

# Technologia kogeneracji: klucz do większej wydajności paliwowej systemu dozowania



## OPIS TECHNOLOGII

### Streszczenie

Seria zintegrowanych systemów dozowania Reactor™ firmy Graco® (zdjęcia 1 i 2) służących do aplikacji pianki poliuretanowej oraz polimocznika łączy dozownik z generatorem na olej napędowy. To pierwsza seria urządzeń do aplikacji poliuretanu umożliwiających podgrzewanie w trakcie pracy, wykorzystujących technologię wymienników ciepła do zapewniania lepszej wydajności natrysku i oszczędności oleju napędowego.

Inspiracją dla stworzenia nowych zintegrowanych systemów było rosnące zapotrzebowanie na mniejsze i bardziej wydajne paliwowo systemy dozowania. Właściciele przenośnych systemów do natryskiwania potrzebowali rozwiązania, które znacznie obniżyłoby koszty rozpoczęcia działalności oraz koszty operacyjne przy jednoczesnym zachowaniu poziomu wydajności i jakości natrysku większych systemów.

Stosując technologię kogeneracji, zespół firmy Graco chciał się skupić na realizacji trzech celów: opracowanie kompletnego, przenośnego i zużywającego mało paliwa systemu, zaprojektowanie lepszego interfejsu użytkownika i sterowania oraz zachowanie tego samego poziomu natryskiwania albo jego ulepszenie.

Kogeneracja to metoda generowania zarówno ciepła, jak i elektryczności z pojedynczego źródła zasilania. Nowe zintegrowane systemy używają podwójnej pętli płynu chłodzącego do przechwytywania marnowanego ciepła z systemu chłodzącego generatora. Podgrzany płyn chłodzący przepływa do wymienników ciepła, które podgrzewają materiał zależnie od potrzeb. Dzięki temu uzyskuje się o 25% lepszy wzrost temperatury w porównaniu ze standardowym urządzeniem Reactor. System podgrzewania jest regulowany przez oprogramowanie firmy Graco, zapewniające szybki wzrost temperatury i dokładne sterowanie. Ze względu na fakt, iż elektryczne podgrzewacze można wyeliminować w przypadku większości aplikacji pianki oraz w znacznym stopniu zmniejszyć w przypadku polimocznika, w zintegrowanym systemie można zastosować mniejszy oraz zużywający mniej paliwa generator. Praktyczne testy potwierdzają obliczenia, w wyniku których oszczędność paliwa w niektórych przypadkach wynosi nawet 50% w ciągu roku. Nowa seria dozowników to rozwiązanie, które zostało zaprojektowane od podstaw pod kątem ograniczenia zużycia energii elektrycznej, zwiększenia wydajności podgrzewania oraz zaawansowanego sterowania – świadczy ono o innowacyjności firmy Graco związanej z działaniem, produktywnością oraz wydajnością.



*Ilustracja 1. Zintegrowany system Reactor z opcjonalną sprężarką powietrza*



*Ilustracja 2. System na palecie ze zintegrowanym generatorem (widok z tyłu)*

AUTOR:

Arthur T. Graf  
Inżynier zajmujący się  
projektowaniem elektrycznym  
w dziale Applied Fluid Technologies  
Graco Inc.

Aby uzyskać więcej informacji, prosimy odwiedzić nas pod adresem [www.graco.com](http://www.graco.com)

## Konstrukcja

Standardowy dozownik Reactor firmy Graco działa ze standardowymi niezależnymi urządzeniami, na przykład ze sprężarką powietrza, systemem doprowadzania powietrza, pompą zasilającą oraz innym dodatkowym sprzętem. Ponieważ połączenie generatora z urządzeniem Reactor znacznie zmieniłoby konstrukcję oraz sposób obsługi kompletnego systemu dozowania, wiele trudu włożono w opracowanie systemu znajomego dla klientów i dystrybutorów, który spełniłby ich oczekiwania. Podczas projektowania nowego systemu zespół inżynierów firmy Graco określił trzy najważniejsze wymagania związane z działaniem kompletnego systemu dozowania: wymagania dotyczące zasilania elektrycznego i powietrza, wymagania dotyczące wielkości systemu oraz wymagania dotyczące użyteczności.

### Wymagania dotyczące zasilania elektrycznego i powietrza

Wymagania dotyczące zasilania elektrycznego i powietrza tworzą podstawy działania dozownika Reactor. Rozważając cele związane z projektem nowego systemu, zespół określił obszary, w przypadku których można osiągnąć największy wzrost wydajności mocy systemu.

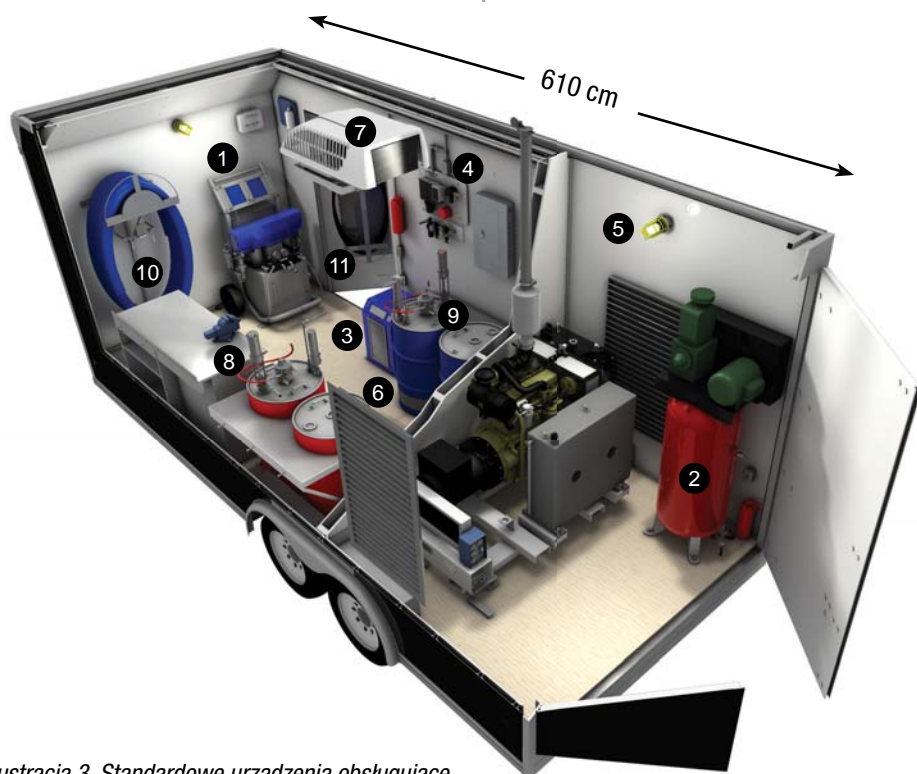
Obciążenia elektryczne w przenośnym systemie dozowania (patrz Ilustracja 3) obejmują następujące obciążenia:

1. Silnik elektryczny i podgrzewacze materiału urządzenia Reactor
2. Sprężarka powietrza
3. Osuszacz powietrza
4. Doprowadzanie powietrza
5. Oświetlenie
6. Opaski lub koce grzewcze
7. Ogrzewanie lub klimatyzacja

Obciążenia te można podzielić na system odstawowy (od 1 do 4) oraz obciążenia dodatkowe (od 5 do 7).

W przypadku sprężonego powietrza do działania systemu wymagane są następujące obciążenia pneumatyczne:

8. Pompy zasilające
9. Mieszadło(a)
10. Pistolet powietrzny
11. Doprowadzanie powietrza



Ilustracja 3. Standardowe urządzenia obsługujące typowy przenośny system dozowania

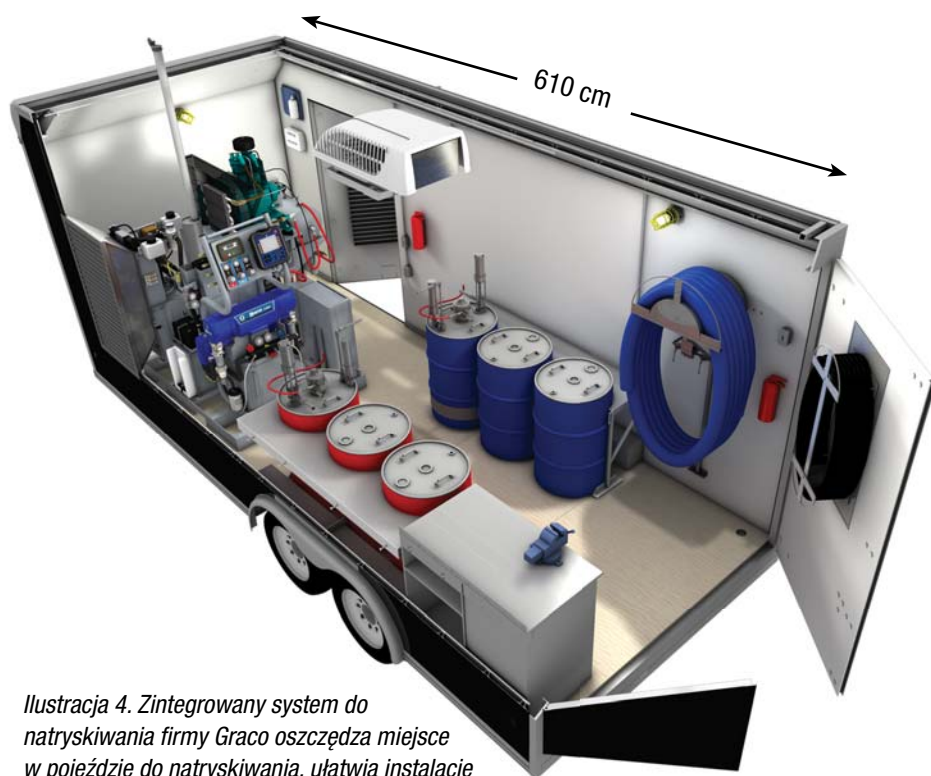
Ponieważ źródłem zasilania sprężonym powietrzem jest zasilanie elektryczne, w celu zoptymalizowania systemu należało odpowiedzieć na pytanie dotyczące dwóch kwestii: w jaki sposób zmniejszyć obciążenia związane ze sprężonym powietrzem oraz obciążenia elektryczne przy jednoczesnym zachowaniu takiej samej funkcjonalności? Możliwość zmniejszenia tych obciążeń wpłynęłaby bezpośrednio na wybór silnika oraz wielkość generatora zintegrowanego systemu Reactor.

Prowadząc badania nad zoptymalizowaniem obciążeń związanych ze sprężonym powietrzem, zespół odkrył, że system doprowadzania powietrza pod wysokim ciśnieniem wymaga dużych ilości powietrza, dlatego zdecydował się na obsługę systemu doprowadzania powietrza pod niskim ciśnieniem z tylko dwiema maskami. Ponieważ ilość używanego powietrza jest bezpośrednio proporcjonalna do szybkości mieszadła, przeprowadzono testy dotyczące optymalnej szybkości mieszadła w przypadku różnych materiałów. Zespół opracował sposób na ograniczenie ilości dostarczanego powietrza do mieszadła w celu ograniczenia możliwości przeciążenia mniejszej sprężarki powietrza.

W przypadku obciążeń elektrycznych zespół zajął się głównym celem projektu, czyli zmniejszeniem lub wyeliminowaniem wymagań dotyczących zasilania elektrycznego ogrzewacza materiału poprzez przechwytywanie marnowanego ciepła z silnika. Kolejnym celem było ograniczenie ilości prądu rozruchowego pobieranego podczas uruchamiania sprężarki powietrza poprzez zastosowanie sprężarki z ciągle działającym reduktorem ciśnienia wylotowego. Zmniejszenie innych wymagań dotyczących zasilania było trudne. Określono jednak zalecenia dla wykonawców dotyczące używania koców grzewczych o mniejszej mocy zamiast opasek grzewczych podczas przygotowywania materiału.


### Wielkość systemu

Drugim ważnym obszarem związanym z projektem nowego systemu, nad którym skupił się zespół inżynierów, była wielkość systemu. Celem było opracowanie systemu, który mógłby zostać umieszczony na palecie, a następnie zmieścić się na przyczepie lub w samochodzie dostawczym (patrz Ilustracja 4). Spełnienie tego celu zależało od wielkości i wagi.



*Ilustracja 4. Zintegrowany system do natryskiwania firmy Graco oszczędza miejsce w pojeździe do natryskiwania, ułatwia instalację oraz zużywa mniej paliwa podczas działania*

---



Ponadto podczas składania pojazdów do natryskiwania przez dystrybutorów generator jest przeważnie umieszczany w własnym, przeznaczonym do tego obszarze w celu zapewnienia najlepszej wentylacji silnika i zmniejszenia hałasu. Chociaż dzięki mniejszemu silnikowi, który pracuje ciszej, nowy zintegrowany system może zostać umieszczony na przyczepie lub w ciężarówce bez ściany, projekt nowego systemu zezwala na odgrodenie silnika i dozownika na życzenie klienta. Właściwe chłodzenie silnika wymaga tylko minimalnej długości przewodów ze ściany przyczepy do chłodnicy silnika. Wiąże się to z dodatkowymi korzyściami związanymi z mniejszymi kosztami materiału i mniejszym czasem budowy przyczepy.

### **Użyteczność**

Trzeci ważny obszar związany z projektem nowego systemu, użyteczność i czynniki ludzkie, wymagał skupienia się na serwisowaniu i naprawie systemu oraz codziennym sterowaniu systemem. Użytkownik końcowy ma w jednym wygodnym miejscu dostęp do oprogramowania sterującego systemem umożliwiającą kontrolę kolektora, silnika oraz dozownika.

Projekt silnika i dozownika uwzględnia serwisowanie i naprawę systemu, gdy na przykład chemiczne filtry sitkowe Y zostały umieszczone na bardziej dostępnej wysokości i obejmują ciśnienie podawania materiału oraz wskaźniki temperatury. Nowa konstrukcja obudowy elektrycznej umożliwia organizację przewodów dozownika oraz przewodów dodatkowych obciążeń i upraszcza diagnostykę oraz naprawę. Eliminuje ona także koszt oddzielnego panelu wyłącznika obwodu w przypadku dodatkowych obciążeń elektrycznych.

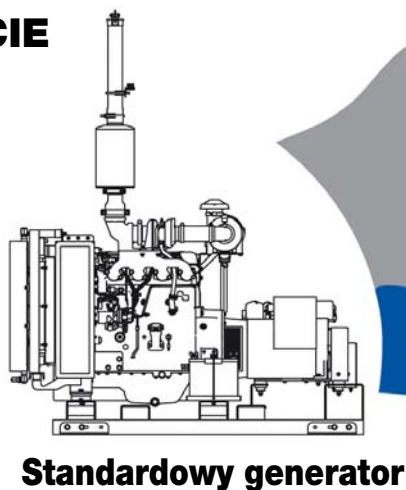
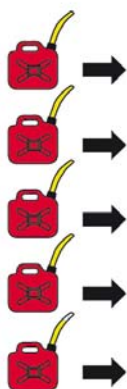
### **Nowa technologia zapewnia korzyści**

Nowa seria zintegrowanych dozowników Reactor zawiera nowe technologie przenośnych systemów do aplikacji polimocznika i pianki. Największe nowości dla wykonawców: technologia kogeneracji i korzyści wynikające z używania mniejszego generatora na olej napędowy, ulepszenia oprogramowania sterującego temperaturą i ciśnieniem oraz całkowicie przeprojektowany elektroniczny interfejs użytkownika.

### **Technologia kogeneracji oszczędza paliwo**

Wydajność silników na olej napędowy (jak w przypadku wszystkich urządzeń do konwersji energii) jest tylko częściowa. Zgodnie z ilustracją 5 mniej więcej 30% energii dostarczonej do silnika na olej napędowy jest dostępna dla pracy mechanicznej. Z powodu małej wydajności generatora z tych 30% tylko 80% jest przekształcanych w energię elektryczną. Zostaje utraconych około 76% energii paliwa.

## WEJŚCIE



**Standardowy generator**

Wydajność generatora: 6%

Temperatura otoczenia: 10%

Wydech: 30%

Chłodnica: 30%

Elektryczność: 24%

## WYJŚCIE

**Moc  
użyteczna:  
24%**

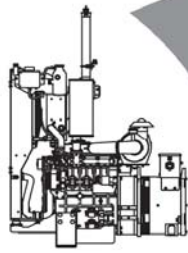
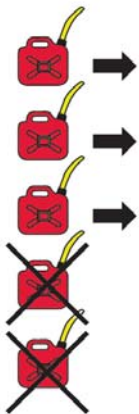
**Zmar-  
nowana  
energia:  
76%**

Właśnie dlatego kogeneracja znacznie zwiększa wydajność systemu i oszczędność paliwa. Jak już wcześniej wspomniano, kogeneracja dotyczy produkcji zarówno użytecznego ciepła, jak i elektryczności z tego samego źródła zasilania. Ze względu na mniejsze wymagania dotyczące zasilania wybrano mniejszy generator wytwarzający wystarczającą ilość mocy dla obciążeń elektrycznych i związanych ze sprężonym powietrzem oraz dostarczający wystarczającą ilość nadmiernego ciepła, żeby można było podgrzać dwa składniki materiału natryskiwanego przez dozownik. Kogeneracja zapewnia tę samą ilość łącznej użytecznej energii wyjściowej co standardowa konfiguracja generatora, ale przy znacznym ograniczeniu energii wejściowej (paliwa) (patrz ilustracja 6 na stronie 6).

*Ilustracja 5. Standardowa wydajność generatora na olej napędowy*

## WEJŚCIE

**MNIEJ PALIWA:  
o 40%**



**Generator zintegrowanego  
urządzenia Reactor  
o 50% mniejszy**

Wydajność generatora: 6%

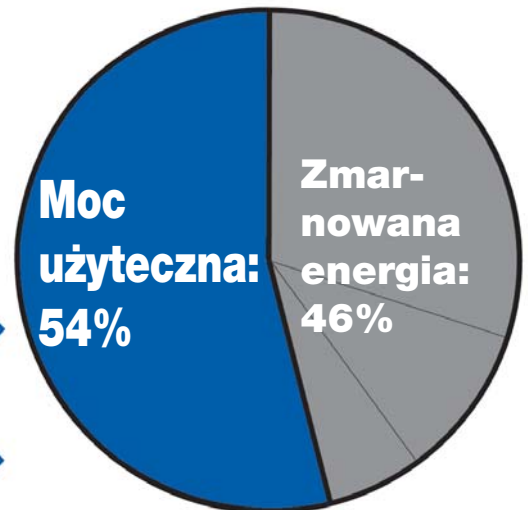
Temperatura otoczenia: 10%

Wydech: 30%

Chłodnica: 30%

Elektryczność: 24%

## WYJŚCIE



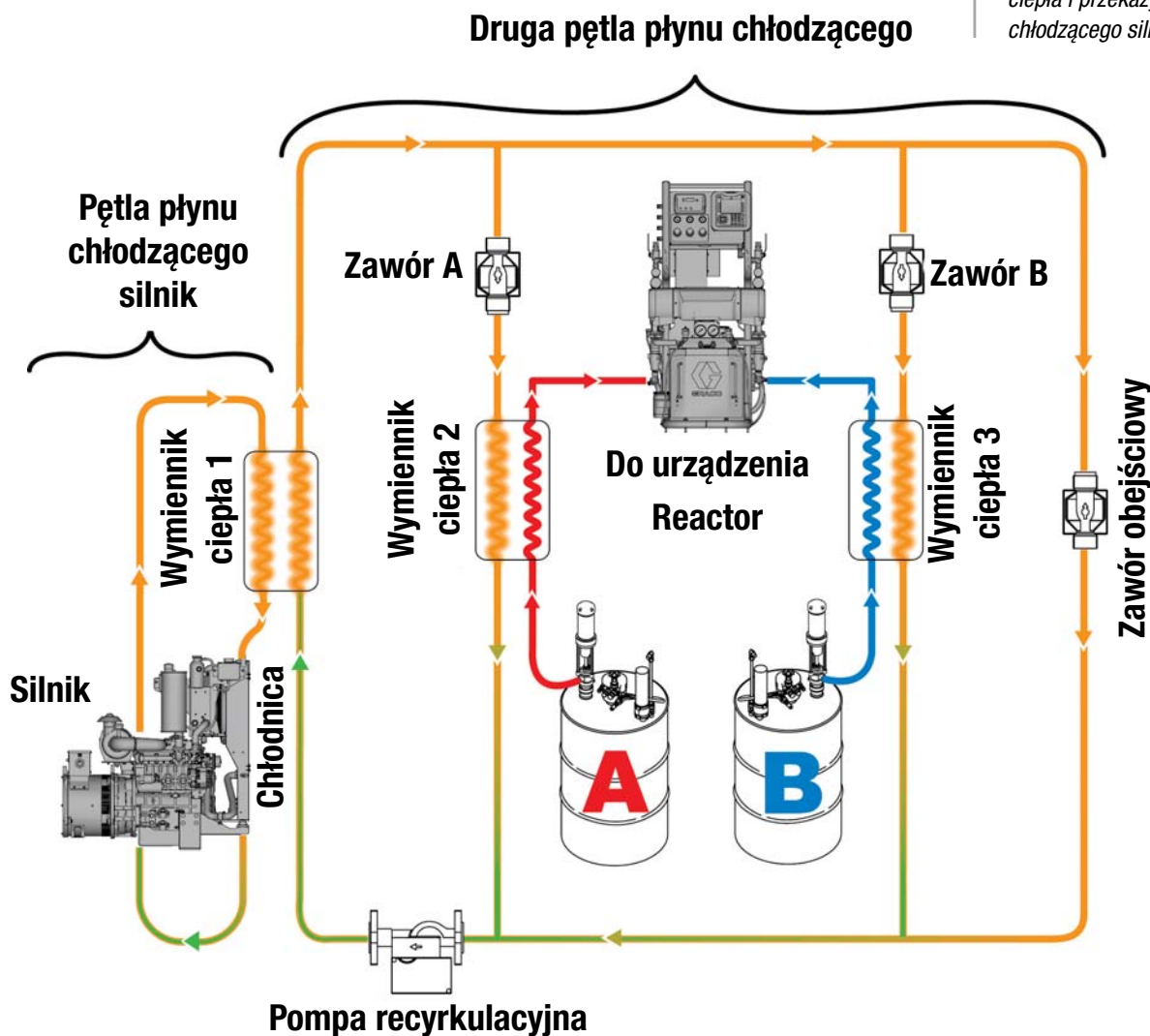
Interesujący fakt: oszczędność paliwa wynika głównie z usunięcia dużego obciążenia elektrycznego podgrzewaczy materiału, a nie ze zmniejszenia wielkości generatora. Można wykazać, że generator o mocy 22 kW w nowym zintegrowanym systemie zużywa mniej paliwa niż standardowy dozownik Reactor zasilany generatorem o mocy 20 kW. Należy zauważyć, że zużycie paliwa jest proporcjonalne do obciążenia mechanicznego silnika.

W standardowych przenośnych dozownikach ciepło wydzielane przez chłodnicę silnika to produkt uboczny wytwarzania użytecznej mocy mechanicznej/elektrycznej. Zintegrowany dozownik urządzenia Reactor zapewnia znaczne korzyści: przechwytuje produkt uboczny jako użyteczną energię i obniża wymagania dotyczące energii mechanicznej/elektrycznej silnika systemu dozownika. Umożliwia to oszczędności paliwa. Lepsze wyjaśnienie poprzedniego przykładu: generator o mocy 22 kW regularnie działa przy obciążeniu mechanicznym wynoszącym od 25% do 50%, a generator o mocy 20 kW działa przy prawie 100% obciążeniu mechanicznym potrzebnym do obsługi obciążenia elektrycznego podgrzewacza.d.

*Ilustracja 6. Korzyści wynikające z zastosowania technologii kogeneracji: mniejszy generator potrzebuje mniej paliwa, a jednocześnie generuje prawie tyle samo mocy, co większy generator*

Ciepło, które zazwyczaj jest tracone poprzez chłodnicę, zostaje przechwycone z płynu chłodzącego silnika i przekazane materiałowi za pośrednictwem trzech wymienników ciepła i dwóch pętli płynu chłodzącego. Na ilustracji 7 ciepło jest pobierane z pętli płynu chłodzącego silnika w wymienniku ciepła 1 i przekazywane do drugiej pętli płynu chłodzącego. Druga pętla płynu chłodzącego przechowuje przekazane ciepło w rezerwie do chwili, gdy urządzenie Reactor będzie wymagało zwiększenia temperatury jednego lub obu materiałów. Dodatkowo w przypadku awarii wymiennika ciepła zapobiega ona możliwości wycieknięcia materiału do silnika. Oprogramowanie sterujące kontroluje trzy zawory w drugiej pętli płynu chłodzącego, mierząc gorący płyn chłodzący przepływający przez wymienniki ciepła w celu stopniowego sterowania temperaturą materiału dostępnego z dozownika. Nadmierne ciepło, które nie jest wymagane do podgrzania materiału, zostaje usunięte z silnika za pośrednictwem chłodnicy.

Ilustracja 7. Przechwytywanie ciepła i przekazywanie go z płynu chłodzącego silnika do materiału



Aby uzyskać więcej informacji, prosimy odwiedzić nas pod adresem [www.graco.com](http://www.graco.com)

Należy zauważyć, że system wymiennika ciepła podgrzewa materiały do maksymalnie 60°C. Jeśli potrzebne jest dodatkowe ciepło, opcjonalne elektryczne podgrzewacze wspomagające mogą podnieść temperaturę materiału do maksymalnie 82°C. Najlepsza wymiana ciepła zostaje osiągnięta w przypadku znacznej różnicy temperatury między materiałem i płynem chłodzącym. Płyn chłodzący silnika ma zazwyczaj 94°C. Oznacza to, że przy ustawieniu temperatury wynoszącym 82°C różnica wynosi tylko 11°C.

Jest prawdopodobne, że przy dużym natężeniu przepływu materiału mała różnica temperatury spowoduje mniejszą wymianę ciepła i spadek temperatury poniżej 82°C. Dodanie małego elektrycznego podgrzewacza wspomagającego o mocy 4 kW pozwala systemowi na wytworzenie dodatkowej temperatury wymaganej w przypadku powłok z polimocznika. Pomimo tego ograniczenia system obsługuje zmianę temperatury wynoszącą 56°C bez opcjonalnego podgrzewacza wspomagającego i zmianę temperatury wynoszącą 78°C z opcjonalnym podgrzewaczem wspomagającym (wyższą niż w przypadku standardowego dozownika Reactor). Dodatkowa korzyść z podziału wzrostu temperatury jest taka, że maksymalna temperatura materiału wpływającego do pomp dozownika nie może wynosić więcej niż 60°C. Dzięki tej metodzie uzyskiwana jest kontrola temperatury materiału oraz powtarzalność odpowiadająca standardowemu dozownikowi Reactor, ale przy znacznie większej wydajności energetycznej.

Korzyści nie kończą się na wydajności energetycznej. W porównaniu z typowym generatorem o mocy 40 kW systemu do natryskiwania nowy system waży mniej i jest mniejszy oraz cichszy. Zintegrowany system Reactor łączy silnik Perkins o mocy 29 koni mechanicznych z alternatorem Mecc Alte™ o mocy 22 kW. Tabela 1 zawiera porównanie generatora o mocy 40 kW z generatorem używanym w zintegrowanym systemie Reactor.

**Tabela 1. Korzyści ze zintegrowanego systemu w porównaniu ze standardowym systemem**

	Generator w standardowym systemie	Generator w zintegrowanym systemie	Porównanie systemu zintegrowanego ze standardowym
Liczba koni mechanicznych silnika	86	29	66% mniej
Wydajność alternatora	40 kW	22 kW	45% mniej
Wymiary (DxWxW)	170 x 90 x 120 cm	150 x 65 x 95 cm	46% mniejszy
Waga generatora	860 kg	320 kg	63% lżejszy
Zużycie paliwa przy średnim obciążeniu	5,7 l/godz.	3,4 l/godz.	40% mniej



## Oprogramowanie sterujące

W ramach nowego oprogramowania sterującego zintegrowanego systemu wprowadzono nowe funkcje. Na przykład ulepszona regulacja ciśnienia minimalizuje spadki ciśnienia podczas przełączania pompy, wyrównując ciśnienie statyczne i dynamiczne (nacisk) i zapewniając stałą wydajność natrysku. Wydajność została także zwiększona w wyniku użycia zamiast typowej opaski elektrycznego wentylatora na chłodnicy silnika.

Oprogramowanie sterujące umożliwia włączanie i wyłączenie tego wentylatora w celu utrzymania stałej i optymalnej temperatury roboczej silnika i płynu chłodzącego. Silnik działa nie tylko bardziej wydajnie, ale umożliwia także przechowywanie ciepła w systemie płynu chłodzącego przez okresy dużego zapotrzebowania na materiał.

## Interfejs użytkownika

Elektroniczny interfejs użytkownika, nazywany zaawansowanym modułem wyświetlacza, zapewnia wiele nowych narzędzi oraz intuicyjny interfejs umożliwiający codzienną obsługę urządzenia (ilustracja 8). Zaawansowany moduł wyświetlacza nadzoruje sieć modułów sterujących pompą i systemami grzania, a także monitoruje temperatury i ciśnienia systemu. Wyświetlane są kody błędów dokładniejsze niż na standardowym urządzeniu Reactor, dzięki którym rozwiązywanie problemów jest łatwiejsze. Po wystąpieniu błędu na ekranie są wyświetlane szczegółowe pomocne kroki rozwiązywania problemów. Rejestrowanie danych oraz proste zapisywanie ich na urządzeniu USB zapewnia użytkownikom końcowym dokładne informacje historyczne dotyczące aplikacji materiału i stanu systemu.

System może jednocześnie wyświetlać rzeczywiste ciśnienia materiałów A i B, pomagając wyrównać ciśnienia podczas uruchamiania i w trakcie procesu rozwiązywania problemów. Funkcja szacowania poziomu w zbiorniku na podstawie liczby cykli lub ruchów pompy może automatycznie wyłączyć dozownik, gdy zbiorniki dostarczające materiał są prawie puste. Teraz jest możliwe przechowywanie receptur użytkowników natryskujących wiele materiałów. System pozwala także na podłączenie opcjonalnego zdalnego wyświetlacza, który umożliwia monitorowanie oraz sterowanie funkcjami z poziomu pistoletu.



*Ilustracja 8. Zaawansowany moduł wyświetlacza zapewnia łatwy w użyciu interfejs ze szczegółowymi kodami błędów, pomocą dotyczącą rozwiązywania problemów oraz rejestrowaniem danych*

## Podsumowanie

W porównaniu ze standardowym przenośnym systemem do natryskiwania seria zintegrowanych dozowników Reactor zapewnia kilka korzyści oraz taką samą lub lepszą funkcjonalność.

System to kompaktowe i kompletne rozwiązanie gotowe do użytku. Instalacja została znacznie uproszczona dzięki wstępnie zamontowanemu generatorowi, panelowi elektrycznemu i kolektorowi regulacji powietrza. Opcjonalnie w systemie można także wstępnie zainstalować sprężarkę i osuszacz powietrza.

Użytkownicy końcowi mogą znacznie ograniczyć koszty paliwa, używając mniejszego silnika oraz wykorzystując technologię kogeneracji systemu podgrzewającą materiały A i B przy mniejszym zużyciu elektryczności. Za pomocą kalkulatora paliwa dostępnego w Internecie można ustalić oczekiwane roczne oszczędności paliwa w wyniku używania konfiguracji systemu wymaganej przez osobę natryskującą.

W przypadku zastosowania komory mieszania Graco Fusion® Gun 02 system obsługuje zmianę temperatury wynoszącą 56°C i zmianę temperatury wynoszącą 78°C w przypadku dodanego wspomagającego podgrzewacza temperatury, gdy początkowa temperatura materiału wynosi 4°C. W obu przypadkach materiał jest podgrzewany szybciej niż w przypadku standardowych dozowników Reactor.

Nowy wyświetlacz elektroniczny oraz nowe możliwości sterowania pozwalają wykonawcy przeglądać na ekranie bardziej szczegółowe kody błędów oraz zaawansowane informacje dotyczące rozwiązywania błędów. Nowe urządzenie ma także następujące funkcje: kopiowanie danych o zadaniu na dysk USB, wizualne wskaźniki dotyczące poziomu materiału w zbiornikach, możliwość wyłączenia systemu w momencie braku równego ciśnienia ustawionego przez użytkownika, pamięć na receptury materiałów oraz funkcję wyłączenia systemu w przypadku małej ilości materiału. Opcjonalnie można korzystać ze zdalnego wyświetlacza dostępnego z poziomu pistoletu.

Ulepszona kontrola ciśnienia zapewnia stałe ciśnienie pistoletu podczas natryskiwania. Występują mniejsze spadki ciśnienia między ciśnieniem statycznym i dynamicznym, a także ograniczenia wahania ciśnienia podczas przełączania pompy.

Koszt wykonawcy związany z natryskiwaniem jest mniejszy i umożliwia wzrost na rynku – zarówno materiału, jak i jego aplikacji. Znaczna oszczędność czasu oraz korzyści finansowe wiążące się ze zintegrowanym systemem Reactor to przykłady wyraźnie pokazujące siłę połączenia technologii kogeneracji z dozownikami Graco.

## BIOGRAFIA

### ARTHUR T. GRAF

*Arthur Graf to inżynier zajmujący się projektowaniem elektrycznym w dziale Applied Fluid Technologies firmy Graco Inc. i pracujący w Minneapolis, MN.*

© 2012 Graco Inc. 348761PL Rev. A 10/12  
Wszystkie dane zawarte w niniejszym dokumencie w formie pisemnej lub graficznej odzwierciedlają informacje aktualne w momencie oddawania go do druku. Firma Graco zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian bez uprzedniego powiadomienia. Wszystkie inne nazwy lub znaki firmowe używane są do celów identyfikacji i stanowią zastrzeżone znaki towarowe ich odpowiednich właścicieli.