

Jak uniknąć kosztów związanych z nadmierną wielkością instalacji w centrum przetwarzania danych

White Paper # 37



Streszczenie

Rozmiary infrastruktury fizycznej i systemów zasilania dla ośrodków przetwarzania danych są na ogół o ponad 100% za duże. Artykuł przedstawia dane statystyczne dotyczące nadmiernej wielkości infrastruktury oraz związanych z tym kosztów. Omawiane są podstawowe przyczyny tworzenia infrastruktury nadmiernej wielkości. Artykuł opisuje także architekturę i metodę, które umożliwiają uniknięcie tego zjawiska.

Wstęp

Artykuł ten wykaże, że największym niepotrzebnym kosztem typowego centrum przetwarzania danych jest jego nadmierna wielkość. Wykorzystanie infrastruktury fizycznej i systemów zasilania w typowym centrum przetwarzania danych na ogół nie sięga nawet 50%. Niewykorzystana moc centrum przetwarzania danych to koszt inwestycyjny, którego można uniknąć, a także zbędne koszty operacyjne i serwisowe.

Artykuł składa się z trzech części. W pierwszej opisano fakty i dane statystyczne związane z nadmiarową wielkością. W drugiej omówiono przyczyny występowania tego zjawiska. W trzeciej wreszcie zaprezentowano architekturę i metodę pozwalające uniknąć takich kosztów.

Fakty i dane statystyczne dotyczące nadmiernej wielkości

Każdy, kto pracuje w branży informatycznej lub użyteczności publicznych, widział w centrach przetwarzania danych niewykorzystaną przestrzeń, systemy zasilania i inne zbędne elementy infrastruktury. Aby opisać to zjawisko liczbowo, trzeba zdefiniować kilka niezbędnych pojęć.

Definicje związane z nadmiarową wielkością

Dla celów tego artykułu przyjmuje się następujące definicje poniższych terminów:

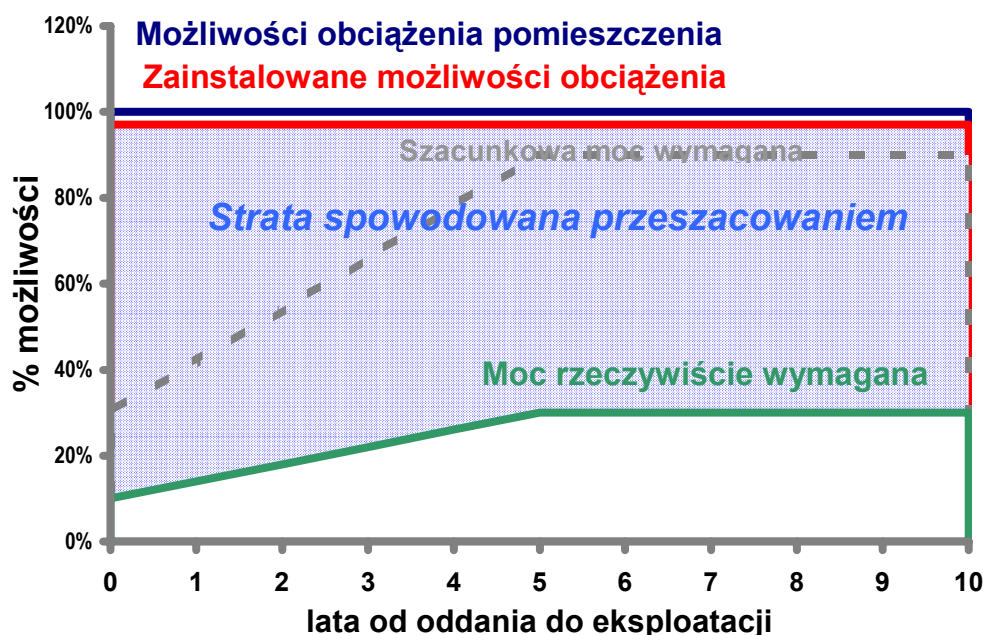
Pojęcie	Definicja
Projektowy czas użytkowania	Łączny planowany czas przydatności centrum przetwarzania danych do użytku. Na ogół jest to 6-15 lat. Jako wartość typową przyjęto 10 lat.
Moc projektowa	Maksymalne obciążenie, do jakiego zaprojektowano system zasilania. Przy rozruchu zainstalowane mogą być wszystkie urządzenia niezbędne do obsługi takiego obciążenia albo tylko ich część.
Moc ostatecznie zainstalowana	Maksymalne obciążenie rzeczywiście zainstalowanego sprzętu zasilającego. Wartość równa lub mniejsza od mocy projektowej.
Moc znamionowa	Znamionowa moc zainstalowanego systemu zasilaczy bezprzerwowych. Może to być wartość większa niż moc projektowa ze względu na planowane obniżenie dopuszczalnego obciążenia albo ze względu na stosowanie sprzętu nadmiarowego.
Ostateczna rzeczywiście wymagana moc	Maksymalne obciążenie rzeczywiście występujące w czasie projektowego czasu użytkowania centrum przetwarzania danych. Wartość mniejsza lub równa mocy projektowej.
Moc wymagana przy rozruchu	Maksymalne obciążenie sprzętu zasilającego zainstalowanego przy rozruchu. Wartość równa lub mniejsza mocy projektowej.
Szacunkowa moc wymagana przy rozruchu	Maksymalne obciążenie sprzętu zasilającego zainstalowanego w momencie przekazywania systemu do eksploatacji. Wartość mniejsza lub równa mocy ostatecznie zainstalowanej.
Moc rzeczywiście wymagana przy rozruchu	Moc rozruchowa rzeczywiście wymagana w momencie przekazywania systemu do eksploatacji. Na ogół jest to wartość znacznie mniejsza niż szacunkowa moc rozruchu.

Założenia modelowe

Aby zebrać dane do analizy zjawiska nadmiernej wielkości instalacji, firma APC przeprowadziła wśród użytkowników badania i opracowała uproszczony model opisujący plany infrastruktury dla centrów przetwarzania danych. W modelu tym poczyniono następujące założenia:

- Projektowy czas użytkowania centrum przetwarzania danych wynosi 10 lat.
- W planie centrum przetwarzania danych występują wartości *ostatecznej mocy projektowej* oraz *szacunkowej mocy przy rozruchu*.
- W typowym cyklu użytkowania centrum przetwarzania danych wymagania co do zasilania rosną liniowo od *rzeczywistej mocy wymaganej przy rozruchu* do *mocy projektowej* w taki sposób, że ta ostatnia wartość osiągnięta jest w połowie oczekiwanego cyklu użytkowego.

Zdefiniowany powyżej model stał się podstawą modelu planowania przedstawionego na rysunku 1. Przyjmuje się go za reprezentacyjny model planowania systemów.



Wykres 1 – Moc projektowa i wymagania w trakcie cyklu użytkowego centrum przetwarzania danych

Rysunek przedstawia typowy cykl planowania. Moc zainstalowana na początku jest równa *ostatecznej mocy zainstalowanej* i wynosi 100% (system jest od samego początku całkowicie rozbudowany). Plan zakłada, że rzeczywiste obciążenie będzie miało początkowo wartość *szacunkowej mocy przy rozruchu* równą 30%, a następnie wzrośnie do *rzeczywiście wymaganej mocy ostatecznej*, która jest na ogół równa wartości *mocy projektowej*. Jednak *rzeczywista moc wymagana przy rozruchu* jest na ogół niższa niż *szacunkowa moc wymagana przy rozruchu* i wzrasta do wartości *ostatecznej rzeczywiście wymaganej mocy*, która jest z kolei znacznie niższa niż *moc projektowa*. Należy zauważyć, że *moc znamionowa* może być większa niż *moc projektowa* ze względu na nadmiarowość sprzętu lub wymagane obniżenie dopuszczalnego obciążenia.

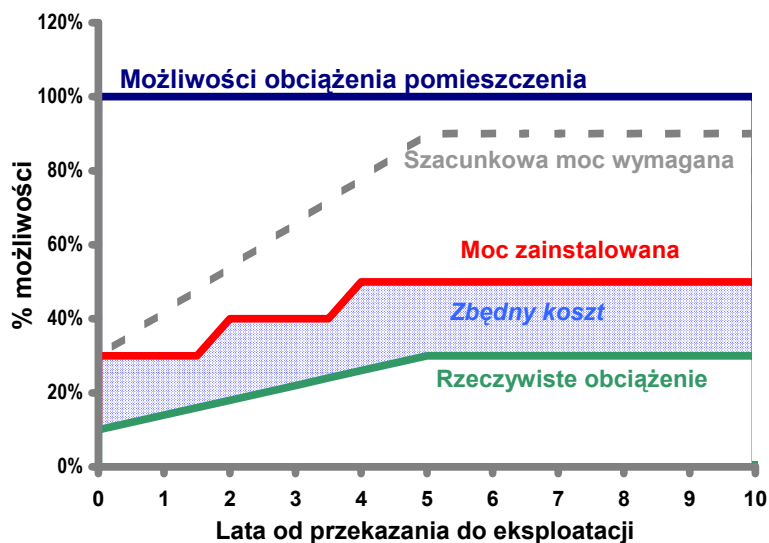
Dane z rzeczywistych zainstalowanych systemów

Aby dowiedzieć się, na ile rzeczywiste instalacje są za duże, firma APC zebrała dane od wielu klientów. Uzyskano je drogą badań istniejących instalacji oraz z wywiadów z klientami. Wyniki wykazały, że *oczekiwane początkowe obciążenie przy rozruchu* wynosi na ogół 30% *mocy projektowej*. Ponadto, okazało się, że *rzeczywiste obciążenie przy rozruchu* wynosi na ogół 30% *szacunkowego obciążenia przy rozruchu*, oraz że *ostateczna rzeczywiście wymagana moc* wynosi na ogół około 30% *mocy projektowej*. Dane te zostały zaprezentowane na rysunku 1. Przeciętne centrum danych jest w ostatecznym rozrachunku 3 razy za duże w stosunku do wartości projektowych, a ponad 4 razy w stosunku do wartości znamionowych. W momencie oddania do eksploatacji przerost ten jest jeszcze bardziej uderzający — na ogół rzędu 10 razy.

Zbędne koszty związane z nadmierną wielkością

W cyklu użytkowym instalacji o nadmiernej wielkości występują koszty, które można podzielić na dwa rodzaje: koszty inwestycyjne oraz koszty operacyjne.

Zbędne koszty inwestycyjne zostały przedstawione na rysunku 2. Zacięziony obszar rysunku reprezentuje tę część mocy systemu, która w przeciętnej instalacji jest niewykorzystywana.



Wykres 2 – Zbędne koszty związane z nadmierną podażą

Nadmierna podaż mocy przekłada się bezpośrednio na niepotrzebne koszty inwestycyjne. Oprócz kosztów związanych z systemem zasilania, nadmierne koszty inwestycyjne dotyczą takich elementów infrastruktury, jak np. podłogi podniesione, a także instalacje chłodzące.

Koszt typowego centrum przetwarzania danych o poborze 100kW to wartość rzędu 500 000 USD lub 5 USD za kilowat. Analiza wykazała, że około 70% tej inwestycji, czyli 350 000 USD, pozostaje niewykorzystana. W początkowych latach stopień niewykorzystania jest jeszcze większy. Wliczając koszt pieniądza w czasie, typowa strata wywołana nadmierną wielkością instalacji jest równa niemal 100% całkowitego kosztu inwestycyjnego centrum przetwarzania danych! Oznacza to, że same odsetki od początkowego kapitału mogłyby opłacić niemal całą kwotę rzeczywiście wymaganej inwestycji.

Zbędne koszty wynikające z nadmiernej wielkości instalacji w jej cyklu użytkowym obejmują także nakłady eksploatacyjne. Są to koszty umów serwisowych, materiałów eksploatacyjnych oraz energii elektrycznej. Koszty serwisu są w cyklu użytkowym centrum przetwarzania danych na ogół nieco niższe od kosztów inwestycyjnych, jeżeli sprzęt jest konserwowany zgodnie z zaleceniami producenta. Ponieważ nadmierna podaż wiąże się z niewykorzystanym sprzętem, który trzeba serwisować, duża część kosztów serwisu jest niepotrzebna. W naszym przykładzie 100kW centrum przetwarzania, niepotrzebny koszt w ciągu całego cyklu użytkowego systemu sięga 250 000 USD.

Nadmierne koszty energii elektrycznej w zbyt dużych instalacjach osiągają znaczne wartości. Strata na jałowej pracy instalacji zasilającej centrum przetwarzania sięga 4% mocy znamionowej. Po doliczeniu kosztów chłodzenia wartość ta wzrasta do 8%. W przypadku 100kW centrum przetwarzania z nadmierną podażą w typowych granicach, gdzie moc znamionowa przekracza moc projektową tak jak w typowym centrum przetwarzania danych, w ciągu 10 lat użytkowania centrum marnowana jest energia elektryczna rzędu 600 000 kilowatogodzin. Oznacza to niepotrzebny koszt rzędu 30 000 USD.

Łączne zbędne koszty w całym cyklu użytkowym centrum przetwarzania sięgają przeciętnie 70% kosztów systemu. Są to środki, które teoretycznie można by odzyskać, gdyby infrastrukturę centrum przetwarzania danych dało się dostosowywać do zmiennych wymagań.

Dla wielu firm zmarnowane inwestycje i wydatki stają się kosztem utraconych możliwości, wielokrotnie przekraczającym samą kwotę kosztu. Na przykład, przyczyną bankructwa usługodawców oferujących hosting w Internecie bywało zamrożenie kapitału w jednej, niedostatecznie wykorzystanej instalacji, które uniemożliwiało użycie go przy innej nadarzającej się okazji.

Przyczyny nadmiernej wielkości instalacji

Zebrane dane wykazały, że w istniejące instalacje charakteryzują się znacznym i dość zmiennym stopniem nadmiernej podaży. Nasuwa się oczywiście pytanie, czy ta nadmierna podaż jest planowa i oczekiwana, czy też wynika z błędów planowania, albo czy istnieje zasadnicza przyczyna powodująca nieuniknione występowanie tego zjawiska.

Planowana nadmiarowa wielkość

Wywiady z menedżerami typowych instalacji wskazują, że centra przetwarzania danych planuje się tak, aby odpowiadały maksymalnej mocy wymaganej w przyszłości. Planowana *moc znamionowa* systemu jest na ogół większa od oczekiwanych wymagań mocy ze względu na dwa czynniki. Po pierwsze, większość systemów zasilających o mocy 100kVA lub większej ma konstrukcję N+1 zapewniającą odporność na uszkodzenia. Na przykład, system o mocy 100kW składa się z trzech odrębnych zasilaczy bezprzerwowych o mocy 50kW, tak aby w wypadku awarii jednego z nich nadal dostarczana była niezbędna moc. Po drugie, wielu klientów standardowo zaniża dopuszczalne obciążenie systemu i wykorzystuje tylko część mocy znamionowej, np. 80%. Wynika to z przekonania, że eksploatacja systemu przy niepełnej mocy zmaksymalizuje jego ogólną niezawodność.

Praktyka planowania większej mocy znamionowej niż moc projektowa centrum przetwarzania została przedstawiona na górnej krzywej na rysunku 1. Reprezentuje ona planową, zamierzoną formę nadmiernej podaży mocy. Taki rodzaj nadmiernej wielkości wiąże się z niedostatecznym wykorzystaniem instalacji, ale nie stanowi największego składnika łącznych zbędnych kosztów.

Proces planowania i jego wady

W typowym procesie planowania centrum przetwarzania danych przyjmuje się pewne założenia dotyczące przyszłych wymagań, m. in.:

Koszt niedostarczenia odpowiedniej mocy dla centrum jest bardzo wysoki i należy go wyeliminować. Bardzo kosztowne jest częściowe zwiększanie pojemności na pewnym etapie cyklu użytkowego centrum przetwarzania danych.

Prace związane ze zwiększaniem mocy centrum przetwarzania danych w trakcie jego cyklu użytkowego niosą ze sobą duże i niedopuszczalne ryzyko wywołania przestoju.

Wszystkie prace techniczne i planowanie związane z ostateczną mocą centrum przetwarzania danych trzeba wykonać z góry. Wymagania centrum wzrosną, ale wzrostu tego nie można dokładnie przewidzieć.

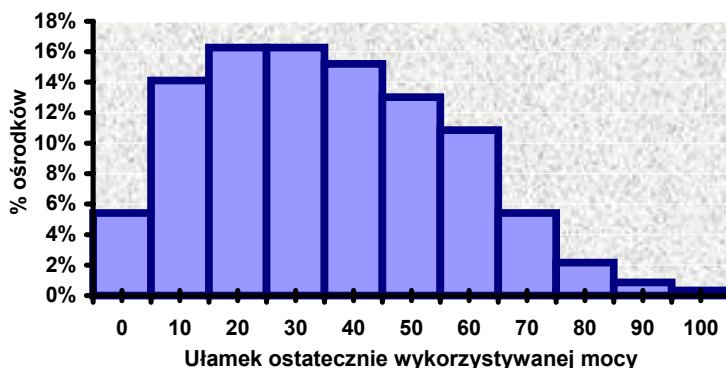
W wyniku tych założeń centra przetwarzania danych są planowane, projektowane i budowane tak, aby z góry sprostać pewnym nieznanym wymaganiom. Moc centrum danych planuje się stale z dużym zapasem ponad potencjalnie możliwe scenariusze rozwoju.

Zasadnicza przyczyna nadmiernej podaży

W wyniku takiego procesu powstają plany, które na ogół zapewniają bardzo słabe wykorzystanie instalacji, czego dowiodły dane z istniejących systemów. Z ekonomicznego punktu widzenia należy je zatem uznać za porażkę. Jednak analiza powyższego procesu planowania nie wyróżnia żadnej zasadniczej jego wady. Ta pozorna sprzeczność może zostać rozwikłana po dogłębniejszej analizie danych i ograniczeń procesowych. Rysunek 3 przedstawia rozkład ostatecznego wykorzystania procentu istniejących instalacji, czyli iloraz *ostatecznej rzeczywiście wymaganej mocy* i *ostatecznej zainstalowanej mocy*. (Uwaga: procent wykorzystania byłby jeszcze niższy, gdyby do obliczeń użyto mocy znamionowej).

Analiza tych danych nasuwa następujące wnioski:

- Oczekiwana wartość ostatecznego wykorzystania wynosi około 30%.
- Oczekiwana wartość nadwyżki lub niepotrzebnej podaży mocy wynosi 70%.
- Ułamek ostatecznego wykorzystania bywa bardzo różny, co sugeruje, że w procesie projektowania możliwość przewidzenia przyszłych wymagań jest na ogół bardzo słaba.
- Gdyby *moc projektowa* była standardowo równa wartości oczekiwanej, zamiast typowo wybieranych wartości, to 50% systemów nie zdołałoby spełnić wymagań co do obciążenia w trakcie swojego cyklu użytkowego.
- Obecna technika ustalania wielkości instalacji stanowi logiczny kompromis. Nazbyt wielki system chroni przed dużym stopniem zmienności *ostatecznej rzeczywiście wymaganej mocy*, redukując prawdopodobieństwo, że system ten nie zdoła sprostać wymaganemu obciążeniu w swoim cyklu użytkowym



Wykres 3-Ostateczny ułamek wykorzystania instalacji w typowych centrach przetwarzania danych

W ten sposób dochodzimy do zaskakującego wniosku, że ze względu na ograniczenia projektowe i nieprzewidywalność przyszłych wymagań co do zasilania, obecna metoda planowania jest logiczna. Jeżeli dla firmy koszt stworzenia centrum przetwarzania danych niezdolnego sprostać obciążeniu jest wysoki, to biorąc pod

uwagę konwencjonalne metody budowania takich centrów, najlepszym sposobem na zminimalizowanie łącznego oczekiwanego kosztu systemu jest zbudowanie go ze znaczną nadmiarowością.

Architektura i metoda pozwalające uniknąć zjawiska nadmiernej wielkości

Zasadnicza niepewność co do przyszłych wymagań podczas procesu planowania infrastruktury centrum przetwarzania danych jest problemem, który nie da się rozwiązać za pomocą żadnych dostępnych metod. Dlatego też oczywistym wyjściem jest stworzenie takiej infrastruktury centrum przetwarzania danych, która będzie w stanie reagować na nieprzewidywalne zapotrzebowanie.

Bariery dla zdolności adaptacyjnych

Po omówieniu ogromnej skali problemu nadmiernej wielkości infrastruktury nasuwa się oczywiste pytanie: czy infrastruktury te trzeba tworzyć z wyprzedzeniem, zamiast zbudować je tak, by odpowiadały rzeczywistym wymaganiom? Wiele centrów przetwarzania danych wykorzystuje przecież pewne metody stopniowego rozwoju. Na przykład, szafy przemysłowe często instaluje się etapami. Wdrożenie ostatniego filaru rozdzielni zasilania w centrum przetwarzania danych także często realizuje się stopniowo. W niektórych przypadkach można stopniowo wdrażać nadmiarowy moduł zasilacza bezprzerwowego.

Metody te przynoszą znaczną redukcję łącznych kosztów powstających w trakcie cyklu użytkowego centrum przetwarzania danych. Jednak w wielu przypadkach dodatkowy koszt związany z późniejszym doinstalowaniem sprzętu jest większy, niż gdyby sprzęt ten został wdrożony na początku. Dlatego też wielu inżynierów woli tworzyć plany zakładające pełną instalację całego sprzętu z góry. W praktyce więc zredukować można bardzo niewiele z ponoszonych kosztów.

Metoda i podejście do tworzenia infrastruktury o zdolnościach adaptacyjnych

Najlepszym rozwiązaniem byłoby stworzenie metody i architektury zapewniających stałą adaptację do zmieniających się wymagań. Taka metoda i architektura musiałaby mieć następujące atrybuty:

- Znacznie zredukowane lub wyeliminowane jednorazowe prace techniczne związane z projektowaniem centrum przetwarzania danych.
- Infrastruktura zasilania dla centrum przetwarzania danych dostępna w postaci gotowych, modułowych elementów konstrukcyjnych.
- Komponenty systemu dające się przemieścić przez zwykłe drzwi i przewieźć windami osobowymi. Ich włączenie do sieci nie może wymagać prac kablowych na przewodach pod napięciem.
- Wyeliminowana konieczność specjalnego przygotowania ośrodka, np. podniesionych podłóg.
- System musi być w stanie pracować w konfiguracjach N, N+1 lub 2N bez modyfikacji.
- Wyeliminowane takie prace, jak okablowanie, wiercenie, cięcie.
- Do zwiększenia mocy nie mogą być konieczne specjalne zezwolenia albo procedury prawne.

- Koszt sprzętu w systemie modułowym jest taki sam lub niższy, niż w przypadku tradycyjnego systemu scentralizowanego.
- Koszt serwisu systemu modułowego jest taki sam lub niższy, niż w przypadku tradycyjnego systemu scentralizowanego.

Praktyczne i możliwe do osiągnięcia poziomy adaptacji

Przykładem systemu zasilania o zdolnościach adaptacyjnych, który spełniałby powyższe wymagania, jest architektura APC InfraStruXure. Nie zaprezentujemy tutaj pełnego opisu tego systemu. W architekturze InfraStruXure ponad 70% systemu zasilania można wdrożyć w sposób odzwierciedlający wymagania centrum przetwarzania danych. W praktyce jedyną częścią systemu, jaka jest w pełni wdrażana z góry jest główna rozdzielnica wejściowa i główne panele dystrybucyjne. Wielkości tych instalacji dostosowywane są do *ostatecznej wymaganej mocy projektowej*. Zasilacz bezprzerwowy, system akumulatorów, systemy rozdzielcze mocy (PDU), rozdzielnica obejściowa i kable rozdzielcze do szaf przemysłowych są wdrażane modułowo, w odpowiedzi na zmiany obciążenia. Należy zauważyć, że dyskusja ta skupiała się na cechach systemu zasilania, który jest głównym czynnikiem podnoszącym ogólne koszty infrastruktury centrum przetwarzania danych. Dla pełnego obrazu taką samą analizę można i trzeba zastosować do koncepcji przestrzeni fizycznej, instalacji chłodzących, wymogów ochrony przeciwpożarowej oraz wymogów bezpieczeństwa.

Wnioski

Centra przetwarzania danych są standardowo trzykrotnie większe, niż tego wymaga ich obciążenie. Nadmierna wielkość pociąga za sobą nadmierne koszty inwestycyjne i wydatki na serwis, które stanowią istotny ułamek ogólnych kosztów w cyklu użytkowym instalacji. Większości z tych kosztów można uniknąć, wdrażając metodę i architekturę zdolne adaptować się do zmiennych wymagań w opłacalny sposób, a jednocześnie zapewniać wysoki poziom dostępności.