

Βιώσιμο Μέλλον και Ενεργειακή Απόδοση

Άρθρο του **Δημήτρη Νομικού**
CEO
NIGICO S.A.
e-mail: d.nomikos@nigico.gr

Η σημασία της υψηλής απόδοσης στα Data Centers έχει επισημανθεί εδώ και αρκετά χρόνια. Η αύξηση όμως της ευαισθητοποίησης για τη βιωσιμότητα έχει οδηγήσει ένα ολοένα αυξανόμενο αριθμό επιχειρήσεων να εξετάζει την κατασκευή και ανάπτυξη των Data Centers μέσω ενός πρίσματος κοινωνικής ευθύνης αντί της αποκλειστικής στόχευσης στο χαμηλό κόστος.

Προσπαθώντας να ισορροπήσουν μεταξύ απόδοσης και βιωσιμότητας τα Data Centers πλέον υιοθετούν κάποιους κανόνες λειτουργίας και ελέγχους απόδοσης. Ένας έλεγχος ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει αρχικά τον εντοπισμό και παροπλισμό των μη ενεργών servers. Σημαντικό είναι επίσης οι επιχειρήσεις να αρχίσουν να ακολουθούν μια πιο επιθετική στόχευση στην αύξηση απόδοσης των Data Centers - υιοθετώντας, για παράδειγμα, ψύξη με μέγιστη εξοικονόμηση και συστήματα UPS υψηλής απόδοσης με λειτουργία active inverter eco mode - ενώ παράλληλα να χρησιμοποιούν εναλλακτι-

κές πηγές ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή, για την τροφοδοσία τους, ώστε να επιτύχουν μικρότερες εκπομπές άνθρακα.

Οι νέες απαιτήσεις του 5G

Η νέα γενιά δικτύων κινητής τηλεφωνίας (5G) και τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη θα συμβάλλουν στην αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στις επόμενες δεκαετίες.

Ειδικά το θέμα της κατανάλωσης ενέργειας για το 5G είναι κάτι που θα απασχολήσει έντονα τα επόμενα χρόνια. Στο πρώιμο στάδιο του σχεδιασμού και της κυκλοφορίας του 5G, η συζή-

τηση επικεντρώθηκε δίκαιως στα τελικά οφέλη της τεχνολογίας και στις εφαρμογές που θα επιτρέψει. Όμως, καθώς πολλές χώρες ξεκινούν την εγκατάσταση του 5G, το ενδιαφέρον θα στραφεί στις σημαντικές αυξήσεις της κατανάλωσης ενέργειας που αυτό επιφέρει και τις στρατηγικές για ενεργειακή απόδοση. Η πυκνότητα δικτύου που είναι απαραίτητη για την πλήρη υλοποίηση της υπόσχεσης του 5G αναπόφευκτα προσθέτει στις αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις - που εκτιμάται ότι είναι 3,5 φορές περισσότερες από το 4G. Συνεπώς πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στη διαχείριση αυτής της σημαντικής αύξησης κατανάλωσης ενέργειας με την υιοθέτηση πιο αποδοτικών προϊόντων και πρακτικών.

Μια άλλη αλλαγή που θα επέλθει, είναι η τάση για δημιουργία περισσότερων Edge Data Centers. Για την παροχή Internet υψηλής ταχύτητας στους καταναλωτές, οι τεχνολογίες ραδιοπρόσβασης 5G θα χρησιμοποιούν millimeter waves για να μεταφέρουν δεδομένα με βελτιωμένη ταχύτητα. Όμως, λόγω του μεγέθους και των χαρακτηριστικών διάδοσής τους, τα κύματα αυτά δεν μπορούν να ταξιδέψουν τόσο μακριά όσο τα παραδοσιακά. Καθώς το 5G εξελίσσεται, θα αναπτύσσονται και οι λύσεις Edge στον τηλεπικοινωνιακό χώρο. Το 5G και το Edge computing θα αναπτύσσονται ταυτόχρονα, καθώς οι λύσεις Edge θα παρέχουν τη δυνατότητα επεξεργασίας, διαχείρισης και ανάλυσης ψηφιακού περιεχομένου σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, πιο κοντά στο σημείο πρόσβασης των εφαρμογών και των συσκευών. Επιπλέον, οι χειριστές θα χρειαστεί να αναπτύξουν micro Data Centers για την υποστήριξη της επεξεργασίας δεδομένων, την οποία τα παραδοσιακά κέντρα δεδομένων ενδέχεται να μην μπορούν να χειριστούν.

Το ενεργειακό αποτύπωμα

Ο αντίκτυπος στη χρήση ενέργειας και στο κλίμα θα εξαρτηθεί λοιπόν σε σημαντικό βαθμό και από την ενεργειακή απόδοση των Data Centers

και του εξοπλισμού IT, καθώς ήδη αντιπροσωπεύουν αξιοσημείωτο ποσοστό της παγκόσμιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Ευτυχώς, ήδη, τα Data Centers μπόρεσαν να αντισταθίσουν μεγάλο μέρος του ενεργειακού αποτυπώματος της αύξησης της ζήτησης για τις υπηρεσίες τους βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση των υποδομών τους και δημιουργώντας Hyper-scale Data Centers.

Ωστόσο, δεν είναι ώρα για εφησυχασμό. Πρέπει να ενσωματωθούν νέες τεχνολογίες και να συμφωνηθούν κοινά πρότυπα ώστε να βελτιωθεί περαιτέρω η ενεργειακή απόδοση. Τι είναι όμως ουσιαστικά η ενεργειακή απόδοση; Με μαθηματικούς όρους, είναι το επίπεδο απόδοσης που χρησιμοποιεί τη μικρότερη ποσότητα ενέργειας εισόδου για να επιτύχει την υψηλότερη ποσότητα ενέργειας εξόδου.

Οι κυβερνήσεις ενθαρρύνουν τις επιχειρήσεις και τους καταναλωτές να παράγουν και να προμηθεύονται πιο ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα και υπηρεσίες. Ένας τρόπος είναι μέσω επιδοτήσεων ή φορολογικών κινήτρων. Ωστόσο για να είναι επιτυχής η διαδικασία αυτή πρέπει να είναι συντονισμένοι και οι εργολάβοι, κατασκευαστές ή σύμβουλοι μηχανικοί, οι οποίοι καθώς δεν συμμετέχουν στην επιδότηση αυτή συνηθίζουν να προωθούν λύσεις χαμηλότερου κόστους για το έργο, παρά αποδοτικότερου εξοπλισμού.

Οι παράγοντες βιωσιμότητας αποτελούν ολοένα και περισσότερο μέρος των εκτιμήσεων CAPEX και OPEX πολλών φορέων εκμετάλλευσης κέντρων δεδομένων. Ακόμη και οι εταιρείες επενδύσεων ενσωματώνουν πλέον μέτρα βιωσιμότητας στην επενδυτική τους διαδικασία. Είναι ενδιαφέρον να παρουσιαστεί ότι η Carbon Trust - ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που συμβουλεύει επιχειρήσεις, κυβερνήσεις και οργανισμούς σχετικά με τη βιωσιμότητα - μετά από αίτηση του Υπουργείου Επιχειρηματικής Ενέργειας και Βιομηχανικής Στρατηγικής του Ηνωμένου Βασιλείου, ζητήθηκε να προτείνει πάνω από 10.000 προϊόντα εξοικονόμησης ε-

νέργειας για την ευαισθητοποίηση των επιχειρήσεων και του δημόσιου τομέα για καλύτερες ενεργειακά αγορές και πιο αποδοτικά προϊόντα. Τα Αδιάλειπτα τροφοδοτικά (UPS) και ο εξοπλισμός θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC/HPAC) της Vertiv, περιλαμβάνονται στη λίστα αυτή, καθώς η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης είναι κεντρικό στοιχείο της στρατηγικής προϊόντικής ανάπτυξης της εταιρείας.

Ινστιτούτο Uptime και εξοικονόμηση ενέργειας

Αυτή η ώθηση προς τη στρατηγική βιωσιμότητας είναι εμφανής και στην 11η ετήσια παγκόσμια έρευνα για τα Data Centers που διεξήχθη από το Uptime Institute. Αυτή η πολυαναμενόμενη έκθεση είναι μια από τις πιο ολοκληρωμένες και μακροβιότερες μελέτες του είδους της. Καλύπτει διάφορα θέματα όπως η λειτουργία, ο εξοπλισμός, η απόδοση, οι τάσεις και η βιωσιμότητα των Data Centers.

Η έρευνα αποκάλυψε ότι «η βιωσιμότητα των κέντρων δεδομένων αποκτά μεγαλύτερη σημασία», αλλά επισήμανε ότι πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στον τρόπο με τον οποίο οι οργανισμοί παρακολουθούν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα. Παρακάτω μερικά από τα αποτελέσματα:

- Το 2021, η μέση ετήσια απόδοση ενέργειας (PUE) είναι στο 1,57 έναντι 1,59 το 2020. Άρα διατηρούνται σταθερά προς μειούμενα τα επίπεδα απόδοσης. Αυτό δείχνει ότι έχουν υλοποιηθεί κάποιες προηγούμενες στρατηγικές απόδοσης για τη βελτίωση της διαχείρισης της ροής αέρα και την αντικατάσταση του παλιού εξοπλισμού. Γενικά, οι μέσοι όροι PUE παρέμειναν σχετικά σταθεροί τα τελευταία πέντε περίπου χρόνια. Υπάρχει μια σαφής εξήγηση για αυτό. Ακόμη και όταν γίνεται σχεδιασμός για PUEs νέων κατασκευών 1,3 ή καλύτερου, δεν είναι οικονομικά ή τεχνικά εφικτό για πολλούς χειριστές να πραγματοποιήσουν τις μεγάλες επι-

σκευές/αναβαθμίσεις που απαιτούνται για καλύτερη απόδοση σε πολλές παλαιότερες εγκαταστάσεις. Περαιτέρω βελτιώσεις θα απαιτήσουν σημαντικές αλλαγές.

- Μια μέθοδος που ακολουθείται στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις για αύξηση της απόδοσης περιλαμβάνει retrofitting στην ψύξη. Σε νέα σχέδια κέντρων δεδομένων μπορεί να απαιτεί την υιοθέτηση καινοτόμων προσεγγίσεων ή τεχνολογιών, όπως ψύξη liquid ή solid-state.
- Αυξάνονται τα Edge Data Centers. Περισσότερο από το 60% των ερωτηθέντων αναμένει ότι η ζήτησή τους θα αυξηθεί.
- Πρέπει να διευρυνθεί το πεδίο μετρήσεων της βιωσιμότητας. Αυτό περιλαμβάνει τη μέτρηση και την παρακολούθηση της χρήσης των servers, της χρήσης νερού, των εκπομπών άνθρακα του εξοπλισμού IT και τον κύκλο ζωής των ηλεκτρονικών αποβλήτων ή του εξοπλισμού.

Ινστιτούτο Uptime. Προκλήσεις και βελτιώσεις στα Data Centers

Όπως αναφέρει το Ινστιτούτο Uptime στην έρευνά του, δημιουργούνται προκλήσεις βιωσιμότητας, διακοπής λειτουργίας και απόδοσης, καθώς αυξάνεται η απαίτηση για χωρητικότητα. Τα ευρήματα δείχνουν έναν κλάδο που απολαμβάνει εκτεταμένης ανάπτυξης, ενώ προσαρμόζεται γρήγορα στην αυξανόμενη πολυπλοκότητα και τις προκλήσεις, όπως οι εξελισσόμενες απαιτήσεις απόδοσης και βιωσιμότητας.



τητας, το αυξανόμενο κόστος διακοπών, η συνεχιζόμενη έλλειψη εργατικού δυναμικού, οι διακοπές της εφοδιαστικής αλυσίδας και άλλα.

Τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν κενά στην παρακολούθηση της βιωσιμότητας, λιγότερες διακοπές με πιο σοβαρές συνέπειες, προβλήματα στελέχωσης και εφοδιαστικής αλυσίδας, καθυστερημένα κέρδη αποδοτικότητας και πολλά άλλα. Αναλυτικότερα:

- Οι οργανισμοί δεν παρακολουθούν στενά το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα παρά την παγκόσμια ώθηση για την αειφορία. Ενώ οι περισσότεροι ιδιοκτήτες και χειριστές κέντρων δεδομένων παρακολουθούν το PUE και πάνω από το 80% μετρούν τα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας και την αποτελεσματικότητα, πολλοί εξακολουθούν να μην δίνουν προτεραιότητα σε ζωτικές μετρήσεις για τη βελτίωση και την αναφορά της βιωσιμότητας.
- Ο αριθμός των διακοπών έχει μειωθεί, αλλά οι συνέπειες συνεχίζουν να επιδεινώνονται. Αν και λιγότερες, διαπιστώθηκε επίσης ότι αυτές οι διακοπές προκαλούν σημαντική απώλεια χρόνου, σημαντικές οικονομικές απώλειες και ζημιά στη φήμη. Περίπου το ένα πέμπτο των διακοπών ταξινομούνται ως σοβαρές ή πολύ σοβαρές.
Ενώ οι ερωτηθέντες αναφέρουν ότι τα μισά περιστατικά διακοπής λειτουργίας είναι φευγαλέα και έχουν ελάχιστες συνέπειες, ενώ τα υπόλοιπα μισά προκαλούν σημαντική οικονομική και λειτουργική βλάβη, με το 15% αυτών των διακοπών να κοστίζει πάνω από 1 εκατομμύριο €.
- Το πρόβλημα της εφοδιαστικής αλυσίδας θα συνεχιστεί - Τα τελευταία χρόνια, η πανδημία, οι ακραίες καιρικές συνθήκες και οι πολιτικοί παράγοντες προκαλούν ανεπάρκεια στην παροχή πολλών βασικών εξαρτημάτων όπως τσιπ, εξαρτήματα ισχύος και ηλεκτρικό εξοπλισμό. Οι περισσότεροι προμηθευτές αναμένουν ότι αυτή η διαταραχή θα συνεχιστεί για τα επόμενα δύο χρόνια.

Προβλέπουν επίσης ότι αυτό θα επηρεάσει είτε το CAPEX των έργων, ή τη διαθεσιμότητα εξοπλισμού πληροφορικής, ή ακόμα και τα δύο.

- Συνεχίζονται οι ελλείψεις εξειδικευμένου προσωπικού - Οι χειριστές των κέντρων δεδομένων συνεχίζουν να αντιμετωπίζουν προκλήσεις σχετικά με την έλλειψη του προσωπικού. Αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, συγκεκριμένα, την πρόσληψη προσωπικού από ανταγωνιστές και μη και το γηρασμένο εργατικό δυναμικό σε ώριμες αγορές που οδηγεί σε έλλειψη πολλών εμπειριών επαγγελματιών.

Τάσεις / Εξελίξεις στα Data Centers

Εκτός από τις εξαιρετικά αποτελεσματικές πρωτοβουλίες ψύξης και βιωσιμότητας, υπάρχουν και άλλες ευκαιρίες που μπορεί να προβλέπει ο κλάδος, και συγκεκριμένα:

● **Επέκταση των κέντρων δεδομένων Edge/ Modular Data Centers (MDC)**

Πολλοί αναμένουν να δημιουργήσουν ή να λειτουργήσουν περισσότερα Edge Data Centers για την επεξεργασία δεδομένων πιο κοντά στους χρήστες και τις εγκαταστάσεις. Επιπλέον, οι προμηθευτές εξοπλισμού κέντρων δεδομένων αναμένουν ότι οι περισσότεροι από τους πελάτες τους θα κατέχουν Edge Data Centers (<150 kW) εντός 5 ετών.

● **Αλλαγή σχεδιασμού αποθήκευσης ενέργειας**

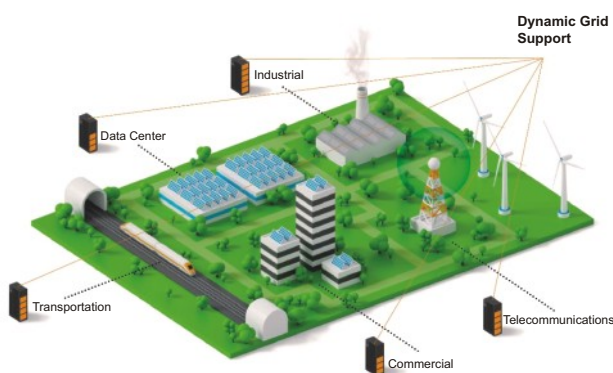
Ο κλάδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας υφίσταται μια δραματική αλλαγή καθώς οι ανανεώσιμες πηγές, στην προσπάθεια για μειωμένες εκπομπές άνθρακα και η αύξηση της ζήτησης, μεταμορφώνουν τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Η αλλαγή που υπάρχει στο ηλεκτρικό δίκτυο, λόγω του παροπλισμού μεγάλων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θέτει σημαντικές προκλήσεις στη σταθερότητά του. Ως αποτέλεσμα, οι διακυμάνσεις συχνότητας

που προκαλούνται από στιγμιαίες ανισορροπίες είναι υψηλότερες και επαναλαμβανόμενες.

Η παραδοσιακή ρύθμιση συχνότητας ενδέχεται να μην είναι σε θέση να παρέχει αρκετά γρήγορη απόκριση ώστε να διατηρεί τη συχνότητα εντός καθορισμένων ορίων. Ως εκ τούτου, απαιτούνται ταχύτερα FCRs (Frequency Containment Reserve) για την παροχή γρήγορης απόκρισης σε απότομες διακυμάνσεις συχνότητας και για την αύξηση ή τη μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.

Τα Data centers διαδραματίζουν βασικό ρόλο σε αυτό το μεταβαλλόμενο ενεργειακό τοπίο και είναι ο ιδανικός υποψήφιος για την εφαρμογή υπηρεσιών εξισορρόπησης δικτύου. Αυτό οφείλεται στην παρουσία εξοπλισμού όπως η αποθήκευση ενέργειας, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη μεγιστοποίηση νέων ροών εσόδων καθώς και ευκαιρίες εξοικονόμησης κόστους και, τελικά, την άμβλυση των περιορισμών της υποδομής του ηλεκτρικού δικτύου.

Ένα υβριδικού τύπου UPS με σωστά διαστασιοποιημένο σύστημα αποθήκευσης μπορεί να αποτελέσει μία λύση διαχείρισης της ζήτησης ενέργειας προσφέροντας ταυτόχρονα εξοικονόμηση κόστους, προσδίδοντας αξία στην κατασκευή ενός Data Center. Η Vertiv βλέποντας την ανάγκη αυτή, κυκλοφορεί ειδικά για τις εφαρμογές στην Ευρώπη το Liebert® EXL S1 UPS με Dynamic Grid Support.



Σχήμα 1. Σταθερότητα ηλεκτρικού δικτύου στο μεταβαλλόμενο ενεργειακό τοπίο

• Αύξηση της χρήσης συσσωρευτών ιόντων λιθίου

Η έρευνα έδειξε ότι σχεδόν οι μισοί χειριστές έχουν εγκαταστήσει συσσωρευτές Li-Ion για ορισμένα από τα κεντρικά συστήματα UPS τους. Με το κόστος τους να μειώνεται και να βελτιώνει συνεχώς τις επιδόσεις, οι μπαταρίες αυτές χρησιμοποιούνται πλέον για την αντικατάσταση της τεχνολογίας μολύβδου-οξέος.

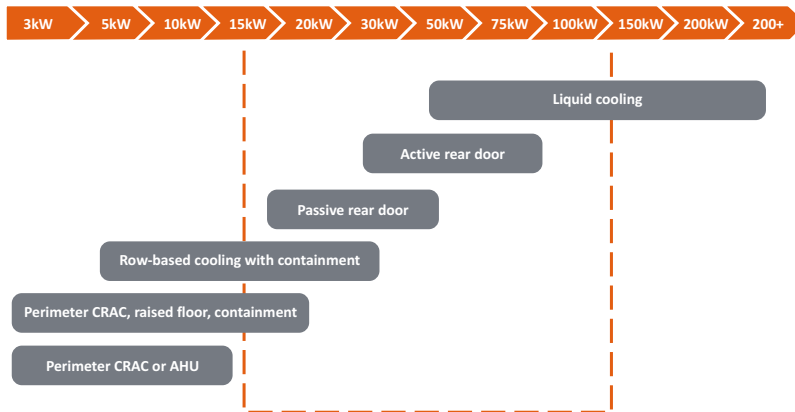
Η οπτική δεν θα μπορούσε να είναι πιο ξεκάθαρη. Η αειφορία θα επηρεάσει πολλά σημεία λήψης αποφάσεων: πώς μετράται η απόδοση, η πιο κατάλληλη λύση ψύξης και πώς να διατηρείται η απόδοση καθώς διαμορφώνονται νέες ευκαιρίες, όπως τα Edge Data Centers και οι μπαταρίες Li-Ion.

• Τεχνολογία ψύξης liquid cooling

Οι τεχνολογίες ψύξης κέντρων δεδομένων εξελίσσονται ώστε να υποστηρίζουν τις μεταβαλλόμενες ανάγκες των συστημάτων πληροφορικής που υποστηρίζουν. Τα προηγούμενα χρόνια, τα συστήματα ψύξης αέρα έχουν προσαρμοστεί σε υψηλότερες πυκνότητες μετακινώντας την ψύξη πιο κοντά στην πηγή θερμότητας και χρησιμοποιώντας λύσεις containments. Αλλά αυτές οι προσεγγίσεις παρέχουν φθίνουσες αποδόσεις (Σχήμα 1). Για τον λόγο αυτό αναπτύχθηκε η τεχνολογία liquid-cooling/immersion cooling (VIC) ώστε να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις ψύξης των racks μεγάλης πυκνότητας ισχύος.

Η λογική της βιωσιμότητας όμως δεν μπορεί να περιοριστεί σε τεχνολογικές παρεμβάσεις που αφορούν μόνο τον χώρο του Data Center. Για να έχει νόημα, η προσέγγιση της επιχείρησης πρέπει να περιλαμβάνει το πλήρες οικοσύστημα του κέντρου δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των παρόχων colocation και cloud.

Στη σύγχρονη πραγματικότητα όπου η παγκόσμια επισκεψιμότητα στο Διαδίκτυο το 2021 αυξήθηκε κατά περισσότερο από 40%, σύμφωνα



Σχήμα 2. Τα συστήματα ψύξης που βασίζονται στον αέρα αρχίζουν να χάνουν την απόδοσή τους όταν τα racks υπερβαίνουν τα 20 kW, οπότε η τεχνολογία liquid cooling γίνεται η βιώσιμη προσέγγιση

με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας λόγω της συνεχούς αυξανόμενης εξάρτησης από τη ψηφιακή τεχνολογία, θα πρέπει να ληφθούν πιο δραστικά μέτρα.

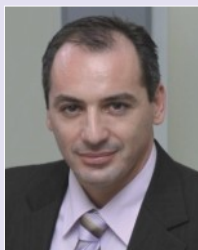
Η οριοθέτηση της ανόδου της θερμοκρασίας της γης πολύ κάτω από τους δύο βαθμούς Κελσίου, και ιδανικά 1,5°C, θα απαιτήσει μεγάλη συλλογική προσπάθεια και αλλαγές σε όλες τις πτυχές της ζωής, των οικονομιών και των κοινωνιών.

Η δημιουργία ενός βιώσιμου μέλλοντος είναι δυνατή μόνο εάν βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://uptimeinstitute.com/about-ui/press-releases/uptime-institute-11th-annual-global-data-center-survey>
 Research: Sustainability gains momentum while PUEs plateau, Jan Michael Cruz
 Sustainable Solutions: How the Data Centre and Energy Efficiency Can Speed the Journey Towards Net Zero, Russell Bulley

Λίγα λόγια για τον αρθρογράφο



Ο κ. **Νομικός Δημήτρης** είναι απόφοιτος του Πανεπιστημίου Αθηνών στο τμήμα Φυσικής, με μεταπτυχιακές σπουδές στο Leicester University of London όπου έλαβε τον τίτλο MBA στον τομέα Οικονομικών.

Είναι στέλεχος της εταιρίας NIGICO εξ ιδρυσής της και επί σειρά 10 ετών έχει διατελέσει Εμπορικός Δντης και 5 έτη Διευθυντής Ανάπτυξης της εταιρίας.

Έχει παρακολουθήσει πληθώρα ειδικών τεχνικών εκπαιδεύσεων και σεμιναρίων των κατασκευαστών Διεθνώς ενώ έχει συμμετάσχει σε δεκάδες εκδηλώσεις της εταιρίας ως εισηγητής ειδικών θεμάτων σχετικά με τις διαθέσιμες λύσεις σε κρίσιμες εφαρμογές μέσω νέων και καινοτόμων τεχνολογιών του χώρου. Έχει παρακολουθήσει ειδικά σεμινάρια για το σχεδιασμό και υλοποίηση λύσεων ολοκληρωμένων λύσεων σε χώρους Data Centers με γνώμονα τη βελτιστοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και επίτευξη πρακτικών βέλτιστης διαθεσιμότητας στις εγκαταστάσεις μεγάλων οργανισμών. Είναι κάτοχος τίτλου ATD από τον οργανισμό παγκόσμιου κύρους Uptime Institute.

Η τρέχουσα θέση του είναι Διευθύνων Σύμβουλος στην εταιρεία NIGICO AEBE.

Εάν επιθυμείτε το COMMUNICATION SOLUTIONS να δημοσιεύσει περισσότερα άρθρα για **Data Centers** επικοινωνήστε μαζί μας στο: info@comsol.gr