [m/s], masa całkowita [kg], łopaty o regulowanym kącie nastawienia

obrót głowicy i ustawienia osi wirnika prostopadle do kierunku wiatru. Ponadto wirnik hamowany jest najczęściej tarczowym hamulcem hydraulicznym. Najwyższą charakterystyczną prędkość wiatru dla elektrowni wiatrowych to prędkość zniszczenia, czyli wytrzymałości obiektu. Prędkość ta z reguły wynosi około 55 do 67 m/s.

Poniżej przedstawione zostaną wybrane współczesne konstrukcje elektrowni wiatrowych o mocach od małej przez średnie do największych.

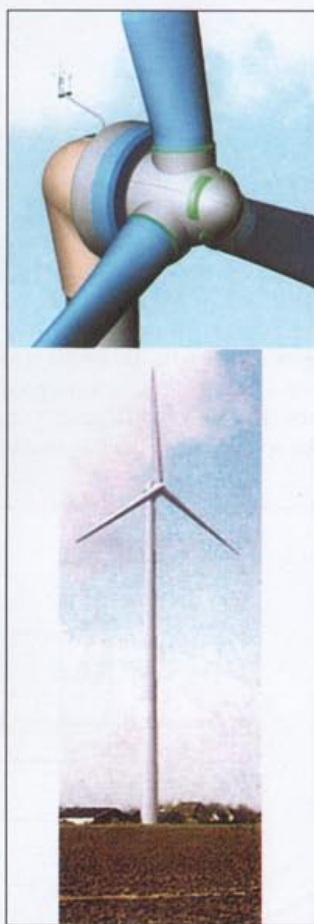
### Perspektywy rozwojowe energetyki wiatrowej

Kurczenie się światowych zasobów paliw kopalnianych z jednej strony i nadmierna emisja dwutlenku węgla do atmosfery, związana z procesami spalania z drugiej strony, zmuszają do wykorzystania w coraz większym zakresie odnawialnych źródeł energii, w tym energii wiatru. W krajach wysoko rozwiniętych szybko rośnie moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych.

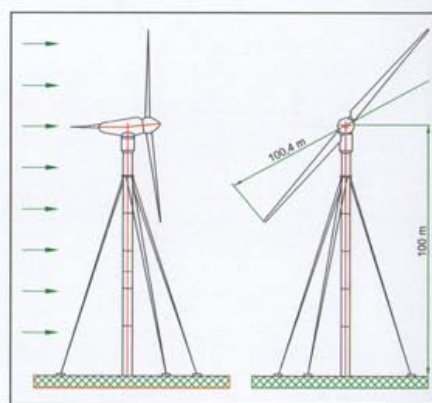
Należy zastanowić się nad tym, czy energetyka wiatrowa ma szansę rozwoju również w Polsce? Gdy spojrzeć się na mapę wiatrów w Europie środkowej (rys. 8), widać, że zasoby wiatru dla Polski i Niemiec nie różnią

się drastycznie, ale w Niemczech moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych przekracza 2000 MW podczas, gdy w Polsce wynosi zaledwie około 10 MW. Za rozwojem energetyki wiatrowej zaczynają również przemawiać względy ekonomiczne. Koszt produkcji energii w elektrowniach wiatrowych osiąga obecnie poziom kosztów produkcji w elektrowniach cieplnych (węglowych), a korzyści ekologiczne z wyeliminowania procesu spalania są oczywiste.

Energetyka wiatrowa zasługuje zatem na dynamiczny rozwój. Tereny zasobne w energię wiatrową warto wykorzystać do budowy nie tylko pojedynczych elektrowni wiatrowych, ale całych zespołów nazywanych farmami wiatrowymi. Jednak podstawą rozwoju tej energetyki musi być ocena efektywności inwestowania.



Rys. 29 Elektrownia wiatrowa dużej mocy 750 [kW], LW 58, LAGERWAY Holandia,  $\phi$  wirnika 50, 65, 80 [m], wysokość osi wirnika 50, 65, 80 [m], prędkość obrotowa 21 [1/min], start przy prędkości wiatru 3 [m/s], masa głowicy 56000 [kg], masa wieży 45, 65, 90 [t] zależne od wysokości, łopaty o regulowanym kącie nastawienia

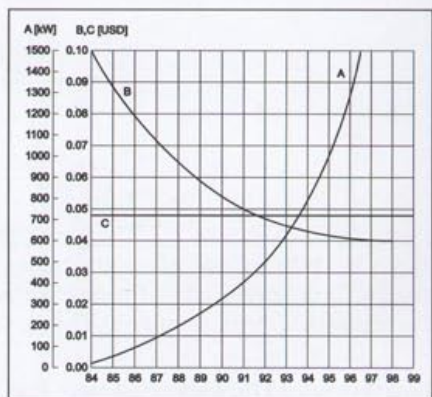


Rys. 30 Elektrownia wiatrowa bardzo dużej mocy 3000 [kW], GROWIAN Niemcy,  $\phi$  wirnika 100,4 [m], wys. wieży 100 [m], prędkość obrotowa 18.5 [1/min], start przy prędkości 6 [m/s], masa całkowita 725 [t], łopaty o regulowanym kącie nastawienia

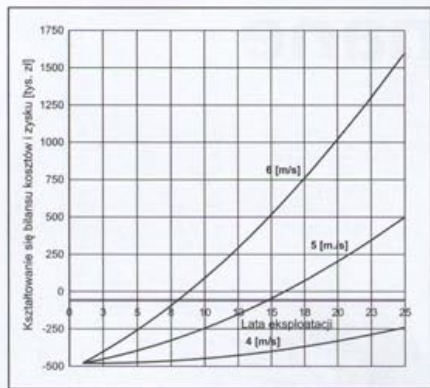
Do wykonania tego typu oceny musimy dysponować szeregiem danych. Należą do nich:

- lokalne zasoby energii wiatru (średnioroczna prędkość wiatru),
- roczne zapotrzebowanie na energię,
- koszt instalacji elektrowni wiatrowej,
- żywotność obiektu,
- prognoza zmian cen produkowanej energii w okresie eksploatacji,
- stopa dyskontowa, czyli oszacowanie obecnej wartości przyszłych dochodów.

Do wykonania przykładowej analizy efektywności inwestycji przyjęto elektrownie wiatrową wytwarzaną w Polsce o mocy 160 [kW], której koszt wraz z montażem wynosi 420 tys. zł. Przyjęto, że może ona być zainstalo-



Rys. 31 Kształtowanie się kosztów energii oraz mocy elektrowni wiatrowych na przestrzeni ostatnich lat; A - nominalna moc istniejących elektrowni wiatrowych, B - koszty produkcji energii z elektrowni wiatrowych, C - koszty produkcji energii z elektrowni węglowych.



Rys. 32 Efekty ekonomiczne inwestowania w elektrownie wiatrowe w zależności od średniorocznej prędkości wiatru (bez korzystania z preferencyjnych kredytów i dotacji)

wana w miejscach o różnych zasobach energii wiatru. Uwzględniono tu trzy warianty: lokalizację w terenie, gdzie średnioroczne prędkości wiatru wynoszą 4, 5 oraz 6 [m/s]. Założono czas eksploatacji typowy dla tego typu obiektów równy 25 lat. Przyjęto zmianę cen energii elektrycznej na podstawie prognoz. Stopę dyskontową przyjęto w wysokości 10%. Na podstawie charakterystyk mocy elektrowni oraz danych o produkcji energii w zależności od lokalnych zasobów wiatru określono ilość produkowanej energii elektrycznej oraz określono jej wartość w poszczególnych latach (rys. 31). Wszystkie te dane posłużyły do wykonywania bilansu kosztów i zysków na przestrzeni okresu eksploatacji obiektu. Rezultaty analiz w formie wykresów pokazuje rysunek 32. Jak widać czas, zwrotu kosztów inwestycji w bardzo istotny sposób zależy od średniorocznej prędkości wiatru. Dla

średniorocznej prędkości wiatru wynoszącej 6 [m/s] czas zwrotu nakładów wynosi około 9 lat, dla 5 [m/s] wynosi około 16 lat, natomiast dla 4 [m/s] przekracza czas żywotności obiektu.

Należy zwrócić uwagę, że analizę przeprowadzono w przypadku, gdy inwestor (zespół inwestorów) nie korzysta z żadnych preferencyjnych kredytów, do których inwestycje proekologiczne w Polsce mają dostęp.

**Podsumowanie**

Na podstawie przedstawionych informacji stwierdza się ogromny postęp w rozwoju energetyki wiatrowej. Postęp ten przejawia się w budowie jednostek o coraz większej mocy, przy jednocześnie malejących kosztach produkcji energii. Inwestowanie w profesjonalną energetykę wiatrową jest problemem złożonym. Zasadniczą rolę odgrywa tu trafny wybór lokalizacji elektrowni. W niektórych rejonach kraju rozwój energetyki wiatrowej jest w ogóle niemożliwy ze względu na zasoby energii wiatru. W tych rejonach gdzie jest on możliwy, każda planowana lokalizacja elektrowni wymaga skontrolowania zasobów wiatru poprzez bezpośrednie, ciągłe pomiary w okresie przynajmniej kilku lat. Porozumienia międzynarodowe i tendencje rozwojowe energetyki światowej pozwalają sądzić, że również w Polsce energetyka wiatrowa będzie się dynamicznie rozwijać; inwestycje w tej dziedzinie będą wspierane preferencyjnymi kredytami i korzystnymi cenami odkupywania energii przez zakłady energetyczne. Taka właśnie polityka

leżała u podstaw dynamicznego rozwoju energetyki wiatrowej w wielu krajach świata.

**Literatura**

[1] *Materiały Ogólnopolskiego Forum Odnawialnych Źródeł Energii. Zakopane 1997, Gdańsk 1998.*  
 [2] *Europen Wind Turbine Catalogue, Energy Centre Riso Denmark 1998.*  
 [3] *A. Sobolewski; J. A. Żurański.: Metodyka określania zasobów energetycznych wiatru, Zasoby energetyczne wiatru w Polsce, Centralny Ośrodek Badawczo-Projektowy Budownictwa Przemysłowego BISTYP; Biuletyn IBMER, r. XX, nr 1/204, Warszawa 1981.*  
 [4] *De Renzo: Wind power recent developments, New Jersey; USA, 1979.*  
 [5] *Gumuła S., Knap T., Knap A.: Określenie optymalnych parametrów geometrycznych i ruchowych elektrowni wiatrowych w zależności od prędkości średniorocznej wiatru, IV Konferencja Mała Energetyka '97 Zakopane 1997.*  
 [6] *H. Lorenc : Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce, Materiały Badawcze; Seria: Meteorologia-25, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 1996.*  
 [7] *Davenport: The application of statistical concepts to wind loading of structures, Proc. Inst. Civ. Engrs., 19 (1961) 449.*  
 [8] *Solari: Equivalent wind spectrum technique: theory and applications, J. Struct. Engine., ASCE, 114 (1988)*

prof. nadzw. dr hab. inż. Tadeusz Knap  
 prof. nadzw. dr hab. inż. Łukasz N. Węsierski  
 Politechnika Rzeszowska  
 Zakład Mechaniki Płynów i Aerodynamiki

**OFERUJE:**

- \* Śrubowe agregaty sprężarkowe
- \* Filtry, osuszacze ziębnicze i adsorpcyjne
- \* Budowę kompletnych stacji sprężonego powietrza
- \* Części zamienne, remonty
- \* Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny



**FABRYKA MASZYN W STRYŻÓWIE**

FABRYKA MASZYN  
 W STRYŻÓWIE  
 38-100 STRYŻÓW  
 ul. 1 Maja 38A

tel.: (017) 276-10-86, 276-13-28  
 fax: (017) 276-15-33  
<http://www.fms.intertele.pl>  
 e-mail: marketing@itl.pl



# SILVENT – produkty znane na całym świecie

SILVENT jest szwedzkim producentem najszerszej gamy dysz przemysłowych do sprężonego powietrza, pistoletów powietrznych oraz tłumików redukujących hałas związany z wykorzystaniem sprężonego powietrza w urządzeniach peryferyjnych.

**W** swojej dziedzinie Silvent jest niekwestionowanym liderem. Nieprzerwanie dostarcza na rynki całego świata nowe produkty, zaspokajając nawet najbardziej nietypowe potrzeby swoich klientów.

Odpowiedź na pytanie: „Dlaczego produkty Silvent cieszą się takim zainteresowaniem?” jest bardzo prosta. Mają one trzy nie do przecenienia cechy:

- Zmniejszają nawet o 50% zużycie sprężonego powietrza, co nabiera dodatkowego znaczenia, uwzględniając obowiązujące w Polsce ceny energii.
- Redukują odczuwalny hałas o 30-50%.
- Zdecydowanie zwiększają bezpieczeństwo pracy (jako jedyne spełniają najbardziej restrykcyjne amerykańskie normy bezpieczeństwa OSHA oraz odpowiednie dyrektywy Unii Europejskiej).

Niepowtarzalność wyrobów Silvent jest zagwarantowana przez wiele chroniących je patentów.

W nowo wybudowanej fabryce Boras w Szwecji produkowane są wszystkie wyroby Silvent. Spełniają one wymagania jakościowe ISO 9000, co gwarantuje bezpieczeństwo i komfort pracy użytkownikom na całym świecie.

Silvent posiada sieć dystrybutorów, obejmując swym działaniem praktycznie cały świat. Przedstawicielstwa



Fot. 1 Zakłady papiernicze Kimberly Klark

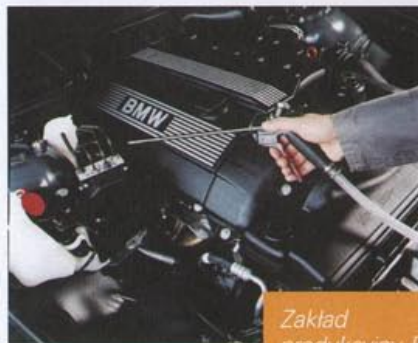
znajdują się m.in. w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, w wielu krajach Unii Europejskiej, a także w Brazylii, Kolumbii, Australii, Nowej Zelandii, Korei Płd. czy Japonii.

Klientami firmy Silvent są m.in. takie firmy, jak: General Motors, Volvo, Tetra-Pak, Jaguar, Ford, Grundig, Michelin, Porsche, Rolls-Rolce, General Electric, Citroën, Mitsubishi, Sandvik, Daimler-Benz, Pharmacia & Upjohn, Inlet, ABB, Toyota, Coca-Cola Company, BASF, BMW, Tuborg, Bayer AG, SAAB, Siemens, Renault, Walt Disney, Volkswagen, Ericsson, Procter & Gamble, Boeing, Goodyear.

Od czerwca działa również wyłączny dystrybutor Silventa na terenie Polski – łódzka firma Multi Mac.

Artykuł promocyjny  
Silvent AB  
Multi-Mac Sp. z o.o.

## SILVENT®



Zakład produkcyjny BMW



Linia technologiczna Absolut Vodka

Multi Mac Sp. z o.o.  
91-341 Łódź  
ul. Brukowa 18  
tel./fax (042) 612 19 72  
(042) 612 19 73

**MULTI - MAC®**  
TECHNOLOGY FOR INDUSTRY



**Spis reklam**

Amet	5
Bosch Rexroth	21
Bovin	6
CompRot	50
dh	33
FMS	55
Fripol	9
Hiross	43, 45
Ing Buero Schneider	46
In-Tech	9
Inwet	6
Kompresor Service	17
Kompres	32
PPHU Kompres	7
Multi Mac/Silvent	56
MTK	8
Nesta	13
PDAIR	13
Pneumatik	5
Prema Kielce	17
Unigoods	57
Wimtec	9

**Artykuły promocyjne**

Atlas Copco	14
BIAP	18
Bosch-Rexroth	19
Kaesar	23
In-Tech	48
Metal Work	22
Multi Mac/Silvent	56
Pneuma	47
Pneumatik	12
Pneumat System	30
PPHU Kompres	31
Kompres	32
ultrafilter	10
Techem	11

# Branża pneumatyczna w Polsce



Na naszej mapce branży pneumatycznej umieszczone są firmy, o których redakcja ma informacje dotyczące ich działalności, prezentujące swoją ofertę na łamach „Pneumatyki”.

**Oktładka**

I	ultrafilter
II	Laska
III	Ruda
IV	Atlas Copco

**Sprężarki śrubowe • Sprężarki tłokowe**  
**Osuszacze, filtry • Przemysłowe systemy**  
**schładzające wodę w obiegu zamkniętym**

**CECCATO**  
**ARIA COMPRESA**



Poszukujemy przedstawiciela handlowego  
w Poznaniu, Warszawie, Wrocławiu

GENERALNY PRZEDSTAWICIEL CECCATO: P.U.H. „UNIGOODS” spółka jawna [www.unigoods.com.pl](http://www.unigoods.com.pl)  
73-110 Stargard Szczeciński, ul. Wieniawskiego 16/18, tel. 091/573 37 35, 573 26 76, fax 091/834 04 90, serwis 0601/78 54 98  
PUNKTY HANDLOWE: Łódź tel. 042/633 62 40, Gorzów tel. 095/722 39 93, Olsztyn tel. 089/535 71 18, Świecie tel. 052/33 00 350

## Zapraszamy do prenumeraty dwumiesięcznika „Pneumatyka”

Poniższy druk polecenia przelewu/wpłaty gotówkowej służy do zapłaty za prenumeratę dwumiesięcznika „Pneumatyka” oraz jego archiwalnych egzemplarzy. Prosimy o wycięcie i uważne wypełnienie druków.

Prenumerata może być rozpoczęta w dowolnym momencie.

**Cena prenumeraty:** prenumerata roczna (6 egz.) 45,00 zł, prenumerata półroczna (3 egz.) 22,50 zł, wydanie bieżące 7,50 zł, wydanie archiwalne 5,00 zł. Wszystkie ceny zawierają VAT i obejmują koszty wysyłki.

Wystawienie faktury i wysyłka zamówionych egzemplarzy następuje po wpłynięciu na nasze konto należnej kwoty lub po otrzymaniu potwierdzenia zapłaty.

Wydawnictwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel./fax (071) 373 52 32, e-mail: [prenumerata@lektorium.pl](mailto:prenumerata@lektorium.pl).

Uprzejmie informujemy, że prenumeratę oprócz naszej redakcji przyjmują: RUCH SA, SIGMA-NOT Sp. z o. o., KOLPORTER SA, GARMOND Ltd. W sprzedaży detalicznej czasopismo dostępne jest w „empikach”, salonach prasowych oraz w siedzibie naszego wydawnictwa.

Bank Przemysłowo-Handlowy PBK SA  
w Krakowie III o/Wrocław  
11101620-409910133389

Wydawnictwo Lektorium  
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72  
[ ] zł [ ] gr

Zamawiam prenumeratę  
"Pneumatyka"

roczną (6 egz.) od nr .....

półroczną (3 egz.) od nr .....

wydanie bieżące nr.....

wydanie archiwalne nr.....

Jestem płatnikiem VAT. Proszę o wystawienie faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych w celach marketingowych, zgodnie z Ustawą 29.08.1997 r. o Ochronie Danych Osobowych (Dz.U. nr 133, poz. 883) przez Wydawnictwo Lektorium.

podpis \_\_\_\_\_

Adres zamawiającego: \_\_\_\_\_

tel. \_\_\_\_\_

NIP \_\_\_\_\_

nazwa odbiorcy  
**WYDAWNICTWO LEKTORIUM**

nazwa odbiorcy cd.  
**53 - 608 WROCLAW ROBOTNICZA 72**

I.K. nr rachunku odbiorcy  
**11101620409910133389**

W P \* waluta PLN kwota

nr rachunku zleciiodawcy (przelew) / kwota słownie (wpłata)

nazwa zleciiodawcy

nazwa zleciiodawcy cd.

tytułem

tytułem cd.

Oplata:

pieczęć, data i podpis(y) zleciiodawcy

Bank Przemysłowo-Handlowy PBK SA  
w Krakowie III o/Wrocław  
11101620-409910133389

Wydawnictwo Lektorium  
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72  
[ ] zł [ ] gr

Zamawiam prenumeratę  
"Pneumatyka"

roczną (6 egz.) od nr .....

półroczną (3 egz.) od nr .....

wydanie bieżące nr.....

wydanie archiwalne nr.....

Jestem płatnikiem VAT. Proszę o wystawienie faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych w celach marketingowych, zgodnie z Ustawą 29.08.1997 r. o Ochronie Danych Osobowych (Dz.U. nr 133, poz. 883) przez Wydawnictwo Lektorium.

podpis \_\_\_\_\_

Adres zamawiającego: \_\_\_\_\_

tel. \_\_\_\_\_

NIP \_\_\_\_\_

nazwa odbiorcy  
**WYDAWNICTWO LEKTORIUM**

nazwa odbiorcy cd.  
**53 - 608 WROCLAW ROBOTNICZA 72**

I.K. nr rachunku odbiorcy  
**11101620409910133389**

W P \* waluta PLN kwota

nr rachunku zleciiodawcy (przelew) / kwota słownie (wpłata)

nazwa zleciiodawcy

nazwa zleciiodawcy cd.

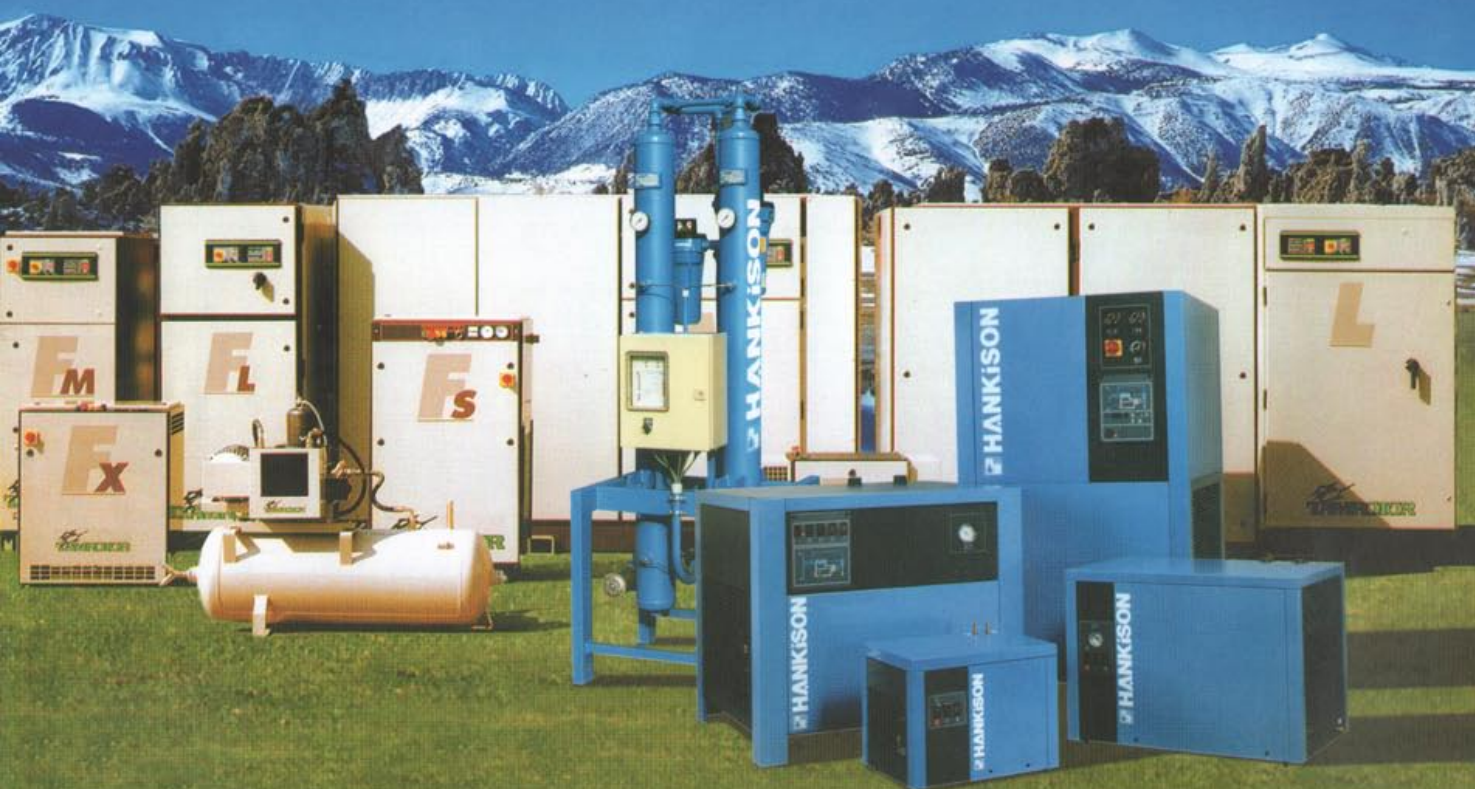
tytułem

tytułem cd.

Oplata:

pieczęć, data i podpis(y) zleciiodawcy





**Sprężarki śrubowe** o wydajności od 0,5 do 73,5 m<sup>3</sup>/min  
**Sprężarki śrubowe bezolejowe** z wtryskiem wody do zespołu śrubowego  
**Sprężarki śrubowe z falownikiem**  
**Układy odzysku ciepła** ze sprężarek  
**Elektroniczne sterowniki zespołów sprężarek**  
**ISO 2001** - System jakości certyfikowany przez Lloyd's Register  
**Osuszacze** ziębnicze, membranowe i adsorpcyjne sprężonego powietrza  
**Filtry** sprężonego powietrza  
**Systemy uzdatniania kondensatu** ze sprężarkowni  
**Zbiorniki wyrównawcze** sprężonego powietrza  
**Projekty** sprężarkowni i sieci rozprowadzania sprężonego powietrza  
**Pomoc** w doborze optymalnego rozwiązania  
**Serwis** 24 godziny na dobę  
**Oryginalne** części zamienne  
**Szkolenie** personelu użytkownika  
**Gwarancja 5 lat** na zespoły śrubowe

**Z NAMI MASZ WŁAŚCIWE CIŚNIENIE !**

**Biuro Handlowe RUDA Trading International**

ul. E. Zegadłowicza 10  
40-555 Katowice  
tel./fax +48 32 251 25 53  
tel./fax +48 32 757 44 65  
tel./fax +48 32 757 26 03  
e-mail: bh-ruda@bh-ruda.pl



**Oddział Serwisowo-Remontowy**

ul. Kopalniana 1  
59-101 Polkowice  
tel./fax +48 76 848 14 74  
tel./fax +48 76 848 14 75  
tel./fax +48 76 848 14 76  
e-mail: ruda-ost@cuprum.com.pl

# Sprężarka GX ...



## ... dla warsztatów i małych firm



Sprężarki śrubowe Atlas Copco serii GX o mocy 2,2 do 22 kW to cicha praca, wysoka jakość wykonania, niezawodność, prosta obsługa oraz duża wydajność – idealna sprężarka dla warsztatu i małej firmy.