

Alokacja kosztów energii i obciążenia środowiska do użytkowników IT

White Paper 161

Wersja 1

Autor Neil Rasmussen

> Streszczenie

Czy do pomiaru i alokacji kosztów energii oraz obciążenia środowiska naturalnego do poszczególnych użytkowników IT potrzebne jest skomplikowane oprogramowanie i oprzyrządowanie? Czy może wystarczą proste, tanie metody alokacji kosztów energii i ilości dwutlenku węgla? Jak dokładna musi być ta alokacja?

Niniejszy raport zawiera przegląd strategii alokacji kosztów i obciążenia środowiska naturalnego, wraz z uwzględnieniem dokładności tych strategii.

Wykażemy, że w każdym centrum danych - dużym i małym, starym i nowym - można łatwo i niedrogo wdrożyć alokację kosztów i obciążenia środowiskowego, ale poziom kosztów i złożoności radykalnie zwiększa się, kosztem zwrotu z inwestycji, gdy założona zostanie zbyt duża dokładność.

Treść

kliknij sekcję, aby ją wyświetlić

Wprowadzenie	2
Cele	2
Pomiary a modelowanie	5
Ilu punktów pomiarowych potrzebujemy?	7
Alokacja energii do użytkowników IT	12
Przeliczenie energii na obciążenie dwutlenkiem węgla	15
Wytyczne dla użytkowników IT	16
Wniosek	17
Zasoby	18
Załącznik	19

Wprowadzenie

Liczne badania wykazują, że typowe centra danych zużywają znacznie więcej energii niż naprawdę muszą. Powszechnie uważa się, że istnieją możliwości stosunkowo szybkiego i ekonomicznego ograniczenia zużycia energii w istniejących centrach danych oraz istotnej optymalizacji projektów nowych centrów danych. Dlatego centra danych znajdują się obecnie w kręgu zainteresowania zarówno instytucji nadzoru, jak i szefów przedsiębiorstw, którzy poszukują sposobów na ograniczenie zużycia energii w sposób jak najmniej uciążliwy społecznie i jak najmniej kosztowny.

Tradycyjne priorytety obowiązujące przy projektowaniu i eksploatacji centrów danych to maksymalizacja niezawodności i pojemności oraz mocy obliczeniowej. Kierowanie się tymi priorytetami doprowadziło do sytuacji, w której centra danych nie są zoptymalizowane pod kątem efektywnego gospodarowania energią. W istocie trudno byłoby wskazać konkretny obszar, w którym należałoby skupić prace projektowe zmierzające do maksymalizacji efektywności energetycznej. Wynika to z faktu, że istotny wpływ na parametry energetyczne mają niezależne decyzje projektantów sprzętu, integratorów systemów, programistów układów sterowania, instalatorów, firm budowlanych, menadżerów IT i operatorów.

Niedawne badania dowiodły, że zużycie energii jest znaczącym składnikiem kosztów eksploatacji systemów IT, a w niektórych przypadkach koszty energii przekraczają koszty samego sprzętu IT. Presja na redukcję kosztów w połączeniu ze świadomością, że optymalizacja zużycia energii w centrach danych jest jak najbardziej możliwa, skłania operatorów centrów danych do priorytetowego traktowania kwestii zarządzania energią.

Czy proces zarządzania energią może być prosty? Czy wystarczy niewielka liczba pomiarów, by uzyskać informacje niezbędne do skutecznego zarządzania zużyciem energii w infrastrukturze i alokacji kosztów środowiskowych do użytkowników IT? W niniejszym opracowaniu wykażemy, że odpowiedzi na te pytania brzmią: tak, proces jest niezwykle prosty; tak — wystarczy bardzo niewielka liczba prostych pomiarów, które każdy może wdrożyć praktycznie od razu, by uzyskać informacje o wystarczającej dokładności i zrealizować skuteczny program zarządzania energią.

Cele

Wdrożenie systemu oceny efektywności energetycznej centrum danych i jego wpływu środowiskowego, wyrażonego ekwiwalentem emisji dwutlenku węgla, ma zasadniczo trzy cele:

- Jednorazowe lub regularne oceny efektywności
- Alokacja (kosztów) energii lub emisji do innych podmiotów
- Wykorzystanie uzyskanych informacji w celu ograniczenia zużycia energii w infrastrukturze lub obciążeniach środowiskowych.

W konkretnym centrum danych należy wybrać konkretny cel (lub kombinację celów), ponieważ kontekst zdobytych informacji będzie miał znaczący wpływ na implementację techniczną.

Cel 1: jednorazowe lub regularne oceny efektywności

Jednorazowe lub regularne oceny efektywności energetycznej lub wpływu środowiskowego są przydatne do ustalenia, czy wskazane jest przeanalizowanie lub wdrożenie programu bieżącego zarządzania energią. Jeśli testy i oceny wykażą, że centrum danych osiąga parametry porównywalne z innymi podobnymi centrami lub od nich lepsze, wówczas prawdopodobnie całą kwestię analizy programu zarządzania energią można uznać za

nieistotną. Jeśli jednak oceny wykażą, że osiągnięte parametry są gorsze od uzyskiwanych w porównywalnych centrach danych, można przypuszczać, że program bieżącego zarządzania energią przyniesie niepomijalne zyski.

Należy podkreślić, że samo osiągnięcie tego celu nie dostarcza informacji wystarczających do podjęcia konkretnych działań ani nie stymuluje redukcji zużycia energii bądź emisji. Niestety, wielu operatorów centrów danych rozpoczyna od realizacji tego celu, ale uzyskane wyniki okazują się rozczarowujące. Aby osiągnąć wymierne korzyści, należy bowiem zaimplementować co najmniej jeden z dwóch celów opisanych w następnym kolejności.

Cel 2: alokacja (kosztów) energii lub emisji do innych podmiotów

Niektóre centra danych funkcjonują jako dostawcy usług dla innych organizacji i udostępniają im albo infrastrukturę fizyczną, albo infrastrukturę IT, pobierając opłaty za obliczenia lub serwery. W takich sytuacjach niejednokrotnie konieczne jest alokowanie energii lub emisji do klientów centrum danych, a nawet obciążanie ich odpowiednimi kosztami. Konieczność ta może wynikać z założeń biznesowych organizacji, z przepisów formalnych albo z warunków umowy. Celem takiej alokacji jest zachęcenie klientów centrum danych — poprzez motywację finansową lub inną — do zachowań ograniczających zużycie energii lub wpływ środowiskowy, np. wyłączania nieużywanych serwerów, włączania funkcji zarządzania zasilaniem, lepszego wykorzystania pamięci masowych lub wirtualizacji serwerów. W typowym centrum danych potencjalna redukcja zużycia energii i wpływów środowiskowych (wyrażonych jako ekwiwalent emisji dwutlenku węgla) możliwa do uzyskania poprzez odpowiednie zarządzanie infrastrukturą IT sięga 10–80%, w zależności od poziomu dojrzałości i stopnia wirtualizacji w centrum przetwarzania danych. Ponieważ wiele z możliwych udoskonaleń praktycznie nie kosztuje lub da się wdrożyć małym kosztem przy okazji modernizacji technologii IT, alokacja kosztów energii lub obciążenia środowiskowego może być ważnym elementem udanego programu zarządzania energią.

Rysunek 1

Efekt kaskadowy alokacji kosztów energii



Cel 3: wykorzystanie uzyskanych informacji w celu ograniczenia zużycia energii w infrastrukturze lub obciążeń środowiskowych.

W każdym centrum danych głównym konsumentem energii i źródłem obciążeń środowiskowych jest infrastruktura fizyczna (zasilanie, chłodzenie, oświetlenie, automatyka itd.). Metryką używaną do oceny wykorzystania energii przez infrastrukturę centrum danych jest efektywność wykorzystania mocy (PUE — Power Usage Effectiveness). Odwrotnością PUE jest wskaźnik DCiE, również używany jako metryka oceny. W wielu centrach danych

moc pobierana przez infrastrukturę fizyczną jest większa od mocy pobieranej przez odbiorniki IT ($PUE > 2$). Dlatego redukcja zużycia energii w infrastrukturze fizycznej, wyrażona procentowo, jest równie ważna, jak redukcja obciążeń IT.

Celem jest dostarczenie danych potrzebnych do identyfikacji i ilościowej redukcji potencjału zmian w sprzęcie, konfiguracji lub ustawieniach, które doprowadziłyby do zużycia energii bez niekorzystnego wpływu na obciążenia IT. W typowym centrum danych potencjalna redukcja zużycia energii i wpływów środowiskowych (wyrażonych jako ekwiwalent emisji dwutlenku węgla) możliwa do uzyskania poprzez odpowiednie zarządzanie infrastrukturą fizyczną sięga 10–40%, w zależności od warunków, ustawień, konfiguracji i obciążenia w centrum danych.

Dwa z celów opisanych w poprzedniej sekcji — alokacja kosztów energii do klientów IT oraz zarządzanie zużyciem energii w infrastrukturze fizycznej — w typowym centrum danych stwarzają warunki do istotnego ograniczenia zużycia energii i obciążeń emisją dwutlenku węgla. Realizując strategiczny cel redukcji zużycia energii i obciążenia środowiskowego w konkretnym centrum danych, należy najpierw wybrać jeden lub oba z powyższych celów taktycznych.

Wybór celu

Z dotychczasowego omówienia trzech celów dotyczących pomiaru efektywności energetycznej i obciążenia środowiskowego w centrach danych wynikają następujące kluczowe spostrzeżenia:

- W typowym centrum danych istnieje duży potencjał ograniczenia zużycia energii i obciążenia dwutlenkiem węgla — rzędu od 20% do 90% — pod warunkiem równoległego zarządzania zachowaniami użytkowników IT i infrastrukturą fizyczną.
- Sama ocena niczego jeszcze nie poprawia ani nie redukuje. Nie można traktować jej jako centralnego elementu planu redukcji zużycia energii i emisji dwutlenku węgla. Służy ona przede wszystkim do określenia przyszłej pracochłonności zarządzania energią i wymaganego zaangażowania zasobów.
- Alokacja energii i obciążenia dwutlenkiem węgla do użytkowników IT udostępnia im narzędzia potrzebne do podejmowania racjonalnych decyzji dotyczących wdrożeń IT.
- Jednoczesna (a) alokacja kosztów energii do użytkowników IT i (b) zarządzanie zużyciem energii w infrastrukturze fizycznej stwarza warunki do daleko idących oszczędności. Potencjalne zyski są większe od sumy zysków z realizacją każdego celu z osobna.

Jeśli celem strategicznym jest ogólna redukcja zużycia energii i obciążenia dwutlenkiem węgla, najlepszym rozwiązaniem będzie skupienie się na dwóch powyższych celach, a w mniejszym stopniu — na testach i ocenie. Czy realizacja wszystkich tych celów łącznie jest przedsięwzięciem złożonym i kosztownym? Czy zwrot z inwestycji w to przedsięwzięcie jest akceptowalny? Otóż, jeśli spojrzeć na problem z odpowiedniej perspektywy, osiągnięcie wszystkich celów taktycznych jest proste i ekonomiczne. Co więcej, realizacja tych celów otwiera drogę do natychmiastowego uzyskania wymiernych efektów. W dalszej części tego artykułu wyjaśnimy, jak jest to możliwe.

Pomiary a modelowanie

Większość omówień procesów zarządzania energią koncentruje się na kwestii pomiarów zużycia energii. Jednak elementem każdej racjonalnej strategii zarządzania energią jest interpretacja lub kontekst wyników pomiarów. Aby wdrożyć udoskonalenia lub podjąć jakiegokolwiek działania, musimy wiedzieć, jak poszczególne zmiany wpłyną na zużycie energii.

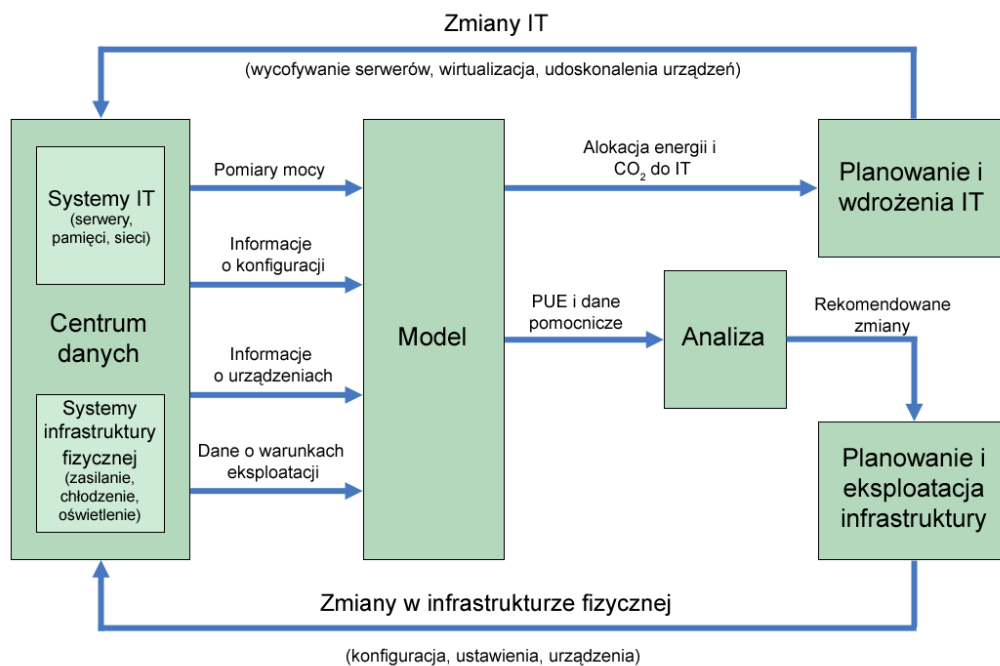
Aby wyniki pomiarów można było wykorzystać do rozpoznania i ilościowej oceny potencjału zmian, musi istnieć model funkcjonowania centrum danych. Sama zmierzona wartość mocy pobieranej przez pompę wody lodowej nie mówi nam nic o tym, czy pompa działa w oczekiwanym zakresie parametrów eksploatacyjnych, czy w ogóle została dobrze dobrana do danej instalacji, czy wymiana zaworów lub oprogramowania mogłaby ograniczyć zużycie energii, ani czy inna pompa mogłaby pełnić tę samą rolę, zużywając mniej energii. Aby przeanalizować warunki do redukcji zużycia energii, musimy dysponować modelami teoretycznymi (wiedzą ekspertów) albo technicznymi (odpowiednim oprogramowaniem modelującym).

Modele potrzebne są nawet do alokacji kosztów energii do użytkowników IT. Wprawdzie pobór mocy przez serwery można zmierzyć bezpośrednio i teoretycznie powiązać z użytkownikami usług IT, jednak większość energii w centrum danych zużywana jest przez odbiorniki inne niż serwery, a zatem potrzebny jest model umożliwiający powiązanie także tej energii z użytkownikami IT.

Rysunek 2 przedstawia ogólny schemat procesu zarządzania energią w centrum danych:

Rysunek 2

Diagram przepływu informacji w procesie zarządzania energią w centrum danych, przedstawiający integrację modelowania i analizy z istniejącymi procesami planowania infrastruktury, co prowadzi do wdrożenia zmian ograniczających zużycie energii



W procesie zarządzania energią przedstawionym na **Rysunku 2** wskazać można dwie główne ścieżki udoskonalień. W górnej części diagramu widzimy zmiany w infrastrukturze i usługach IT wprowadzane w odpowiedzi na dane o zużyciu energii i emisji dwutlenku węgla pochodzące z modelu centrum danych. W dolnej części diagramu implementowane są zmiany w infrastrukturze fizycznej będące reakcją na dane o energii pochodzące z modelu. W obu przypadkach wykorzystywane są dane pomiarowe, ale właściwie zinterpretowane dane i wskazówki co do koniecznych zmian pochodzą dopiero z modelu.

Należy zwrócić uwagę, że system opisany powyższym diagramem obejmuje trzy cele taktyczne zarządzania energią opisane w poprzednim rozdziale: udostępnia dane do oceny, alokuje energię i emisję dwutlenku węgla do użytkowników IT oraz dostarcza informacji o wymaganych zmianach w infrastrukturze fizycznej. Pomiar, bez modelu i procesu, mają niewielką wartość. Jednak nawet proste modele okazują się wartościowe i to nawet wtedy, gdy dane pomiarowe są niekompletne.



Link do zasobu
White Paper 154

*Pomiary sprawności
elektrycznej centrów danych*

Podsumowując — pomiar efektywności energetycznej centrum danych służy przede wszystkim uzyskaniu informacji pozwalających na zbudowanie dokładnego modelu tego centrum. To modele, a nie same pomiary, dostarczają praktycznie użytecznych informacji o efektywności. Pogłębione omówienie tego zagadnienia zawiera opracowanie APC White Paper nr 154, Pomiary sprawności elektrycznej centrów danych.

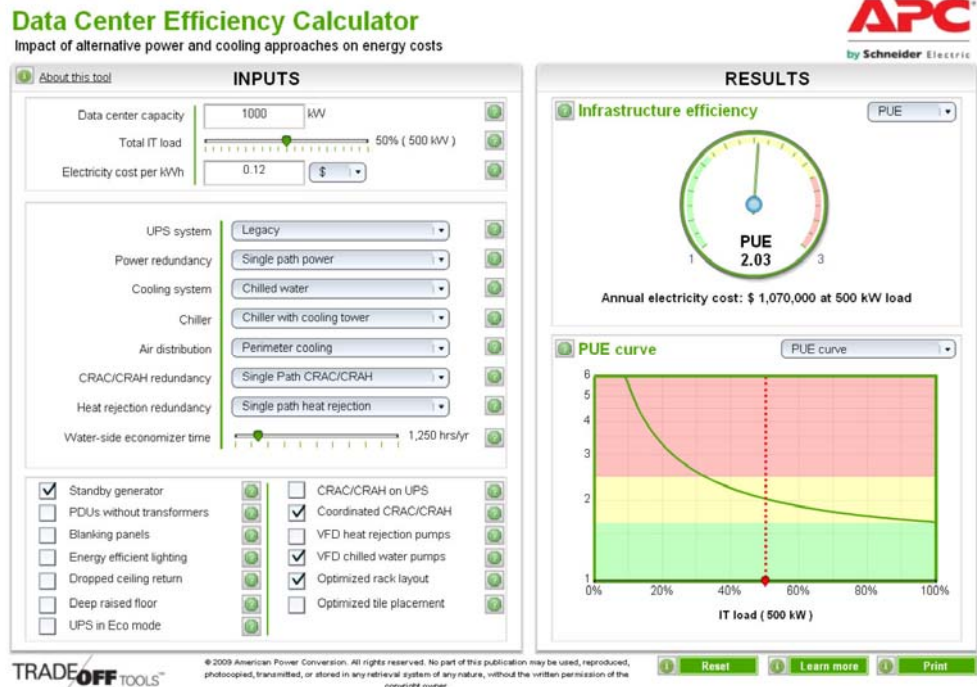
Modelowanie wspomagane pomiarami

Jeśli możliwe byłoby utworzenie idealnego modelu centrum danych, żadne pomiary nie byłyby potrzebne. Model zawierałby komplet informacji o charakterystyce, wskaźnikach ilościowych i warunkach eksploatacji obciążeń IT, a także charakterystyki i dane o warunkach eksploatacji wszystkich elementów infrastruktury. Jako dane wejściowe do modelu można byłoby równie dobrze wykorzystać historyczne dane o pogodzie. Model mógłby obliczyć wszystkie przepływy energii. Jednak w praktyce stworzenie takiego modelu idealnego nie jest możliwe ze względu na trudności w uzyskaniu dokładnych danych o konfiguracji i warunkach eksploatacji urządzeń IT, interfejsach i warunkach eksploatacji infrastruktury, a także nieoczekiwanych sytuacjach eksploatacyjnych, takich jak usterki, niedrożne filtry lub wpływające na siebie nawzajem klimatyzatory.

Choć stworzenie idealnego modelu centrum danych wymagałoby niezwykle pracowitego programowania i zarządzania dużą ilością danych, można stworzyć zaskakująco dobry model, korzystając tylko z prostego wykazu elementów infrastruktury, wdrożonych urządzeń IT, danych o ich konfiguracji (N+1, 2N itd.) oraz podstawowej wiedzy o charakterystyce elektrycznej urządzeń IT i infrastrukturalnych. Przykład programowej implementacji uproszczonego modelu fizycznej infrastruktury typowego centrum danych przedstawiono na **Rysunku 3**.

Rysunek 3

Przykład narzędzia do modelowania infrastruktury centrum danych dla typowych konfiguracji (bezpłatne narzędzie internetowe)



Nie ulega wątpliwości, że do zarządzania energią i redukcji jej zużycia potrzebny jest jakiś model centrum danych. Czy taki model może faktycznie wyeliminować konieczność prowadzenia pomiarów lub uprościć te pomiary? Jak bardzo uproszczony może być taki model? Czy wystarczy niewielka liczba pomiarów, by uzyskać informacje niezbędne do skutecznego zarządzania zużyciem energii w infrastrukturze i alokacji kosztów środowiskowych do użytkowników IT? Okazuje się, że niezwykle prosty model, oparty na bardzo małej liczbie pomiarów, zapewnia dokładność możliwą do przyjęcia w programie zarządzania energią.

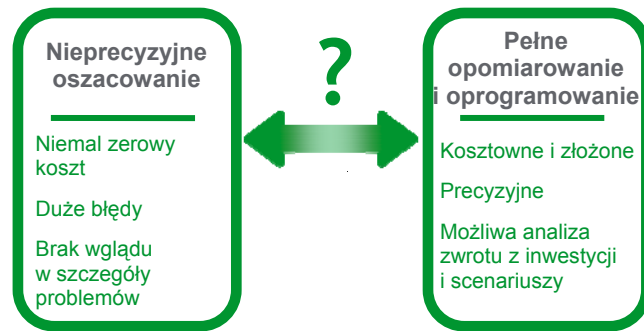
Ilu punktów pomiarowych potrzebujemy?

Podstawowa zasada każdego pomiaru głosi, że nie należy przystępować do pomiaru, nie wiedząc, w jaki sposób wykorzystywane będą zebrane dane. Pomiar wykonany w niewłaściwym momencie lub z niedostateczną dokładnością bądź w nieokreślonych warunkach zewnętrznych może okazać się niewystarczający lub bezzużyteczny. Z kolei zbyt dużo punktów pomiarowych i zbyt duża precyzja podnosi koszty pomiarów i zwiększa ich pracochłonność, a nie przynosi istotnych korzyści w porównaniu z prostym pomiarem. Wszystkie te problemy nie są obce operatorom centrów danych próbującym opracować własne systemy zarządzania energią. Celem systemu pomiarowego jest zastosowanie najprostszego, najtańszego protokołu pomiarów, który pozwoli zrealizować cele wynikające z systemu zarządzania.

Jak skomplikowany musi być system dostarczający kompletnych informacji o wykorzystaniu energii w centrum danych? Jak prosty może być system pomiarowy? Aby zrozumieć ten problem, porównajmy możliwości dwóch skrajnie różnych systemów: kompleksowego systemu pomiaru energii oraz systemu bazującego na nieprecyzyjnych oszacowaniach.

Rysunek 4

Porównanie strategii pomiaru energii



Przypadek skrajny nr 1: „totalny” system zbierania danych

Każde omówienie kwestii pomiarów w systemie zarządzania będzie niepełne, jeśli nie będzie uwzględniać dokładności i częstotliwości pomiarów — czyli czynników mających poważne implikacje dla złożoności i kosztów. Rozważmy na przykład system pomiaru energii w czasie rzeczywistym, który mierzy i rejestruje zużycie energii przez każde urządzenie i obwód w centrum danych z wymaganą dokładnością na poziomie 2%. Oszacowanie wymagań i kosztu dla centrum danych o mocy 1 MW przedstawiono w **Tabeli 1**.

W takim skrajnie rozbudowanym systemie moglibyśmy dokładnie przypisać zużycie energii elektrycznej do każdego urządzenia IT i odpowiednio poinformować lub obciążyć kosztami użytkowników. Co więcej, moglibyśmy dokładnie określić zużycie energii elektrycznej przez każde urządzenie infrastrukturalne, a następnie porównywać wyniki z wartościami oczekiwanymi i rozpoznawać obszary potencjalnie korzystnych zmian. Taki system wymaga również skomplikowanego oprogramowania oraz poważnych inwestycji w prace konfiguracyjne i zarządzanie danymi. Niestety, koszt takiego systemu miałby istotny udział w kosztach całej infrastruktury centrum danych oraz sięgałby niemal połowy kosztów energii zużywanej przez centrum danych w ciągu roku. Dlatego wdrożenie takiego systemu byłoby bezcelowe w kontekście oczekiwanego zwrotu z inwestycji, chyba że koszt systemu pomiarowego zostałby zmniejszony około 10-krotnie. Nawet wówczas instalacja systemu byłaby kosztowna, skomplikowana i ryzykowna, zwłaszcza w istniejącym centrum danych.

Dlatego „totalny” system zbierania danych, choć możliwy do zbudowania, nie byłby opłacalny.

Tabela 1

Koszt dokładnego systemu monitorowania energii dla centrum danych o mocy 1MW

Mierzone obwody	Liczba	Koszt jednostkowy (instalacji)	Suma częściowa kosztu
Pomiar poboru mocy na wejściu centrum danych ¹	1	9 000 USD	9 000 USD
Opomiarowanie podsystemów infrastruktury	80	1 500 USD	120 000 USD
Opomiarowanie torów zasilania IT	1000	100 USD	100 000 USD
Opomiarowanie gniazd zasilania IT	4000	40 USD	160 000 USD
Serwisowanie (10 lat)		100 000 USD	100 000 USD
Oprogramowanie (licencja na 10 lat)		50 000 USD	50 000 USD
Konfigurowanie, wdrożenie, utrzymanie oprogramowania		60 000 USD	60 000 USD
Łączny koszt			600 000 USD

Przypadek skrajny nr 2: system zbierania danych o koszcie zerowym

A teraz przeanalizujemy drugi skrajny przypadek, w którym w ogóle nie prowadzimy pomiarów. Koszt takiego systemu jest w zasadzie zerowy. Jedyną informacją wejściową byłaby liczba serwerów w centrum danych. Nie będziemy nawet zakładać, że istnieje jeden zbiorczy rachunek za prąd, ponieważ częstokroć centrum danych nie ma w ogóle odrębnego licznika energii elektrycznej.

Biorąc pod uwagę jedynie liczbę serwerów, możemy podjąć próbę oszacowania zużycia energii przypadającej na serwer. Zużycie energii przypadające na serwer w centrum danych to nie tylko energia zużywana przez sam serwer, lecz także energia zużywana przez systemy sieciowe, pamięci masowe, urządzenia zasilające, urządzenia chłodzące, oświetlenie i wyposażenie pomocnicze. Nie dysponując żadnymi pomiarami, moglibyśmy uśrednić dane z większej liczby centrów danych i zgrubnie oszacować moc chłodzenia, oświetlenia itd. przypadającą zwykle na serwer. Moglibyśmy założyć typową konfigurację infrastruktury fizycznej centrum danych obsługującej typowe, przeciętne serwery, z typowym zestawem pamięci masowych i sprzętu sieciowego. Takie „wiarygodne domniemania” mogłyby pochodzić od doświadczonego konsultanta lub z oprogramowania, takiego jak bezpłatne narzędzie przedstawione wcześniej na **Rysunku 3**. Uzyskane tą drogą założenia składałyby się na nasz niedokładny model centrum danych. Faktyczną dokładność takiego systemu opisano w **Tabeli 2**.

W systemie „bezpomiarowym” moglibyśmy przypisać koszty energii i emisji dwutlenku węgla do użytkowników na podstawie liczby przeciętnych serwerów, ale dokładność takiego przypisania wynosiłaby zaledwie +/- 36%. Choć nie jest to strategia idealna, okazuje się być użyteczna, jeśli chcemy wpłynąć na zachowania użytkowników IT. Podanie kosztów energii i obciążenia środowiskowego z większą dokładnością nie wpłynęłoby już istotnie na zachowania użytkowników. Jednak, chociaż taki system dostarcza użytecznych informacji dla użytkowników IT, informacje te nie wystarczą do zaplanowania zmian w infrastrukturze zasilania i chłodzenia konkretnego centrum danych, ponieważ wszystkie dane były w istocie

¹ Zwykle nie da się tego zrealizować jednym licznikiem/miernikiem — wymagane jest sumowanie danych z wielu przyrządów.

wskaźnikami uśrednionymi z wielu różnych centrów. Mimo to, jak widzimy, nie ponosząc żadnych kosztów można osiągnąć znaczące korzyści, dlatego system „bezpomiarowy” powinien być brany pod uwagę przez każdego operatora centrum danych, któremu zależy na jak najszybszym wdrożeniu podstawowych mechanizmów kontroli kosztów energii — bez angażowania istotnych zasobów. Załącznik na końcu niniejszego opracowania zawiera praktyczny poradnik dotyczący zastosowania opisanej tu strategii.

Tabela 2

Dokładność niskokosztowego systemu monitorowania energii dla centrum danych o mocy 1MW

Zużycie energii	Odsetek całkow. zużycia	Dokładność oszacowania	Wpływ na ogólną dokładność ²
Serwer	36%	+/- 50%	+/- 18%
Pamięć masowa	10%	+/- 70%	+/- 7%
Sieci	4%	+/- 50%	+/- 2%
Zasilanie	8%	+/- 50%	+/- 4%
Chłodzenie	38%	+/- 80%	+/- 30%
Oświetlenie	2%	+/- 60%	+/- 1%
Wyposażenie pomocnicze	2%	+/- 80%	+/- 2%
Łączna dokładność oszacowania energii			+/- 36%

„Wystarczająco dobry” system zbierania danych o zużyciu energii

Oczywiście dwa poprzednie skrajne przykłady strategii zbierania danych prowadzą do pytania, czy istnieje strategia pośrednia, która zapewniłaby „wystarczająco dobrą” dokładność danych i umożliwiła realizację celów w dziedzinie zarządzania energią, ale jednocześnie byłaby opłacalna i tania. Odpowiedź na to pytanie wynika z **Tabeli 3**, która ilustruje, w jaki sposób wzrost kosztów i złożoności systemu zarządzania energią zwiększa jego dokładność.

Każdy wiersz w tabeli reprezentuje dodanie do systemu zarządzania jednego czynnika modelowanego lub mierzonego. Punktem wyjścia jest system o zerowym koszcie, oparty wyłącznie na liczbie serwerów (opisany w poprzednim punkcie). W miarę dodawania funkcjonalności zmniejsza się błąd oszacowania i rośnie koszt systemu.

Błąd alokacji IT jest zdefiniowany jako błąd przypisania energii i emisji dwutlenku węgla do zdefiniowanej jednostki mocy obliczeniowej, np. standardowego serwera. Błąd przypisania energii do konkretnego serwera może być znacznie większy od błędów podanych w tabeli. Niektóre funkcje wymienione w tabeli, takie jak klasyfikowanie serwerów i opomiarowanie wszystkich urządzeń IT, znacząco poprawiają dokładność przypisywania energii i obciążenia środowiskowego do konkretnych serwerów. Zagadnienie to omówimy w dalszej części tego opracowania.

² Błędy w oszacowaniach energii podsystemu są matematycznie ortogonalne, a zatem łączny błąd jest równy pierwiastkowi kwadratowemu sumy kwadratów błędów podsystemów.

Tabela 3

Dodawanie funkcji modelowania i pomiarów wpływa na dokładność i koszt systemu dla centrum danych o mocy 1 MW

Dodana funkcja modelowania i pomiaru	Błąd PUE	Błąd alokacji IT ^{3, 4}	Koszt systemu (na MW)
Zliczanie serwerów	61%	39%	0
+ Moc na UPS-ach	55%	33%	0
+ Przybliżony spis zasobów ⁵	23%	20%	0
+ Szczegółowy spis zasobów	14%	12%	2 000 USD
+ Klasyfikacja serwerów	14%	12%	4 000 USD
+ Audyt podsystemów	8%	7%	10 000 USD
+ Opomiarowanie kluczowych podsystemów	6%	4%	50 000 USD
+ Opomiarowanie wszystkich podsystemów	3%	2%	130 000 USD
+ Opomiarowanie wszystkich urządzeń IT	2%	2%	600 000 USD

Aby w sposób bardziej czytelny przedstawić współzależność dokładności pomiarów od kosztów w miarę zwiększania funkcjonalności systemu zarządzania energią, dane z **Tabeli 3** zostały wykreślone na **Rysunku 5**.

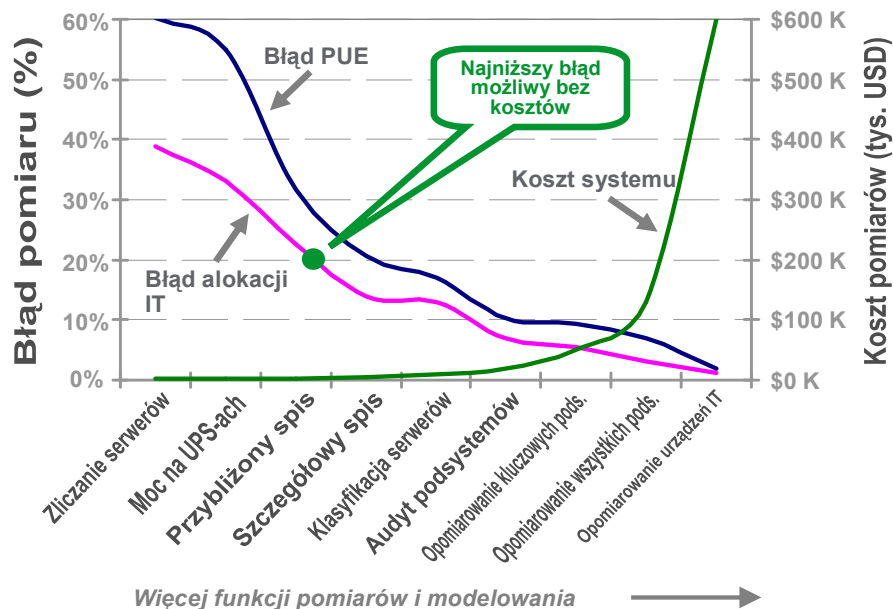
³ Błąd alokacji IT może być mniejszy niż błąd PUE, ponieważ zużycie energii i emisja dwutlenku węgla związana z PUE stanowią ułamek całkowitego zużycia energii i emisji.

⁴ Błąd alokacji IT w tej tabeli dotyczy alokacji do określonego „standardowego uśrednionego serwera”, a nie do konkretnego serwera. Błędy alokacji do konkretnych serwerów są większe i zdecydowanie zmniejszają się po dodaniu funkcji „klasyfikacji serwerów”, co omówimy w dalszej części artykułu.

⁵ Przybliżony spis zasobów obejmuje moc/pojemność i typy głównych urządzeń zasilających, chłodzących i IT w centrum danych. W połączeniu z danymi o tych urządzeniach spis taki pozwala na istotne uściślenie oszacowań zużycia energii. Ta funkcja może być realizowana w ramach oceny energetycznej dokonywanej przez ekspertów; próbę jej realizacji może też podjąć operator centrum danych. Dodatkowe wytyczne dotyczące tej metody są zamieszczone w innych opracowaniach APC wymienionych na końcu tego artykułu.

Rysunek 5

W miarę dodawania nowych funkcji do systemu pomiarów energii w centrum danych zmniejszają się błędy, ale rośnie koszt systemu



Na **Rysunku 5** widzimy, że dokładność systemu pomiaru energii w centrum danych najpierw gwałtownie zwiększa się — i to niewielkim kosztem, poprzez dodawanie prostych funkcji modelowania i pomiarów. Jednak po zejściu z wartościami błędów do około 10% następuje radykalna eskalacja kosztów.

Z powyższej analizy wynikają następujące zalecenia co do strategii pomiarów i modelowania w ramach programu zarządzania energią w centrum danych:

- System modelowania zużycia energii o koszcie zerowym, oparty tylko na liczbie serwerów, odczytach mocy z zasilaczy UPS i orientacyjnym spisie zasobów, wystarczy do przypisania energii do użytkowników IT.
- Z czasem można niewielkim kosztem wdrażać dodatkowe funkcje udoskonalające system zarządzania energią — w tym uzupełnienie modelu o szczegółowy spis zasobów i klasyfikację serwerów oraz wprowadzenie pomiarów energii w kluczowych podsystemach i audyty energetyczne.
- Dokładne opomiarowanie wszystkich podsystemów infrastruktury oraz urządzeń IT nie podnosi w istotny sposób wartości systemu zarządzania energią, a inwestycja taka nie przynosi oczekiwanego zwrotu.

Alokacja energii do użytkowników IT

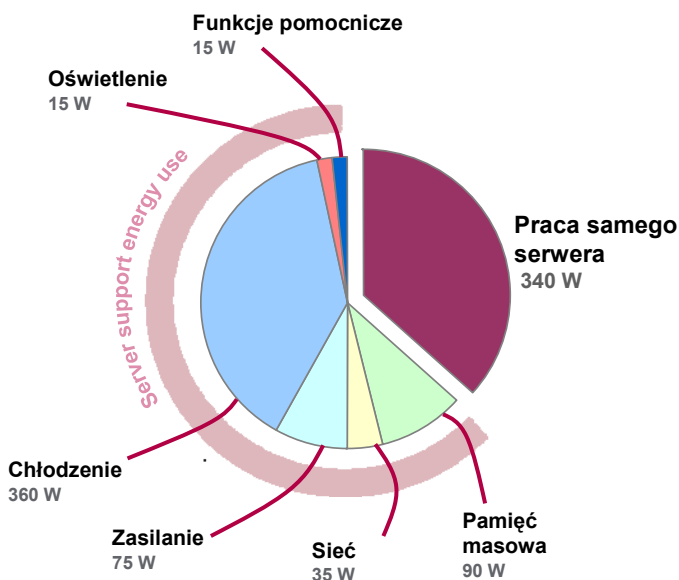
Moc infrastruktury IT można mierzyć i alokować na szereg sposobów, np. w odniesieniu do cykli obliczeniowych, serwerów, rdzeni, terabajtów, szaf stelażowych, jednostek powierzchni, serwerów wirtualnych, itp. Idealny model wykorzystania infrastruktury IT może obejmować wszystkie te wskaźniki podczas przypisywania kosztów, energii czy obciążenia dwutlenkiem węgla. Rozpocznijmy jednak od prostego modelu pozwalającego na pomiar wydajności infrastruktury IT dla szeregu serwerów. Jest to popularny sposób pomiaru wydajności, pozwalający na odzwierciedlenie także pozostałych pomiarów.

Jeśli do użytkownika infrastruktury IT można zaalokować pewną liczbę serwerów, wówczas w celu przypisania do tego użytkownika energii i obciążenia dwutlenkiem węgla wystarczy przypisać wydatek energetyczny do serwera, a wówczas łączne zużycie energii użytkownika infrastruktury IT to iloczyn liczby serwerów oraz zużycia energii na jeden serwer. Metodologia ta wymaga identyfikacji wszystkich punktów wydatkowania energii w centrum danych oraz ich

alokacji w odniesieniu do jednego serwera. Łączna alokowana w odniesieniu do jednego serwera energia to suma zużycia własnego energii przez serwer oraz energii alokowanej z tytułu pracy pamięci masowych, infrastruktury sieciowej, zasilania, chłodzenia, oświetlenia i funkcji pomocniczych. Taki rozkład alokacji dla typowego centrum danych pokazano na **Rysunku 6**:

Rysunek 6

Serwer, do którego zaalokowano zużycie energii na poziomie 930 W. Pokazano rozkład zużycia energii przez centrum danych w odniesieniu do serwera. Rzeczywista moc pobierana przez sam serwer to zaledwie 340 W.



W tym przypadku nawet jeśli rzeczywisty pobór mocy przez typowy serwer to zaledwie 340 W, łączna moc alokowana do serwera wynosi znacznie więcej, bo aż 930 W.

Uśrednione a konkretne urządzenie IT

Metodę przypisywania energii do użytkownika infrastruktury IT w odniesieniu do jednostek serwerowych uśrednionego serwera charakteryzuje szereg niedokładności, gdyż zakłada ona równomierne wykorzystanie zaalokowanych zasobów na serwer oraz to, że wszystkie serwery są jednakowe. Rzeczywista suma mocy związana z konkretnym serwerem może różnić się w zależności od typu serwera, jego charakterystyki zarządzania mocą oraz stopnia wykorzystania innych zasobów IT.

W przypadku centrów danych o względnie równomiernej populacji serwerów przypisanie standardowego kosztu energii w odniesieniu do jednego serwera stanowi efektywne przybliżenie. Jednak w przypadku centrów danych o szerokim spektrum typów serwerów metoda alokacji energii do standardowej jednostki serwerowej jest nieskuteczna. Załóżmy na przykład, że jeden z użytkowników infrastruktury IT w centrum danych dysponuje ośmioma serwerami typu blade, podczas gdy drugi z użytkowników korzysta z ośmiu systemów typu mainframe z wieloma terabajtami pamięci masowej online. Oczywiście jest, że użytkownik systemu typu mainframe zużywa znacznie więcej energii, a mimo to alokacja energii i obciążenia dwutlenkiem węgla w odniesieniu do standardowego serwera jest dla obu użytkowników taka sama. Podczas gdy łączna energia zaalokowana tą metodą będzie spełniać kryterium dokładności, część energii zużywana przez użytkownika infrastruktury IT z systemem typu mainframe zostanie przypisana użytkownikowi serwerów typu blade.

Zasadniczo można temu zaradzić, dokonując pomiarów dla wszystkich urządzeń IT i na ich podstawie przypisując zużycie energii do użytkowników infrastruktury IT. Jak już wykazaliśmy, jest to stosunkowo niepraktyczne podejście, ponieważ:

- Istotny udział w łącznym zużyciu energii ma sprzęt zasilający, chłodzący, urządzenia sieciowe oraz inne odbiorniki, które nie zawsze można w sposób bezpośredni powiązać z konkretnym użytkownikiem infrastruktury IT
- Koszt opomiarowania wszystkich urządzeń IT oraz koszt związany z podniesieniem złożoności oprogramowania byłby skrajnie wysoki

W celu rozwiązania tego problemu w sposób prosty i efektywny kosztowo serwery można sklasyfikować, korzystając z krótkiej listy standardowych typów, z których każdy charakteryzuje się innym profilem zużycia energii. Zamiast traktowania każdego z serwerów jako pojedynczej, standardowej jednostki serwerowej, można utworzyć listę klasyfikacji serwerów, którą przedstawiono w **Tabeli 4**:

Tabela 4

Przykładowa tabela klasyfikacji serwerów

Klasa serwera	Moc serwera	Alokacja w odniesieniu do sieci	Alokacja w odniesieniu do pamięci masowej
Serwer 1U	250 W	0,2	0,1
Serwer wirtualny ⁶	90 W	0,4	0,2
WWW typu blade	200 W	0,3	0,1
ERP typu blade	200 W	0,1	0,4
Mainframe	4000 W	0,1	0,5
Serwer 3U-10U	2000 W	0,1	0,1

Powyższą listę można zastosować w obecnym kształcie (z odpowiednimi wartościami mocy) lub można ją rozszerzyć albo ograniczyć w celu lepszego odwzorowania profilu użytkowników konkretnego centrum danych.

Do każdego serwera przypisano standardowy poziom mocy oraz wskaźnik alokacji przedstawiający udział mocy podstawowej przypadający na działanie infrastruktury sieciowej i pamięci masowych. Koszty zasilania, chłodzenia i oświetlenia są alokowane równomiernie w odniesieniu do 1 wata urządzenia IT i nie różnią się pomiędzy różnymi klasami serwerów.

⁶ Jeśli serwery wirtualne stanowią klasę, wówczas liczba serwerów, do których alokowana jest energia i obciążenie dwutlenkiem węgla, przekroczy fizyczną liczbę serwerów. W takim przypadku serwery fizyczne stanowiące hosty dla serwerów wirtualnych nie są przypisywane do użytkownika infrastruktury IT.

Oto sposób wykorzystania systemu klasyfikacji:

- Przepisanie wszystkich serwerów do klas
- Przepisanie do każdego użytkownika infrastruktury IT pewnej liczby serwerów standardowych z każdej z klas
- Zsumowanie obliczonej mocy dla poszczególnych klas serwerów oraz ich normalizacja w celu dopasowania rzeczywistej mocy obciążeń IT (wyznaczonej w drodze modelowania lub pomiarów)
- Zastosowanie danych wskaźnika efektywności PUE do każdej z klas serwerów

W ten sposób łączne wykorzystanie energii przez centrum danych można zaalokować dla szeregu klas serwerów, które następnie mogą być przypisane do użytkowników IT. Ten proces można przeprowadzić, korzystając z programu narzędziowego, na przykład udostępnionego przez APC by Schneider Electric, lub można przeprowadzić obliczenia w zwykłym arkuszu kalkulacyjnym.

Przeliczanie energii na obciążenie dwutlenkiem węgla

Po określeniu zużycia energii przez urządzenia IT lub systemy infrastruktury fizycznej centrum danych możemy przeliczyć tę energię na obciążenie dwutlenkiem węgla. Centra danych mają w wytwarzaniu dwutlenku węgla udział niebezpośredni. Można jednak wskazać trzy główne źródła jego emisji:

- Emisja dwutlenku węgla w trakcie powstawania centrum danych oraz jego wyposażenia i infrastruktury IT (bywa wówczas nazywany „wbudowanym dwutlenkiem węgla”)
- Lokalna emisja dwutlenku węgla przez układy grzewcze, generatory energii do celów awaryjnych czy kotłownie
- Emisja dwutlenku węgla w trakcie wytwarzania energii elektrycznej niezbędnej do zasilania centrum danych

Większość dostępnych opracowań, zestawień i raportów dotyczących emisji dwutlenku węgla ogranicza się do emisji związanej z bieżącym działaniem centrów danych. Tymczasem „wbudowany dwutlenek węgla” ma istotny udział w łącznej emisji tego gazu; niestety ciągle jeszcze trwają prace nad metodami i normami obliczania jego ilości.

Centra danych nie emitują istotnych ilości dwutlenku węgla ani innych gazów równoważnych CO₂ w sposób bezpośredni. Na pracę generatorów awaryjnych przypada zwykle mniej niż 0,01% łącznej emisji dwutlenku węgla i jest to wartość pomijalna. Centra danych działają przy dużej gęstości mocy i prawie nigdy nie wymagają ciepła pomocniczego, stąd można pominąć również emisję dwutlenku węgla w związku z ogrzewaniem. Bardzo niewiele centrów danych wyposażonych jest w skojarzone elektrownie, zatem również ten czynnik w większości przypadków nie odgrywa większej roli.

W tym raporcie ograniczymy nasze wskaźniki emisji dwutlenku węgla do dostaw energii elektrycznej, gdyż na dostawę energii przypada ponad 99% emisji dwutlenku węgla związanej z eksploatacją centrów danych.

Przeliczanie energii na obciążenie dwutlenkiem węgla

Dysponując ilością energii elektrycznej zużywanej przez centrum danych, można oszacować emisję dwutlenku węgla w związku z tym zużyciem. U dostawcy mediów możliwe jest uzyskanie danych na temat emisji dwutlenku węgla na każdą kilowatogodzinę wytworzonej energii, dla stosowanego przez niego źródła (lub źródeł) energii. (Uwaga: alternatywna analiza unikniętej emisji dwutlenku węgla, bazująca na właściwościach ostatnio wdrożonego u producenta źródła energii, prawdopodobnie da jeszcze wyższy wynik emisji. Dzieje się tak,

ponieważ przyrost oszczędności energii w istniejącym zakładzie nie powoduje obniżenia obciążenia wszystkich generatorów równomiernie — redukcja dotyczy głównie źródeł wysokokosztowych, takich jak gaz ziemny.) Jeśli nie można uzyskać takich informacji od dostawcy mediów, wówczas należy uzyskać (zwykle publicznie dostępne) dane dla regionu. Dane te zwykle wyrażone są w tonach CO₂ na kWh, zaś typowe wartości mieszczą się w przedziale od 0,1 do 1 tony na kWh na generatorze. W celu określenia obciążenia generatora przez centrum danych do zużycia energii przez centrum danych dodaje się straty związane z dystrybucją (zwykle około 10%). Oto wzór na roczną emisję dwutlenku węgla związaną z poborem energii z elektrowni:

$$\text{RocznaEmisjaCO2(tony)} = \text{Obc(kW)} \times \frac{\text{Emisja}}{\text{kWh}} \times \frac{8760\text{h}}{\text{rok}} \times \frac{1}{(1 - \text{StratyDyst})}$$

Wytyczne dla użytkowników IT

Integracja energii w planowanie IT oraz decyzje o wdrożeniu nie wymaga od użytkownika infrastruktury IT zrozumienia zasad i technik opisanych w niniejszym artykule. Wszystko, co jest potrzebne, to proste podsumowanie zużycia energii oraz emisji dwutlenku węgla przez używane zasoby IT. Taki raport dla użytkowników infrastruktury IT przedstawiono w **Tabeli 5**:

Tabela 5

Przykładowy roczny rozkład zużycia energii i emisji dwutlenku węgla przez użytkownika infrastruktury IT

Klasa serwera	Łącznie zainstalowanych	Energia na jednostkę	Emisja na jednostkę
Serwer 1U	50	6 000	2,7
Serwer wirtualny	30	2 650	1,2
WWW typu blade	15	5 200	2,3
ERP typu blade	10	5 500	2,5
Mainframe	2	117 000	53,0
Serwer 3-10U	15	44 000	20,0
Łącznie energia i emisja (rocznie)		1 409 000 kWh	634 tony
Koszt energii (rocznie)		169 000 USD	

Wniosek

W artykule przedstawiono logiczną strategię alokacji zużycia energii i obciążenia środowiskowego w centrum danych do użytkowników usług IT.

Proste modele wykorzystania energii, wdrażane praktycznie bezkosztowo, umożliwiają alokowanie energii i emisji dwutlenku węgla w oparciu o standardowe, uśrednione jednostki mocy obliczeniowej, np. „jednostkę serwerową”. Takie modele nie są precyzyjne, ale zapewniają wystarczającą dokładność, by były użyteczne w systemie zarządzania energią w centrum danych.

Prosty system może być z czasem wzbogacany o dodatkowe możliwości w zakresie pomiarów i modelowania, co pozwoli na bardziej precyzyjną i pogłębioną analizę wykorzystania energii. W artykule przedstawiono racjonalny proces implementacji takich możliwości. Niewielka liczba mierników/liczników energii w połączeniu z wyspecjalizowanym audytem energetycznym i prostym oprogramowaniem pozwala na stworzenie zaskakująco skutecznego i niedrogo systemu.

Operatorzy centrów danych nie powinni z góry zakładać, że do zaimplementowania skutecznego systemu zarządzania energią lub przypisywania energii i emisji do użytkowników IT potrzebne są skomplikowane i rozbudowane systemy pomiarowe. Okazuje się bowiem, że bardzo silnie opomiarowane systemy są inwestycją o niskiej stopie zwrotu.

W artykule omówiono początkową strategię, którą operator każdego centrum danych — niezależnie od wielkości — może wdrożyć od razu i praktycznie bez ponoszenia jakichkolwiek kosztów. Każdy wat mocy niepotrzebnie pobierany przez centrum danych stanowi niepowetowaną stratę. Niedokładny, ale prosty system zarządzania energią zaimplementowany już dziś przyniesie większe korzyści niż idealny system zaimplementowany później, ponieważ raz utraconej energii nie możemy odzyskać, niezależnie od tego, jak skuteczny jest nasz system zarządzania.



O autorze

Neil Rasmussen jest starszym wiceprezesem działu innowacji w APC, który stanowi jednostkę biznesową IT firmy Schneider Electric. Zadaniem autora jest wyznaczanie kierunku inwestycji finansowanych przez największy na świecie budżet poświęcony na badania i rozwój w dziedzinach zasilania, chłodzenia i infrastruktury szaf dla sieci o znaczeniu krytycznym.

Autor jest posiadaczem 14 patentów dotyczących infrastruktury zasilania i chłodzenia wysokowydajnych centrów danych o wysokiej gęstości, opublikował ponad 50 artykułów dotyczących systemów zasilania i chłodzenia (wiele spośród nich zostało wydanych w ponad 10 językach), a tematyką ostatnich opracowań jest poprawa energooszczędności. Autor jest również mówcą o międzynarodowej sławie, a jego wystąpienia dotyczą przede wszystkim wysokowydajnych centrów danych. Aktualnie zajmuje się rozwojem rozwiązań przeznaczonych dla infrastruktury wysokowydajnych i skalowalnych centrów danych o wysokiej gęstości. Jest głównym architektem systemu APC InfraStruXure.

Przed założeniem firmy APC w roku 1981 odebrał tytuły inżyniera i magistra uczelni Massachusetts Institute of Technology (MIT) w dziedzinie elektrotechniki, gdzie obronił pracę naukową dotyczącą analizy pracy zasilacza 200 MW dla reaktora termojądrowego Tokamak. W latach 1979–1981 pracował w laboratorium MIT Lincoln Laboratories, analizując układy magazynowania energii koła zamachowego oraz systemów zasilania energią słoneczną.



kliknij na ikonę, aby przejść do zasobów



Pomiar sprawności elektrycznej centrów danych

White Paper 154



Wskazówki do obliczeń sprawności (PUE – Power Usage Effectiveness) w rzeczywistych centrach danych

White Paper 158



Modelowanie sprawności elektrycznej centrów danych

White Paper 113



Implementacja centrów danych o dużej sprawności energetycznej

White Paper 114



Przeglądaj wszystkie dokumenty White Paper

whitepapers.apc.com



Przeglądaj wszystkie narzędzia TradeOff Tools™

tools.apc.com



Skontaktuj się z nami

Aby zapoznać się z opiniami i komentarzami na temat treści niniejszego dokumentu White Paper:

Data Center Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

W przypadku pytań dotyczących konkretnego centrum danych:

Skontaktuj się z przedstawicielem firmy **Schneider Electric** at
www.apc.com/support/contact/index.cfm

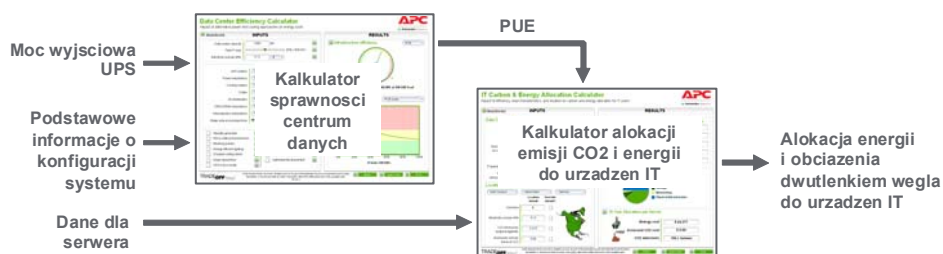
Załącznik: Prosta metoda alokacji energii i obciążenia dwutlenkiem węgla do urządzeń w centrum danych

W niniejszym opracowaniu omówiono prostą metodę alokacji kosztów energii oraz emisji dwutlenku węgla do urządzeń IT w centrum danych, w tym szereg pomiarów i funkcji modelowania, które mogą posłużyć do zwiększenia dokładności obliczeń przy nieco wyższych kosztach. Najprostsze z metod charakteryzują się niemal zerowymi kosztami, a jednocześnie pozwalają uzyskać informacje o wystarczającej dokładności i zrealizować skuteczny program zarządzania energią.

W tym załączniku zaprezentowano sposób, w jaki możliwe jest dokonanie niezwłocznej implementacji systemu alokacji energii i dwutlenku węgla do urządzeń IT w centrum danych z dokładnością rzędu +/- 20%. Możliwości oferowane przez opisywaną tutaj metodę odpowiadają tym uzyskanym metodą obliczeń na papierze, zgodnie z informacjami w tym raporcie. Jest to maksymalny poziom osiągalny dla operatora typowego centrum danych niedysponującego w żadnej formie wsparciem specjalistów. W metodzie tej stosowane są bezpłatne narzędzia (programy) udostępniane przez firmę APC, można jednak opracować własne narzędzia realizujące te same funkcje. Przebieg procesu zilustrowano na **Rysunku A1** poniżej:

Rysunek A1

Przegląd procesu służącego do alokacji energii i obciążenia dwutlenkiem węgla do urządzeń IT w centrum danych



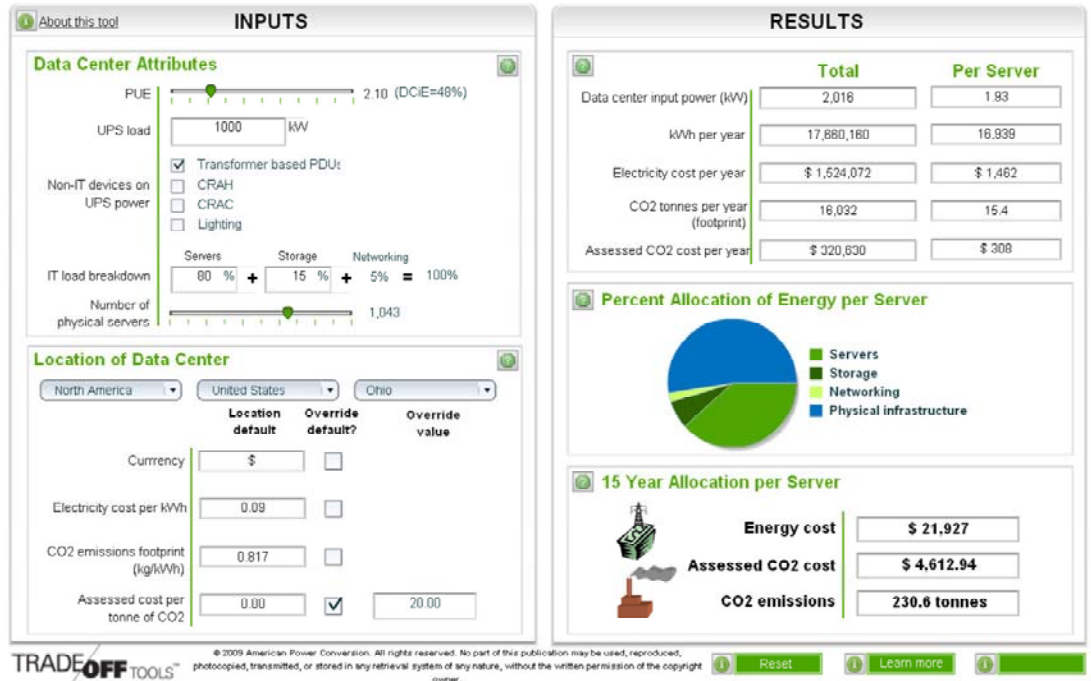
Użytkownik udostępnia podstawowe informacje na temat konfiguracji centrum danych oraz liczby serwerów, a także bieżące odczyty obciążenia zasilaczy UPS (jest to jeden z niewielu wskaźników mocy możliwy do odczytania w niemal każdym centrum danych). Programy narzędziowe proszą o wprowadzenie odpowiednich danych, możliwych do uzyskania przez operatora centrum danych lub specjalistę ds. infrastruktury IT bezpośrednio lub na drodze prostej analizy danych.

Pierwszy z programów narzędziowych szacuje efektywność wykorzystania mocy (PUE — Power Usage Effectiveness) dla centrum danych. Drugi z programów przyjmuje wartość PUE obliczoną w pierwszym z programów, a następnie dokonuje obliczeń alokacji energii i obciążenia dwutlenkiem węgla do infrastruktury IT w odniesieniu do jednego, uśrednionego serwera. Te jednostki reprezentujące „uśredniony serwer” są następnie przypisywane użytkownikom infrastruktury IT metodą wybraną na podstawie modelu biznesowego. W programach narzędziowych dostępna jest dokumentacja pomocy.

Rysunek A2 przedstawia jeden z ekranów narzędzia do alokacji. W tym przykładzie każdej jednostce serwerowej przypisano energię elektryczną wartą 1482 USD oraz CO² w ilości 15,4 tony rocznie. W przypadku użytkownika infrastruktury IT składającej się ze stu serwerów oznacza to odpowiednio 148 200 USD oraz 1 540 ton rocznie.

IT Carbon & Energy Allocation Calculator

Impact of efficiency, load characteristics, and location on carbon and energy allocation for IT users



Rysunek A2

Przykładowy ekran wyników obliczeń kalkulatora alokacji energii i obciążenia dwutlenkiem węgla urządzeń IT

Ten przykład wykorzystano ze względu na prostotę jego implementacji. Cechuje go spora użyteczność i może on pomóc w budowaniu świadomości oraz wdrażaniu udoskołań w pracy infrastruktury IT. Charakteryzuje go też jednak szereg istotnych ograniczeń, między innymi:

- Jego dokładność wynosi zaledwie +/- 20%, nie powinien być zatem wykorzystywany do rzeczywistych rozliczeń z klientami; do tych celów zaleca się zastosowanie któregoś z bardziej zaawansowanych rozwiązań opisanych w tym artykule.
- Pozwala on na przypisanie kosztów i obciążenia dwutlenkiem węgla do „średniego serwera” i nie umożliwia dokładnego przypisania kosztów w przypadku korzystania przez niektórych użytkowników infrastruktury IT z serwerów typu blade oraz przez innych z rozwiązań typu mainframe; w przypadku takiej konfiguracji niezbędne jest rozwiązanie obejmujące klasyfikację serwerów (opisane w niniejszym raporcie).
- Nie zapewnia on dokładnego rozkładu strat w systemie infrastruktury; z tego względu możliwości uzyskania wskazówek co do możliwych udoskołań infrastruktury są niewielkie; w celu ich uzyskania niezbędne jest rozwiązanie obejmujące audyt infrastruktury oraz pomiary kluczowych jej systemów (opisane w niniejszym artykule).