

JAKA TECHNOLOGIA DMUCHAW NAPOWIETRZAJĄCYCH W OCZYSZCZALNIACH ŚCIEKÓW JEST NAJSKUTECZNIEJSZA ?

Nie powinno dziwić, że przy doborze wielu zmiennych podczas projektowania dmuchaw napowietrzających dla oczyszczalni ścieków, jak również licznych roszczeniach wysuwanych przez dostawców technologii, otrzymujemy błędne obliczenia. Rozczarowanie jest jeszcze większe, gdy w konsekwencji dmuchawa nie pracuje zgodnie z oczekiwaniami. W rezultacie korzyści związane z wydajnością energetyczną oraz planowane koszty eksploatacji nie są realizowane.

Niniejszy raport techniczny ukazuje trzy rodzaje technologii dmuchaw przy wykorzystaniu rzeczywistych danych z oczyszczalni ścieków i omawia najbardziej efektywne rozwiązania dla danego zastosowania wraz z uzasadnieniem. Bezsprzecznie, nic nie zastąpi indywidualnej konsultacji, jednak raport pomoże trafnie sformułować zagadnienia i wybrać dostawcę gwarantującego efektywny proces oceny technologicznej.

Wprowadzenie

Zużycie energii i koszty są kluczowym impulsem dla rozwoju coraz bardziej efektywnych systemów napowietrzania. Systemy te mogą stanowić nawet 60% całkowitego zużycia energii w oczyszczalniach ścieków. Dlatego tak istotny jest zwrot z inwestycji w celu zwiększenia efektywności energetycznej.

Postęp technologiczny w produkcji dmuchaw napowietrzających kreuje coraz bardziej zaawansowane metody redukcji zużycia energii. Jednakże wymaga on szerszego zrozumienia działania całego systemu oraz zmienności warunków pracy w celu optymalizacji całkowitych kosztów utrzymania i maksymalizacji zwrotu z inwestycji.

Dobór optymalnej dmuchawy byłby łatwy, jeśli opierałby się wyłącznie na efektywności energetycznej lub koszcie początkowym technologii, niezależnie od warunków eksploatacji. Przy użyciu niewłaściwej technologii, po uruchomieniu instalacji, zamierzona relacja kosztów do korzyści nie może zostać osiągnięta.

Dokładna analiza kosztów do korzyści musi obejmować nakłady inwestycyjne dmuchaw napowietrzających oraz zmienne robocze. Przy podejmowaniu decyzji należy wziąć pod uwagę codzienne i sezonowe wahania w zapotrzebowaniu na tlen, zanieczyszczenie (osad), zużycie dyfuzorów, kontrolę przepływu powietrza i potencjał wyłączenia, całkowitą wydajność dmuchawy i zużycie energii w czasie, tryb pracy, osprzęt dmuchawy i organizację zakładu.

Zmienne robocze mogą znacząco wpływać na stosunek kosztów do korzyści. Efektywność energetyczna jest głównym elementem energooszczędnej koncepcji dmuchaw napowietrzających. Celem niniejszej broszury jest przedstawienie najbardziej ekonomicznych metod osiągnięcia efektywności energetycznej na przykładzie rzeczywistych zastosowań i właściwego doboru technologii. Należy tutaj wymienić 4 podstawowe technologie w zakresie napowietrzania ścieków: **dmuchawy rotacyjne, dmuchawy Turbo, dmuchawy hybrydowe oraz zintegrowane technologie dmuchaw.** Kolejne rozdziały zawierają krótkie prezentacje oraz opisują korzyści i ograniczenia każdej z nich.



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

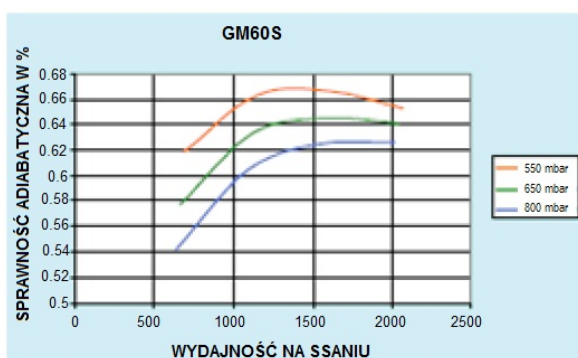
DMUCHAWY ROTACYJNE



Dmuchawy z tłokami obrotowymi, z prostym lub zakrzywionym wirnikiem bez sprężania wewnątrz. Często są nazywane potężnymi jednostkami ze względu na ich elastyczność umożliwiającą wysoką sprawność mimo zmiennych warunków; dmuchawa rotacyjna posiada niższy koszt początkowy niż Turbo lub Hybryda. Ten koszt może się wyrównać przy większym zużyciu energii, w zależności od warunków pracy. Dmuchawa rotacyjna pracuje w zakresie regulacji 40-100%, przez co znacznie przewyższa technologię dmuchaw Turbo.

Charakterystyka dmuchaw rotacyjnych w wykonaniu standardowym

- stała wydajność w stosunku do zmiany ciśnienia
- zmiany przepływu przez regulację prędkości obrotowej z zastosowaniem falownika
- zakres regulacji (standardowo 40-100%)
- adaptacja do zmian ciśnienia i temperatury
- powszechne zastosowanie
- niskie koszty początkowe



Ograniczenia

- poślizg między wirnikami wzrasta przy różnicy ciśnień
- spadek sprawności na biegu jałowym
- spadek sprawności przy wysokim ciśnieniu

DMUCHAWY TURBO

W pracy zbliżonej do parametrów projektowych, technologia Turbo może się okazać najbardziej wydajna, dlatego spełnia wymagania opłacalności w ograniczonym zakresie regulacji. Dmuchawa Turbo charakteryzuje się wyższym kosztem zakupu niż dmuchawa rotacyjna bądź hybrydowa. Jednak dla zastosowań z nieznacznymi odchyleniami w czasie pracy, koszty dodatkowe mogą zostać skompensowane przy niskim zużyciu energii.

Zasada odśrodkowa

- Dynamiczne sprężanie
 - "Sweet zone" (optymalna strefa) o najwyższej efektywności
- Muszą funkcjonować w polu pracy wyznaczonym przez charakterystyki
 - zbyt mały przepływ lub zbyt duże ciśnienie = kawitacja
 - zbyt duży przepływ lub zbyt małe ciśnienie = przeciążenie
 - wydajność zmienia się wraz z gęstością powietrza
 - lato (wysokie obciążenie, niska gęstość powietrza)
 - zima (niskie obciążenie, wysoka gęstość)



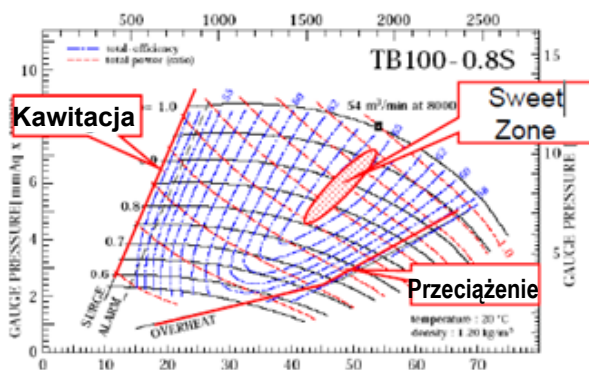
Aerzen Turbo AT 200 - S10

Zalety

- Wyższa efektywność od tradycyjnej technologii dmuchaw rotacyjnych
- Mała przestrzeń redukująca koszty, co upraszcza modernizację i doposażenie maszynowni
- Wraz z dmuchawą: pakiet zbiorczy, silnik i sterowniki ułatwiające instalację

Ograniczenia

- Ograniczony zakres regulacji pracy (standardowo 2:1), w zależności od ciśnienia i przepływu powietrza
- Ograniczony zakres pracy w trybie WŁĄCZ/WYŁĄCZ (ON/OFF), spowodowany zastosowaniem łożysk powietrznych i ograniczonym zużyciem elementów elektronicznych



DMUCHAWY HYBRYDOWE (SPRĘŻARKI ROTACYJNE)

Technologia Hybrid oferuje sprawność energetyczną porównywalną do dmuchaw Turbo i z elastycznością charakteryzującą dmuchawy rotacyjne. Hybryda wykorzystuje wirnik śrubowy niskiego ciśnienia zamiast prostego lub dwuskrzydłowego wirnika rotacyjnego. W zastosowaniach o dużych wahaniami ciśnienia przepływu dmuchawy hybrydowe mogą osiągać zakres pracy na niskim poziomie 25% wartości parametrów projektowych.

Zasady projektowania Delta Hybrid

- Stała wydajność w stosunku do zmiany ciśnienia
- Duży zakres regulacji (4:1)
- Zmiany przepływu przez zmienne prędkości obrotowe
- Wykonanie wirników, sprężanie powietrza wewnątrz obudowy

Zalety

- Sprawność na poziomie Turbo
- Wysoka efektywność
- Odporna na wahaniami ciśnienia

Ograniczenia

- Przy bardzo niskim ciśnieniu mniejsza efektywność od dmuchawy rotacyjnej
- Wyższe o 10% koszty inwestycyjne w stosunku do dmuchawy rotacyjnej
- Wymagana przestrzeń do zabudowy większa niż dla Turbo



ZINTEGROWANE TECHNOLOGIE DMUCHAW

Dla dużych oczyszczalni ścieków zastosowanie zintegrowanej technologii dmuchaw w procesie oczyszczania może poprawić sprawność energetyczną oraz zmniejszyć zarówno początkowe, jak i długoterminowe koszty eksploatacji. To rozwiązanie może być szczególnie efektywne w doposażeniu oczyszczalni i w procesach, w których cykl pracy dmuchawy trwa maksymalnie godzinę na dobę.



Zalety

- Dmuchawy Turbo idealnie nadają się dla zastosowań, w których dmuchawa pracuje całą dobę z tą samą prędkością obrotową. Ich efektywność spada przy zmiennym trybie pracy. Najlepszym sposobem optymalizacji pracy jest zintegrowany system wykorzystujący dmuchawy Turbo (dla pracy normalnej) oraz dmuchawy hybrydowe (dla maksymalnych obciążeń i niskich przepływów).
- Istotne jest, że po załączeniu Hybrydy, praca dmuchawy Turbo pozostaje niezmienna. Charakterystyka biegu jałowego i sterownika falownika w oparciu o sygnał prądowy ułatwiają tę kombinację.
- Podczas pracy z Turbo, dmuchawa rotacyjna lub hybrydowa jest wyposażona w moduł tłumienia pulsacji, w celu minimalizacji usterek w systemie.
- Całkowita sprawność energetyczna może być wyższa przy wykorzystaniu tej metody a całkowity zakres regulacji może być zwiększony do skali 6:1 lub wyżej.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA W OCZYSZCZALNIACH ŚCIEKÓW

Poniżej przedstawiono parametry, jakie mogą zostać osiągnięte w oczyszczalni ścieków po wprowadzeniu technologii Turbo, Hybrid i zintegrowanej.

Dmuchawa Turbo: "Blue River"

Opis: Biologiczna oczyszczalnia ścieków Blue River w Silverthorne, Colorado, zbudowana w 1974 r. odprowadza ścieki z gmin Silverthorne, Dillon, Dillon Valley, Buffalo Mountain i Mesa Cortina. Oczyszczalnia Blue River o wydajności ponad 15.000 m³ na dobę, posiada zwiększone możliwości napowietrzania i obsługuje ośrodki wycieczkowe o dużych wahaniami przepływu, w zależności od sezonu, jak również dni powszednich i weekendów w trakcie szczytu sezonowego.

Przeciętne zapotrzebowanie wynosi ok. 5.700 do 7.600 m³ na dobę. W obliczu nierównej pracy komór nitrifikacji i ograniczeń przy wyłączaniu wielostopniowej dmuchawy promieniowej, użytkownik musiał często wietrzyć instalację, co prowadziło do utraty energii, przez co z kolei spadała całkowita efektywność dmuchawy. Specjaliści serwisu eksperymentowali z falownikiem w starej dmuchawie w celu zmniejszenia zużycia energii, ale okazało się to zbyt trudne ze względu na brak możliwości ochrony dmuchawy promieniowej przed przepięciami.

Cel: Redukcja rosnących kosztów energii i wymiana starzejącej się wielostopniowej dmuchawy promieniowej na nową technologię, zapewniającą redukcję zużywanej energii, jak również jednostajną i niezawodną pracę.

Wyniki: Władze Silverthorne zdecydowały się na dmuchawę AERZEN Turbo TB100, 75kW ze względu na możliwość osiągania maksymalnych wymagań projektowych w ilości napowietrzania 40m³/min., przy ciśnieniu 0,5 bar. Dmuchawa Turbo TB100 jest wyposażona w silnik z magnesem trwałym, zaprojektowanym specjalnie dla wysokich częstotliwości i prędkości obrotowych i posiada napęd bezpośredni.

Natychmiastową korzyścią była drastyczna redukcja hałasu, co spowodowało brak konieczności stosowania słuchawek ochronnych. Instalacja osiągnęła ok. 20% wyższą sprawność energetyczną, dzięki czemu roczne oszczędności wyniosły około 6.500\$. Kolejną korzyścią był odzysk ciepła z systemu chłodzącego dmuchawy. Gorące powietrze jest wykorzystywane do podgrzania urządzenia zimą a oddzielne przyłącze zimnego powietrza odprowadza gorące powietrze na zewnątrz w czasie lata. Ze względu na wyposażenie dmuchawy w łożyska powietrzne, koszty utrzymania instalacji są redukowane przez smarowanie powietrzem zamiast olejem.



Dmuchawy Aerzen Turbo TB100 w oczyszczalni "Blue River" w Silverthorne, Colorado

Sprężarka Delta Hybrid: Oczyszczalnia ścieków w Anacortes

Opis Oczyszczalnia ścieków Anacortes jest położona w stanie Washington u wybrzeży Puget Sound, zamieszkaną przez liczne gatunki zwierząt, także żyjących w wodzie. Wydajność oczyszczalni wynosi 7.600 m³ na dobę. W oczyszczalni pracowały trzy wielostopniowe dmuchawy promieniowe (112 kW) z minimalnym przepływem powietrza ok. 50 m³/min, dużo większym niż zapotrzebowanie na tlen w komorach nityfikacji.

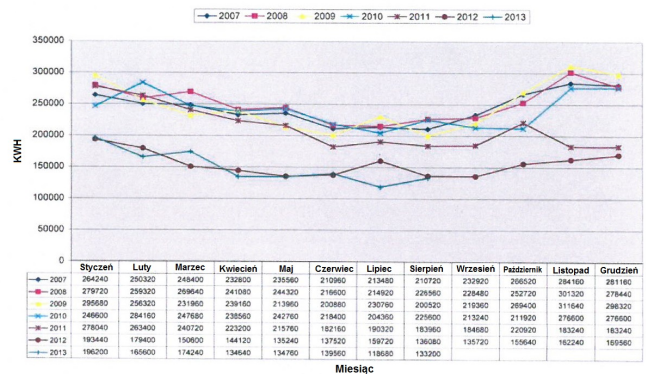
Cel: Redukcja rosnących kosztów energii i wymiana starzejącej się, wielostopniowej dmuchawy promieniowej na nową technologię, zapewniającą redukcję zużywanej energii, jak również jednostajną i niezawodną pracę.

Wyniki: Po dokonaniu analizy technologii Hybrid i Turbo, wybrano instalację AERZEN Delta Hybrid D62S z silnikiem 55 kW z dwóch powodów:

- 1) niższe koszty początkowe i niższe koszty eksploatacji,
- 2) szeroki wybór funkcji, przede wszystkim wyższy zakres regulacji. Nowa Delta Hybrid pracuje między 41 m³/min na max. obciążeniu i 17 m³/min nocą, w celu zaoszczędzenia energii na poziomie 30 do 55 kW / na godz., w zależności od pory dnia.

Nowa sprężarka rotacyjna zastąpiła dwie dmuchawy kanałowe i rocznie zaoszczędziła około 11.700 \$. Ogólnie w skali roku na nowym systemie napowietrzania miasto zaoszczędziło ok. 56.155 \$ (koszty energii i opłaty, które naliczył dostawca energii). Amortyzacja trwała 22 miesiące. Ponadto zatrudniony personel mógł bez problemu obsługiwać nową dmuchawę aeracyjną, co wyeliminowało potencjalne koszty związane z konserwacją i serwisem.

Porównanie zużycia energii w oczyszczalni



Miasto Anacortes znacznie obniżyło koszty zużycia energii dzięki zastosowaniu sprężarki rotacyjnej AERZEN Delta Hybrid.



Miasto Anacortes wymieniło wielostopniową dmuchawę promieniową o mocy 90 kW (po prawej) na sprężarkę rotacyjną AERZEN Delta Hybrid D62S o mocy 55 kW (po lewej).



Dmuchawa Turbo AERZEN AT i dwie dmuchawy rotacyjne do napowietrzania i oczyszczania ścieków w Bremervörde, Niemcy.

**Mieszana technologia dmuchaw:
Oczyszczalnia ścieków w Bremervörde**

Opis: Całkowita pojemność oczyszczalni ścieków w Bremervörde w Niemczech została zaprojektowana dla 30.000 mieszkańców, jako całkowite obciążenie ścieków dzielone przez obciążenie ścieków na jednego mieszkańca. W trybie obliczonym na 29.000 mieszkańców, praca instalacji osiąga maksymalne obciążenie i oczyszcza blisko 3.000 m³ ścieków dziennie. Jednak podczas weekendów obciążenia wahają się, wielkość oczyszczania zmniejsza się do poziomu 1.200 - 1.500 m³. W ciągu tygodnia oczyszczalnia przetwarza non-stop ok. 1.500 m³ ścieków dziennie przy użyciu dwóch istniejących dmuchaw rotacyjnych AERZEN. Około 75% zużytej energii wytwarza proces powietrza, co przy okazji znacznie zmniejsza koszty eksploatacji.

Cel: Optymalizacja zużycia kosztów energii przez wprowadzenie w pełni zautomatyzowanej instalacji dmuchaw, spełniającej wymagania w zakresie regulacji pracy 50% do 100%.

Wyniki: Oczyszczalnia pozyskała dmuchawę AERZEN Turbo AT 100. Nowa dmuchawa służy jako generator podstawowego obciążenia dla powietrza procesowego i pracuje w zakresie wydajności między 35 a 80 m³/min. Dwie istniejące dmuchawy rotacyjne zostały włączone do nowej instalacji i są załączane automatycznie, gdy zachodzi potrzeba odciążenia systemu lub służą jako dmuchawy rezerwowe. Wdrożenie nowej dmuchawy Turbo spowodowało oszczędności w przedziale 20% do 25%.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Dzięki dużej ilości technologii dmuchaw napowietrzających i koncepcji zastosowania, kierownicy oczyszczalni mają wiele możliwości optymalizacji efektywności energetycznej oraz redukcji kosztów eksploatacji. Głęboka znajomość całego procesu, warunków pracy, współpracy napowietrzania i kontroli procesów jest kluczem do skutecznego wdrożenia nowej technologii. Często zdarza się, że technologie są błędnie wdrażane przez obietnice wysokich oszczędności energii i nieuwzględnieniu zmiennych roboczych. Ostatecznie prowadzi to do pracy maszyny w innym zakresie niż przewidziano w projekcie. Nowe koncepcje zastosowania i coraz bardziej zaawanso-

wana technologia w odniesieniu do całego systemu oczyszczania ukazują sedno optymalizacji korzyści. W rezultacie użytkownik otrzymuje zwiększoną wydajność ekonomiczną oczyszczalni w odniesieniu do Całkowitej Wydajności Wyposażenia (OEE), efektywności energetycznej oraz zmniejszonych kosztów eksploatacji jak i konserwacji. W wypadku pytań prosimy również o kontakt bezpośredni z naszym specjalistą w celu omówienia konkretnego zastosowania i właściwego doboru technologii pod nr tel. +22 489 55 25.

Aerzen Polska Sp. z o.o.
Al. Niepodległości 18
02-653 Warszawa
Telefon: +22 489 55 22, fax: +22 489 55 27
info@aerzen.pl – www.aerzen.pl



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE