



EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL ENERGY AND TRANSPORT
New Energies & Demand Management
Promotion of Renewable Energy Sources & Demand Management

Bruksela, 1 stycznia 2003

PROGRAM EUROPEJSKI MOTOR CHALLENGE

Moduł: Systemy wentylatorowe



Spis treści

1. Wprowadzenie do Modułu Systemy wentylatorowe	1
2. Inwentaryzacja podzespołów i funkcjonowania systemu wentylatorowego	1
A. Ogólny opis systemu	1
B. Dokumentacja i pomiary parametrów eksploatacyjnych systemu	2
C. Globalne wskaźniki eksploatacyjne systemu	2
3. Ocena technicznych środków oszczędności energii.....	3
4. Plan działania	8
5. Raport roczny	9
Załącznik 1: Inwentaryzacja systemu wentylatorowego	10

1. Wprowadzenie do Modułu Systemy wentylatorowe

Niniejszy dokument jest dokumentem uzupełniającym do "Wytycznych dla Partnerów" programu Motor Challenge. Dokument ten określa, co powinien obejmować plan działania Partnera MCP, jeżeli zobowiązanie przedsiębiorstwa Partnerskiego obejmuje systemy wentylatorowe (FAN)¹. W szczególności, wyjaśnia on co Partner ma wykonać w każdym z następujących etapów uczestniczenia w programie Motor Challenge:

- **Inwentaryzacja** podzespołów systemu wentylatorowego i jego funkcjonowania,
- **Ocena** możliwości zastosowania środków oszczędności energii,
- **Plan działania**, przedkładany Komisji, który określa jakie decyzje Partner podjął w celu zmniejszenia kosztów operacyjnych przez poprawę efektywności energetycznej,
- **Raport roczny** z postępu w realizacji planu działania.

Należy podkreślić, że dokumenty związane z inwentaryzacją i oceną są wewnętrznymi, poufnymi dokumentami przedsiębiorstwa, natomiast plan działania i sprawozdanie roczne są przedkładane Komisji.

2. Inwentaryzacja podzespołów i funkcjonowania systemu wentylatorowego

Jako pierwszy krok w kierunku identyfikacji możliwych działań mających na celu oszczędność energii, Partner programu MCP powinien dokonać inwentaryzacji podzespołów i głównych parametrów eksploatacyjnych systemu wentylatorowego. Inwentaryzacja obejmuje trzy fazy.

A. Ogólny opis systemu

Ten etap obejmuje uzyskanie danych z dokumentacji przedsiębiorstwa lub wykonanie prostych pomiarów, w celu zebrania następujących (znamionowych) danych:

1. Przeznaczenie danego elementu (wentylacja, transport materiałów, oddymianie itp.),
2. Typ wentylatora (osiowy, promieniowy, osiowo-promieniowy o przepływie mieszanym itp.),
3. przepływ powietrza (w m³/s),
4. moc silnika (w kW),
5. punkt pracy,
6. liczba godzin pracy systemu,
7. urządzenia kontrolno-sterujące,
8. sposób przeniesienia napędu (bezpośrednie, pas klinowy itp.).

¹ Objasnienie terminów "Partner", "plan działania" i "zobowiązanie" można znaleźć w dokumencie "Wytyczne dla Partnerów".

W wielu organizacjach większość z tych danych można zgromadzić korzystając z własnego personelu technicznego.

B. Dokumentacja i pomiary parametrów eksploatacyjnych systemu

Ponieważ liczba wentylatorów może być bardzo duża, zaleca się dokumentowanie wymienionych elementów dla 50 największych wentylatorów lub dla 3 największych grup wentylatorów. Innym podejściem może być skoncentrowanie się na wszystkich wentylatorach z dwóch różnych zastosowań, np. ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja (HVAC) lub transport materiałów.

Zebranie tych danych może być przeprowadzone przez własny personel techniczny przedsiębiorstwa albo przez stronę trzecią, którą może być np. Wprowadzający (Endorser) programu MCP.

C. Globalne wskaźniki eksploatacyjne systemu

Na podstawie zebranych danych można oszacować poniższe globalne wskaźniki eksploatacyjne systemu.

Dane zbiorcze			
Zużycie energii elektrycznej przez wentylatory [kWh/r]		Całkowite zużycie energii elektrycznej [kWh/r]	
Udział wentylatorów w zużyciu energii elektrycznej [%]			
Dane charakterystyczne systemu (dla każdego systemu)			
Moc elektryczna systemu [kW]		Obliczeniowy przepływ objętościowy [m ³ /s]	
Moc właściwa wentylatora (SFP) [kW/(m³/s)]			

Należy zauważyć, że dla wielu systemów (szczególnie o mocach mniejszych od 20 kW) potencjalne oszczędności mogą nie uzasadniać złożonego i kosztownego procesu zbierania danych, niezbędnych do ustalenia dokładnych wartości liczbowych.

Drugą opcją jest stosowanie wskaźników ekonomicznych zamiast fizycznych, jak np. koszt wskaźnikowy w EUR/(m³/s). W takich przypadkach należy uwzględnić dodatkowe czynniki; można też zastosować odpowiednie przybliżenia, jak:

- nakłady inwestycyjne w stosunku rocznym można oszacować na 7% bieżących kosztów wymiany całego systemu,
- koszty obsługi i konserwacji można przyjąć 4—5% bieżących kosztów wymiany,
- koszty energii można oszacować na podstawie mocy znamionowej i godzin pracy.

Wskaźników tych nie stosuje się, jeżeli przyjęto wskaźniki fizyczne.

3. Ocena technicznych środków oszczędności energii

Powszechnie uważa się, że znaczne oszczędności energii można uzyskać przez bardziej staranne wykorzystanie dostępnych wentylatorów, w szczególności przez dokładniejsze i bardziej racjonalne projektowanie systemu (kanały, złącza, urządzenia regulacyjne). Jakkolwiek istnieje wiele przykładów na to, jak można polepszyć sprawność energetyczną, poniżej podano zestawienie kluczowych możliwości. Istotną trudność w projektowaniu energooszczędnego systemu wentylatorowego stanowi dokładne przewidywanie strat, bez czego nie można wyznaczyć charakterystyk systemu. Układy sterowania i regulacji są niezbędne w celu ciągłego dopasowania systemu do żądanej wydajności wentylatora. Chociaż wentylator może być instalowany tak, aby optymalnie spełniał "projektowe średnie warunki pracy", to powinien również prawidłowo pracować przy innych obciążeniach.

Środkami podejmowanymi dla oszczędności energii mogą być albo usprawnienie konkretnych podzespołów systemu, albo całościowa poprawa systemu. Należy zauważyć, że całkowita sprawność systemu jest przeważnie wyznaczona przez element o najniższej sprawności. Stosowanie tylko niektórych energooszczędnych elementów nie gwarantuje więc wysokiej sprawności całego systemu, ponieważ całkowita sprawność systemu wentylatorowego jest iloczynem sprawności poszczególnych podzespołów systemu. Wzajemne oddziaływanie zespołu wentylatorowego z resztą systemu może mieć decydujące znaczenie dla powodzenia jego zastosowania pod względem wymaganych osiągnięć i oszczędności energii. Efekty związane z systemem mogą mieć duży udział procentowy w stratach obliczonych dla danego obwodu powodując, że wentylator będzie pracował daleko od projektowego punktu pracy lub nawet mogą spowodować, że wentylator ten będzie nieodpowiedni dla danej aplikacji.

Można, i należy, działać w kierunku efektywnego wykorzystania wentylatora przez staranne zbadanie wszystkich źródeł strat. Prawdą jest, że sam wentylator powinien być prawidłowo zaprojektowany, ale wszystkie wysiłki włożone w prawidłowe zaprojektowanie maszyny mogą być zmarnowane jeżeli pozostałe kroki procedury doboru i projektowania nie zostaną starannie przeprowadzone. Ścisłej mówiąc, oszczędności energii są możliwe przy zapewnieniu: starannego doboru wentylatora, dostosowania cyklu pracy, usprawnienia układu napędowego oraz systemu kanałów wentylacyjnych.

Poniższe ustępy ukazują środki oszczędności energii o potencjalnie dużym znaczeniu, które mogą mieć zastosowanie w systemie. Środki te są przedstawione począwszy od takich, które mogą silnie wpływać na oszczędność energii i są najłatwiejsze do wdrożenia.

Możliwości zmniejszenia zużycia energii przez wentylator są rozważane w czterech następujących kategoriach:

- a) **Projektowanie systemu wentylacyjnego na minimum strat** dla danego obciążenia roboczego, uwzględniając długość, położenie i pole przekroju poprzecznego kanałów wentylacyjnych oraz zmiany kierunku przepływu.
- b) **Dobór wentylatora optymalnego dla danego obciążenia i warunków pracy** — wymaga znajomości nie tylko żądanych obciążeń szczytowych ale

także amplitudy i zmienności obciążenia w czasie. Na dobór mają również wpływ efekty związane właściwościami systemu.

- c) **Wybór rodzaju regulacji punktu pracy wentylatora** — obejmuje: dławienie, regulację prędkości, zmienną geometrię itp.
- d) **Sprawność wentylatora** — różne typy wentylatorów mają różną sprawność szczytową, przy czym najwyższą sprawnością charakteryzują się wentylatory osiowe z łopatkami o profilu płata aerodynamicznego. Wentylatory, nawet tego samego typu, mogą się znacznie różnić pod względem sprawności szczytowej; należy zatem zawsze wybierać wentylator o największej sprawności.

Poniżej przedstawiono listę najważniejszych środków stanowiących opcje, które należy uwzględnić w celu poprawy osiągnięć systemu wentylatorowego. Zestawienie to należy traktować tylko jako wskazówkę; w zależności od konkretnych wymogów systemu inne środki mogą być bardziej odpowiednie.

(1) Układ regulacji i napęd

Układ regulacji, obejmujący sterowanie zapotrzebowaniem i cykl pracy, ma istotny wpływ na oszczędność energii.

Cykl pracy

W celu zminimalizowania kosztów eksploatacyjnych należy przeprowadzić analizę zapotrzebowania na wentylację w zależności od pory roku, miesiąca i dnia. Wykorzystanie wyników tej analizy dla ustawienia zoptymalizowanego cyklu sterownika czasowego może radykalnie zmniejszyć zapotrzebowanie na energię. Przykładem dużych potencjalnych oszczędności może być zapotrzebowanie na wentylację poza godzinami pracy w budynkach komercyjnych lub w przemyśle.

Regulacja w zależności od zapotrzebowania

Na rynku dostępnych jest wiele systemów sterowania wentylacją zależną od potrzeb. Przez monitorowanie zapotrzebowania przepływ powietrza może być dostosowywany do aktualnych potrzeb. Istnie wiele urządzeń pozwalających na sterowanie przepływem powietrza. Jednym z najczęściej stosowanych jest napęd z regulowaną prędkością, zasilany z przemiennika częstotliwości². Dla większych wentylatorów osiowych powszechnie stosowaną metodą regulacji przepływu powietrza jest zmiana kąta pochylenia łopatek.

(2) Silnik

- a) Wybór właściwego typu i mocy silnika. Przyjęcie nadmiernego marginesu bezpieczeństwa prowadzi do doboru silnika o zbyt dużej mocy znamionowej, i w konsekwencji, jest przyczyną dodatkowych strat. Nowoczesne silniki wykazują dobre właściwości eksploatacyjne przy obciążeniu od 80% do około 100 % obciążenia znamionowego, co ułatwia dobór. Niemniej dobór właściwej mocy silnika jest bardzo istotny.

² Należy zauważyć, że przemienniki częstotliwości wprowadzają dodatkowe straty (zwykle ok. 5%), które można zaniedbać, jeżeli wentylator często pracuje przy pełnym obciążeniu. Jeżeli nie ma potrzeby lub możliwości regulowania natężenia przepływu powietrza, należy unikać stosowania przemienników częstotliwości.

- b) Z wyjątkiem zastosowań do pracy w warunkach małych obciążeń, zawsze opłaca się stosować silniki energooszczędne klasy EFF2 lub EFF1, co zmniejsza straty, a zatem koszty eksploatacyjne (bliższe informacje można znaleźć w module dot. napędów elektrycznych).

(3) Układ przeniesienia napędu

- a) W każdym przypadku, gdy jest to możliwe, unikać przekładni zębatych,
- b) zmienić napęd pasowy klinowy na napęd bezpośredni,
- c) zmienić napęd pasowy klinowy na napęd pasem płaskim,
- d) zmienić napęd pasem płaskim na napęd bezpośredni.

W każdym przypadku, gdy jest to możliwe, należy unikać wprowadzania przełożenia między silnikiem a wentylatorem. Najwyższą sprawność zapewnia bezpośrednie sprzęgnięcie silnika i wentylatora na wspólnym wale.

(4) Kanały wentylacyjne

- a) System kanałów wentylacyjnych jest zwykle instalowany w budynkach lub obiektach przemysłowych po ukończeniu budowy głównej konstrukcji. Powoduje to czasem konieczność wprowadzania licznych łuków i zmian średnicy. Najczęściej instalowane są kanały o przekroju prostokątnym, podczas gdy, pod względem zużycia energii, lepsze są kanały okrągłe.
- b) Ponadto, po zainstalowaniu konieczne jest zrównoważenie sieci wentylacyjnej w celu uzyskania projektowych wydajności dla każdego pomieszczenia. Równoważenie sieci oznacza zwykle wprowadzanie przepustnic w niektórych ciągach wentylacyjnych, co powoduje dodatkowe straty ciśnienia, i w konsekwencji, marnotrawstwo energii. Dla uniknięcia tych strat konieczne jest prawidłowe planowanie systemu wentylacyjnego.

(5) Dobór wentylatora, obsługa i konserwacja

Dodatkowe oszczędności można także uzyskać przez wybór odpowiedniego wentylatora. Prawidłowy dobór wentylatora ułatwiają obecnie programy doboru wentylatorów, opracowane przez producentów. Oszczędności można także uzyskać przez regularną obsługę i konserwację wentylatorów i podzespołów systemu.

Potencjał oszczędności dla omawianych środków technicznych oraz możliwości ich stosowania w nowych systemach, remontach głównych i modernizacji systemu, przedstawiono w tabeli 3. Oczywiście, możliwość zastosowania konkretnych środków i wartość oszczędności wyrażonej w pieniądzu, zależą od wielkości i rodzaju działalności przedsiębiorstwa. Tylko w oparciu o ocenę systemu i potrzeb przedsiębiorstwa można stwierdzić jakie środki są zarówno możliwe do zastosowania, jak i rentowne. Ocena taka może być dokonana przez kwalifikowane przedsiębiorstwo techniczne, którym może być np. Wprowadzający (Endorser) programu MCP, lub przez własny wykwalifikowany personel techniczny.

Tabela 3. Potencjał oszczędności energii oraz możliwości zastosowania środków technicznych proponowanych dla systemów wentylatorowych

Środki oszczędności energii	Zakres oszczędności [%]	Możliwości zastosowania w systemie		
		nowy	remont główny	modernizacja
(1) Układ regulacji				
a) Cykl pracy	10 do 50			☺
b) Regulacja w zależności od zapotrzebowania	-5 do 50		☺	☺
(2) Silnik				
a) Dobór właściwego typu i mocy silnika	5 do 20	☺	☺	
b) Dobór silnika energooszczędnego (HEM) EFF1	2 do 10	☺	☺	
(3) Przeniesienie napędu				
a) zastąpienie napędu pasowego klinowego napędem bezpośrednim	5 (większe went.) do 15 (mniejsze went.)	☺	☺	
b) zastąpienie napędu pasowego klinowego napędem z pasem płaskim	5-10		☺	☺
(4) Kanały wentylacyjne	około 15	☺	☺	
(5) Dobór i konserwacja wentylatora	5 do 15	☺	☺	

Niniejszy dokument podaje tylko przegląd środków oszczędności energii w systemach wentylatorowych. Bliższe informacje można znaleźć w MCP Tool Box, który zawiera wytyczne na temat środków technicznych i oceny wentylatora pod względem kosztów w jego cyklu żywotności. Należy pamiętać, że oszczędności uzyskane dzięki takim czynnikom jak: obsługa i konserwacja, nieplanowane przestoje, montaż i przekazanie do eksploatacji, są często większe niż uzyskane z redukcji kosztów energii. W tabeli 4 pozostawiono wolne miejsce dla uwzględnienia tych czynników, w przypadkach, gdy można je łatwo oszacować.

Tabela 4. Wyniki oceny systemu wentylatorowego

Środki oszczędności energii	Konkretne, zaproponowane działanie	Oszacowane roczne oszczędności energii (1)	Zmiana w rocznych kosztach eksploatacji i obsługi (2)	Dodatkowy koszt inwestycyjny (2)	Oszacowany okres zwrotu nakładów (w miesiącach)

Legenda:

- (1) Jeżeli nie można dokładnie zmierzyć oszczędności energii (co jest częstym przypadkiem) to można je oszacować na podstawie wyników oceny oraz za pomocą ogólnie przyjętych współczynników technicznych.
- (2) Nakłady inwestycyjne oraz koszty eksploatacji i konserwacji stanowią oszacowanie zmian tych kosztów odniesionych do środków, które należałoby ponieść bez zobowiązania Partnera w ramach programu Motor Challenge. Może to być na przykład: dodatkowa inwestycja w urządzenia o wyższej wydajności, wzrost/redukcja kosztów konserwacji i obsługi, oszczędności związane z poprawą jakości lub niezawodności itp.

Wnioski z oceny winny określać środki, które mogą być zastosowane w systemie, a także zawierać oszacowanie oszczędności, koszt danego środka, jak również okres zwrotu nakładów. Wyniki oceny są wewnętrznymi, poufnymi danymi przedsiębiorstwa i nie są przedstawiane Komisji.

4. Plan działania

Plan działania przedsiębiorstwa, zaproponowany w formie jak niżej, powinien wskazywać:

- harmonogram wdrażania przyjętych środków technicznych,
- uzasadnienie wyłączenia środków, których postanowiono nie wdrażać.

Plan działania przedstawia się Komisji. Po zatwierdzeniu planu, przedsiębiorstwo uzyskuje status Partnera programu MCP.

Środki oszczędności energii	Wykonalność ⁽¹⁾	Konkretne działania ⁽²⁾	% Pokrycia ⁽³⁾	Harmonogram ⁽⁴⁾	Oczekiwane oszczędności ⁽⁵⁾ (MWh/r)

Legenda:

(1) **Wykonalność.** Wskazać przeszkody dla wdrożenia, podając jeden lub więcej z poniższych kodów:

- NA Nie stosowalny z przyczyn technicznych
- NP Nie opłacalny
- NC Nie rozważany, gdyż oszacowanie byłoby zbyt kosztowne

Jeżeli dane pole pozostaje niewypełnione, środek oszczędnościowy uważany jest za równocześnie możliwy do zastosowania i opłacalny.

(2) **Konkretne działania.** W celu wdrożenia jednego środka oszczędności energii można zastosować kilka konkretnych działań. Na przykład, zakup detektora wycieku i wymiana niskiej jakości szybkozłączeń, mogą być działaniami odpowiadającymi środkowi technicznemu "zmniejszenie wycieków powietrza".

(3) **% Pokrycia.** Jeżeli proponowane przez Partnera zobowiązanie obejmuje kilka systemów wentylatorowych, w tej kolumnie należy wskazać procentowy udział systemów dla których konkretne działania będą wdrażane. Udział ten można ocenić stosując najbardziej dogodny wskaźnik: liczbę systemów, moc, zużycie energii. Należy określić zastosowany wskaźnik, np. "%"; "%kW", "%kWh".

(4) **Harmonogram.** Horyzont czasowy, w którym działanie zostanie przeprowadzone. Może to być określony termin lub czasookres, lub może to być okres zależny od pewnych innych działań, np. „po wymianie wentylatora” lub „po modernizacji malarni”.

(5) **Oczekiwane oszczędności** wyrażone w MWh/r. Często będzie to oszacowanie wykonane zgodnie z powszechnie przyjętą praktyką.

5. Raport roczny

W raporcie rocznym, przedkładanym Komisji, należy przedstawić postęp prac w ramach realizacji planu działania oraz zamieścić komentarz na temat wszelkich nowych lub skorygowanych inicjatyw. Zaleca się zastosowanie poniższego formularza raportu, przy czym raport należy aktualizować corocznie. Dwie kolumny z lewej strony są skopiowane z planu działań opracowanego przez Partnera, w formie zatwierdzonej przez Komisję.

Zatwierdzony plan działań		Raport roczny za rok 20xx
Działania, które zdecydowano wdrażać dla uzyskania oszczędności energii dla poszczególnych systemów	Uzgodniony horyzont czasowy dla danego działania	Osiągnięty postęp prac, wyrażony procentowo, wraz z ewentualnym komentarzem ⁽¹⁾
Działanie 1		
Działanie 2		

(1) Postęp prac może być wyrażony procentowo w odniesieniu do odpowiedniego wskaźnika, np. jako część systemów objętych planem działania, dla którego dane działanie zostało ukończone.

Partnerzy mogą uznać za korzystne opracowanie niektórych części poniższej syntezy wyników realizacji zobowiązań wobec programu MCP. Zaleca się (choć nie jest to wymóg), aby taką syntezę przedstawić Komisji.

Synteza raportu rocznego		
	Od czasu podjęcia zobowiązania	W bieżącym roku
Odsetek ukończonych działań wg planu działania		
Oszacowanie całości nakładów inwestycyjnych objętych planem (000 EUR) ⁽¹⁾		
Oszacowana zmiana kosztów eksploatacji i obsługi, nie obejmujących kosztów energii (000 EUR) ⁽¹⁾		
Oszacowanie oszczędności energii (MWh) ⁽²⁾		
Udział wentylatora w zużyciu energii elektrycznej ⁽³⁾		
Ogólny wskaźnik jednostkowych kosztów sprężonego powietrza (EUR/000 Nm ³)		

- (1) Nakłady inwestycyjne oraz koszty eksploatacji i konserwacji stanowią oszacowanie zmian tych kosztów odniesionych do środków, które należałoby ponieść bez zobowiązania Partnera w ramach programu Motor Challenge. Może to być na przykład: dodatkowa inwestycja w urządzenia o wyższej wydajności, wzrost/redukcja kosztów konserwacji i obsługi, oszczędności związane z poprawą jakości lub niezawodności itp.
- (2) Ogólnie rzecz biorąc, dokładny pomiar oszczędności energii jest trudny. Zwykle wyciąga się je, stosując oszacowanie proporcjonalne oparte na wynikach oceny lub na podstawie ogólnie przyjętych w przemyśle współczynników technicznych.
- (3) Zużycie energii elektrycznej przez wszystkie wentylatory podzielone przez całkowite zużycie energii elektrycznej zakładu.

