

Alocarea costurilor energetice și emisiilor de carbon din centre de date utilizatorilor IT

Ghid tehnic 161

Revizie 1

De Neil Rasmussen

> Rezumat

Sunt necesare softuri și instrumente complicate pentru a măsura și alocă costurile cu energia și emisiile de carbon utilizatorilor IT? Sau putem face asta simplu, cu metode ieftine de alocare a costurilor energetice și a emisiilor de carbon? De câtă precizie avem nevoie?

Acest ghid oferă o vedere de ansamblu asupra strategiilor de alocare a costurilor energetice și a emisiilor de carbon precum și a preciziei acestor strategii. Vom arăta că este pe cât de ușor pe atât de ieftin pentru orice centru de date, mare sau mic, nou sau vechi, să înceapă alocarea costurilor și a emisiilor de carbon, dar cheltuielile și complexitatea cresc, iar amortizarea investiției (ROI) scade când se cere o precizie excesivă.

Cuprins

Click pe o secțiune pentru a o accesa

Introducere	2
Care este scopul?	2
Măsurare vs. modelare	4
Câte puncte trebuie să măsurăm?	6
Alocarea energiei utilizatorilor IT	10
Transformarea energiei în emisii de carbon	12
Oferirea unui ghid utilizatorilor IT	13
Concluzie	15
Resurse	16
Anexă	17

Introducere

Datele indică faptul că centrele de date tipice consumă mai multă energie decât ar avea nevoie. Este unanim recunoscut faptul că există oportunități eficiente pe termen scurt de a reduce consumurile de energie în centrele de date deja existente și posibilități semnificative de a influența proiectarea noilor centre de date. Acestea au făcut din centrele de date o țintă interesantă atât pentru emitenții de regulamente cât și pentru managementul companiilor, ambele căutând aceste oportunități pentru a reduce consumul de energie care să presupună costuri secundare sociale și economice minime.

Istoric, proiectarea și operarea centrelor de date s-au concentrat pe capacitatea și fiabilitatea acestora. Așa s-a ajuns la situația nefericită în care centrele de date nu au fost optimizate și pentru eficiență. De fapt, este dificil să găsești un centru de date proiectat ținând cont de eficiență, pentru că deciziile independente ale proiectanților de echipamente, integratorilor de sistem, programatorilor, instalatorilor, contractorilor, managerilor și operatorilor IT, toate contribuie substanțial la performanța energetică globală.

Recent, au fost studii care au evidențiat consumul de energie ca pe un cost substanțial al operațiilor IT, în unele cazuri depășind costul echipamentului IT în sine. Această presiune pe reducerea costurilor, combinată cu conștientizarea faptului că centrele de date pot funcționa mult mai eficient, a făcut ca mulți operatori de centre de date să considere managementul energetic o prioritate.

Cât de simplu poate fi un process de management al energiei, și care este numărul minim de măsurători necesare, pentru a furniza informații suficiente pentru a gestiona cu succes utilizarea infrastructurii energetice și alocarea costurilor energiei și emisiilor de carbon utilizatorilor IT? Vom demonstra că răspunsul este următorul: Un proces extrem de simplu, cu foarte puține măsurători, pe care oricine îl poate implementa imediat, va oferi o precizie destul de bună pentru un program de management energetic eficient.

Care este scopul?

În general, un sistem de evaluare a eficienței energetice și a impactului emisiei de carbon a unui centru de date urmărește trei scopuri diferite:

- Stabilirea singulară sau periodică a reperelor de performanță
- Alocarea prin transfer a energiei sau emisiilor de carbon altora
- Utilizarea informațiilor obținute pentru a reduce consumul de energie sau impactul emisiilor de carbon în infrastructură

Pentru un anumit centru de date, este important de recunoscut care din aceste scopuri (sau combinație a acestora) se dorește, pentru că o înțelegere corectă afectează semnificativ implementarea tehnică.

Scopul 1: Stabilirea singulară sau periodică a reperelor de performanță

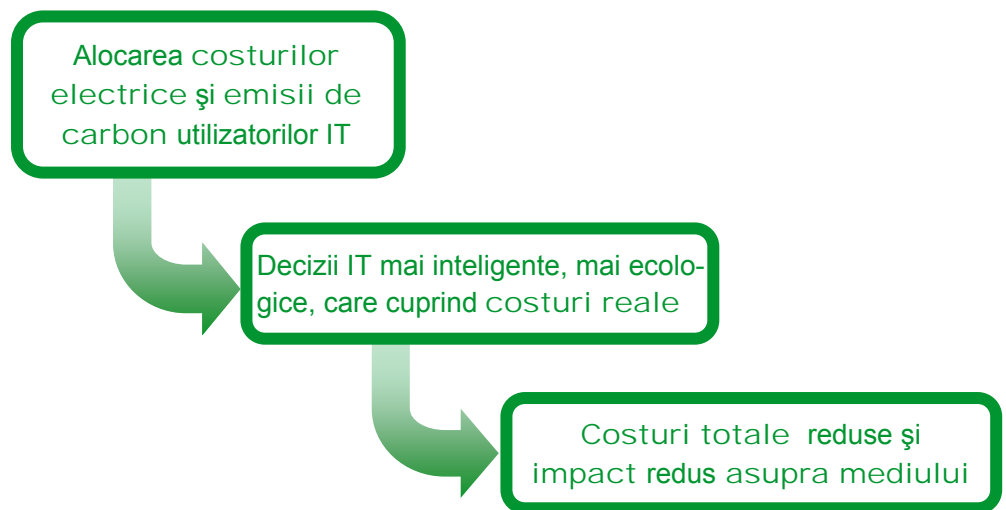
Stabilirea singulară sau periodică a situației privind eficiența energetică sau impactului emisiilor de carbon pot fi utile pentru a determina dacă un program pentru managementul energiei poate fi implementat. Conceptul nostru este că reperatele scot în evidență performanța care poate fi similară sau mai bună decât a altor centre de date, caz în care se poate ignora restul. Dimpotrivă, dacă punctele de reper evidențiază o performanță mai slabă, comparativ cu alte centre de date, atunci implementarea unui program de management al energiei poate avea un rezultat bun.

Trebuie reținut că atingând acest scop, el însuși nu oferă o metodă de acțiune care să conducă la reducerea consumurilor de energie sau a emisiilor de carbon. Din nefericire, mulți operatori de centre de date încep cu acest scop și sunt dezamăgiți de rezultate. Pentru a obține beneficiile acestui scop, unul sau ambele scopuri de mai jos trebuie implementate.

Scopul 2: Alocarea prin transfer a energiei sau emisiilor de carbon către alții

Unele centre de date acționează ca furnizori de utilități pentru alte organizații, oferind fie infrastructura fizică a centrului de date, ori infrastructura IT, contorizate pe număr de calculatoare sau servere. Poate fi o cerință, ca unui client al centrului de date să-i fie alocate sau chiar facturate consumurile energetice sau emisiile de carbon. Aceasta poate fi o cerință internă a organizației, sau poate fi un acord, sau o cerință contractuală. Obiectivul este de a furniza un stimulent financiar sau de altă natură clienților centrelor de date, pentru a face schimbări ale comportamentului care să le reducă consumul energetic și emisiile de carbon, cum ar fi oprirea serverelor nefolosite, activarea funcțiilor de management energetic, controlul echipamentelor de stocare în exces, sau virtualizarea serverelor. Oportunitatea de a economisi energie și a reduce emisiile de carbon într-un centru de date tipic prin management IT de eficientizare energetică este enormă, variind de la 10% până la 80% reducere în funcție de nivelul existent de maturitate și de virtualizare ale centrului de date. Deoarece multe din posibilele îmbunătățiri sunt virtual gratis, sau foarte ieftine în timpul reînnoirilor IT, transferul costurilor energiei sau a emisiilor de carbon poate aduce o contribuție majoră la succesul și eficacitatea unui program de management al energiei.

Figura 1
*Efectul de cascadă
al alocării costurilor
energetice*



Scopul 3: Utilizarea informației pentru a reduce consumul de energie al infrastructurii

În orice centru de date, infrastructura fizică (alimentare electrică, climatizare, iluminat, sistem de control, etc.) este un consumator major de energie și generator de emisii de carbon. Sistemul de măsurare folosit pentru a fixa reperele utilizării energiei de către infrastructură este "Power Usage Effectiveness" (Eficiența utilizării energiei), sau PUE (alternativa la PUE este numită DCiE și este de asemenea folosită ca sistem de măsurare). În multe centre de date, cantitatea de energie consumată de infrastructura fizică este mai mare decât energia consumată de echipamentele IT ($PUE > 2$). De aceea, reducerea energiei utilizate în infrastructura fizică, procentual, este aproape la fel de importantă ca reducerea sarcinii IT.

Obiectivul este de a furniza datele necesare pentru a identifica și cuantifica oportunitatea de a face schimbări de echipamente, configurații sau setări, care ar reduce consumul de energie, fără a avea un impact negativ asupra echipamentelor IT. Oportunitatea de a economisi energie și a reduce emisiile de carbon într-un centru de date tipic, prin managementul infrastructurii fizice în direcția eficientizării energetice, este mare, variind de la 10% la 40% reducere în funcție de condiții, setări, configurații și sarcina din centrul de date.

Două din scopurile descrise mai sus – alocarea costurilor energetice către IT, și managementul consumului energetic al infrastructurii fizice – oferă oportunități pentru reduceri substanțiale de consum energetic și a emisiilor de carbon într-un centru de date tipic. Când luăm în considerare obiectivul global al reducerii consumului de energie și a emisiilor de carbon pentru un anumit centru de date, este în primul rând necesar să decidem care din aceste ultime două scopuri (sau ambele) vor fi alese.

Alegerea scopului

Discuția precedentă, legată de cele trei scopuri principale ale măsurării eficienței energetice și emisiilor de carbon pentru centre de date sugerează următoarele observații cheie:

- Există oportunități imense de a reduce consumul de energie într-un centru de date tipic, de ordinul a 20% până la 90% economie la costurile cu energia și emisiile de carbon, când atât comportamentul IT cât și infrastructura fizică sunt controlate împreună.
- Fixarea reperelor, prin ea însăși, nu îmbunătățește nimic. Nu poate fi considerată o parte centrală a planului de reducere a energiei și a emisiilor de carbon. Se folosește în principal ca un ajutor pentru determinarea resurselor desfășurate în controlul energiei.
- Alocarea energiei consumate și a emisiilor de carbon către utilizatorii IT le dă acestora instrumentul pentru a lua decizii raționale în ceea ce privește economisirea energiei.
- Ambele (a) alocarea costurilor energiei către IT, și (b) controlul consumului de energie în infrastructura fizică, oferă oportunități substanțiale de economie, dar oportunitatea globală depășește suma părților când cele două scopuri sunt combinate.

Dacă obiectivul este o reducere în ansamblu a consumului de energie și a emisiilor de carbon, combinarea scopurilor de mai sus, cu o concentrare redusă pe fixarea de repere, este cea mai bună strategie. Este posibil ca urmărirea acestor scopuri împreună să fie o acțiune mare, complexă și costisitoare? Este posibil ca un asemenea efort să fie acceptabil din punct de vedere al recuperării investiției? Răspunsul este că, atunci când problema este privită corect, este remarcabil de simplu și eficient să atingem toate scopurile. Nu numai atât, dar operatorii centrelor de date pot vedea rezultatele imediat. Restul acestui ghid vă arată cum este posibil acest lucru.

Măsurare vs. modelare

Cele mai multe discuții de informare asupra controlului energiei sunt concentrate pe măsurători și contorizări ale energiei. Cu toate acestea, orice abordare rațională a controlului energiei necesită niște interpretări ale măsurătorilor energiei consumate. Pentru a face îmbunătățiri sau pentru a acționa în vreun fel, trebuie să fie înțeles ce fel de impact vor avea schimbările asupra consumului de energie.

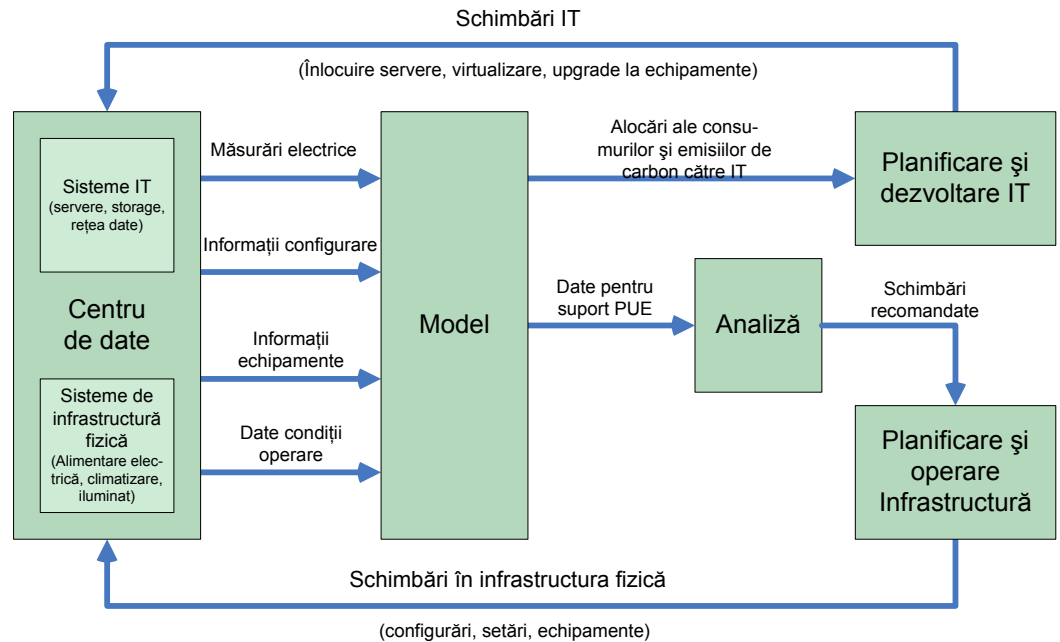
Trebuie să existe un model al funcționării unui centru de date, înainte să înțelegem cum putem folosi măsurătorile pentru a identifica și cuantifica oportunitățile de îmbunătățire. Numai măsurarea energiei electrice consumate de o pompă de apă răcită, nu ne spune dacă aceasta funcționează în parametrii de performanță prevăzuți, dacă a fost corect dimensionată de la început, dacă vreo schimbare a unei supape sau a unei programări poate să reducă consumul de energie, sau dacă o altă pompă ar putea oferi aceleași funcții cu un consum mai redus. Pentru a înțelege oportunitățile de îmbunătățire, trebuie să avem modele, fie implicite (cunoștințele unor experți) sau explicite (programe).

Chiar și scopul alocării costurilor cu energia utilizatorilor IT necesită modele. În timp ce consumul de energie electrică al serverelor poate fi măsurat direct și asociat în mod intuitiv utilizatorilor IT, mare parte a energiei electrice din centrele de date este folosită de alte echipamente și este necesar un model pentru a aloca aceste consumuri utilizatorilor.

Un proces generic de control al energiei este arătat în **Figura 2**:

Figura 2

Diagrama fluxului de informații a unui proces de control al energiei într-un centru de date, arată modul cum modelul și analiza funcțiilor integrate IT, infrastructura și activități planificate au ca rezultat schimbări care reduc consumul de energie



În procesul de control al energiei din **Figura 2**, sunt două căi principale de îmbunătățire. În partea de sus a diagramei, sunt făcute schimbări IT ca răspuns la informațiile referitoare la consumurile de energie din centrul de date model. În partea de jos a diagramei sunt implementate schimbări ale infrastructurii fizice ca răspuns la ghidul energetic din model. În ambele cazuri sunt folosite măsurători, dar modelul este cel care oferă interpretare și ghidare spre obținerea îmbunătățirilor.

Rețineți că sistemul descris în diagrama de mai sus înglobează cele trei scopuri ale managementului energetic al centrelor de date descrise în secțiunea precedentă: Oferă date pentru stabilirea reperelor, alocă energia și emisiile de carbon la IT, oferă îndrumare cu privire la îmbunătățirile infrastructurii fizice. Măsurătorile, în lipsa unui model și a unui proces nu au prea mare valoare. În schimb, modelele, chiar și cele mai simple, pot avea o valoare considerabilă, chiar și cu măsurători incomplete.

Legătură către resurse
Ghidul tehnic APC 154

Măsurarea eficienței electrice în centre de date

În concluzie scopul cheie al măsurării eficienței centrelor de date este de a obține informații care să contribuie la crearea unui model precis a acelui centru de date. Modelul este cel care oferă informații folosibile despre eficiența centrului de date, și nu măsurătorile. O prezentare mai completă a subiectului este conținută în Ghidul tehnic APC 154, *Măsurarea eficienței electrice în centre de date*.

Măsurători - modelare asistată

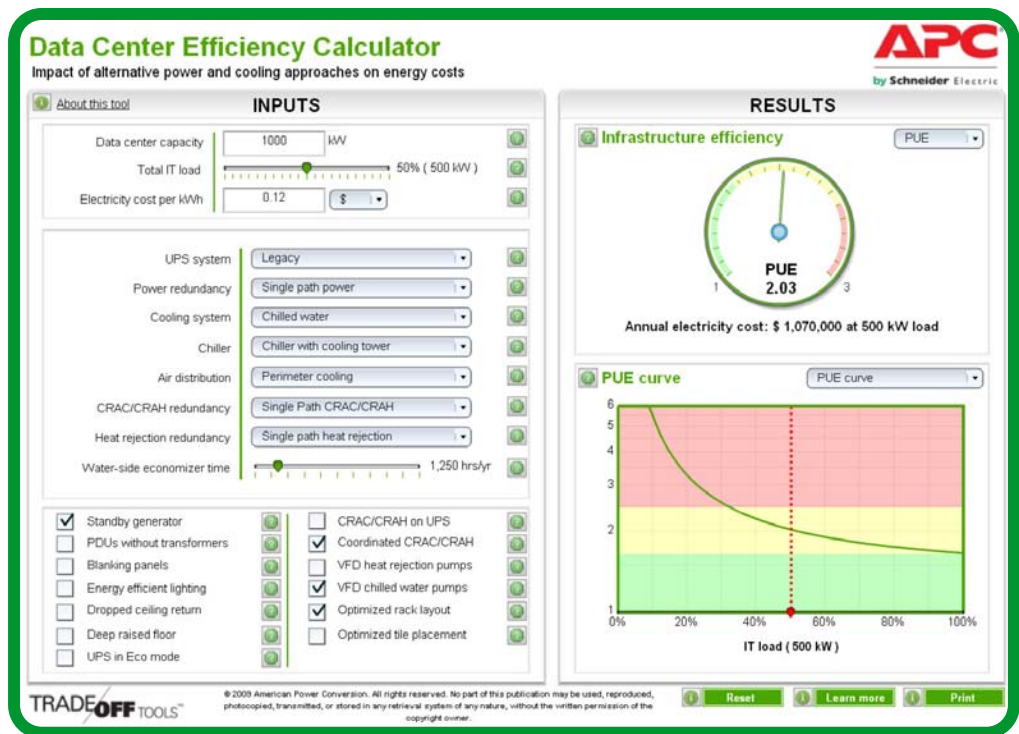
Dacă ar fi creat un model perfect pentru un centru de date, nu ar mai fi nevoie de nici un fel de măsurători. Modelul ar avea informații complete despre natura, cantitatea și condițiile de operare ale echipamentelor IT, ar conține caracteristici și condiții de operare ale

echipamentelor de infrastructură și ar accepta ca date de intrare, date statistice referitoare la mediu. Ar putea pur și simplu să calculeze toate fluxurile de energie. În viața reală, nu poate fi realizat un asemenea model perfect, deoarece sunt dificil de obținut date exacte relative la configurațiile și condițiile de operare ale echipamentelor IT, interfețe și condiții de operare ale infrastructurii, precum și la condiții accidentale de operare cum ar fi, defecțiuni, filtre înfundate, sau echipamente de climatizare care interacționează între ele.

În timp ce un model perfect al unui centru de date ar putea necesita o cantitate imensă de programare specializată și de întreținere a datelor, un model surprinzător de bun poate fi creat folosind numai un inventar brut al echipamentelor IT și de infrastructură instalate, informații despre configurarea lor (N+1, 2N, etc) și câteva cunoștințe elementare despre caracteristicile electrice ale echipamentelor IT și de infrastructură. Un exemplu de implementare software a unui model simplificat pentru infrastructura fizică a unui centru de date tipic este arătat în **Figura 3**.

Figura 3

Exemplu de instrument pentru modelarea infrastructurii unui centru de date tipic și configurației acestuia (instrument gratuit pe internet)



Este clar că un anumit tip de model de centru de date este necesar pentru a controla și a reduce consumul de energie. Dar poate un asemenea model să elimine într-adevăr nevoia de măsurători, sau să simplifice sistemul de măsurare? Cât de simplu poate fi un model și care este numărul minim de măsurători necesar pentru a oferi informația suficientă pentru controlul cu succes a utilizării energiei în infrastructură și alocarea costurilor aferente utilizatorilor IT? Răspunsul este că un model extrem de simplu, cu numai câteva măsurători, poate oferi o precizie acceptabilă pentru un program de management al energiei.

În câte puncte trebuie să măsurăm?

Ca un principiu de bază al măsurării, nu ar trebui măsurat ceva dacă nu se știe la ce vor folosi datele obținute. O măsurare făcută la timpul nepotrivit, insuficient de precisă, sau fără detalii referitoare la condiții, se poate dovedi ulterior inadecvată sau inutilă. La fel, măsurări prea multe, cu precizie prea mare, pot fi extrem de costisitoare și împovărătoare, fără ca ele să aducă un beneficiu suplimentar comparativ cu o măsurare simplă. Toate aceste probleme apar când operatorii de centre de date încearcă să-și dezvolte un sistem propriu de control al energiei. Obiectivul unui sistem de măsurare este de a folosi cel mai simplu și cel mai ieftin protocol al măsurării, care poate atinge scopul unui sistem de management.

Ce complexitate a sistemului este necesară pentru a oferi informații complete despre utilizarea energiei într-un centru de date? Cât de simplu poate fi un sistem de măsurare? Pentru a înțelege problema, putem pune față în față capabilitățile a două cazuri extreme: un sistem complex de măsurare a energiei vs. un sistem de estimare brută.

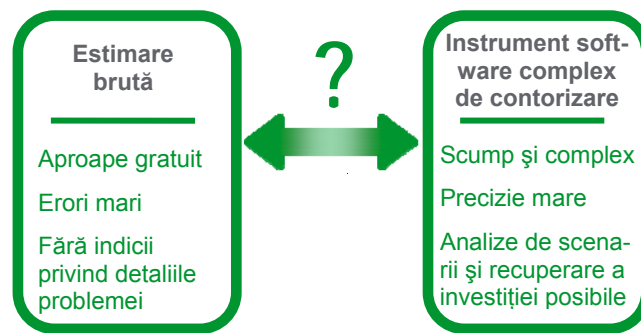


Figura 4

Comparație între abordările privind măsurarea energiei

Extrema #1: Un sistem total de colectare a datelor

Este incompletă discuția despre măsurători într-un sistem de management fără a lua în considerare precizia și frecvența măsurărilor, factori care pot implica complexitate și costuri masive. Ca referință, putem considera un caz al unui sistem de contorizare a energiei în timp real, care măsoară și înregistrează utilizarea energiei pe fiecare echipament și circuit din centrul de date, cu o cerință de precizie de 2%. O estimare a necesităților și costurilor pentru un centru de date de 1MW sunt prezentate în **Tabelul 1**.

Cu acest sistem extrem instrumentat, am putea să repartizăm cu precizie consumul de energie către fiecare echipament IT, și să informăm sau să facturăm corect utilizatorii. Mai mult, am putea determina cu precizie consumul de energie electrică al fiecărui echipament de infrastructură, apoi vom încerca să comparăm datele obținute cu valorile preconizate pentru a identifica zonele unde se pot aduce îmbunătățiri. Un asemenea sistem necesită de asemenea un sistem complex software, cu o investiție majoră în configurare și întreținere. Din nefericire, costul unui asemenea sistem reprezintă o parte substanțială din costul total al infrastructurii unui centru de date și de asemenea reprezintă aproape jumătate din costul total al energiei consumate într-un an în centrul de date. Deci, un asemenea sistem nu este practic din punctul de vedere al recuperării investiției, dacă costul unui asemenea sistem de contorizare nu scade de aproximativ zece ori. Chiar și așa, instalarea unui asemenea sistem reprezintă o cheltuială considerabilă de capital și un proces complex și riscant de instalare, în special într-un centru de date existent.

Așa încât, un sistem de colectare totală a datelor poate fi considerat posibil dar nepractic.

Tabel 1

Costul unui sistem de contorizare de înaltă precizie pentru un centru de date de 1MW

Circuite măsurate	Număr	Cost/unitate (instalată)	Subtotal
Contor la intrarea în centrul de date ¹	1	\$9,000	\$9,000
Contoare pe circuite ale subsistemelor infrastructurii	80	\$1,500	\$120,000
Contor de ramură pe circuite IT	1000	\$100	\$100,000
Contor pe fiecare echipament IT	4000	\$40	\$160,000
Întreținere (10 ani)		\$100,000	\$100,000
Software(licențe pe10 ani)		\$50,000	\$50,000
Configurare, instalare, întreținere software		\$60,000	\$60,000
Cost total			\$600,000

Extrema #2: Un sistem gratuit de colectare date

În continuare luăm în discuție celălalt caz extrem în care nu se fac măsurători deloc. Un asemenea sistem este în principiu gratuit. Singurul lucru cunoscut este numărul serverelor din centrul de date. Nu vom presupune nici măcar existența unei facturi de energie electrică de la compania furnizoare, pentru că deseori nu există un contor dedicat centrului de date.

Dat fiind numai numărul de servere, putem încerca să estimăm brut consumul de energie electrică per server. Consumul de energie per-server din centrul de date include energia consumată direct de acesta, dar de asemenea include energia folosită de rețeaua de date, de echipamentele de stocare, de echipamentele de alimentare, de climatizare, de iluminat și alte echipamente auxiliare. Fără nici o măsurătoare, am putea folosi date statistice medii de la alte centre de date ca să avem o estimare brută asupra cantității de energie consumate de climatizare, iluminat, alimentare, etc. alocate tipic unui server. Am putea presupune configurația tipică a infrastructurii fizice folosite pentru un centru de date care alimentează servere standard medii cu utilizare tipică a echipamentelor de stocare și de rețea de date. Aceste “presupuneri savante” pot fi obținute de la un consultant expert sau print-un instrument soft cum ar fi cel ilustrat în **Figura 3**. Combinarea “presuneriilor savante” devine modelul nostru brut pentru centrul de date. Precizia acestui sistem este sumarizată în **Tabelul 2**.

Cu acest sistem lipsit de măsurări am putea alocă costurile energiei electrice și a emisiilor de carbon către utilizatori pe o bază de consum mediu per server, dar precizia ar fi numai aproximativ +/- 36%. Chiar dacă nu este ideal, acest sistem reprezintă totuși o ghidare utilă pentru utilizatorii IT în direcția unor schimbări comportamentale, iar majoritatea acestor schimbări nu ar fi influențate de o mai mare precizie a determinării costurilor cu energia. Totuși, în timp ce un asemenea sistem oferă informații utile utilizatorilor IT, el nu oferă informații care să fie de ajutor pentru îmbunătățirea infrastructurii de răcire sau de alimentare electrică, atâta timp cât toate datele au fost estimate din medii ale industriei de profil. Fără îndoială un beneficiu remarcabil poate fi obținut fără costuri și acest sistem fără măsurători poate fi luat în considerare de orice operator de centru de date care vrea să înceapă să controleze costurile cu energia imediat, dar nu are timp și nici resurse. Un ghid practic despre

¹ În mod obișnuit nu este posibil cu un singur contor – necesită însumarea datelor de la mai multe contoare.

cum ar trebui început folosind această abordare poate fi găsit în anexa de la sfârșitul acestui ghid.

Tabel 2

Precizia unui sistem ieftin de monitorizare a energiei pentru un centru de date de 1MW

Energie utilizată	Procent din total	Precizia estimării	Efect asupra preciziei totale ²
Server	36%	+/- 50%	+/- 18%
Echipamente stocare	10%	+/- 70%	+/- 7%
Echipamente rețea	4%	+/- 50%	+/- 2%
Alimentare electrică	8%	+/- 50%	+/- 4%
Climatizare	38%	+/- 80%	+/- 30%
Iluminat	2%	+/- 60%	+/- 1%
Auxiliare	2%	+/- 80%	+/- 2%
Precizia combinată totală			+/- 36%

Un sistem de colectare a datelor “suficient de bun”

Natural, cele două exemple extreme de strategii de colectare a datelor energetice de mai sus, ne conduc la întrebarea dacă nu mai sunt și alte strategii intermediare de colectare a datelor, care să ofere o precizie “destul de bună” a datelor pentru a atinge scopurile managementului energetic, dar și ieftine și cu o bună rată de recuperare a investiției. Ca un ajutor la aflarea răspunsului, **Tabelul 3** arată cum creșterea costurilor și a complexității unui sistem de management energetic crește precizia.

Fiecare linie din tabel reprezintă adăugarea unei capabilități de modelare sau măsurare sistemului de management energetic, începând cu un sistem gratuit, bazat numai pe numărarea serverelor, cum a fost descris anterior. Pe măsură ce capabilitățile sunt adăugate procentul de eroare scade și costul sistemului crește.

Alocarea erorilor IT este definită ca eroarea în distribuirea energiei și a emisiilor de carbon unei unități IT definite, cum ar fi un server standard. Eroarea în distribuirea energiei pe un server specific poate fi mult mai mare decât erorile definite în tabel. Unele capabilități listate în tabel, cum ar fi clasificarea serverelor și contorizarea tuturor echipamentelor IT, îmbunătățesc considerabil precizia în alocarea energiei și a emisiilor de carbon către servere specifice. Acest lucru va fi discutat detaliat mai jos în acest ghid.

² Erorile în estimarea energiei pe subsisteme sunt matematic ortogonale, deci eroarea combinată este rădăcina pătrată din suma pătratelor erorilor pe subsistem

Tabel 3

Adăugarea de capacități de modelare și măsurare afectează precizia și costul unui sistem de management pentru un centru de date de 1MW

Capabilități adăugate de modelare și măsurare	Eroare PUE	Eroare de alocare IT ^{3,4}	Costul sistemului (per MW)
Numărare servere	61%	39%	0
+ Putere UPS	55%	33%	0
+ Inventar brut ⁵	23%	20%	0
+ Inventar detaliat	14%	12%	\$2,000
+ Clasificare servere	14%	12%	\$4,000
+ Audit subsisteme	8%	7%	\$10,000
+ Contor pe subsisteme cheie	6%	4%	\$50,000
+ Contor pe toate subsistemele	3%	2%	\$130,000
+ Contor pe toate echipamentele IT	2%	2%	\$600,000

Pentru a avea o imagine mai bună a corelației dintre precizia măsurării și costuri asociate, pe măsură ce adăugăm funcționalități unui sistem de management energetic, datele din **Tabelul 3** sunt reprezentate grafic în **Figura 5**.

³ Eroarea de alocare IT poate fi mai mică decât eroarea PUE, pentru că energia și emisia de carbon asociată cu PUE sunt numai o parte din energia totală utilizată.

⁴ Eroarea de alocare IT în acest tabel este alocarea pentru un server mediu standard definit și nu pentru un server specific. Erorile pentru servere specifice sunt mai mari, dar sunt semnificativ reduse cu adăugarea capacității "clasificarea serverelor" așa cum este descris mai jos.

⁵ Inventarul brut este inventarul pe capacități și tipuri de echipamente de alimentare electrică, climatizare, și alte echipamente IT din centrul de date, care în cazul combinării datelor, permite o rafinare considerabilă a estimărilor de energie folosită. Această funcție poate fi oferită ca o parte din evaluarea energetică făcută de experți, sau poate fi încercată de un operator mai inventiv de centru de date. Ghidare suplimentară referitoare la această metodă este dată de alte ghiduri tehnice APC.

Figura 5

Eroarea sistemului de măsurare a energiei în centrul de date descrește în timp ce costul crește pe măsură ce se adaugă capacități suplimentare de modelare și contorizare

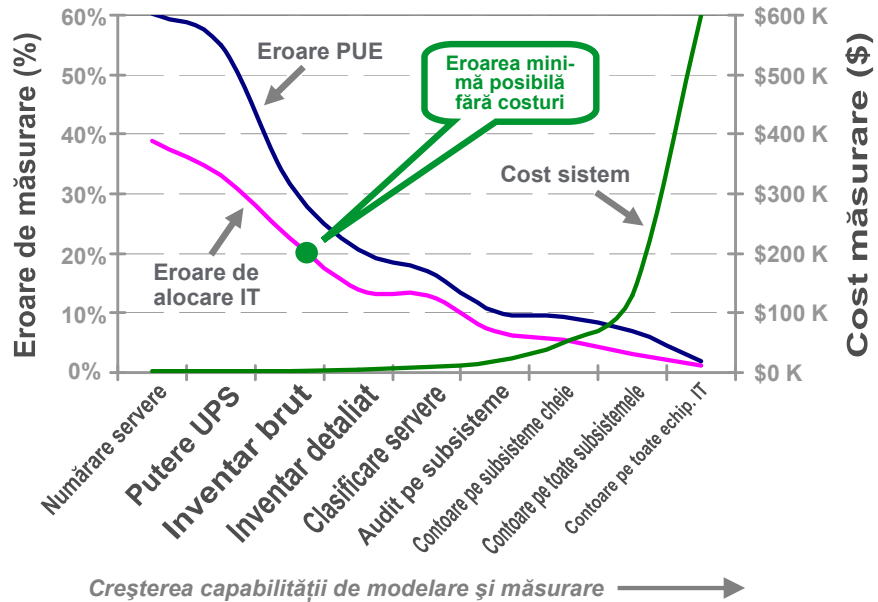


Figura 5 arată că precizia unui sistem de măsurare a energiei într-un centru de date existent se îmbunătățește rapid și ieftin pe măsură ce se adaugă capacități simple de modelare și măsurare. Totuși, pentru ca eroarea să fie mai mică de 10%, costul crește semnificativ.

Această analiză sugerează următoarea strategie recomandată de măsurare și modelare pentru un program de management energetic într-un centru de date:

- Un sistem gratuit de modelare a energiei bazat pe numărarea serverelor, citirea puterii UPS-ului și un inventar brut este destul de bun ca să permită o alocare corectă a energiei către utilizatorii IT
- Capacități suplimentare ieftine pot fi adăugate în timp pentru a îmbunătăți sistemul de management al energiei, cum ar fi, îmbunătățiri ale modelului cu un inventar detaliat și o clasificare a serverelor, precum și cu îmbunătățiri ale măsurătorilor prin audituri energetice sau contorizarea subsistemelor cheie
- Măsurarea completă a subsistemelor din infrastructură și a echipamentelor IT adaugă puțină valoare unui sistem de management al energiei cu o rată mică de recuperare

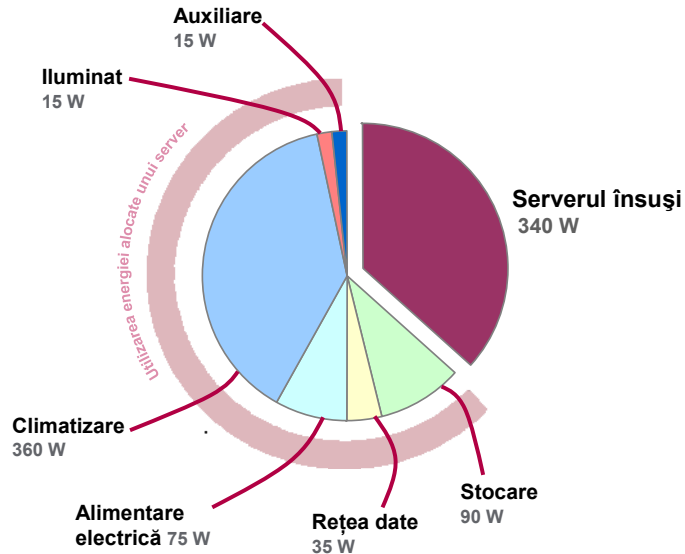
Alocarea energiei utilizatorilor IT

Capacitatea IT poate fi măsurată și alocată în mai multe feluri, pe cicluri de procesare, pe servere, pe terabytes, pe număr de rack-uri, pe metru pătrat, pe servere virtuale, etc. Un model ideal IT ar putea include toți acești factori în alocarea costurilor, consumului de energie sau a emisiilor de carbon. Totuși, noi vom începe cu un model simplu, care măsoară capacitatea IT a serverelor, cel mai uzual mod de a măsura capacitatea, astfel încât să poată fi corelată cu majoritatea celorlalte măsurători.

Dacă unui utilizator IT îi pot fi alocate un număr de servere, atunci pentru a aloca consumul de energie și emisiile de carbon aceluși utilizator, tot ce trebuie să facem este să determinăm energia consumată de un server, caz în care energia totală pe acel utilizator este produsul simplu dintre numărul de servere și energia medie consumată de un server, pe unitatea de timp. Aceasta necesită identificarea întregii cantități de energie consumată de centrul de date și alocarea acesteia per server. Energia totală alocată unui server devine suma energiei folosite de server însuși, plus alocarea de energie folosită de echipamentele de stocare, de rețea, alimentare, climatizare, iluminat și alte sarcini auxiliare. O asemenea alocare pentru un centru de date tipic este arătată în **Figura 6**:

Figura 6

Un server cu o alocare de energie de 930 W, arătând o împărțire a consumului de energie alocată. Puterea reală a serverului însuși este numai 340 W.



În acest caz, chiar dacă puterea utilă absorbită de server este 340 W, puterea totală alocată acestuia este mult mai mare, ajungând la 930 W.

Echipament mediu vs. echipament IT specific

Metoda de alocare a energiei unui utilizator IT bazată pe “unități server” a unui server mediu prezintă o serie de inadvertențe, pentru că presupune o utilizare uniformă per-server a resurselor alocate și mai presupune de asemenea că toate serverele sunt la fel. Puterea totală reală asociată unui server specific va avea variații care depind de tipul de server, de caracteristicile managementului energetic al acestuia și utilizarea de către acesta a altor resurse IT.

Pentru acele centre de date care au o populare relativ uniformă cu servere, alocarea costurilor energetice standard per server reprezintă o aproximare corectă. Totuși, pentru centrele de date care au o gamă largă de tipuri de servere, folosirea pentru alocarea energiei a “unității server” standard nu este eficientă. Spre exemplu, un utilizator are opt servere blade ca servere pentru aplicații, în timp ce alt utilizator are opt sisteme mainframe cu storage online de ordinul mai multor terabytes. În mod clar utilizatorul cu sisteme mainframe consumă mult mai multă energie, iar alocarea energiei bazată pe servere standard va conduce la alocarea aceleiași cantități de energie și emisii de carbon ambilor utilizatori. În timp ce totalul energiei alocate printr-o asemenea metodă va fi precis, o parte din energia consumată de utilizatorul cu sisteme mainframe va fi pe nedrept alocată celui cu servere blade.

Această problemă ar putea fi corectată, în principiu, măsurând consumul tuturor echipamentelor IT și alocând energia utilizatorilor pe baza acestor măsurători. Am arătat deja că acest lucru nu este practic pentru că:

- O mare parte din consumul energetic provine de la echipamentele de alimentare electrică, climatizare, sau de rețea și de la alți consumatori. Această parte a consumului nu poate fi asociată unui anumit utilizator
- Costul sistemului de măsurare care să contorizeze toate echipamentele IT, împreună cu costul și complexitatea sistemului soft, este extrem de mare

Pentru a rezolva această problemă într-un mod simplu, ieftin și eficient serverele pot fi clasificate pe categorii, fiecare dintre acestea având profilul de consum energetic propriu. În

loc să tratăm toate serverele ca fiind de un singur tip, “standard”, poate fi creată o listă a categoriilor de servere ca în **Tabelul 4**:

Tabel 4

Exemplu de tabel de clasificare a serverelor

Clasă server	Putere server	Alocare rețea	Alocare storage
Server aplicații	250W	0.2	0.1
Server virtual ⁶	90W	0.4	0.2
Web blade	200W	0.3	0.1
ERP blade	200W	0.1	0.4
Mainframe	4000W	0.1	0.5
Server 3U-10U	2000W	0.1	0.1

Lista de mai sus poate fi folosită așa cum este (cu valorile de putere potrivite), sau lista poate fi extinsă, sau rafinată pentru a surprinde mai bine profilul utilizatorilor, într-un centru de date specific.

Fiecare server are o putere de bază standard alocată, împreună cu alocarea prezentată ca fracții din această bază, asociate cu rețeaua și echipamentele de storage. Costurile cu alimentarea electrică, climatizarea și iluminatul sunt alocate în mod egal pe bază de putere IT și nu variază în funcție de clasele de servere.

Metoda folosită în sistemul de clasificare este următoarea:

- Se asociază fiecare server unei clase
- Se asociază fiecărui utilizator IT un număr de servere standard din fiecare clasă
- Se adună puterea calculată pentru toate clasele de servere, și apoi se aproximează pentru a se potrivi cu puterea reală a sarcinii IT (determinată din model sau prin măsurători)
- Se aplică date de eficiență a utilizării energiei (PUE) fiecărei clase de servere

În acest fel, consumul total de energie dintr-un centru de date poate fi distribuit unui număr de clase de servere care pot fi alocate ulterior utilizatorilor. Acest proces poate fi desfășurat printr-un instrument soft, cum sunt cele oferite de furnizori ca APC by Schneider Electric, sau poate fi făcut manual.

⁶ Dacă serverele virtuale formează o clasă, atunci numărul serverelor alocate va depăși numărul serverelor fizice. În acest caz, serverele fizice pe care operează servere virtuale nu vor fi alocate unui utilizator.

Transformarea energiei în emisii de carbon

Odată ce am determinat energia folosită de echipamentele IT sau de sistemele de infrastructură dintr-un centru de date putem alocă acestora emisiile de carbon. Emisiile de carbon asociate centrului de date sunt indirecte și provin din trei surse primare:

- Emisii de carbon create în timpul construirii centrului de date și fabricației echipamentelor de infrastructură și IT (așa numit “carbon inclus”)
- Emisiile de carbon locale provenite de la sistemul de încălzire, grupuri generatoare, sisteme de cogenerare
- Emisii de carbon create în timpul producerii energiei electrice necesare operării centrului de date

În general, majoritatea discuțiilor, a punctelor de reper, sau a raportării emisiilor de carbon, sunt limitate la emisiile produse de operarea centrului de date. Emisiile de carbon incluse reprezintă o contribuție semnificativă raportat la total, dar metodele și standardele de evaluare a acestor emisii sunt încă în faza de dezvoltare.

Centrele de date nu generează direct o cantitate semnificativă de dioxid de carbon sau alte gaze echivalente CO₂. Operarea grupurilor generatoare de avarie, în general, reprezintă mai puțin de 0,1% din totalul emisiilor, iar acesta poate fi ignorat. Centrele de date operează la o densitate de putere ridicată și aproape niciodată nu necesită încălzire suplimentară, așa încât emisiile asociate încălzirii pot fi și ele ignorate. Foarte puține centre de date au instalate echipamente de cogenerare, deci nici acesta nu este un factor de luat în seamă.

În acest ghid noi vom limita calculul emisiilor de carbon la emisiile asociate alimentării cu energie electrică, care reprezintă mai bine de 99% din totalul emisiilor rezultate din operare.

Echivalarea energiei în emisii de carbon

Dată fiind energia electrică consumată în centrul de date, este posibil să estimăm emisiile de carbon create de utilizarea respectivei energii. Un furnizor de energie poate oferi informații despre emisiile de carbon ale fiecărui kilowatt-oră de energie generată, bazându-se pe sursele de energie primare folosite. (Notă: O analiză alternativă, evitată până acum, a emisiilor de carbon, generate de producerea energiei prin vechile metode, va arăta creșterea semnificativă a emisiilor de carbon. Asta pentru că reducerea generării de energie nu se face egal pe toate generatoarele, fiind direcționată către generarea cu costuri mai mari, cum ar fi cea bazată pe gaze naturale.) Dacă această informație nu este disponibilă la furnizorul de energie atunci datele regionale pot fi considerate valabile. Aceste date sunt exprimate în tone de CO₂ per kW-hr și uzual se situează în intervalul 0.1 la 1 tonă per kW-hr la generare. Pentru a determina sarcina pe care centrul de date o crează la generare, pierderile pe distribuție (în jur de 10%) se adaugă la consumul centrului de date. Formula următoare oferă modul de calcul a emisiilor de carbon anuale cauzate de un consumator:

$$CO2_{\text{annual}}(\text{tone}) = \text{Sarcină}(kw) \times \frac{\text{Carbon}}{kwhr} \times \frac{8760ore}{an} \times \frac{1}{(1 - PierderiDist)}$$

Ghid pentru utilizatorii IT

Un utilizator IT nu are nevoie să înțeleagă principiile și tehnicile descrise în acest ghid pentru a ține cont de consumul de energie în deciziile de planificare și dezvoltare. Tot ce are nevoie să știe un utilizator IT, este un scurt rezumat al utilizării energiei și a emisiilor de carbon asociate resurselor IT pe care le folosește. Un asemenea rezumat se află în **Tabelul 5**:

Tabel 5

*Exemplu de alocare anuală
a energiei și emisiilor de
carbon pentru un utilizator IT*

Clasa server	Total instal.	Energie pe unit.	Carbon pe unit.
Server aplicații 1U	50	6,000	2.7
Server virtual	30	2,650	1.2
Web blade	15	5,200	2.3
ERP blade	10	5,500	2.5
Mainframe	2	117,000	53.0
Sever 3-10U	15	44,000	20.0
Total energie și carbon (pe an)		1,409,000 kWhr	634 tone
Cost energie (pe an)		\$169,000	

Concluzie

Acest ghid a descris o strategie logică de alocare a consumului de energie și emisiilor de carbon utilizatorilor IT.

Modele simple, gratuite, pot fi folosite pentru alocarea energiei și a emisiilor de carbon, bazate pe unități de capacitate IT, cum ar fi unitățile server standard. Asemenea modele nu sunt precise, dar au suficientă acuratețe pentru a fi utile unui sistem de management al energiei într-un centru de date.

Un sistem simplu poate fi îmbunătățit în timp prin adăugarea unor capacități suplimentare de măsurare și modelare ce oferă o precizie mai bună și o înțelegere superioară a utilizării energiei. Acest ghid subliniază o secvență rațională a implementării acestor capacități. Un sistem surprinzător de eficient și de ieftin poate fi implementat cu un număr mic de contoare de energie combinat cu un audit energetic al centrului de date și un soft simplu.

Operatorii centrelor de date nu ar trebui să presupună că au nevoie de un sistem complex și extins de contorizare pentru a implementa un sistem de management energetic eficace sau pentru a aloca consumul de energie și emisiile de carbon utilizatorilor. De fapt, un sistem instrumental extrem de complex are o rată mică de recuperare a investiției.

Acest ghid scoate în evidență o abordare de început pe care fiecare operator de centru de date fie el mare sau mic o poate implementa imediat, fără costuri suplimentare. Fiecare wat absorbit din rețea de centrul de date reprezintă o pierdere irecuperabilă. Un sistem simplu, brut, de management energetic implementat astăzi este mult mai eficient decât un sistem ideal implementat mai târziu pentru că nu contează eficacitatea sistemului de management dacă nu poate recupera energia deja pierdută.

Despre autor

Neil Rasmussen este Senior VP pentru Inovare al APC, care este divizia IT Business din Schneider Electric. El stabilește direcții tehnologice pentru cel mai mare buget de cercetare și dezvoltare, dedicat alimentării electrice, climatizării și infrastructurii de rack-uri pentru rețele de importanță vitală.

Neil deține 14 patente în domeniul alimentării și climatizării centrelor de date de înaltă eficiență și cu densitate ridicată; a publicat peste 50 de ghiduri tehnice despre sisteme de alimentare electrică de siguranță și climatizare, multe dintre acestea traduse în mai mult de 10 limbi, iar recent și-a concentrat atenția pe îmbunătățirea eficienței energetice. El este un lector recunoscut internațional în domeniul centrelor de date de înaltă eficiență. Neil în prezent lucrează pentru a avansa în știința soluțiilor de infrastructură pentru centre de date scalabile, de densitate mare, cu eficiență ridicată și este principalul arhitect al sistemului APC InfraStruXure.

Înainte de a fonda APC în anul 1981, Neil și-a luat diploma de absolvire și master în inginerie electrică la MIT, unde și-a susținut teza referitoare la analiza unei surse de alimentare de 200 MW pentru un reactor de fuziune tokamak. Între 1979 și 1981 a lucrat în laboratoarele MIT Lincoln Laboratories la sisteme dinamice de stocare a energiei și sisteme solare de producere a energiei.



Resurse

Click pe pictogramă pentru
accesarea resurselor



Măsurarea eficienței electrice pentru centre de date

Ghid tehnic 154



Ghid de calculare a eficienței (PUE) în centre de date reale

Ghid tehnic 158



Modelarea eficienței electrice Pentru centre de date

Ghid tehnic 113



Implementarea eficienței energetice în centre de date

Ghid tehnic 114



Navigare printre toate ghidurile tehnice

whitepapers.apc.com



Navigare printre toate instrumentele TradeOff Tools™

tools.apc.com



Contactați-ne

Pentru comentarii sau clarificări legate de conținutul acestui ghid tehnic:

Data Center Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Dacă sunteți client și aveți întrebări specifice proiectului dumneavoastră de centru de date:

Contactați reprezentantul dumneavoastră **Schneider Electric**
www.apc.com/support/contact/index.cfm

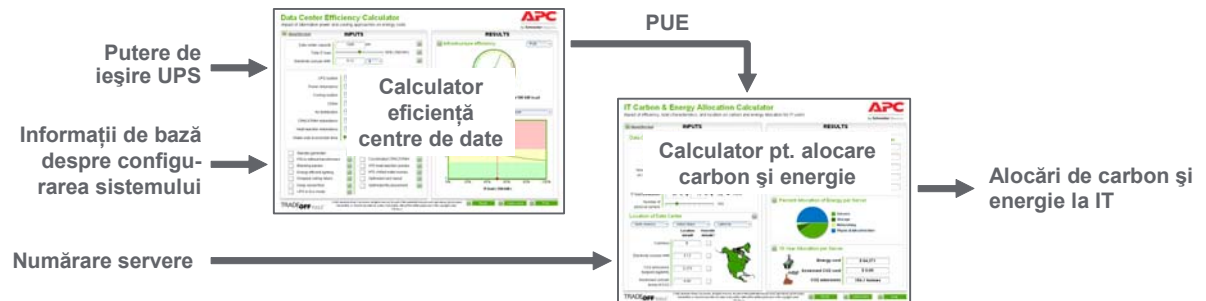
Anexă: Determinarea simplă a alocării de energie și carbon într-un centru de date

Acest ghid a descris o abordare simplă pentru alocarea costurilor energetice și emisiilor de carbon echipamentelor IT din centre de date, ce include un număr de capabilități de măsurare și modelare care pot fi folosite pentru a crește precizia, dar cu costuri mari. Cea mai simplă metodă este aproape gratuită, și fără îndoială oferă o precizie surprinzător de bună și poate fi eficientă în sprijinul unui program de management energetic.

Această anexă arată cum orice centru de date poate implementa imediat un sistem de alocare a energiei și emisiilor de carbon către echipamentele IT cu o precizie de ordinul a +/- 20%. Metoda descrisă aici corespunde nivelului de capacitate numit inventar brut la care se face referire în ghid. Acesta este nivelul maxim pe care un operator obișnuit de centru de date îl poate atinge fără vreun ajutor din partea unui expert. Această metodă folosește un instrument software gratuit dezvoltat de APC, dar se pot folosi și alte instrumente care să îndeplinească aceleași funcții. Fluxul procesului este descris în **Figura A1** de mai jos:

Figura A1

Vedere de ansamblu asupra proceselor folosite pentru a stabili alocările de energie și carbon către sarcini IT



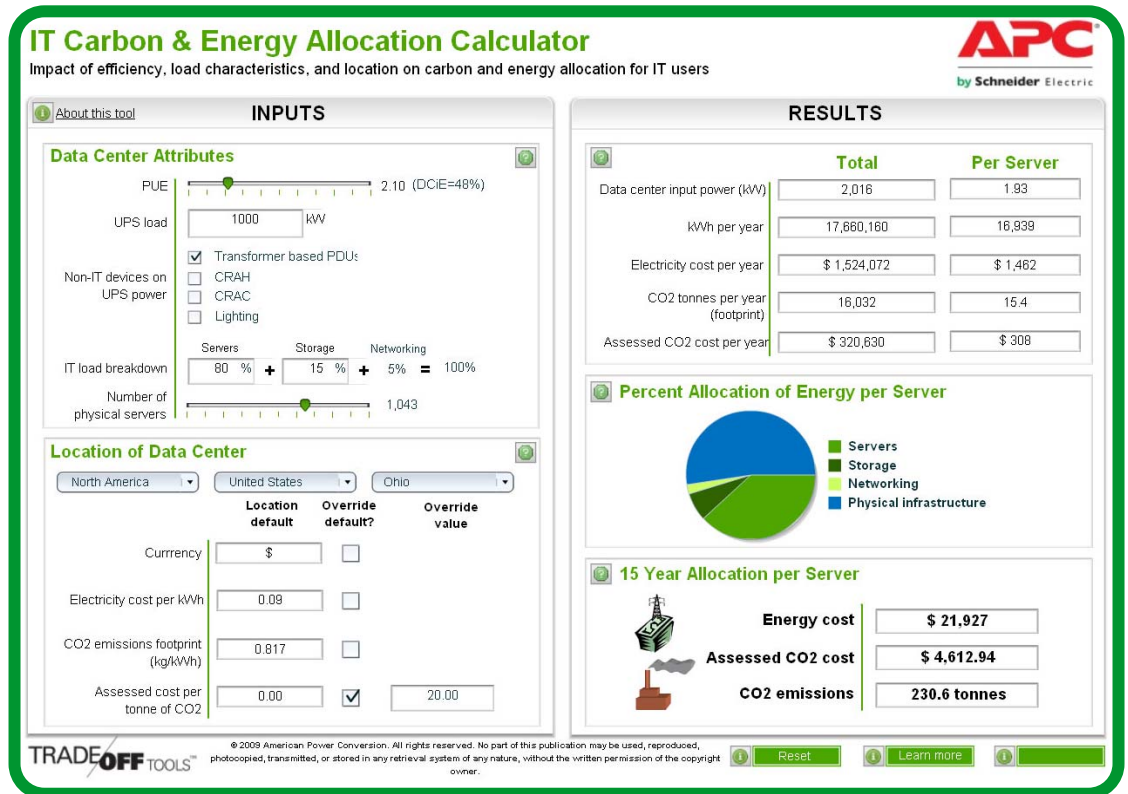
Utilizatorul introduce informații de bază despre configurarea centrului de date, numărul de servere și date citite de pe UPS referitoare la puterea electrică absorbită din acesta (aceasta este singura citire disponibilă în orice centru de date). Instrumentul software va cere informații relevante pe care orice profesionist din domeniul centrelor de date sau IT ar trebui să fie capabil să le obțină sau să le determine printr-o simplă plimbare prin centrul de date.

Primul instrument estimează eficiența utilizării energiei (PUE) pentru centrul de date. Al doilea instrument acceptă PUE determinat în primul pas și calculează alocările de energie și emisii de carbon către IT în modul per-server, bazându-se pe un server "mediu". Aceste servere "medii" sunt distribuite utilizatorilor folosind o metodă care depinde de modelul de afacere. Documentație ajutătoare este oferită în programele software.

Figura A2 arată un ecran din instrumentul (softul) de alocare. În acest exemplu fiecarei unități server i-au fost desemnate suma de 1,482 \$ ca și cost al energiei electrice și 15.4 tone de CO2 pe an. Pentru un utilizator care deține 100 servere aceasta ar însemna o alocare anuală de 148,200 \$ și 1,540 tone CO2 pe an.

Figura A2

Un exemplu a imaginii de pe ecran pentru Calculatorul de alocare a energiei și carbonului



Acest exemplu a fost oferit pentru a sublinia simplitatea implementării lui. Este folositor și poate ajuta la acordarea atenției și apariția dorinței de îmbunătățire a comportamentului IT. Totuși, are și limitări importante, printre care:

- Are o precizie de numai +/- 20%, așa că probabil nu ar trebui să fie folosit pentru facturarea clienților; pentru asta se recomandă implementarea unor capacități superioare dintre cele descrise în ghid.
- Alocă costurile și emisiile de carbon unui server “mediu” și nu distribuie cu precizie costurile atunci când unii utilizatori IT au servere blade și alții mainframe; pentru această situație este nevoie de clasificarea serverelor descrisă în ghid.
- Nu oferă o oprire a pierderilor în infrastructură, deoarece oferă o slabă ghidare în ceea ce privește îmbunătățirile posibile ale infrastructurii; pentru aceasta este necesar un audit al infrastructurii și contorizarea sistemelor cheie din infrastructură, așa cum a fost descrisă în ghid.