



Europejski
Instytut Miedzi
Copper Alliance



Efektywność energetyczna

Samoocena efektywności energetycznej w przemyśle

Didier Wijnants, Forte
Bert Wellens, 3E

Maj 2013

Nr ref EIM: EIM02501

Streszczenie

Przedsiębiorstwa przemysłowe, poszukując sposobów obniżenia zużycia energii, często zwracają się do zewnętrznych ekspertów o ocenę efektywności energetycznej zakładu. Chociaż jest to w zasadzie dobry pomysł, pozostawienie całego zadania doradcy z zewnątrz było by nieroztropne. Identyfikacja obiecujących możliwości oszczędności energii wymaga starannego wglądu w procesy zakładu i głębokiej znajomości procesu technologicznego. Inżynierowie i operatorzy zakładu mają zwykle znacznie lepsze rozeznanie swojego zakładu niż zewnętrzni doradcy. Jest, zatem dobrym pomysłem żeby rozpocząć ten proces samooceną traktowaną, jako wstęp do oceny zewnętrznej albo jej uzupełnienie.

Od czego powinna zaczynać się samoocena? Niniejszy artykuł przedstawia podejście krok po kroku do przeprowadzenia samooceny w zakresie efektywności energetycznej – od określenia zakresu do wdrożenia planu działania. Należy zebrać i przeanalizować dane dotyczące energii, zidentyfikować środki oszczędności energii oraz oszacować wiążące się tym koszty i korzyści. Omawiamy przy tym szereg wziętych z życia przypadków z różnych gałęzi przemysłu, ukazujących zarówno łatwe do zastosowania środki jak i rozwiązania kapitałochłonne.

Wprowadzenie

Artykuł jest przeznaczony dla kierowników zakładów przemysłowych poszukujących sposobów obniżenia zużycia energii w sposób zrównoważony. Jest wynikiem licznych obserwacji i rozważań dotyczących programów efektywności energetycznej i oszczędności energii w przedsiębiorstwach przemysłowych.

Jest oczywiste, że większość ludzi zdaje sobie sprawę ze znaczenia efektywności energetycznej i mają świadomość jakiego rodzaju środki należy podjąć w celu obniżenia zużycia energii. Jak zauważa Hans Nilsson w swojej rubryce w ECEEE FourFact¹ z listopada 2012 [1]: "Wiedzą, że powinni zmienić żarówki i oprawy oświetleniowe, powinni zmienić, zainstalować i nastawić termostaty, powinni zainstalować napędy o regulowanej prędkości i wymienić pompy, izolować termicznie ściany i strychy, uszczelnić i ocieplić drzwi i okna. Tak, wiedzą, że powinni to wszystko zrobić. Tylko nie teraz. Musi to poczekać do następnego razu jak będą mieli okazję". Wszystko, co Nilsson mówi jest prawdziwe, szczególnie gdy chodzi o przedsiębiorstwa przemysłowe i ich pracowników: większość z nich wie co powinni zrobić ale wiele drobnych, czasami ukrytych, barier uniemożliwia kierownikom zakładów podjęcie takich kroków tu i teraz.

Jedną z takich barier jest związana z **finansowaniem**. Wdrażanie projektów służących poprawie efektywności energetycznej może zajmować dużo czasu, ponieważ decyzje budżetowe są zwykle podejmowane na poziomie korporacyjnym a nie na poziomie zakładu [2]. Dla większości przedsiębiorstw efektywność energetyczna nie jest podstawowym segmentem działalności a wiele z tego rodzaju projektów wymaga znacznych nakładów inwestycyjnych na poziomie korporacji. Ponadto, kierownicy ds. zakupów koncentrują się na ogół na początkowych nakładach inwestycyjnych i poświęcają mniej uwagi towarzyszącym kosztom eksploatacyjnym, jak zużycie energii. Jeżeli nawet uwzględniają zużycie energii to często narzucają czasy zwrotu prawie niemożliwe do zrealizowania. Ponieważ koszt początkowy jest tylko wierzchołkiem góry lodowej, podejście uwzględniające koszt cyklu życia często ujawnia, że wyższy nakład początkowy spłaca się ostatecznie dzięki niższym kosztom energii.

Inną barierą uniemożliwiającą menadżerom działanie na bieżąco jest **brak znajomości faktycznego zużycia energii**. Menadżerowie zajmujący się użytkowaniem energii w zakładzie przemysłowym mają dobre rozeznanie całkowitego zużycia, ale na ogół nie dokonują jego szczegółowego podziału. Rzadko kiedy wiedzą ile energii jest zużywanej przez każdy proces indywidualnie, ile to dokładnie kosztuje oraz czy energia jest wykorzystywana efektywnie. Trudno, zatem wykryć obiecujące możliwości oszczędności energii. To jest faktycznie jednym z powodów, dla którego wiele przedsiębiorstw przemysłowych zwraca się do zewnętrznych doradców w celu dokonania oceny efektywności energetycznej przedsiębiorstwa. Jednakże doradcy ci stają przed tym samym problemem: wykrycie mniej oczywistego potencjału oszczędności energii wymaga posiadania szczegółowych danych na temat rzeczywistego wykorzystania energii, w rezultacie wiele możliwości pozostaje nieujawnionych.

¹ European Council for an Energy Efficient Economy – Europejska Rada ds. Efektywnej Energetycznie Gospodarki

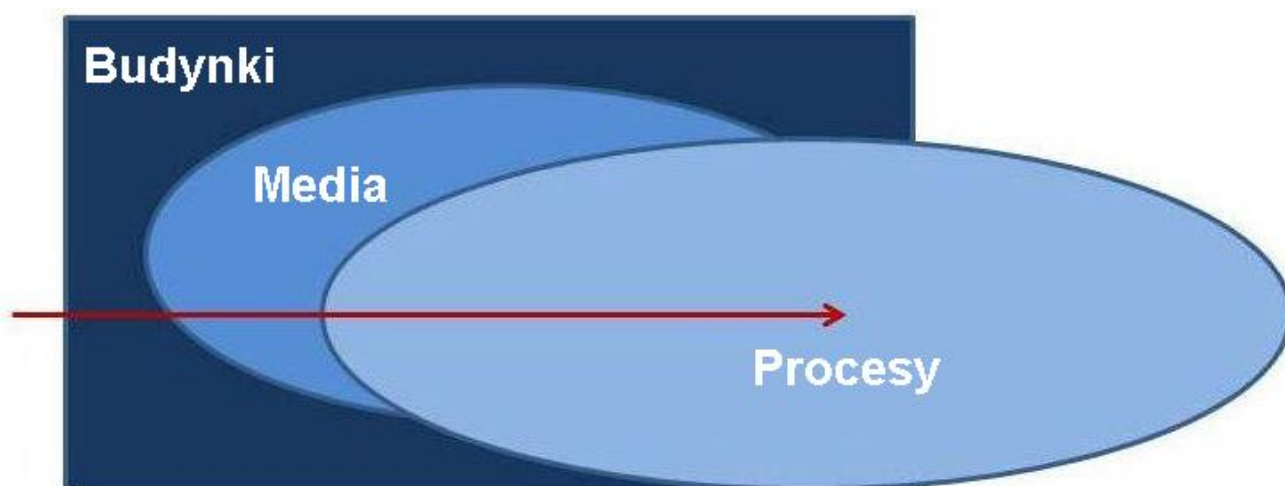
W celu rozwiązania tej łamigłówki przedsiębiorstwa przemysłowe powinny brać pod uwagę przeprowadzenie samooceny swojej efektywności energetycznej. Niniejszy artykuł uzasadnia, że **samoocena jest działaniem dopełniającym** ocenę zewnętrznego eksperta, a nawet może mieć decydujące znaczenie dla znalezienia najlepszej kombinacji istniejących możliwości poprawy efektywności energetycznej. Niestety większość przedsiębiorstw nie wie, od czego zacząć. W niniejszym artykule przedstawiono poradnik samooceny efektywności energetycznej dla przedsiębiorstw przemysłowych. Podaje on ramy oraz podejście krok po kroku ilustrowane *wziętymi z życia przykładami*, ukazujące, w jaki sposób można znaleźć możliwości oszczędzania energii i obniżenia jej zużycia w sposób zrównoważony.

Efektywność energetyczna w środowisku przemysłowym

Złożoność użytkowania energii w przemyśle

W budynkach komercyjnych ustalenie zużycia energii jest sprawą stosunkowo prostą. Natomiast w środowisku przemysłowym jest to o wiele bardziej złożone. Zużycie energii w zakładzie przemysłowym można ogólnie podzielić na trzy części:

- Energia przeznaczona dla samego budynku, głównie dla celów ogrzewania, chłodzenia i oświetlenia
- Energia używana przez media zakładu takie, jak wewnętrzna sieć elektryczna, (kable i transformatory), system pary technologicznej i system sprężonego powietrza
- Energia używana przez procesy produkcyjne, dostarczana bezpośrednio lub za pośrednictwem mediów zakładowych.



Rysunek 1. W wielu przypadkach głównymi konsumentami energii w zakładzie przemysłowym są procesy produkcyjne.

Budynki rzadko mają największy udział w zużyciu energii, z wyjątkiem pomieszczeń czystych przeznaczonych dla najnowocześniejszych technologii. W najbardziej energochłonnych przemysłach budynki stanowią 10% lub mniej, całkowitego zużycia energii. Oznacza to, że inwestycje w tej dziedzinie mogą mieć tylko marginalny udział w poprawie efektywności energetycznej. Znacznie bardziej istotny jest udział mediów. Media przekształcają energię jednego nośnika na inny (np. wysokie napięcie na niskie, gaz ziemny w parę, energię elektryczną w sprężone powietrze), jest to proces, który **zawsze** prowadzi do strat energii. Media są powszechnie obecne w każdym zakładzie przemysłowym, zatem stanowią znaczącą część całkowitego zużycia energii. Jednak w większości przypadków głównymi odbiorcami energii w zakładzie przemysłowym są procesy produkcyjne.

Jak z tego wynika, istotne oszczędności energii można uzyskać przez optymalizację procesów i użytkowania mediów. Jednakże te dwa obszary zużycia energii są bardzo specyficzne dla konkretnego zakładu i silnie zależą od technologii procesów. Ponadto, faktyczne koszty energii ponoszone przez zakład przemysłowy zależą od zdolności produkcyjnej i jej rozłożenia w czasie. Struktura taryf za energię elektryczną dla przemysłu jest raczej skomplikowana, gdyż zależą one nie tylko od faktycznego zużycia energii, ale także od zapotrzebowania

szczytowego, pory roku i godzin w ciągu doby. W istocie, w niektórych gałęziach przemysłu można uzyskać znaczne oszczędności drogą optymalizacji zapotrzebowania szczytowego.

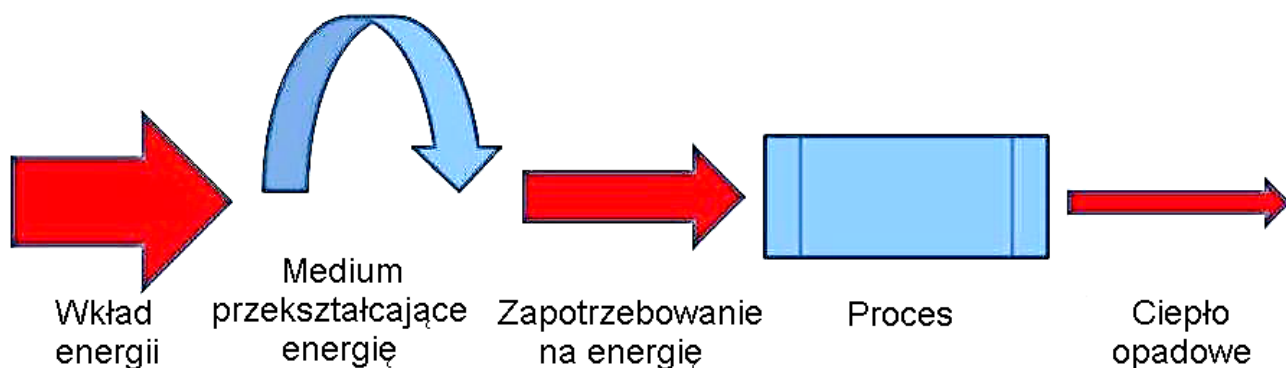
To wszystko odnosi się jednak do **podstawowej działalności przemysłowej**. Procesy i harmonogram produkcji są przeważająco mierzone zapotrzebowaniem i precyzyjnie dostrojone w celu zapewnienia jakości i produktywności. Zwykle w już zaprojektowanym i funkcjonującym systemie jest niezwykle trudno cokolwiek zmienić z powodów tzw. drugorzędnych takich, jak efektywność energetyczna. Inaczej mówiąc, trudno przekonać zarząd firmy lub kierownictwo zakładu do ponownego rozważenia projektu procesu technologicznego pod kątem oszczędności energii. Jednakże **przedsiębiorstwa, które miały odwagę podjąć takie zagadnienia, często osiągają znaczne korzyści finansowe**. W dalszym ciągu artykułu przedstawimy przykłady dowodzące, że takie podejście się opłaca.

Środki oszczędności energii wykraczające poza najprostsze rozwiązania

Trzy sposoby oszczędzania energii

We wszystkich trzech dziedzinach (budynki, media i procesy) istnieją trzy podstawowe sposoby oszczędzania energii:

- Poprawa sprawności energetycznej stosowanych urządzeń
- Obniżenie zapotrzebowania energii poprzez modyfikację istniejących rozwiązań lub operacji.
- Energia zużywana przez procesy produkcyjne, dostarczana bezpośrednio lub za pośrednictwem mediów zakładowych.



Rysunek 2. Oszczędzanie energii oznacza poprawę sprawności energetycznej urządzeń, obniżenie zapotrzebowania na energię i wykorzystanie ciepła odpadowego.

Wiele przedsiębiorstw przemysłowych nadal eksploatuje starsze urządzenia albo jeszcze nie zoptymalizowało ich pod względem efektywności energetycznej. Poprawa sprawności energetycznej urządzeń jest dosyć prostym i posiadającym wielki potencjał środkiem. Jednak dwie inne opcje mogą być jeszcze bardziej obiecujące.

Najwyższy priorytet – obniżenie zapotrzebowania na energię

Z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju, obniżenie zapotrzebowania na energię ma wyższy priorytet niż odzysk ciepła odpadowego. Niestety, jest to raczej trudne podejście. Jednak trudne nie oznacza niemożliwe lub niewarte starania, jak pokazano na przykładzie miejskiej oczyszczalni ścieków.

Zakład używa szeregu dmuchaw dostarczających tlen dla procesu tlenowego oczyszczania ścieków. Dmuchawy te zużywają znaczną część mocy pobieranej przez oczyszczalnię i zostały starannie dobrane pod względem maksymalnej sprawności energetycznej. Czy to wystarcza? Nie, ponieważ nawet przy najwyższej sprawności dmuchaw w przybliżeniu dwie trzecie pobieranej energii jest nieuchronnie tracone w postaci ciepła. Jak można obliczyć z praw termodynamiki: jeden dział powietrza na wyjściu dmuchawy wymaga dostarczenia trzech działów energii elektrycznej.

Z tego powodu zakład zbadał wykonalność obniżenia przepływu powietrza dmuchawy o 10%. Zbadano powtórnie system dyfuzorów i sterowania i okazało się, że przez zastosowanie właściwie dobranej zmiennej sterowania w procesie nityfikacji (stężenie amoniaku zamiast koncentracji rozpuszczonego tlenu) można skutecznie obniżyć zapotrzebowanie powietrza dmuchawy.

Wykorzystanie ciepła odpadowego: możliwości w przemyśle

Powszechną praktyką w przemyśle procesów chemicznych (w niektórych procesach nawet podstawową) jest odzyskiwanie ciepła z procesów egzotermicznych i użycie go w procesach endotermicznych. W innych przemysłach istnieje mnóstwo możliwości tego samego rodzaju. Na przykład, chłodzenie sprężarki powietrza wytwarza ciepło o temperaturze zwykle poniżej 50°C, które może być wykorzystane do ogrzewania pomieszczeń. Inne strumienie ciepła odpadowego mają temperatury około 90°C, co oznacza, że mogą być efektywnie wykorzystane do wytwarzania chłodu za pomocą chłodziarek absorpcyjnych. Ścieki przemysłowe, nawet o stosunkowo niskich temperaturach mogą być doskonałym źródłem ciepła dla pompy ciepła, umożliwiając wytwarzanie ciepłej wody użytkowej.

Potrzeba otwartego, wolnego od uprzedzeń podejścia

Znajdywanie możliwości sięgających dalej niż gotowe rozwiązania

Ponieważ użytkowanie energii w zakładach przemysłowych jest złożone i ma charakter specyficzny dla poszczególnych zakładów, rozwiązania będą się różniły w zależności od zakładu i będziemy potrzebowali innych opcji niż gotowe, dostępne od ręki rozwiązania. **Musimy być bardziej pomysłowi i przedsiębiorczy.** Powinniśmy być gotowi przekraczając sztywne ramy myślenia, przeciwstawić się głęboko zakorzenionym poglądom i ponownie rozważyć poczynione w przeszłości założenia. Otwarte, wolne od uprzedzeń podejście może prowadzić do środków, które jak tego dowodzą poniższe przykłady, są zarówno łatwe do wprowadzenia jak i bardzo skuteczne.

10% oszczędności energii dzięki ponownej ocenie wartości zadanej

Producent materiału budowlanego stosuje 10% stężenie cząstek stałych w endotermicznej reakcji w roztworze wodnym. Wskutek tego musi ogrzewać dziesięć ton wody na każdą tonę substancji stałej. Zadana wartość 10% została oparta na obszernych badaniach przeprowadzonych w przeszłości. Większa dokładność nowego układu regulacji umożliwiła zwiększenie stężenia do 11%, co wymaga ogrzewania mniejszej ilości wody. Ponowna ocena wartości zadanej oznacza oszczędność 10% energii i proporcjonalne zwiększenie zdolności produkcyjnej.

Przewód obejściowy zamknięty po ponownej ocenie projektu

Producent chemikaliów czystych eksploatuje pewne urządzenie w procesie periodycznym. Urządzenie jest wyposażone w przewód obejściowy (bocznik) w celu uniknięcia wstrząsów cieplnych w wymienniku ciepła. Bocznik ten jednak zużywa nie mniej niż 20% znacznego zużycia pary całego urządzenia. Fakt ten został wykryty przez studenta inżynierii, który opracował szczegółowy bilans masy i energii dla tego urządzenia. Producent zwrócił się wtedy do dostawcy wymiennika ciepła z zapytaniem czy użycie bocznika jest konieczne. Dostawca potwierdził, że usunięcie bocznika nie stwarza ryzyka dla czasu życia urządzenia. Bocznik jest obecnie zamknięty.

Dostosowanie do struktury taryf

Należy w odpowiedni sposób uwzględnić strukturę taryf za energię elektryczną. Rozważmy dwa podobne przedsiębiorstwa A i B, przy czym struktura stawek dla Zakładu A przewiduje wysokie opłaty za zużycie energii i niskie opłaty za zapotrzebowanie szczytowe, natomiast Zakład B ma niskie opłaty za energię, lecz wysokie za opłaty za zapotrzebowanie szczytowe. Obydwa zakłady wymagają ciągłej dostawy wody procesowej. W takim przypadku, Zakład A wybierze zainstalowanie zbiorników buforowych, które będą napełniane w czasie, gdy opłaty za energię są niskie, natomiast Zakład B będzie preferował pompowanie wody ze stałym natężeniem przepływu, wykorzystując efektywne sterowanie, np. napędy z regulowaną prędkością.

Motywy przeprowadzenia samooceny

Wiele przedsiębiorstw angażuje zewnętrznych konsultantów, lub nawet przedsiębiorstwa usług energetycznych (ESCO) do przeprowadzenia oceny efektywności energetycznej swoich zakładów. Jest to na ogół dobry pomysł, ponieważ konsultanci wnoszą kompetencje i wiedzę fachową z innych dziedzin przemysłu i przedsiębiorstw. Chociaż większość tego rodzaju kampanii jest udanych, to zawsze może się zdarzyć, że wiele możliwości, często bardzo istotnych, zostanie pominiętych. Jest po temu szereg powodów, jednym z nich jest tendencja do preferowania najnowocześniejszych, kapitałochłonnych rozwiązań zamiast prostych, niskokosztowych środków zaradczych. Podobnie, wiele niskokosztowych rozwiązań umyka uwadze, ponieważ konsultanci nie znają od podszewki całego zakładu. Ponadto konsultanci mają czasami trudności z rozpoznaniem tych elementów procesu, które można zmienić lub zoptymalizować. Nie są świadomi wszystkich założeń przyjętych w czasie projektowania. Konsultantowi nie jest łatwo uzyskać dogłębne zrozumienie faktycznego zużycia energii danego zakładu. W skrajnych przypadkach może to prowadzić do pomiarów przygotowawczych, które mogą pochłonąć praktycznie cały budżet oceny.

Natomiast inżynierowie i operatorzy zakładu dysponują znacznie większą wiedzą o swoim zakładzie. Mogą prześledzić wcześniejsze założenia i potrafią ocenić ich obecną zasadność. Ich ciągła obecność, jako pracowników, na terenie zakładu ułatwia im spostrzeżenie łatwo osiągalnych celów. Umożliwia im także ukierunkowanie pomiarów, mających za zadanie określenie gdzie dokładnie energia jest zużywana i w jakim celu.

Korzyści płynące z **dogłębnej wewnętrznej wiedzy na temat zakładu są nieocenione**. Są one głównym powodem, dla którego przedsiębiorstwa przemysłowe definitywnie powinny brać pod uwagę przeprowadzenie samooceny efektywności energetycznej.

Należy, jednak podkreślić, że samoocena nie eliminuje potrzeby oceny przez zewnętrznego konsultanta. Te dwa działania są w pełni kompatybilne i komplementarne. W rzeczywistości samoocena może być doskonałym wstępem do oceny zewnętrznej, ponieważ:

- Daje przedsiębiorstwu lepszy wgląd w osiągi istniejących systemów i pomaga zidentyfikować najważniejsze odbiorniki energii
- Zapewnia doskonałą podstawę dla pracy konsultanta
- Sama przez się uruchamia działania i stwarza podstawy do wdrażania.

Istotne jest także to, żeby konsultant uznał pracę wykonaną w ramach samooceny i uniknął jej powtarzania.

Uwaga: użytkowanie energii w przemyśle jest złożonym zagadnieniem, ponieważ silnie zależy ono od specyfiki zakładu. Dla tego głęboka, wewnętrzna znajomość zakładu jest bezwzględnie konieczna, tym bardziej, że może być potrzebna do dokonania zmian niektórych elementów procesu produkcji. To właśnie jest głównym powodem, dla którego zalecamy wykonanie samooceny efektywności energetycznej.

Podejście do samooceny efektywności energetycznej w przemyśle

Niniejszy rozdział przedstawia zarys przeprowadzenia w sześciu krokach samooceny efektywności energetycznej w przedsiębiorstwach przemysłowych. Dla powodzenia samooceny jest istotne, aby każdemu z tych kroków poświęcić należytą uwagę.

Krok 1: Określenie celu i zakresu samooceny oraz zakresu obowiązków

Norma ISO 50001 określa powszechnie uznane ramy włączenia efektu energetycznego do codziennej praktyki zarządzania przedsiębiorstwem [3]. Norma ta umożliwia organizacjom zintegrowanie zarządzania z ogólnymi działaniami na rzecz poprawy jakości, zarządzania środowiskowego i z innymi wyzwaniami, przed jakimi stają systemy zarządzania przedsiębiorstwem. Obejmuje ona opracowanie polityki bardziej efektywnego użytkowania energii, ustalenia celów i zadań dla realizowania tej polityki, wykorzystanie danych w celu lepszego rozumienia i podejmowania decyzji dotyczących użytkowania i zużycia energii, pomiary wyników i przegląd skuteczności tej polityki w celu ciągłej poprawy zarządzania energią. Promuje systemowe, zdroworozsądkowe

zarządzanie energią. Dodatkową zaletą ISO 50001 jest to, że przedsiębiorstwa mogą dzięki niej odnosić korzyści bez obowiązku uzyskania certyfikacji.

Zalecamy stosowanie ram normy ISO 50001 przy **definiowaniu podejścia do samooceny** oraz dla **ustalenia zakresu i celów projektu**. Należy dla tej pracy przeznaczyć wystarczającą ilość czasu i nie podchodzić do niej z nadmierną ostrożnością. Projekt musi być wykonywany przez zespół, w którym uczestniczą **wszystkie strony w organizacji**, które – zarówno formalnie, jak i nieformalnie – mają związek z tym tematem. W zespole takim zwykle uczestniczy specjalista ds. ochrony środowiska, inżynier procesu, inżynier projektu i kierownik ds. energetyki. Należy zapewnić czas i zaangażowanie się poszczególnych członków zespołu. Na koniec, niezbędne jest zaangażowanie się najwyższego kierownictwa: kierownik zakładu i kierownik zakupów muszą stymulować realizację projektu i w pełni wspierać wszystkie związane z nim działania, łącznie z wdrożeniem. Ustanowienie jasnego **planu komunikowania się**, skierowanego do każdego pracownika organizacji – od kierownika zakładu do robotników, a w niektórych przypadkach także do zewnętrznych dostawców.

Krok 2: Zebranie wszystkich niezbędnych danych dotyczących energii

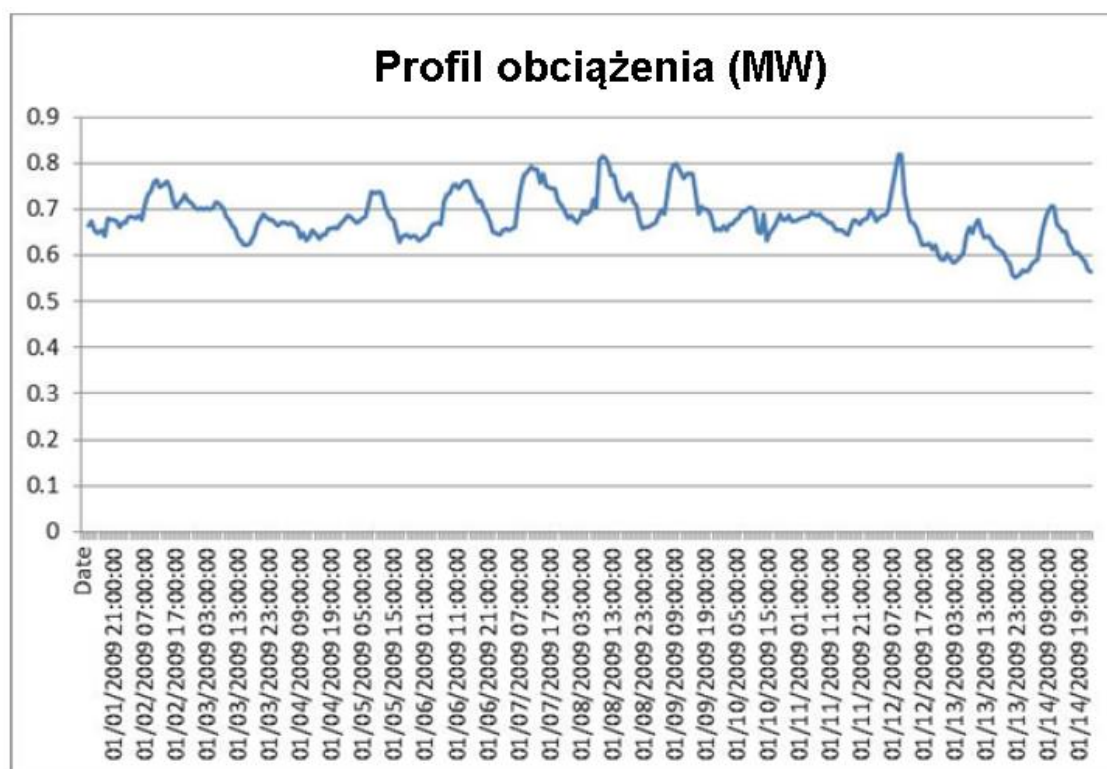
W celu znalezienia możliwości oszczędzania energii należy zidentyfikować znaczące odbiory energii i właściwe zmienne wpływające na zużycie energii. Należy zebrać wszystkie właściwe dane dotyczące energii. Po pierwsze, należy sprawdzić dostępne informacje gromadząc dane dotyczące miesięcznego zużycia energii dla poszczególnych nośników energii. Następnie należy zebrać dane z wszelkich subliczników zainstalowanych w różnych systemach. Zakłady mogą obecnie dostarczyć ogromne ilości danych pochodzących z liczników energii, ponieważ w ostatnich latach i dekadach ich technologia znacznie potaniała. Jest jednak niezbędne, aby dysponować danymi z wystarczająco szczegółowym podziałem. Należy gruntownie sprawdzić wszystkie poniższe aspekty:

- Czy opomiarowanie obejmuje **wszystkie nośniki energii**?
 - Energia elektryczna,
 - Para i gorąca woda,
 - Woda lodowa,
 - Sprężone powietrze.
- Czy system pomiarowy umożliwia porównanie zużycia według najbardziej właściwych zmiennych procesowych? Odnośne zmienne procesowe mogą obejmować:
 - Wydajność,
 - Stężenie wejściowe,
 - Jakość gotowego produktu (jeżeli jest ilościowo wymierna),
 - Temperaturę otoczenia i zawartość wilgoci,
 - Przestoje.
- Czy **interwały pomiarowe są wystarczająco krótkie** (np. jedna godzina, lub jeden dzień), aby umożliwić analizę wpływu cykli produkcyjnych i strukturę taryf? Niezbędne jest tutaj szerokie spojrzenie na harmonogram produkcji zakładu i na strukturę taryf różnych nośników energii.
- Czy dane są **kompletne i dokładne**? Ten aspekt mogą zweryfikować inżynierowie i operatorzy, którzy bardzo dobrze znają instalacje zakładu. Szczególnie ważna jest kalibracja pomiarów i sprawdzenie poprawności zbiorów danych.

W zależności od potrzeby należy skrócić interwały pomiarowe i/lub zainstalować dodatkowe liczniki [4]. W niektórych przypadkach można akceptować wartości szacunkowe, pod warunkiem, że będą obliczone z wystarczającą dokładnością i wiarygodnością. Przykładowo, zapotrzebowanie w ciepła w procesie suszenia może być oszacowane, jeżeli znane są ilości materiału wsadowego i produktu wyjściowego.

Krok 3: Monitorowanie wydajności energetycznej i wyznaczenie wskaźników wzorcowych

Na podstawie powyższych danych należy sporządzić szczegółowe profile dziennego zapotrzebowania energii, ukazujące udział każdego użytkownika energii w ujęciu godzinowym.

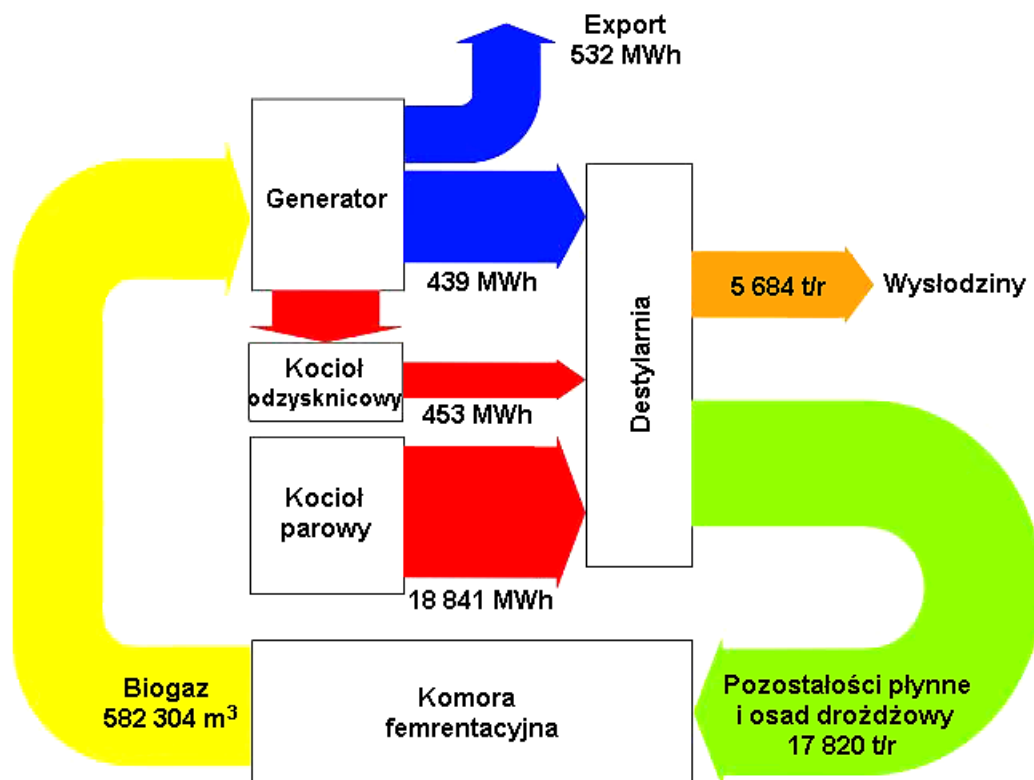


Rysunek 3. Powyższy profil obciążenia dowodzi, że można oszczędzać energię przez optymalizację sterowania system HVAC.

Profile obciążenia mogą być źródłem ważnych informacji.

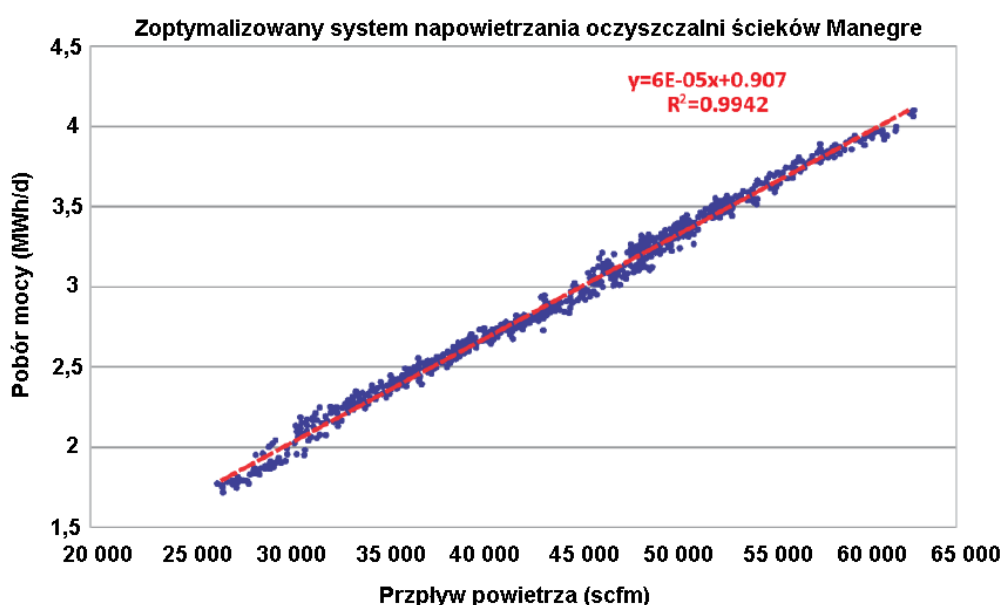
Rozważmy powyższy profil obciążenia, ukazujący pomiar mocy wykonywany w jednogodzinowych interwałach w okresie dwóch tygodni w miesiącu styczniu, w budynku administracyjnym na terenie zakładu przemysłowego. Pobór mocy jest sumą mocy pobieranej przez wentylację, elektryczne ogrzewanie rezystancyjne, chłodzenie, oświetlenie, systemy IT, itd. Profil ten ukazuje codzienny szczyt w dniach roboczych, który jest jednak relatywnie mały. Natomiast podczas weekendu można oczekiwać znacznego obniżenia zużycia energii elektrycznej. Dowodzi to, że istnieje możliwość oszczędności energii przez optymalizację sterowania systemu HVAC, na przykład przez zmniejszenie poboru świeżego powietrza i obniżenie zadanej temperatury na czas weekendu.

Należy sporządzić wyczerpujący **podział energii** całego zakładu lub konkretnego procesu produkcyjnego oraz przedstawić graficznie strumienie energii w postaci **wykresu Sankey'a**, ukazując wkład energii pochodzący od poszczególnych nośników, ich udział w zużyciu energii i straty energii.



Rysunek 4. Wykres Sankey'a obrazujący strumienie energii w procesie.

Następnie należy opracować **wskaźniki wydajności energetycznej** (EPI), które umożliwią obiektywne monitorowanie osiągnięć. Wskaźniki EPI porównują zużycie energii z różnych nośników z jedną spośród właściwych zmiennych procesowych, wymienionych w Kroku 2. Zmienne procesowe powinny być wybierane pod kątem możliwości kompleksowego ujęcia procesu i łatwości ich stosowania. W wyborze zmiennych może być pomocne zastosowanie technik analitycznych takich, jak analiza regresji wielorakiej. Może być także przydatne utworzenie wskaźników EPI dla poszczególnych części procesu, na przykład przez podzielenie procesu produkcyjnego na proces zasadniczy i jeden lub więcej dodatkowych procesów obróbki. Umożliwi to monitorowanie każdego podprocesu względem najbardziej odpowiedniej zmiennej, na przykład procesu głównego względem wydajności produkcji a procesu wykończenia produktu względem osiąganego poziomu jakości.



Rysunek 5. Pobór mocy przez system napowietrzania oczyszczalni ścieków w funkcji żądanego przepływu powietrza.

Rysunek 5 przedstawia pobór mocy przez system napowietrzania oczyszczalni ścieków w funkcji żądanego przepływu powietrza. Przebieg funkcji jest wyraźnie liniowy, pozbawiony rozrzutu, co świadczy, że system jest dobrze zoptymalizowany a sprawność dmuchawy jest prawie stała w całym zakresie pracy. Oznacza to, że w tej konkretnej oczyszczalni w USA zużycie energii elektrycznej na standardową stopę sześcienną dostarczanego powietrza może być użyte jako dokładny wskaźnik EPI dla dmuchawy powietrza.

Wszystkie wskaźniki EPI powinny być wizualizowane w postaci wykresów i systematycznie udostępniane osobom na najważniejszych stanowiskach w organizacji, co umożliwi monitorowanie osiągnięć i zużycia energii. Wskaźniki EPI są zwykle obliczane, jako średnie tygodniowe, miesięczne lub kwartalne zużycie energii, dzięki czemu umożliwiają szybkie zidentyfikowanie wszelkich anomalii. W razie potrzeby podstawowe dane mogą być monitorowane w krótszych przedziałach czasowych w celu umożliwienia bardziej dogłębnej analizy.

Zastosuj profile zużycia energii, podział energii i wskaźniki EPI do przeprowadzenia kompleksowej analizy porównawczej, jako ćwiczenie. Najpierw porównaj wyniki z wynikami odpowiednich podmiotów tego samego przedsiębiorstwa takich, jak inne zakłady lub konkretne procesy o podobnych parametrach wejściowych i wyjściowych. W razie znalezienia różnic przeanalizuj ich pochodzenie. Różnice w wydajności energetycznej mogą mieć różne przyczyny:

- Drobne różnice w użytych surowcach lub materiałach wejściowych
- Proces może być inaczej zaprojektowany, co prowadzi do znaczącego wpływu na sposób użytkowania i zużycie energii oraz osiągi
- Brak lub obecność instalacji redukcji zanieczyszczeń w powietrzu lub oczyszczania ścieków
- Instalacje procesowe mogą być eksploatowane w inny sposób, przy użyciu alternatywnych układów regulacji i sterowania i/lub przy innych nastawach
- Zarządzanie jakością lub parametry produktu mogą być odmienne.

Niektóre rezultaty można także porównywać z ogólnymi wskaźnikami i/lub najlepszymi praktykami dostępnymi w literaturze. Można nawet porównać wyniki z innymi przedsiębiorstwami. Konkurenci są czasami zaskakująco skłonni do dzielenia się swoimi danymi, o ile wasze przedsiębiorstwo także udostępni swój zbiór danych.

Krok 4: Identyfikacja środków oszczędzania energii

W celu identyfikacji możliwych środków służących oszczędzaniu energii trzeba przyjąć możliwie rozległą perspektywę. Należy sporządzić listę łatwych do osiągnięcia celów jak również środków kapitałochłonnych, biorąc pod uwagę zastąpienie takich urządzeń, jak starsze silniki czy pompy, oraz rozpoznać możliwości odzysku ciepła odpadowego.

Identyfikacja łatwo osiągalnego celu

Wiele środków służących oszczędzaniu energii jest zaskakująco łatwych do zrealizowania. Rozważmy następujące opcje:

- Odłączanie użytkowników, jeżeli jest to możliwe. Systematyczne sprawdzanie potrzeby oświetlenia i wentylacji (w ciągu dnia lub cyklu produkcyjnego) a także użycia sprężarek powietrza, pomp obiegowych, pomp hydraulicznych i innych urządzeń.
- Rozważenie zmiany wartości zadanych dla mediów w celu obniżenia zużycia energii.

Na przykład: należy sprawdzić wartość zadaną współczynnika nadmiaru powietrza w spalinach wszystkich używanych palników. Dla zapewnienia zupełnego spalania palniki na gaz ziemny wymagają w przybliżeniu zawartości 3% obj. tlenu mierzonej w spalinach. Wielu wykonawców ustawia jednak dla palnika bardziej zachowawczą wartość zadaną 6% obj. lub więcej, znacznie zmniejszając w ten sposób sprawność kotła (sprawność zmniejsza się o 0,5% na każdy dodatkowy 1% obj. zawartości tlenu).

- Ciągłe usprawnianie zarządzania jakością polepsza również wyniki energetyczne. W istocie każde powtórzenie operacji skutkuje utratą wydajności, energii i prawdopodobnie surowca.

Rozwiązania kapitałochłonne

W każdej z instalacji przemysłowych istnieją rozmaite możliwości oszczędzania energii. Źródło inspiracji można znaleźć w licznych wykazach powszechnie stosowanych środków oszczędzania energii w przemyśle. Z pośród nich polecamy wykazy sporządzone przez Kanadyjskie Biuro Efektywności energetycznej [5] i Departament Energii Stanów Zjednoczonych. Niniejszy artykuł podaje tylko zwięzły zarys aspektów, które należy zbadać. Ponieważ środki te zwykle wymagają znacznych nakładów inwestycyjnych zawsze należy sprawdzić ich opłacalność ekonomiczną obliczając czas zwrotu z inwestycji (zob. także "Konsekwencje techniczne i finansowe").

Optymalizacja projektu technologicznego procesu. Jak już wspomniano, powtórne rozważenie elementów projektu technologicznego może przynieść znaczące oszczędności energii. Możliwości optymalizacji można znaleźć w następujących dziedzinach:

- Powtórna ocena nastaw procesu. Nawet niewielka zmiana wartości zadanych może mieć znaczący wpływ na zużycie energii w całym procesie przemysłowym. Należy systematycznie sprawdzać wartości zadane w procesie i prześledzić ich historię. Na jakich faktach i założeniach zostały oparte? Czy te fakty i założenia są nadal słuszne, czy też powinny zostać poddane powtórnej ocenie? Należy rozważyć usprawnienia technologiczne wprowadzone od chwili zaprojektowania procesu.
- Ulepszenie systemów automatyki i sterowania. Należy systematycznie sprawdzać systemy regulacji i sterowania zastosowane w procesie. Należy rozważyć zainstalowanie dodatkowych systemów sterowania, albo modernizację istniejących, w celu poprawy ich dokładności i osiągnięć.
- Ponowne rozpatrzenie samego procesu. Wymaga to znacznie większego wysiłku, który rzadko jest podejmowany wyłącznie z powodu samej efektywności energetycznej. Jest jednak bardzo ważne, żeby przy okazji przeprojektowania procesu zawsze uwzględniać efektywność energetyczną.

Optymalizacja procesów mediów. Możliwości optymalizacji można znaleźć w następujących dziedzinach:

- Energia elektryczna:
 - Transformatory: ponieważ sprawność transformatorów jest już bardzo wysoka, początkowo wydaje się mało prawdopodobne, żeby jeszcze można było tam znaleźć jakąkolwiek możliwość oszczędności energii mającą znaczenie ekonomiczne. Jednak oczekiwany czas życia transformatora wynosi ponad 40 lat, przy czym większość transformatorów jest eksploatowanych w sposób ciągły i przy dużym obciążeniu. W rezultacie koszt transformatora o ulepszonej konstrukcji zwykle zwraca się kilkakrotnie w całym okresie jego użytkowania [6].
 - Kable: każdy kabel posiada rezystancję, zatem część przesyłanej energii elektrycznej jest rozpraszana w postaci ciepła. Straty te można obniżyć przez zwiększenie przekroju porzecznego miedzianej żyły w kablu lub przewodu szynowego. Pole przekroju poprzecznego można optymalizować ze względu na maksimum zwrotu z inwestycji (ROI) i minimum kosztu cyklu życia (LCC) [7].
- Wytwarzanie sprężonego powietrza pochłania znaczne ilości energii. W wielu przypadkach, dla żądanego rozwiązania można znaleźć technologie bardziej efektywne energetycznie, jak np. dmuchawy pracujące przy niskim ciśnieniu. Ponadto istnieje wiele możliwości optymalizacji dostawy sprężonego powietrza, na przykład przez wprowadzenie układu regulacji, zredukowanie wycieków powietrza i obniżenie temperatury powietrza wlotowego oraz ciśnienia powietrza wylotowego [8].
- Chłodnictwo przemysłowe jest bardzo kosztowne. Wybór właściwego systemu chłodzenia (chłodzenia suche, wyparne lub sprężarkowe) jest jedną z ważnych wstępnych decyzji, które należy podjąć dla osiągnięcia maksymalnej efektywności energetycznej. Ponadto, znaczne oszczędności energii można uzyskać instalując napędy z regulowaną prędkością zasilane z przemienników częstotliwości dla wentylatorów, pomp i sprężarek [9].
- Grzejnictwo przemysłowe. Przemysłowe pompy ciepła stwarzają wiele możliwości we wszelkiego rodzaju procesach i operacjach produkcyjnych. Mogą stanowić niskokosztowe rozwiązania dla usuwania wąskich gardeł w produkcji i zwiększenia wydajności produkcji.

Optymalizacja zarządzania energią w budynku. Budynki stanowią zwykle tylko niewielką część zużycia energii w zakładzie przemysłowym, niemniej i tutaj można poczynić oszczędności, np. w następujących dziedzinach:

- Oświetlenie i wymiana oświetlenia. Ponieważ oświetlenie w ostatnich latach stało się o wiele bardziej energooszczędne, można dzięki wymianie oświetlenia zaoszczędzić znaczne ilości energii. Ponadto, dodatkowe oszczędności energii można uzyskać przez zastosowanie inteligentnych systemów sterowania oświetleniem.
- Ogrzewanie i chłodzenie pomieszczeń staje się coraz bardziej zrównoważone i energetycznie efektywne dzięki lepszym technikom izolacji cieplnej budynków, zastosowaniu pomp ciepła wykorzystujących ciepło odpadowe zakładu, inteligentnych systemów automatyki budynkowej i innych rozwiązań [11].
- Systemy automatyki budynkowej. Systemy automatyki, sterowania i nadzoru mogą mieć znaczny wpływ na zużycie energii przez budynek, obniżając je o 10, 20, lub nawet ponad 50% [12].

Przyjęcie rozsądnych zasad wymiany silników

Silniki elektryczne dają ogromne możliwości poprawy efektywności energetycznej zakładu. Silniki elektryczne są źródłem napędu w przeważającej większości procesów przemysłowych. Niektóre silniki są widoczne jako oddzielne elementy, inne są wbudowane w bardziej złożonych produktach takich, jak sprężarki powietrza, pompy ciepła, pompy wodne i wentylatory. Energia zużywana przez silniki elektryczne stanowi w przybliżeniu 65% zużycia energii elektrycznej w przemyśle, przy czym wiele eksploatowanych silników jest starych i nie są optymalne pod względem sprawności energetycznej. Silnik o mniejszej sprawności ma większe straty energii, które są rozpraszane w postaci ciepła. Zjawisko to znacznie zwiększa koszty energii. Z upływem czasu ciepło to wpływa również na stan silnika, jeszcze bardziej obniżając jego sprawność energetyczną i zwiększając ryzyko nieprzewidzianego uszkodzenia.

Pomimo tego, liczni kierownicy zakładów raczej niechętnie odnoszą się do inwestowania w wymianę silników. Powodem jest to, że będące w użyciu silniki nie osiągnęły jeszcze fazy wycofania z eksploatacji. W wielu przedsiębiorstwach powszechną praktyką jest eksploatacja silników elektrycznych aż do wystąpienia uszkodzenia. Uszkodzone silniki są jak najszybciej naprawiane lub wymieniane, jednak wymiana odbywa się z uwzględnieniem tylko podstawowych wymagań technicznych. Jest to niekorzystne podejście, gdyż uwzględnienie efektywności energetycznej jest stosunkowo łatwe i niedrogie. Zalecamy rozważenie **wczesnej wymiany silników elektrycznych**, przed uszkodzeniem. W istocie, bardziej szczegółowe spojrzenie na wszystkie czynniki kosztowe ujawnia, że wczesna wymiana silnika elektrycznego często zwraca się w krótkim czasie [13]. Szybszy zwrot nakładu jest powodowany nie tylko poprawą efektywności, ale także obniżeniem kosztów konserwacji i uniknięciem nieplanowanych przestołów i związanych z nimi strat.

Inteligentne postępowanie z ciepłem odpadowym

Ciepło odpadowe jest nieuniknionym efektem wielu procesów produkcyjnych. Straty te można odzyskiwać wewnętrznie lub wykorzystywać w innych procesach. Ilustruje to przypadek zakładu dostarczającego części samochodowe.

Przedsiębiorstwo stosuje suszarkę rozpyłową do produkcji proszku mineralnego. Pomiary pokazały, że gazy wylotowe z suszarki rozpyłowej są gorące, o temperaturze ok. 150°C, a zawartość wilgoci jest zaskakująco niska. Oznacza to, znaczna część wkładu energii suszarki pozostaje niewykorzystana i jest tracona. Jedną z możliwości mogło być zwracanie części gazów wylotowych do wlotu gorącego powietrza suszarki rozpyłowej. Jednak ze względu na jakość przedsiębiorstwo preferuje koncepcję pośrednią: zainstalowano wymiennik ciepła wykorzystujący gaz wylotowy do wstępnego podgrzewania powietrza spalania.

Zakład przetwórstwa chemicznego posiada kilka utleniaczy termicznych służących do rozkładu niebezpiecznych gazów w temperaturach do 850°C. Utleniacze te zostały zainstalowane w celu zapewnienia zgodności zakładu z przepisami w ochrony środowiska, bez zwracania szczególnej uwagi na koszty energii lub możliwości integracji w zakresie energii. Jako pierwszy krok w kierunku optymalizacji procesu, przedsiębiorstwo zbadało w jaki sposób można zminimalizować strumień wejściowy utleniaczy – niskokosztowe rozwiązanie, dające duże oszczędności energii. Przede wszystkim sprawdzono, czy wszystkie gazy przesyłane z procesu do utleniaczy termicznych rzeczywiście posiadają koncentrację wymagającą poddawania ich obróbce, w

przeciwnym razie gazy te wymagają znacznie mniej energochłonnej obróbki. Po drugie sprawdzono, czy istnieją strumienie o wysokiej kaloryczności. Zostały one przekierowane do wykorzystania razem z powietrzem spalania, minimalizując zużycie świeżego powietrza w systemie. Dopiero jako ostatni krok, rozważono bardziej kapitałochłonną opcję polegającą na zainstalowaniu wymienników ciepła w celu odzyskiwania ciepła odpadowego z utleniaczy termicznych.

Krok 5: Oszacowanie, nadanie priorytetów i planowanie

Należy oszacować koszty i korzyści dla każdego zidentyfikowanego środka oszczędności energii. To wymaga czasu i musi być wykonane skrupulatnie. Podczas gdy koszty są sprawą jednorazową, korzyści będą odczuwane w ciągu wielu następnych lat. Ponadto **korzyści mogą być różnorodne**. Przykładowo, zmiana wartości zadanej może spowodować zwiększenie zdolności produkcyjnej lub obniżenie zużycia surowca. Podobnie, zastąpienie starego silnika nowszym, o wyższej sprawności, nie tylko zmniejsza zużycie energii; obniża także koszty konserwacji i serwisowania oraz podnosi niezawodność. Te dodatkowe korzyści także muszą zostać obliczone (zob. "Aspekty techniczne i finansowe").

Na podstawie analizy kosztów i korzyści należy określić priorytety środków służących oszczędzaniu energii. W tej fazie projektu bardzo duże znaczenie ma komunikacja. Ponieważ dyrektorzy zakładu i kierownicy do spraw zakupów są skłonni zawęzać zagadnienie do środków dających rezultaty w krótkim okresie czasu, istotne jest poszerzenie ich perspektywy i popieranie działań przynoszących długoterminowe korzyści. W dyskusjach na temat budżetu trzeba też zapewnić poparcie inżynierów i kierownictwa utrzymania ruchu.

Należy sporządzić plan realizacji wszystkich uzgodnionych środków oszczędności energii. Należy upewnić się, że mamy poparcie wszystkich zespołów technicznych i operacyjnych, których to przedsięwzięcie dotyczy.

Krok 6: Wdrożenie, monitorowanie, sprawozdawczość i komunikowanie

W czasie wdrażania planu działania niezbędne jest monitorowanie efektów każdego środka poprawy oszczędności energii. Należy informować wszystkie, biorące udział strony o właściwych wskaźnikach EPI i **regularnie (np. co miesiąc) sporządzać sprawozdania** odnośnie postępu projektu i osiągniętych ulepszeń. Należy informować o obniżeniu kosztów energii, jak również o wszelkich dodatkowych korzyściach wynikających z tych działań. Zachęcamy także do informowania o staraniach lub inicjatywach podejmowanych indywidualnie przez pracowników takich, jak np. operator zgłaszający konstruktywny wniosek czy technik utrzymania ruchu, który bardziej uważnie sprawdza urządzenia pomiarowe.

Uwaga: opisane tutaj podejście w sześciu krokach do przeprowadzenia samooceny efektywności energetycznej w przedsiębiorstwach przemysłowych ma charakter praktycznego przewodnika. Jest zatem szczególnie ważne, aby każdemu z tych kroków poświęcić należytą uwagę. Należy starannie określić zakres i cele, następnie zebrać dane dotyczące energii i wykonać pomiary uzyskiwanych efektów. Identyfikację możliwych środków oszczędzania energii trzeba przeprowadzić przyjmując możliwie rozległą perspektywę. Należy oszacować koszty i korzyści, wyznaczyć priorytety i stworzyć plan. Trzeba zapewnić systematyczną i celową wzajemną komunikację w ciągu całego przebiegu projektu.

Zagadnienia techniczne i finansowe

Proces identyfikowania i promowania najlepszych środków oszczędzania może okazać się skomplikowany. Należy starannie rozważyć wszystkie aspekty techniczne i finansowe, aby od wszystkich uzyskać jak największe poparcie.

Zagadnienia techniczne

Należy uwzględnić następujące zagadnienia techniczne:

- **Ryzyko związane z wdrożeniem.** Chociaż wdrożenie danego środka może wydawać się dość proste, to jednak ocena wszystkich rodzajów wiążącego się z tym ryzyka technicznego jest niezbędna. Czy przy wymianie silnika lub zmianie nastaw zachodzi ryzyko naruszenia zgodności ze specyfikacjami

technicznymi lub wymogami o charakterze regulacyjnym? Należy to starannie sprawdzić i prześledzić z inżynierami odpowiedzialnymi za dane zagadnienie.

- **Kontekst.** Niektóre środki mogą w praktyce okazać się mniej korzystnymi niż początkowo zakładano z powodów specyficznych dla danego zakładu lub procesu. Stosunkowo łatwo można dokładnie przewidzieć korzyści wynikające z zainstalowania energooszczędnego oświetlenia, natomiast znacznie trudniej jest obliczyć ilość energii zaoszczędzonej przez przekierowanie ciepła z procesu egzotermicznego do procesu endotermicznego. Transfer ciepła może być efektywnie wdrożony tylko wtedy, gdy obydwa procesy są realizowane jednocześnie. W przeciwnym przypadku korzyści mogą być znacznie mniejsze od oczekiwanych.
- **Dodatkowe konsekwencje.** Zmiany wprowadzane w procesie produkcyjnym mają zwykle dodatkowe skutki oprócz samej oszczędności energii. W wielu przypadkach występują dodatkowe korzyści takie, jak bardziej stabilne działanie, zwiększenie wydajności produkcyjnej, mniejsza liczba nieplanowanych postojów lub niższe zapotrzebowanie na chłodzenie pomieszczeń. Zespół dokonujący oceny powinien jednak zważać na możliwe skutki uboczne i tzw. efekty odbicia. Należy upewnić się czy podejmowane środki nie mają ujemnego wpływu na jakość, bezpieczeństwo i higienę pracy oraz na środowisko. Niektóre z tych skutków ubocznych i efektów odbicia są trudne do wykrycia. Na przykład znaczne obniżenie zużycia sprężonego powietrza oznacza, że sprężarka wydziela do budynku mniej ciepła, co może prowadzić do nieco wyższych kosztów ogrzewania.

Zagadnienia finansowe

Należy uwzględnić następujące zagadnienia finansowe:

- **Kompletność.** Zasadnicze znaczenie ma kompletność analizy kosztów i korzyści. Musi ona uwzględniać udział wszystkich pośrednich wpływów danego środka, zarówno negatywnych jak i korzystnych, na zużycie energii. Koszty pośrednie i zyski muszą być rozpoznane w sposób możliwie najbardziej wyczerpujący.
- **Zysk pieniężny.** Przewidywane oszczędności energii muszą zostać przeliczone do ich wartości pieniężnej. Zyski zależą także od struktury taryf za energię. Oszczędność 1 MWh w godzinach szczytu oznacza więcej niż oszczędność 1 MWh w godzinach pozaszczytowych.
- **Wykonalność finansowa.** Istnieje kilka opcji oceny wykonalności finansowej środka poprawy efektywności energetycznej. Prosta analiza okresu zwrotu nakładów jest łatwa, posiada jednak szereg wad. Przykładowo inwestycja w jednostkę wytwórczą pracującą w trybie skojarzonym (kogeneracji) może osiągnąć próg rentowności po pięciu latach, ale może wymagać znacznych kosztów konserwacji i serwisowania w następnym roku. Zdecydowanie zalecamy zastosowanie analizy kosztów cyklu życia i obliczenie wewnętrznej stopy zwrotu (IRR), jeżeli tylko dyrektor zakładu i polityka korporacji pozwalają na to [14]. Należy pamiętać, że niektóre programy krajowe obliczają rabaty na podstawie IRR. Należy mieć na uwadze, że do dokładnego obliczenia kosztów cyklu życia niezbędny jest model prognozowania cen energii.
- **Strategia.** Należy opracować skuteczną strategię w celu otrzymania niezbędnego budżetu przedsięwzięcia. Budżet taki nie jest przyznawany tylko na podstawie obliczenia zwrotu. W niektórych przedsiębiorstwach lub grupach rozsądniej będzie przedstawiać indywidualne projekty, w innych lepiej opracować ambitny plan obejmujący szeroki wachlarz środków oszczędności energii. Należy rozważyć łączenie środków w pakiety, każdy z nich zawierający łatwo osiągalny cel (co ułatwia promowanie pakietu) i bardziej kapitałochłonne środki (które oddzielnie byłyby trudniejsze do przeprowadzenia). Trzeba sprawdzić, która strategia będzie najlepsza w waszej sytuacji.

Uwaga: jest bardzo ważne, żeby przy ocenie kosztów i korzyści każdego z możliwych środków uwzględnić wszystkie konsekwencje techniczne i finansowe, także pośrednie. Zaniechanie tego może prowadzić do utraty wsparcia dla waszych propozycji.

Wnioski

Poprawa efektywności energetycznej zakładów przemysłowych nie jest łatwym zadaniem. Choć panuje powszechna opinia, że w tej dziedzinie istnieje jeszcze znaczny potencjał, to wielu zainteresowanych sądzi, że jest to bardzo trudne do zrealizowania. Jest po temu wiele powodów. Faktyczne zużycie energii przez zakład przemysłowy jest złożonym problemem, często niezbyt dobrze znanym lub rozumianym. Przekonanie kierownictwa zakładu o potrzebie zbadania efektywności energetycznej może często być trudnym zadaniem, zwłaszcza, kiedy oczekiwane okresy zwrotu są długie. Wiele możliwości poprawy efektywności energetycznej wymaga przeprojektowania części procesu produkcyjnego, dotykając samego rdzenia działalności zakładu.

Niniejszy artykuł postuluje, że przedsiębiorstwa mogą rozważać przeprowadzenie samooceny efektywności energetycznej w celu pełniejszego poznania rzeczywistego zużycia energii w swoim zakładzie i ujawnienia ukrytych dotychczas możliwości poprawy efektywności energetycznej. Nakreślone tutaj podejście w sześciu krokach podaje wytyczne dla całego procesu. Tego rodzaju samoocena nie koliduje z oceną dokonywaną przez zewnętrznego konsultanta. Przeciwnie, zewnętrzny konsultant może przeprowadzić bardziej dokładną i wszechstronną ocenę, jako pracę uzupełniającą.

Literatura

- [1] Hans Nilsson, Energy Efficiency is not difficult—it is only complicated (www.eceee.org)
- [2] Impact of energy efficiency on the bottom line: <http://www.leonardo-energy.org/30-percent-higher-earnings-companies-invest-energy-efficiency>
- [3] Download ISO 50001: <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm>
- [4] Energy Efficiency & Renewable Energy program, US Department of Energy, Metering Best Practices: <http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/mbpg.pdf>
- [5] Natural Resources Canada program: <http://oee.nrcan.gc.ca/industrial/technical-info/9156>, see pages 140-179
- [6] Stefan Fassbinder, Transformers in Power Distribution Networks: <http://www.leonardo-energy.org/transformers-power-distribution-networks#.UT2nBmF0o3g>
- [7] Bruno De Wachter, Cable Conductor Sizing for minimal Life Cycle Cost: <http://www.leonardo-energy.org/cable-conductor-sizing-minimum-life-cycle-cost#.UT2o2GF0o3g>
- [8] Jean Timmermans, Compressed Air: <http://www.leonardo-energy.org/compressed-air#.UT2qQmF0o3g>
- [9] Nico Vanden Broeck, Industrial cooling: <http://www.leonardo-energy.org/industrial-cooling#.UT2tG2F0o3g>
- [10] Bohdan Soroka, Industrial heat pumps: <http://www.leonardo-energy.org/industrial-heat-pumps#.UT2u1GF0o3g>
- [11] Leonardy Energy Application Note on sustainable heating and cooling (upcoming)
- [12] Bruno De Wachter, Building Automation and Energy Efficiency (EN 15232 Standard): <http://www.leonardo-energy.org/building-automation-and-energy-efficiency-en-15232-standard#.UT3H4WF0o3g>
- [13] Bruno De Wachter, Whitepaper 'Electric Motor Asset Management': <http://www.leonardo-energy.org/electric-motor-asset-management>
- [14] Life Cycle Costing: basics: <http://leonardo-energy.org/life-cycle-costing-basics>