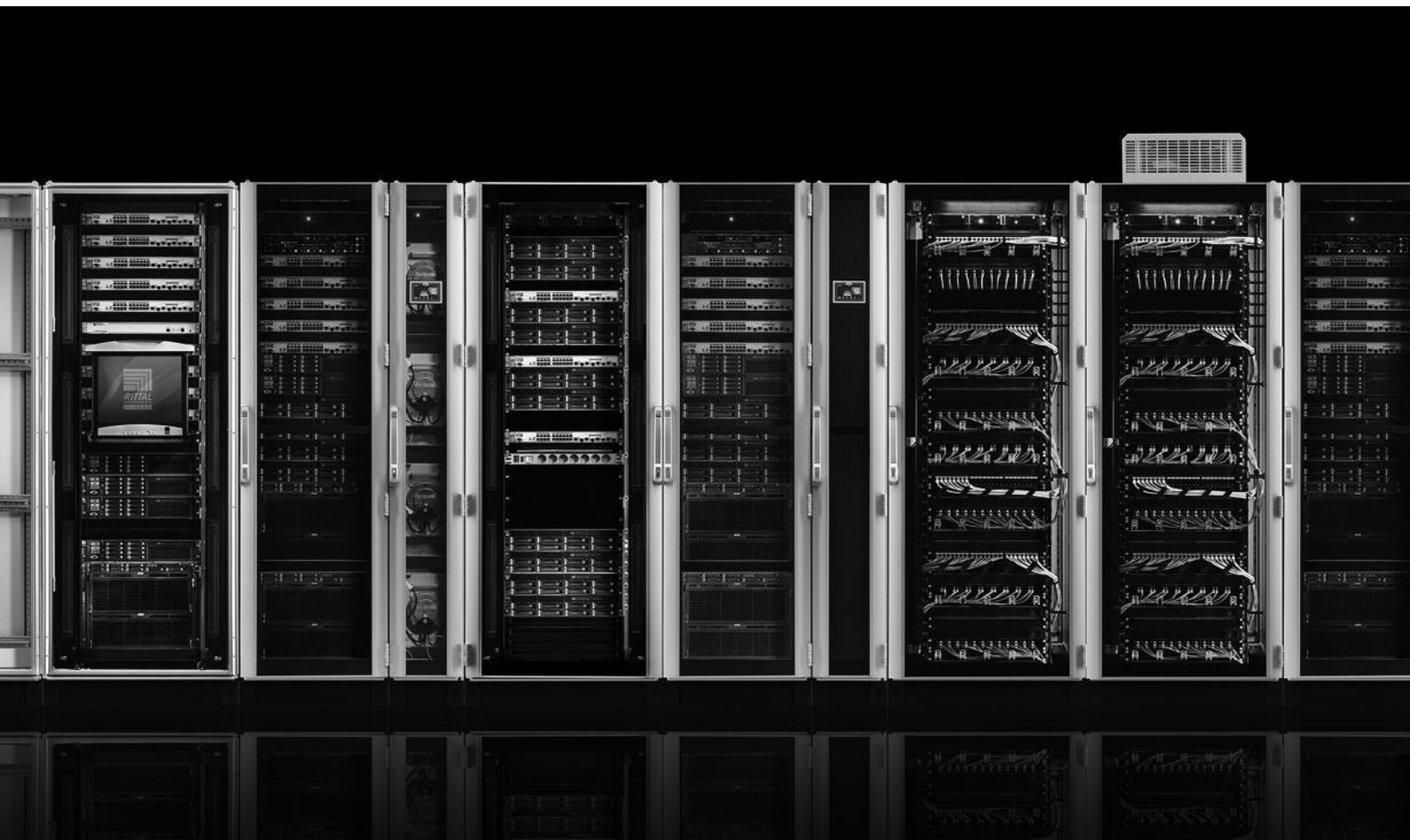


Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



Whitepaper – Metryki w technologiach IT i centrach danych

Bernd Hanstein

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



Spis treści

Streszczenie.....	4
Wprowadzenie	5
Metryki.....	6
PUE – Power Usage Effectiveness	6
pPUE – partial Power Usage Effectiveness	7
DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency	8
CUE – Carbon Usage Effectiveness	10
WUE – Water Usage Effectiveness	11
EER – Energy Efficiency Ratio	11
COP – Coefficient of Performance	11
ESEER/SEER – (European) Seasonal Energy Efficiency Ratio	12
cosφ – współczynnik mocy	13
Efektywność AC-AC	14
Literatura.....	15

Autor: Bernd Hanstein

Po ukończeniu studiów dyplomowych z fizyki na Uniwersytecie Justusa Liebiga w Gießen w roku 1987, Bernd Hanstein pracował w centralnym dziale badawczym Siemens AG w zakresie metod testowania układów zintegrowanych. Następnie z różnych stanowisk odpowiadał w Siemens AG w obszarze sieci publicznych za implementację dużych projektów ICT. Po przejściu do Siemens VDO Automotive w roku 2002, Bernd Hanstein jako główny szef działu był odpowiedzialny za ogólnoswiatowe testy systemu urządzeń multimedialnych do samochodów. Od 2007 roku jest szefem działu zarządzania produktami IT w Rittal w Herborn. Do głównych obszarów jego działalności należą: komponenty IT, rozwiązania systemowe RiMatrix i technologia centrów danych.

Wykaz ilustracji

Rysunek 1.	PUE centrum danych RiMatrix S – Single 6.....	7
Rysunek 2.	pPUE centrum danych RiMatrix S – Single 6.....	8
Rysunek 3.	DCiE centrum danych RiMatrix S – Single 6.....	9
Rysunek 4.	Kalkulacja CO ₂ w oparciu o mieszankę prądową w Niemczech (1990-2014) ..	10
Rysunek 5.	Zależność EER od temperatury	12

Wykaz definicji

Definicja 1:	PUE – Power Usage Effectiveness.....	6
Definicja 2:	pPUE – częściowe PUE	7
Definicja 3:	DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency	8
Definicja 4:	średni PUE	9
Definicja 5:	CUE – Carbon Usage Effectiveness	10
Definicja 6:	WUE – Water Usage Effectiveness	11
Definicja 7:	EER – Energy Efficiency Ratio	11
Definicja 8:	COP – Coefficient of Performance.....	12
Definicja 9:	ESEER – European Seasonal Energy Efficiency Ratio	13
Definicja 10:	SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio	13
Definicja 11:	cosφ – współczynnik mocy	13
Definicja 12:	Efektywność AC-AC	14

Wykaz tabel

Tabela 1:	Przegląd metryk	5
Tabela 2:	Współczynniki ESEER	13
Tabela 3:	Współczynnik mocy po stronie wejściowej ABB-Rittal DPA Upscale.....	14
Tabela 4:	Przedstawienie uzależnionej od obciążenia efektywności dla ABB-Rittal DPA Upscale	14

Streszczenie

Centra danych w cyfrowym świecie XXI wieku są elementarnymi składnikami we wszystkich ważnych dziedzinach i znajdują się w działalnościach przemysłowych, w szpitalach i na lotniskach, a także we wszystkich obszarach komunikacji i internetu. Właśnie stale rosnące wykorzystanie mobilnych urządzeń końcowych i przez to coraz większa ilość przesyłanych danych prowadzą do tego, że centra danych będą rozrastać się także w przyszłości.

Duże centra danych należące do dostawców usług chmurowych i kolokacji potrzebują przy tym dziesiątków megawatów energii. Ogół wszystkich centrów danych na całym świecie ma coraz większy udział w globalnej emisji CO₂. GeSI (Global e-Sustainability Initiative) [ref. 1] przewiduje, że udział ITK w światowej emisji CO₂ wzrośnie z 1,3% w roku 2002 do 2,3% w 2020 roku.

Obniżenie emisji gazów cieplarnianych jest nie tylko zadaniem politycznym i społecznym, lecz także wiąże się z obniżeniem kosztów prądu i dlatego dla każdego operatora centrów danych – niezależnie od skali wielkości – ma coraz większe znaczenie.

Poza tym, przy coraz większej konkurencji, efektywne i zrównoważone wykorzystanie centrów danych – w ramach „Green IT Policy” – może być dużą zaletą, co pokazują przykłady Google [ref. 2] i Apple [ref. 3].

Istnieje cały szereg metryk do określania efektywności centrów danych, które pozwalają na ocenę wykorzystania energii, emisji CO₂, a także zrównoważonego zużycia wody. Poza tym metryki te pozwalają także na zakwalifikowanie poszczególnych komponentów oraz branż, a przez to na porównanie ze sobą rozwiązań różnych producentów.

Niniejsza publikacja zawiera przegląd najważniejszych metryk, mających znaczenie dla infrastruktury IT centrów danych. Jednocześnie można wywnioskować, że poszczególne metryki same w sobie nie są wystarczająco przekonujące. Operator centrum danych musi zdefiniować odpowiedni zbiór różnych parametrów, które są dopasowane do konkretnego zastosowania.

Ciągła rejestracja istotnych danych i ich transparentna wizualizacja w formie analizy trendów pozwala na efektywną i zrównoważoną eksploatację centrów danych. W ten sposób istnieje możliwość wykazywania poprawy w porównaniu z analogicznymi miesiącami ubiegłego roku lub wyszukiwania przyczyn odchyleń od docelowych wartości.

Wprowadzenie

Ponieważ centra danych w niemalym stopniu przyczyniają się do globalnej emisji CO₂, rośnie potrzeba efektywnej eksploatacji i zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych. Obniżenie emisji CO₂ idzie w parze z obniżeniem kosztów prądu i dlatego ma istotne znaczenie dla każdego operatora centrów danych.

Kluczowe staje się zbieranie, rejestrowanie i analizowanie wszystkich ważnych parametrów. Tylko porównanie aktualnych wartości z parametrami docelowymi oraz z danymi historycznymi pozwala na skuteczną realizację ulepszeń.

W ramach tego dokumentu przedstawiony zostanie szereg metryk zdefiniowanych w celu oceny efektywności fizycznych infrastruktur IT. Ogólny ich przegląd zawiera poniższa tabela 1.

Metryka	Opis
PUE – Power Usage Effectiveness	Ocena efektywności fizycznej infrastruktury IT w centrum danych
pPUE – częściowe PUE	Ograniczenie tej oceny do części centrum danych
DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency	Ocena efektywności fizycznej infrastruktury IT w centrum danych
CUE – Carbon Usage Effectiveness	Ocena emisji CO ₂ w zależności od wykorzystywanego źródła prądu
WUE – Water Usage Effectiveness	Ocena wykorzystania wody (np. przy adyabatycznym chłodzeniu centrum danych)
EER – Energy Efficiency Ratio	Klasyfikacja urządzeń i instalacji chłodniczych
COP – Coefficient of Performance	Klasyfikacja urządzeń i instalacji chłodniczych
ESEER – European Seasonal Energy Efficiency Ratio	Uwzględnienie miejsca zainstalowania i temperatury zewnętrznej przy ocenie urządzeń i instalacji chłodniczych
SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio	Uwzględnienie miejsca zainstalowania i temperatury zewnętrznej przy ocenie urządzeń i instalacji chłodniczych
cosφ – współczynnik mocy	Ocena efektywności systemów UPS
Efektywność AC-AC	Ocena efektywności systemów UPS

Tabela 1: Przegląd metryk

Metryki

PUE – Power Usage Effectiveness

„The Green Grid” [Ref. 4] to organizacja non profit, w której skład wchodzi firmy, instytucje i organizacje, utworzona w roku 2006; jej celem jest zwiększanie efektywności i zrównoważony rozwój centrów danych. W tym celu „The Green Grid” określiła szereg metryk, jak np. PUE, CUE i WUE, gwarantujących międzynarodową porównywalność pomiarów i wyciąganych na ich podstawie wniosków.

Jedną z ważniejszych metryk jest tutaj PUE (Power Usage Effectiveness) [ref. 5] o następującej definicji:

$$PUE := \frac{\text{całkowita moc centrum danych}}{\text{całkowita moc urządzeń IT}}$$

gdzie:
całkowita moc centrum danych := infrastruktura IT i urządzenia IT
Urządzenia IT := np.: serwery, switchy, systemy pamięci masowych

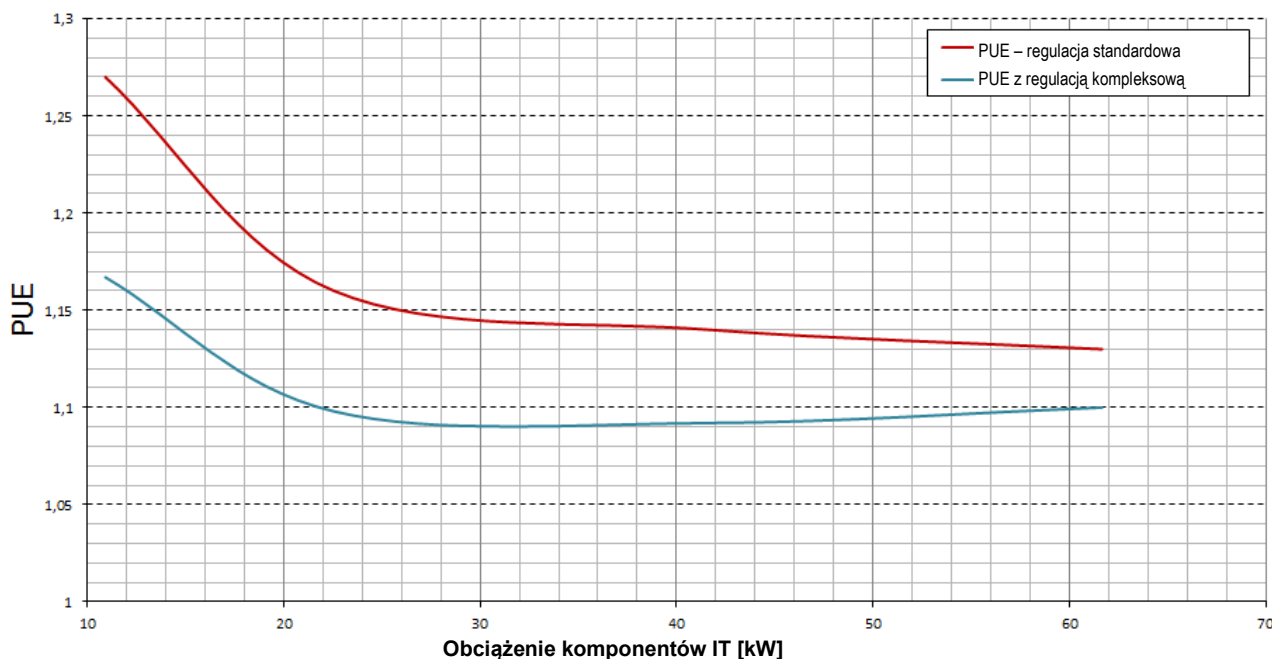
Definicja 1: PUE – Power Usage Effectiveness

PUE to stosunek całkowitego poboru mocy przez centrum danych do mocy, która jest wykorzystywana przez aktywne komponenty, jak serwery, pamięci masowe i sieć.

Im mniej mocy zużywa infrastruktura (np. klimatyzacja, zasilanie, oświetlenie), tym bardziej PUE zbliża się do liczby „1”. Tę teoretyczną wartość można uzyskać tylko wówczas, gdy cały prąd centrum danych będzie zużywany wyłącznie przez serwery, pamięci masowe i inne aktywne komponenty IT.

Wartość PUE nie mówi nic o całkowitym zużyciu energii przez centrum danych. Dlatego sam współczynnik PUE nic nie mówi o tym, czy rzeczywiście oszczędza się prąd. Problem ten można zilustrować prostym przykładem:

Podwyższenie temperatury nadmuchu serwerów spowoduje zmniejszenie udziału prądu potrzebnego do wytwarzania zimna. Jeżeli jednak temperatura ta stanie się na tyle wysoka, że wentylatory będą musiały pracować na maksymalnych obrotach, to wzrośnie zużycie prądu przez urządzenia IT. PUE staje się rzekomo lepszy, podczas gdy zużycie prądu jednak rośnie.



Rysunek 1. PUE centrum danych RiMatrix S – Single 6

PUE centrum danych jest zatem zależny także od obciążenia, co pokazuje rys. 1. Przy niskim obciążeniu jest gorszy, ponieważ większe są udziały infrastruktury – jak na przykład UPS i chłodzenie. Przy „regulacji kompleksowej” DCIM-SW znajduje niezależnie od branż optymalny punkt pracy centrum danych. W przypadku regulacji standardowej urządzenia optymalizują się osobno.

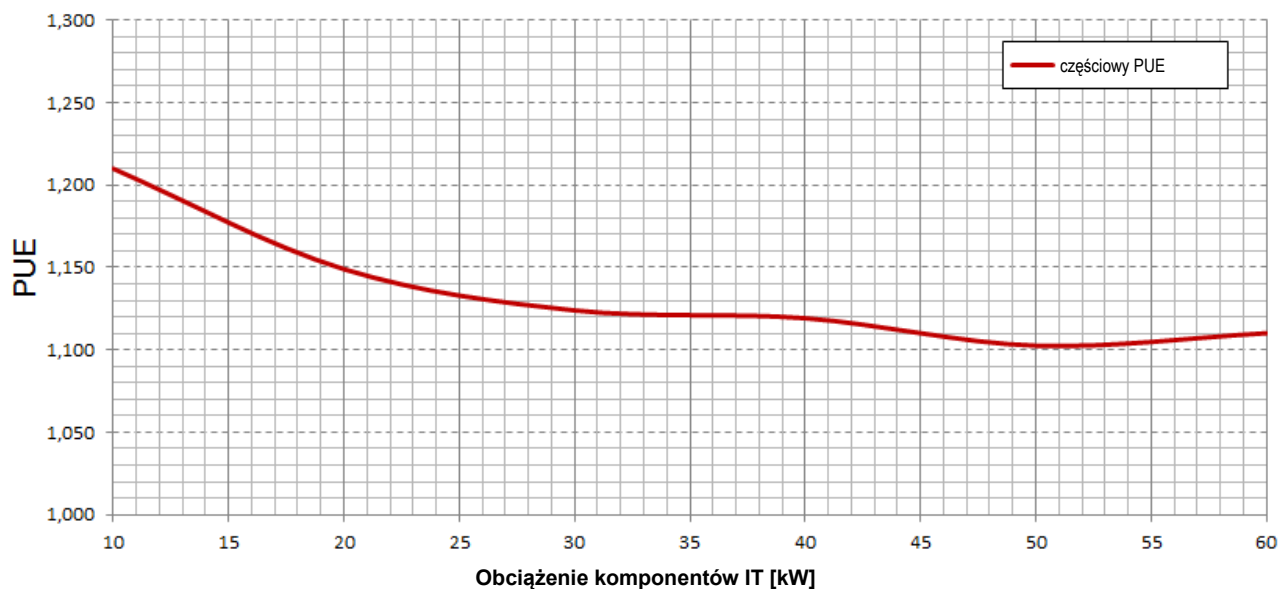
pPUE – partial Power Usage Effectiveness

Za pomocą częściowego PUE, czyli pPUE [ref. 5], ocenia się jedynie fragment centrum danych. Dopuszczalne jest na przykład, aby przy obliczaniu wartości pPUE nie uwzględniać generowania zimna za pomocą agregatów free cooling / chillerów. Punktem granicznym pPUEs byłyby w tym przypadku granice budynku pomieszczeń technicznych i serwerowych. pPUE ma następującą definicję:

$$\text{pPUE} := \frac{\text{całkowita moc w części centrum danych}}{\text{całkowita moc urządzeń IT w tej części}}$$

Definicja 2: pPUE – częściowe PUE

Poniższa ilustracja 2 przedstawia pPUE modułu centrum danych RiMatrix S, który do pracy wymaga podłączenia do zewnętrznego chłodzenia. Może być ono zrealizowane samodzielnie przez klienta lub też w formie odpowiedniego modułu chłodniczego.



Rysunek 2. pPUE centrum danych RiMatrix S – Single 6

pPUE w tym przykładzie informuje o efektywności modułu bez zewnętrznego chłodzenia.

DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency

DCiE (Data Center Infrastructure Efficiency) [ref. 5] definiuje się jako odwrotność PUE:

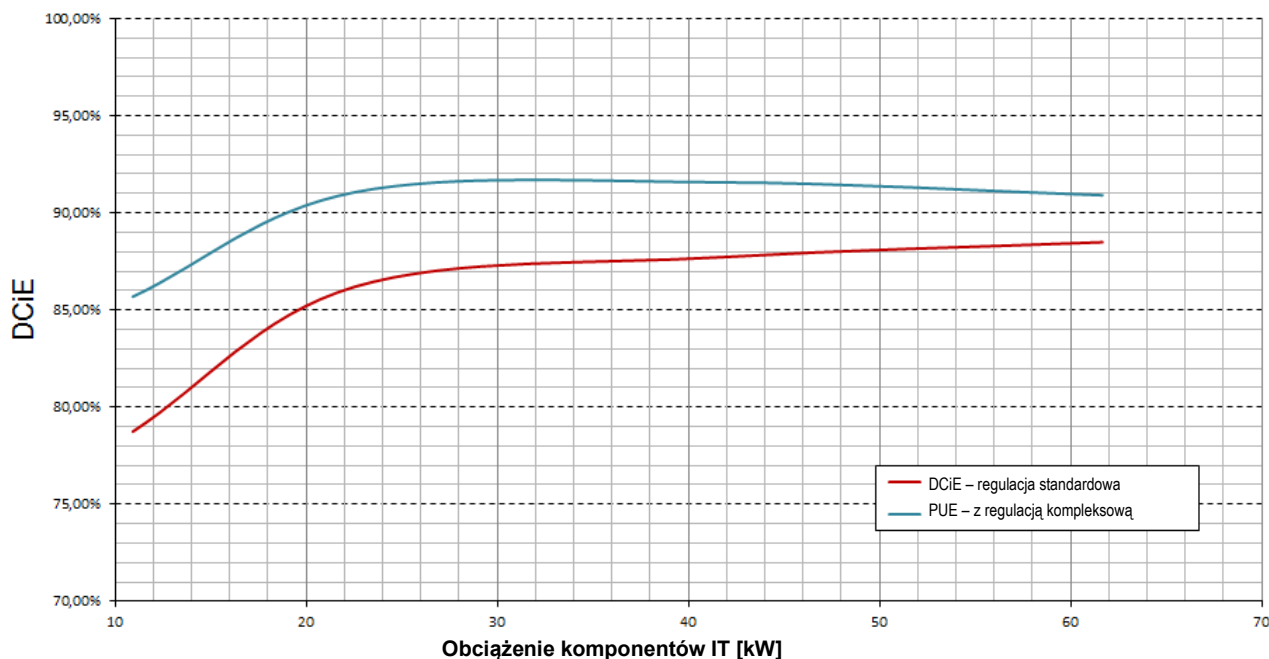
$$\text{DCiE} := \frac{\text{całkowita moc urządzeń IT}}{\text{całkowita moc centrum danych}}$$

gdzie:
 Urządzenia IT := np.: serwery, switchy, systemy pamięci masowych
 całkowita moc centrum danych := infrastruktura IT i urządzenia IT

Definicja 3: DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency

PUE to stosunek całkowitego poboru mocy przez centrum danych do mocy, która jest wykorzystywana przez aktywne komponenty, jak serwery, pamięci masowe i sieć.

DCiE podaje się z reguły w procentach, jak na rys. 3. Idealne centrum danych miałoby więc wartość DCiE równą 100% i tym samym byłoby „stuprocentowo efektywne”.



Rysunek 3. DCiE centrum danych RiMatrix S – Single 6

Do zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju niezbędna jest analiza przebiegu PUE lub DCiE w czasie, w oparciu o roczne analizy trendów, ponieważ wytwarzanie zimna zależy od zewnętrznych czynników klimatycznych danej lokalizacji.

Zarówno w przypadku parametrów PUE, jak i DCiE należy zwrócić uwagę na sposób, w jaki wartości te zostały wyznaczone:

- Czy są to wartości teoretyczne, które zostały wyznaczone na podstawie kart produktów zainstalowanych komponentów i urządzeń?
- Czy chodzi o zmierzone wartości, przy czym należy rozróżnić:
 - a) wartość aktualną, która została zmierzona w określonym momencie,
 - b) wartość średnią, która była mierzona w określonym przedziale czasu, np. w ciągu roku?

Do wyznaczenia średniej wartości PUE służy wtedy następujący wzór:

$$PUE = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n PUE(i)$$

n := liczba zmierzonych wartości

Definicja 4: średni PUE

Przy czym należy zwrócić uwagę na równomierne rozłożenie pomiarów w czasie.

CUE – Carbon Usage Effectiveness

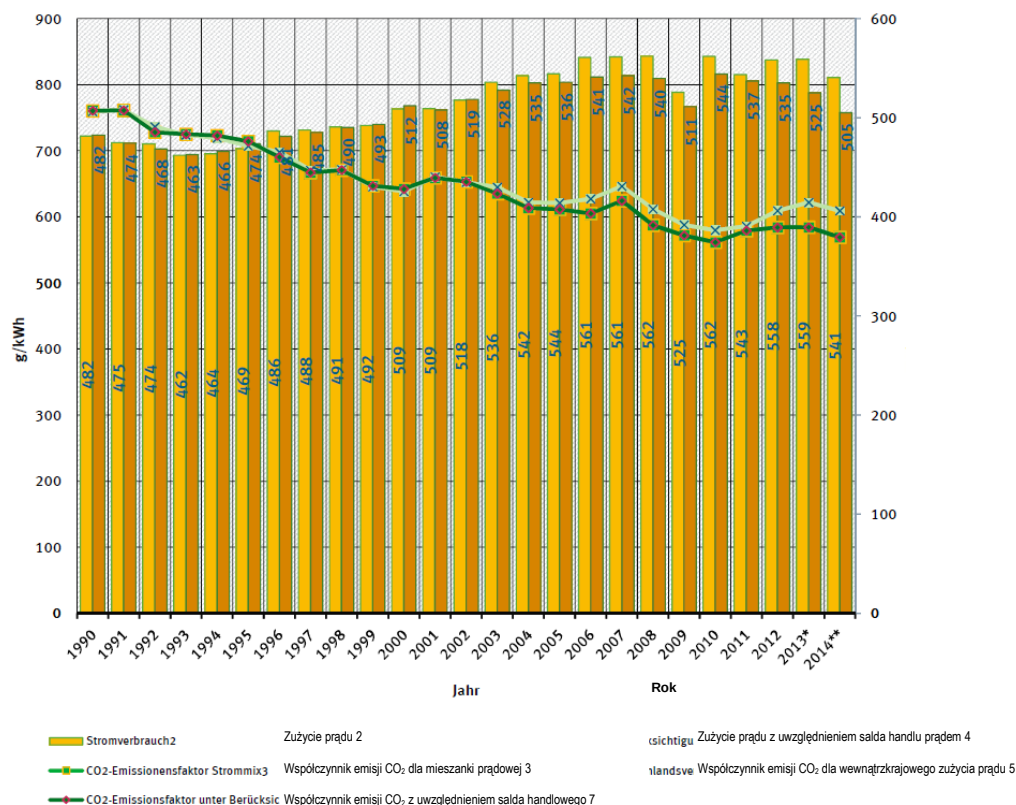
Metryka CUE (Carbon Usage Effectiveness) [ref. 6] została zdefiniowana przez „The Green Grid” [ref. 1] w celu uzupełnienia metryki PUE. CUE ma opisywać zrównoważone wykorzystanie energii elektrycznej przez centrum danych. CUE został przy tym zdefiniowany tak, aby idealne centrum danych nie wykazywało żadnej emisji CO₂:

$$\text{CUE} := \text{CEF} \times \text{PUE}$$

Przy czym termin CEF (Carbon Emission Factor) podaje współczynnik CO₂ mieszanki prądowej.

Definicja 5: CUE – Carbon Usage Effectiveness

Kalkulacja emisji CO₂ na kWh zużywanego prądu zależy od danego kraju, gdyż jemu przyporządkowana jest odpowiednia mieszanka prądowa (prąd z elektrowni atomowych, węglowych i gazowych, energii odnawialnych). W Niemczech obliczenia tego współczynnika są prowadzone przez Federalny Urząd ds. Ochrony Środowiska [ref. 7] i publikowane raz w roku, jak na rys. 4.



Rysunek 4. Kalkulacja CO₂ w oparciu o mieszankę prądową w Niemczech (1990-2014)

Liczby te i współczynniki są też publikowane w innych krajach, jak na przykład w USA przez U.S. Energy Information Administration [ref. 8]. Z powyższego równania [definicja 5] wynika, że CUE przyjmuje wartość „0” wtedy, gdy centrum danych pobiera prąd wyłącznie z odnawialnych źródeł energii.

WUE – Water Usage Effectiveness

Właśnie w związku z rosnącym wykorzystaniem bezpośredniego chłodzenia swobodnego wzrasta też znaczenie używania i zrównoważonego zastosowania wody. Organizacja ASHRAE [ref. 9] podaje dokładne zalecenia dotyczące temperatury i wilgotności [ref. 10], w jakich powinny być użytkowane aktywne komponenty IT centrum danych. Jeżeli w przypadku bezpośredniego chłodzenia free cooling powietrze jest na przykład zbyt suche, to musi zostać nawilżone. Często swobodne chłodzenie jest stosowane także w połączeniu z chłodzeniem adiabatycznym. Wówczas w ciepłe dni wymiennik ciepła powietrze-powietrze jest spryskiwany wodą. Parowanie obniża przy tym temperaturę zimnego powietrza doprowadzanego poprzez wymiennik ciepła do centrum danych. Także tutaj wykorzystuje się wodę, co pokazuje przykład wielkiego data centre Facebooka w Prineville [ref. 10, ref. 12].

W odpowiedzi na ten trend organizacja „The Green Grid” [ref. 1] zdefiniowała metrykę WUE [ref. 11], określającą zastosowanie wody w stosunku do zużycia prądu przez komponenty IT:

$WUE := \frac{\text{roczne zużycie wody}}{\text{całkowita moc aktywnych komponentów IT}}$ Jednostką WUE jest zatem: [l/kWh] (litry / kilowatogodzinę)

Definicja 6: WUE – Water Usage Effectiveness

EER – Energy Efficiency Ratio

EER (Energy Efficiency Ratio) wykorzystuje się do podawania efektywności systemów i urządzeń chłodniczych. EER jest zdefiniowany jako stosunek mocy chłodniczej do pobranej mocy elektrycznej:

$EER := \frac{\text{moc chłodnicza systemu chłodzenia}}{\text{pobór mocy elektrycznej przez system chłodzenia}}$
--

Definicja 7: EER – Energy Efficiency Ratio

EER jest więc liczbą, która informuje o efektywności systemu chłodniczego. Im większa wartość EER, tym efektywniej jest wykorzystywana energia elektryczna do wytwarzania zimna.

COP – Coefficient of Performance

COP (Coefficient of Performance) pompy ciepła lub maszyny chłodniczej jest stosunkiem ciepła do włożonej pracy. Dla systemu chłodzenia obowiązuje:

$$\text{COP} := \frac{\text{moc chłodnicza}}{\text{włożona praca}}$$

Poprzez przeliczenie COP można przedstawić także jako EER:

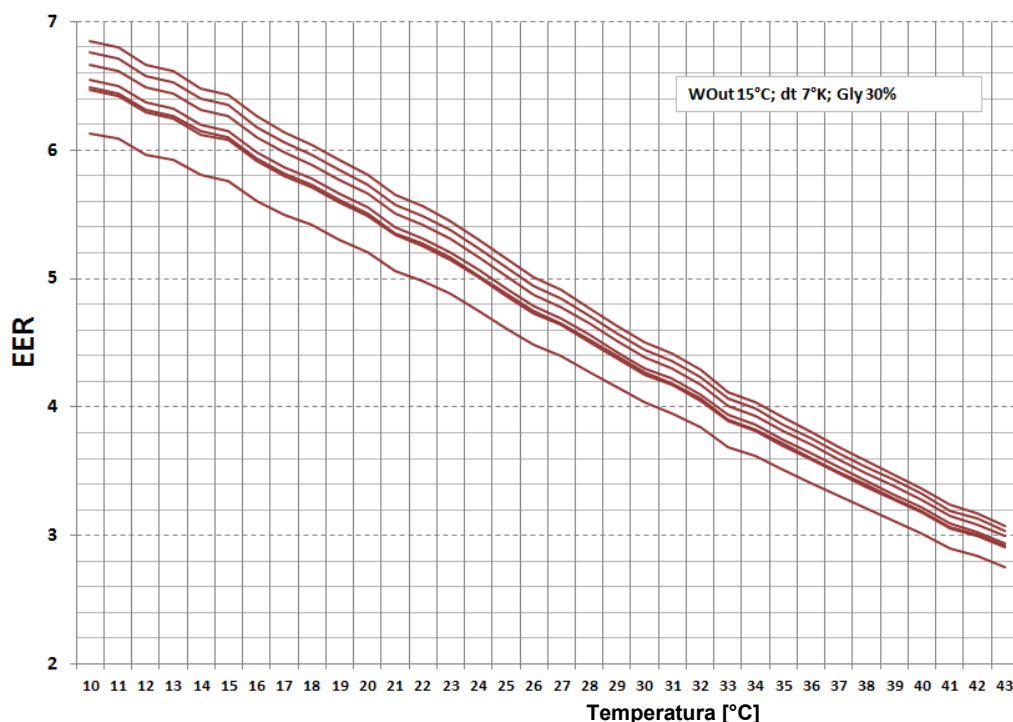
$$\text{EER} := 3.41214 \times \text{COP}$$

Definicja 8: COP – Coefficient of Performance

Norma EN 255 [ref. 13] lub EN 14511 [ref. 14] opisuje, jak mierzyć COP lub EER. To gwarantuje możliwość porównywania kart produktów różnych producentów maszyn chłodniczych.

ESEER/SEER – (European) Seasonal Energy Efficiency Ratio

Efektywność systemu chłodniczego jest uzależniona od zewnętrznych warunków klimatycznych, co ukazuje również poniższa ilustracja 5, na której przedstawione zostały krzywe EER dla niektórych chillerów Rittal z funkcją free cooling.



Rysunek 5. Zależność EER od temperatury

W celu dopasowania EER do wpływów temperatury, organizacja Eurovent [ref. 15] zdefiniowała ESEER. W poniższej tabeli 2 są podane odpowiednie czynniki dla maszyny chłodzonej powietrzem lub wodą, dla poszczególnych przedziałów obciążeń.

Obciążenie / Obciążenie częściowe	Temperatura powietrza	Temperatura wody	Współczynnik
100%	35°C	30°C	3%
75%	30°C	26°C	33%
50%	25°C	22°C	41%
25%	20°C	18°C	23%

Tabela 2: Współczynniki ESEER

Zgodnie z zaleceniami Eurovent [ref. 15] ESEER oblicza się z EER w następujący sposób:

$$\text{ESEER} := \text{EER}[100\%] \times 0.03 + \text{EER}[75\%] \times 0.33 + \text{EER}[50\%] \times 0.41 + \text{EER}[25\%] \times 0.23$$

Definicja 9: ESEER – European Seasonal Energy Efficiency Ratio

Metryka SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) jest określona w standardzie ANSI/AHRI 210/240 [ref. 16] w następujący sposób:

$$\text{SEER} := \frac{\text{całkowita roczna moc chłodnicza}}{\text{całkowity roczny pobór mocy elektrycznej}}$$

Definicja 10: SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio

cosφ – współczynnik mocy

W połączeniu z systemami UPS, do scharakteryzowania tych systemów często używany jest współczynnik mocy. Jest to dopuszczalne, gdy po stronie wyjścia sygnał ma formę czystej sinusoidy bez żadnych harmonicznych. Dotyczy to nowoczesnych systemów dwuprzetwornikowych kategorii VFI-SS-111 wg IEC EN 62040-3 [ref. 17].

Współczynnik mocy cosφ ma przy tym następującą definicję:

$$\text{cos}\varphi := \frac{\text{Moc czynna}}{\text{Moc pozorna}}$$

Definicja 11: cosφ – współczynnik mocy

Im współczynnik mocy jest bardziej zbliżony do liczby „1”, tym większa efektywność systemu UPS. Współczynnik mocy, zdefiniowany jako stosunek między mocą czynną a pozorną, jest miarą przesunięcia fazowego między natężeniem a napięciem prądu przemiennego, występującego ze względu na oddziaływania pojemnościowe lub indukcyjne.

Wejściowy współczynnik mocy UPS jest ponadto zależny od obciążenia i z reguły podaje się go dla różnych obciążeń systemu UPS, tak jak przedstawia to poniższa tabela 3 dla systemu ABB-Rittal DPA Upscale:

$\cos\phi$	Obciążenie
0,999	100%
0,995	75%
0,985	50%
0,960	25%

Tabela 3: Współczynnik mocy po stronie wejściowej ABB-Rittal DPA Upscale

Ponieważ po stronie wyjściowej z akumulatora jest generowana ponownie czysta sinusoida, to współczynnik mocy po stronie wyjściowej jest równy „1”.

Efektywność AC-AC

Innym, ważnym parametrem systemu UPS jest efektywność, którą oblicza się ze stosunku mocy oddawanej do pobieranej. Efektywność AC-AC wynosi więc:

$$\text{Efektywność AC} := \frac{\text{Moc wyjściowa}}{\text{Moc wejściowa}}$$

Definicja 12: Efektywność AC-AC

Ze względu na wewnętrzne straty UPS efektywność zależy od obciążenia. Efektywność jest tym lepsza, im mocniej zostaje obciążony system UPS.

Efektywność	Obciążenie
95,5%	100%
95,5%	75%
95,0%	50%
94,5%	25%

Tabela 4: Przedstawienie uzależnionej od obciążenia efektywności dla ABB-Rittal DPA Upscale

Literatura

- Ref. 1 Global e-Sustainability Initiative, „GeSI SMARTer2020: The Role of ICT in Driving a Sustainable Future“, Link: http://gesi.org/assets/js/lib/tinymce/jscripts/tiny_mce/plugins/ajaxfilemanager/uploaded/SMARTer 2020 - Executive Summary -December 2012.pdf
- Ref. 2 Google Rechenzentren – Effizienz, Link: <http://www.google.com/about/datacenters/inside/efficiency/power-usage.html>
- Ref. 3 Apple Rechenzentren – Erneuerbare Energien, Link: <http://www.apple.com/environment/renewable-resources/>
- Ref. 4 The Green Grid, Link: <http://www.thegreengrid.org/>
- Ref. 5 The Green Grid, WHITE PAPER #49, PUE™: A COMPREHENSIVE EXAMINATION OF THE METRIC
<http://www.thegreengrid.org/en/Global/Content/white-papers/WP49-PUEAComprehensiveExaminationoftheMetric>
- Ref. 6 The Green Grid, WHITE PAPER #32, CARBON USAGE EFFECTIVENESS (CUE™): A GREEN GRID DATA CENTER SUSTAINABILITY METRIC
<http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/CUE>
- Ref. 7 Umweltbundesamt, 2015, Strom- und Wärmeversorgung in Zahlen (Federalny Urząd ds. Ochrony Środowiska, 2015, Zasilanie elektryczne i ciepłe w liczbach), link: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen>
- Ref. 8 U.S. Energy Information Administration, 2015, Environment Analysis and Projections, Link <http://www.eia.gov/environment/emissions/carbon/>
- Ref. 9 <https://www.ashrae.org>
- Ref. 10 <https://nsidc.org/about/green-data-center/project.html>
- Ref. 11 The Green Grid, WHITE PAPER #35, WATER USAGE EFFECTIVENESS (WUE™): A GREEN GRID DATA CENTER SUSTAINABILITY METRIC
<http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/WUE>
- Ref. 12 Gigaom, 2015, Link: <https://gigaom.com/2012/08/17/a-rare-look-inside-facebooks-oregon-data-center-photos-video/>
- Ref. 13 DIN EN 255 „Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym”
- Ref. 14 DIN EN 14511 „Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia”
- Ref. 15 Eurovent Association, Link: <http://www.eurovent-association.eu/>
- Ref. 16 ANSI/AHRI STANDARD 210/240, „Performance Rating of Unitary Air - Conditioning & Air - Source Heat Pump Equipment”
- Ref. 17 IEC EN 62040-3, Systemy bezprzerwowego zasilania (UPS) – Część 3: Metody określania właściwości i wymagania dotyczące badań

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- Szafy sterownicze
- Rozdział mocy
- Klimatyzacja
- Infrastruktura IT
- Software & Services

Rittal Sp. z o.o. • The Park Warsaw, budynek 3
ul. Krakowiaków 48 • 02-255 Warszawa
Tel.: (022) 310 06 00 • Fax: (022) 310 06 16
www.rittal.pl • e-mail: rittal@rittal.pl • Tech Info 0 801 380 320

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP

