

Οι επιπτώσεις του AI στο μέλλον της υποδομής IT

Άρθρο του **Δημήτρη Νομικού**
CEO

NIGICO S.A.

e-mail: d.nomikos@nigico.gr

Τα Data είναι η νέα οικονομία

Συχνά λέγεται ότι «τα δεδομένα είναι το νέο πετρέλαιο». Όπως και το αργό πετρέλαιο, τα δεδομένα έχουν τη δυνατότητα να μεταμορφώσουν την παγκόσμια οικονομία. Ωστόσο, ακριβώς όπως χρειάστηκαν πρόοδοι στην τεχνολογία διύλισης για να μετατραπεί το αργό πετρέλαιο στην κινητήρια δύναμη της οικονομικής ανάπτυξης του 20ού αιώνα, η τεχνητή νοημοσύνη (AI) είναι πιθανώς το κλειδί για να γίνουν τα δεδομένα η βάση της οικονομίας του 21ου αιώνα. Σύμφωνα με την McKinsey & Company, μόνο η γενετική τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσε να προσθέσει έως και 4,4 τρισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως στην παγκόσμια οικονομία, συμπεριλαμβανομένων έως και 100 δισεκατομμυρίων δολαρίων στον τομέα των τηλεπικοινωνιών, 130 δισεκατομμυρίων δολαρίων στα μέσα ενημέρωσης και 460 δισεκατομμυρίων δολαρίων

στην υψηλή τεχνολογία. Και η ισχύς της τεχνητής νοημοσύνης δεν θα μετρηθεί μόνο σε δολάρια, ευρώ, γιουάν ή γιεν. Θα μετρηθεί με ανακαλύψεις που θα επηρεάσουν την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής. Βρισκόμαστε ήδη στο χείλος σημαντικών ανακαλύψεων, όπως η μετατροπή μεγάλων ποσοτήτων ιατρικών δεδομένων σε θεραπείες για ασθένειες όπως ο καρκίνος, και η συμβολή στην ανάπτυξη νέων λύσεων για την καταπολέμηση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής.

Ωστόσο, για την πραγματοποίηση της υπόσχεσης της τεχνητής νοημοσύνης θα χρειαστεί ένα ολόκληρο οικοσύστημα για να υποστηρίξει την τεχνολογία. Η αρχιτεκτονική του κέντρου δεδομένων και η κρίσιμη ψηφιακή υποδομή που την υποστηρίζει θα πρέπει να υποστούν σημαντικό μετασχηματισμό για να υποστηρίξουν τις απαιτήσεις του φόρτου εργασίας AI.

Η κρίσιμη ψηφιακή υποδομή που επιτρέπει τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης

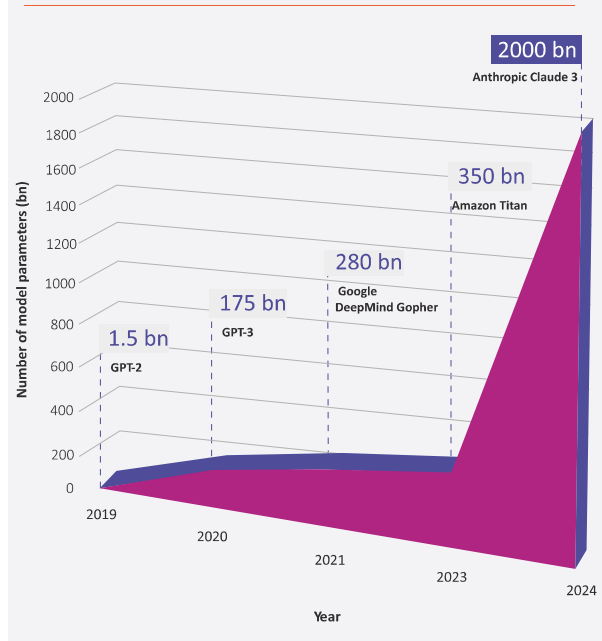
Οι τρέχουσες τάσεις υποδηλώνουν ότι το 19% της χρήσης ενέργειας στα κέντρα δεδομένων θα σχετίζεται με AI έως το 2028. Τι σημαίνει αυτό για τα κέντρα δεδομένων, ειδικά όταν πρόκειται για αρχιτεκτονική, χρήση ενέργειας και ψύξη; Η μεγάλη άνοδος της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης διαταράσσει ήδη την αρχιτεκτονική και την κρίσιμη ψηφιακή υποδομή των κέντρων δεδομένων. Αλλά το αποτέλεσμα μέχρι αυτό το σημείο είναι μόνο η κορυφή του παγόβουνου. Τα δεδομένα που σχετίζονται με το AI θα δημιουργήσουν πιθανή συμφόρηση στο μέγεθος των μονάδων αποθήκευσης, των racks και συνεπώς στην ισχύ και ψύξη του κέντρου δεδομένων. Οι δαπάνες για κρίσιμες ψηφιακές υποδομές για την GenAI ξεπέρασαν τα 18 δισεκατομμύρια δολάρια το 2024, και θα αυξηθούν σε περισσότερο από 48 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2027. Το επίπεδο των επενδύσεων δείχνει πόσο έντονα η άνοδος της γενετικής τεχνητής νοημοσύνης θα επηρεάσει τις κρίσιμες ψηφιακές υποδομές. Η επανάσταση στην τεχνητή νοημοσύνη θα οδηγήσει αναγκαστικά σε μια επανάσταση στον τρόπο λειτουργίας των κέντρων δεδομένων. Έτσι, αν και οι περισσότεροι επικεντρώνονται στα οικονομικά οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης, η απόκτηση αυτών των οφελών θα απαιτήσει πρόβλεψη, κατανόηση και επίλυση των αναδυόμενων προκλήσεων υποδομής.

Η τεχνητή νοημοσύνη βασίζεται σε πολλά πράγματα, αλλά ένα από τα βασικά στοιχεία είναι οι μικροεπεξεργαστές. Τα chips που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση μοντέλων AI απαιτούν σημαντική ποσότητα ισχύος και παράγουν αντίστοιχη ποσότητα θερμότητας. Οι GPU είναι η τρέχουσα επιλογή για την εκτέλεση φόρτων εργασίας AI και η χρήση GPU αντί CPU για την εκτέλεση παράλληλων υπολογιστικών φόρτων εργασίας είναι 100 φορές πιο αποτελεσματική από άποψη κατανάλωσης ενέργειας. Ωστόσο, ενώ οι GPU είναι πιο αποδοτικές, οι υπολογιστικές απαιτήσεις θα συνεχί-

σουν να αυξάνονται εκθετικά, ξεπερνώντας κατά πολύ οποιαδήποτε αύξηση στην απόδοση των chips. Έτσι, με τη συνεχόμενη χρήση των GPU, η ποσότητα της συνολικής ισχύος που χρησιμοποιείται θα συνεχίσει να αυξάνεται.

Beyond exponential growth

Will the past predict the future in the growth of LLMs?



Σύμφωνα με το παράδοξο του Jevons, η αύξηση της αποδοτικότητας ενός πόρου θα προκαλέσει αύξηση της κατανάλωσης και όχι μείωση. Δεδομένων των πολλών παραγόντων που φαίνεται να οδηγούν τόσο τη ζήτηση για AI όσο και τη χρήση μεγαλύτερων μοντέλων, είναι δύσκολο να δούμε πώς η αποδοτικότητα των chips ή μοντέλων θα αντισταθμίσουν πλήρως τις πολλές εξελίξεις στον χώρο της AI. Με άλλα λόγια, το μέλλον μπορεί να είναι πιο αποδοτικό, αλλά η χωρητικότητα φορτίου πληροφορικής θα συνεχίσει να αυξάνεται καθ' όλη τη διάρκεια της δεκαετίας παρά την αύξηση της απόδοσης.

Είναι όμως δυνατόν με βάση τις τρέχουσες τάσεις και τις πιθανές τεχνολογικές εξελίξεις, να προβλεφθούν οι μεγαλύτερες προκλήσεις για την ανάπτυξη και τη χρήση της AI, ειδικά στο πλαίσιο του κέντρου δεδομένων;

Ποια είναι, εν τέλει, τα πιο σημαντικά στοιχεία που πρέπει να ακολουθηθούν για να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις και να ετοιμαστούν τα κέντρα δεδομένων για το μέλλον;

Οι νέες τάσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη

Αλλαγές στην παραγωγική ικανότητα: Πρέπει να είμαστε προετοιμασμένοι για έναν κόσμο όπου η παραγωγική ικανότητα αυξάνεται. Τα φορτία ανά rack, PDU, UPS, πίνακες μεταγωγής και CDU θα αυξηθούν σε χωρητικότητα και θα έχουν αντίστοιχες αλυσιδωτές επιπτώσεις σε ολόκληρη την υποδομή του Data Center.

Αλλαγές στη συνολική κλίμακα: Αναμφισβήτητα, το πιο προφανές αλυσιδωτό αποτέλεσμα θα περιλαμβάνει εγκαταστάσεις που γίνονται επίσης μεγαλύτερες. Τα σημερινά συστήματα των 3 MW θα είναι τα αυριανά μπλοκ των 20 MW.

Η αναζήτηση για πάντα ενεργή ισχύ: Μεγαλύτερο Datacenter σημαίνει επίσης περισσότερη ισχύ και θερμότητα. Και περισσότερη θερμότητα σημαίνει ότι η υβριδική και υγρή ψύξη είναι το μέλλον. Δεδομένου ότι οι GPUs του μέλλοντος πρέπει να ψύχονται συνεχώς, η συνεχής ισχύς είναι επιτακτική.

AI σημαίνει μη συμβατικά profils φορτίου: Το AI σχετίζεται με φορτία ισχύος που μπορούν να αλλάζουν από 10% αδράνεια έως στιγμιαία υπερφόρτωση 150%.

Πίεση για ανανέωση και αναβάθμιση: Οι χειριστές κέντρων δεδομένων θα πρέπει να καθορίσουν τον καλύτερο τρόπο για να μετασκευάσουν τις υπάρχουσες λειτουργίες τους για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις που αναφέρονται παραπάνω.

Για να ανταποκριθεί στην αυξανόμενη ζήτηση για AI, η αρχιτεκτονική rack θα αυξηθεί από τις ανώτερες πυκνότητες 30kW σε 300-600kW βραχυπρόθεσμα και πιθανώς 1MW και άνω έως το 2030. Φυσικά, θα παραμείνει ένα επίπεδο αβεβαιότητας γύρω από αυτόν τον αριθμό με βάση όχι μόνο τις τεχνολογικές εξελίξεις, αλλά και τη ζήτηση για τεχνητή νοημοσύνη. Ωστόσο, είναι λογικό να αναμένεται ότι το μέλλον θα βασιστεί στην αυξανόμενη πυκνότητα rack που απαιτείται από την τεχνητή νοημοσύνη και στις τεχνολογικές βελτιώσεις στις υποδομές ζωτικής σημασίας που απαιτούνται για την κάλυψη αυτών των απαιτήσεων.

Ενώ μπορεί να υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με το πόσο γρήγορα θα εξελιχθεί η αρχιτεκτονική rack,

	2024	2025	2027**	2029+**
	Currently shipping AI GPU designs primarily based on air-cooling or hybrid liquid and air-cooling for greater operating efficiency. ¹⁰	Next-release AI GPU designs primarily based on one-phase liquid-cooling to the chip and air-cooling for residual heat load. ¹¹	Next-generation (not announced but projected) AI GPU designs primarily based on increased flow and lower temperature for increased performance. ¹²	Future-generation (projected trajectory) AI GPU designs primarily based on liquid-cooling to the chip or some form of contained immersion. ¹³
GPU Architecture	Up to 32x NVIDIA Hopper H100 GPU cores (or similar) per rack, configured in row clusters /pods up to 240x GPU cores. ¹⁴	Up to 72x NVIDIA Blackwell B200 GPU cores (or similar) per rack, configured in row clusters/pods up to 720x GPU cores. ¹⁵	Next-generation GPU cores (12-month release-cycles), in similar row cluster/pod configurations.	
Rack Architecture¹⁶	Up to 50kW per rack with 400/230VAC N+1 power distribution. Cooled using liquid-to-air rear-door heat exchangers.	Up to 140kW per rack with 400/230VAC or 400VDC N+1 power distribution. Cooled using one-phase liquid-to-chip cold-plates (80% of heat load), augmented by liquid-to-air rear-door heat exchangers (20% of heat load).	Up to 300kW per rack with 400/230VAC or 400VDC N+1 power distribution. Cooled using liquid-to-chip cold plates, augmented by liquid-to-air rear door heat exchanger.*	Densities up to 1MW per rack. 480/277V AC, 600/347V AC or 800V DC by 2031 should be considered in the design. 400/230VAC or 400VDC N+1 power distribution.* Cold-plate cooling (100% of heat load) should be considered in the design

*Rack form factor will likely change in size and configuration from 2027 onwards and will likely not correspond to the EIA and OCP versions used today.

	2024	2025	2027**	2029+**
Row Architecture ¹⁷	Overhead rigid busway @ 400A with tap-boxes, providing maximum flexibility for drop in replacement and GPU refresh, is recommended. Field-wired dedicated circuits from PDU can be considered for cost. Row-based 600kW cooling distribution units and perimeter computer-room air-handlers.	Overhead rigid busway @ 2000A with tap-boxes, providing maximum flexibility for drop in replacement and GPU refresh, is recommended. Field-wired dedicated circuits from PDU are not recommended due to cost of installation and inflexible wire gauge. Row-based 1350kW cooling distribution units and perimeter computer-room air-handlers.	Overhead rigid busway @ 4000A with tap-boxes, providing maximum flexibility for drop-in replacement and GPU refresh, is recommended. Field-wired dedicated circuits from PDU are not recommended. Row-based 3000kW cooling distribution units and perimeter computer-room air-handlers.	Overhead rigid busway @ 6000A and up with tap-boxes, providing maximum flexibility for drop-in replacement and GPU refresh, is recommended. Field-wired dedicated circuits from PDU are not recommended. Multi-MW cooling distribution units.
Power Management	Minimum Tier II or Tier III utility feed supported by N+1 standby power generation with onsite Battery Energy Storage Systems (BESS) or similar should be considered for grid interaction, arbitrage and resiliency.		Minimum Tier II or Tier III utility feed supported by N+1 standby power generation with Distributed Energy Resources (DER), onsite Battery Energy Storage Systems (BESS) or fuel-cells should be considered for fully dynamic grid interaction, arbitrage and resiliency. Integrated high-speed power monitoring at the tap-box (busway) with intelligent thermal control is required (Vertiv proprietary).	
GPU Workload	Up to 160% We are assuming initial GPU deployments to be >20% of total workloads for enterprise up to 2025 and growing to 100% of total load by 2027.			
Thermal Cycle ¹⁸	Direct expansion (DX) and chilled water (CV).		High-temperature chilled water loop.	Chilled water loop.
Heat Reuse	Use organic Rankine cycle (ORC), direct air capture (DAC), and absorption chillers.			
	More than 25% heat reuse.	More than 25% heat reuse.	More than 25% heat reuse.	More than 80% heat reuse.
Controls	Capture operating telemetry in datalake and implement condition-based maintenance (CBM).		Implement data center-wide digital twins and leverage continuous telemetry inputs for optimization of operation using AI.	Self-optimization and autonomous robotic operation.

**The technical and management details, estimations, and projections cited here are based on Vertiv research, internal expertise, and currently available information from Vertiv partners in the industry. Analyzed forecasts are based on the available design and infrastructure technologies as of this white paper’s date of publication. Projections for illustrative purposes only.

ειδικά μακροπρόθεσμα, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι αλλαγές στην αρχιτεκτονική θα απαιτήσουν νέες προσεγγίσεις στην ψύξη. Τα τρέχοντα σχέδια GPU AI βασίζονται κυρίως στην αερόψυξη. Ωστόσο, η τεράστια αύξηση της χρήσης ενέργειας θα σημαίνει ότι διάφορες μορφές υβριδικής και υγρής ψύξης (liquid cooling) είναι το μέλλον. Το liquid cooling είναι σημαντικά πιο αποδοτικό από την αερόψυξη και αυτή η απόδοση απαιτείται για την ανάπτυξη της απαραίτητης υποδομής για την τεχνητή νοημοσύνη.

Η ψύξη δεν είναι όμως το μόνο πρόβλημα. Τα κέντρα δεδομένων του μέλλοντος θα πρέπει επίσης να είναι αρκετά ευέλικτα για να αντιμετωπίσουν «παλμικά φορτία» ή περιοδικά φορτία με εισροή υψηλής ισχύος σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Οι ομάδες εκπαίδευσης AI είναι γνωστό ότι παρουσιάζουν μικρής διάρκειας αιχμές ηλεκτρι-

κού ρεύματος κατά τη διάρκεια ορισμένων υπολογιστικών κύκλων. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί με βάση σχεδόν εξ ολοκλήρου τη ζήτηση από κέντρα δεδομένων. Σύμφωνα με στοιχεία της Goldman Sachs, θα υπάρξει σύνθετος ετήσιος ρυθμός αύξησης 15% στη ζήτηση ενέργειας των κέντρων δεδομένων έως το 2030, με τα κέντρα δεδομένων να αποτελούν το 8% της συνολικής ζήτησης ενέργειας στις ΗΠΑ μέχρι το τέλος της δεκαετίας, από περίπου 3% σήμερα.

Αν και είναι δύσκολο να εντοπιστούν όλα τα ακριβή τεχνολογικά ορόσημα που θα συμβούν αυτή τη δεκαετία και μετά, οι γενικές πινελιές του μέλλοντος γίνονται όλο και πιο σαφείς. Η πυκνότητα των racks θα αυξηθεί, οι μέθοδοι ψύξης θα εξελιχθούν και η διαχείριση ισχύος και φορτίου είναι σημαντικές προκλήσεις.

Αξιοποίηση της υπάρχουσας υποδομής ψύξης αέρα για τον εξορθολογισμό της λύσης του liquid cooling

Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις για την υποστήριξη φόρτων εργασίας AI που απαιτούν υβριδικές λύσεις ψύξης αέρα και υγρού, μία από τις οποίες είναι μονάδες διανομής ψυκτικού υγρού σε ψυκτικό μέσο (L2R CDU) με απόρριψη θερμότητας με βάση το ψυκτικό μέσο. Με την ανάπτυξη L2R CDU που ενσωματώνουν απόρριψη θερμότητας με βάση το ψυκτικό μέσο άμεσης επέκτασης (DX) με τεχνολογία ψύξης υγρού απευθείας στο chip, οι εταιρείες κέντρων δεδομένων αποκτούν μια ταχύτερη πορεία για την ανάπτυξη νέων υγρόψυκτων λύσεων AI. Μπορούν ταυτόχρονα να αξιοποιήσουν τα οφέλη της υποδομής DX για να παρέχουν έναν εσωτερικό βρόχο ψυχρού νερού και να αυξήσουν την ικανότητα ψύξης υγρού όπου χρειάζεται. Νέες κάψουλες μπορούν να προστεθούν ανάλογα με τις ανάγκες, παρέχοντας τη βέλτιστη ισορροπία αέρα και υγρής ψύξης και δημιουργώντας μια βάση για αρθρωτές αναπτύξεις χωρίς την πολυπλοκότητα ενός κεντρικού σχεδιασμού ψυκτικού συγκροτήματος. Η τεχνολογία προσφέρει ευελιξία όχι μόνο στη διαχείριση φορτίων ψύξης αέρα και υγρού ταυτόχρονα, αλλά και στην ανάπτυξη διαφόρων φορτίων πληροφορικής ή άλλων CDUs με διαφορετικές απαιτήσεις θερμοκρασίας υγρού. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να εγκατασταθούν τόσο σε νέα όσο και σε υπάρχοντα κέντρα δεδομένων και αυτή η προσέγγιση μπορεί να επιτρέψει στις ομάδες να επεξεργάζονται διαφορετικούς φόρτους εργασίας στην ίδια εγκατάσταση ή στην ίδια αίθουσα δεδομένων.

Κύριες προκλήσεις στην ανάπτυξη λύσεων υγρής ψύξης

Οι ιδιοκτήτες και οι χειριστές κέντρων δεδομένων αναζητούν άλλες επιλογές για να επιταχύνουν το χρόνο ενεργοποίησης του liquid cooling. Μερικές από τις κύριες προκλήσεις τους στην ανάπτυξη των αντίστοιχων στρατηγικών του liquid cooling είναι:

1. Οι Data Center Operators θα ήθελαν να μεταβούν γρήγορα στην παραγωγική ικανότητα με σταδιακό τρόπο για να ελαχιστοποιήσουν τις αρχικές επενδύσεις κεφαλαιουχικών δαπανών (CapEx) και τις λειτουργικές διαταραχές. Όταν οι χειριστές κέντρων δεδομένων εφαρμόζουν συστήματα υγρής ψύξης, πρέπει να βγάλουν τα υπάρχοντα ράφια ή σειρές εκτός σύνδεσης και να επανασχεδιάσουν μηχανικά και τεχνικά τον χώρο για να υποστηρίξουν νέα συστήματα. Αυτή η διαδικασία μειώνει την υπάρχουσα ικανότητα επεξεργασίας και μπορεί να βλάψει την ικανότητα των εταιρειών κέντρων δεδομένων να ανταποκριθούν σε απαιτητικές συμφωνίες επιπέδου εξυπηρέτησης πελατών (SLAs).
2. Οι Data Center Operators επιθυμούν να τυποποιήσουν την προσέγγισή τους. Αντί να αναπτύσσει λύσεις one-to-one για κάθε κέντρο δεδομένων που διαχειρίζονται, η τυποποίηση απλοποιεί όλες τις διαδικασίες κύκλου ζωής για την ανάπτυξη νέας χωρητικότητας. Από την ελαχιστοποίηση των αρχικών μελετών και του σχεδιασμού χώρων έως τον προγραμματισμό εγκαταστάσεων και τη διαχείριση νέων συστημάτων, μια τυποποιημένη και επαναλαμβανόμενη προσέγγιση βοηθά τις ομάδες να επιβάλλουν τη συνέπεια των διαδικασιών διαχείρισης και συντήρησης. Αυτό επιτρέπει τόσο στις ομάδες όσο και στους προμηθευτές να αποκτήσουν οικονομίες κλίμακας και να αποφύγουν κινδύνους, όπως λάθη όταν οι χειριστές δεν γνωρίζουν πώς να λειτουργούν και να συντηρούν συστήματα.
3. Οι Data Center Operators πρέπει να παρέχουν διαφορετικές θερμοκρασίες υγρών με βάση τα φορτία πληροφορικής ή τα φορτία υλικής υποδομής. Οι βιομηχανίες υγρής ψύξης και κέντρων δεδομένων περνούν από δυναμικές συζητήσεις σχετικά με τις καλύτερες και τις πιο βελτιστοποιημένες θερμοκρασίες παροχής νερού για συστήματα ψύξης υγρών. Για παράδειγμα, η Αμερικανική Εταιρεία Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE) έχει εντοπίσει διάφορες κατηγορίες που διαφοροποιούνται από τις μέγι-

στες θερμοκρασίες. Διαφορετικός εξοπλισμός—από μονάδες επεξεργασίας γραφικών (GPU) και CPU ή διακομιστές έως εναλλάκτες θερμότητας πίσω πόρτας (RDHx) — απαιτούν ταυτόχρονα διαφορετικά επίπεδα θερμοκρασίας μέσα στο ίδιο κέντρο δεδομένων.

4. Δεν είναι όλα τα CDUs συμβατά με τη διαθέσιμη φυσική υποδομή. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, δεν είναι όλες οι διαδρομές για υγρή ψύξη ίδιες και δεν είναι κάθε CDU συμβατή με τις υπάρχουσες τεχνολογίες απόρριψης θερμότητας. Για την υποστήριξη CDU υγρού σε υγρό, τα κέντρα δεδομένων απαιτούν κρύο νερό επί τόπου για την απομάκρυνση της θερμότητας από τον εξοπλισμό πληροφορικής. Οι φορείς εκμετάλλευσης αναμένουν ότι η πλήρης αφαίρεση και αντικατάσταση της υπάρχουσας υποδομής για την υποστήριξη αναπτύξεων CDU υγρού σε υγρό θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αρχικού CapEx. Το κεντρικό σύστημα ψυχρού νερού αντιπροσωπεύει επίσης πρόσθετες προκλήσεις για την ανάπτυξη πλήρως πλεοναζόντων σχεδίων κέντρων δεδομένων.

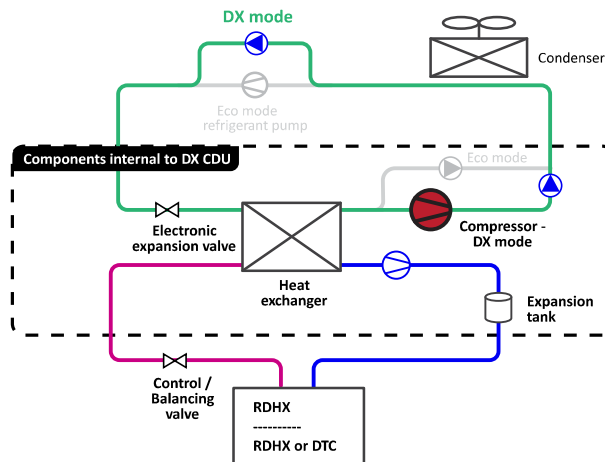
Γεφύρωση του χάσματος: Liquid προς Refrigerant CDU

Σε σύγκριση με το χρόνο και τους πόρους που απαιτούνται για την εγκατάσταση ψύξης απευθείας σε chip με υπάρχουσα παροχή ψυχρού νερού, η επιλογή CDU L2R με απόρριψη θερμότητας με βάση το ψυκτικό μέσο είναι ένας ταχύτερος και ευκολότερος τρόπος ανάπτυξης υγρής ψύξης. Αυτά τα CDUs παρέχουν έναν απομονωμένο βρόχο ψυχρού υγρού (νερό ή νερό / γλυκόλη) μέσω του δευτερεύοντος δικτύου υγρών (SFN) για εφαρμογές ψυχρής πλάκας υψηλής πυκνότητας, ενώ απορρίπτουν τη θερμότητα σε εξωτερικούς χώρους χρησιμοποιώντας εξωτερικό βρόχο ψυκτικού και συμπυκνωτή. Ως παροχή ψυχρού νερού, τα L2R CDU μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή ψύξης μέσω του βρόχου ψυχρού νερού στο RDHx και σε άλλα CDUs. Αυτή η λύση προσφέρει επίσης μια αρθρωτή προσέγγιση

όπου μπορεί να προστεθεί χωρητικότητα για την υποστήριξη της ανάπτυξης του κέντρου δεδομένων, παρέχοντας στις ομάδες μεγαλύτερη ευελιξία στην κάλυψη των νέων απαιτήσεων φόρτου εργασίας AI. Επιπλέον, τα CDUs επιτρέπουν στους χειριστές να λειτουργούν με υγρό σε θερμοκρασίες τόσο υψηλές όσο 40 °C (105 °F), δημιουργώντας μεγαλύτερη επιχειρηματική ευελιξία και μειώνοντας σημαντικά το ενεργειακό κόστος.

Αυτό το σύστημα παρέχει περισσότερες ώρες ετήσιας ελεύθερης ψύξης από τις συγκριτικές τεχνολογίες. Το σύστημα L2R CDU περιλαμβάνει έναν αντλούμενο εξοικονομητή ψυκτικού μέσου (PRE) στην οροφή που προσαρμόζεται αυτόματα μεταξύ τριών τρόπων λειτουργίας με βάση τις θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

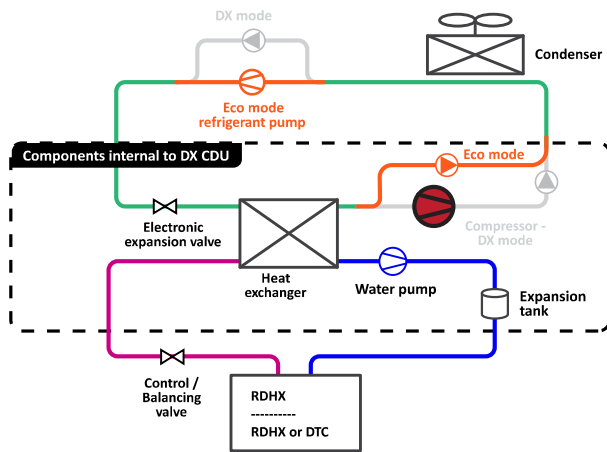
- **Λειτουργία μόνο συμπιεστή:** Κατά τη διάρκεια υψηλότερων θερμοκρασιών, η μονάδα λειτουργεί μόνο με τον συμπιεστή της, παρέχοντας τυπική απόρριψη θερμότητας DX.



Full compressor mode

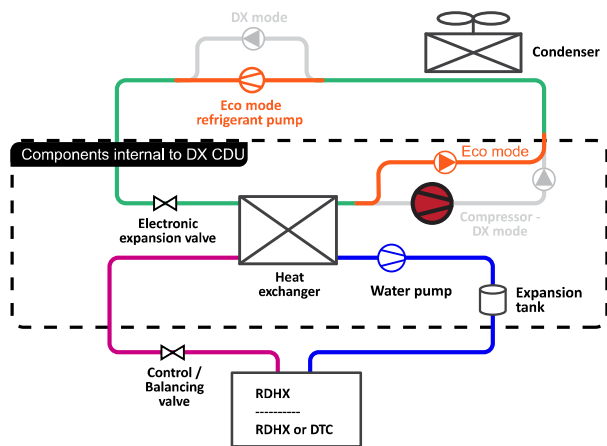
- **Λειτουργία μερικής εξοικονόμησης:** Κατά τη διάρκεια ψυχρότερων θερμοκρασιών (όπως ήπιες εποχές και τη νύχτα), ο εξοικονομητής ψυκτικού μπορεί να παρέχει μερική ελεύθερη ψύξη για να αντισταθμίσει μέρος της χρήσης ισχύος του συμπιεστή. Το ψυκτικό παρακάμπτει τον πρώτο συμπιεστή και αντ' αυτού αντλείται μέσω του συστήματος, οδηγώντας σε καθαρή εξοικονόμηση άνω του 90% σε

σύγκριση με την πλήρη λειτουργία του συμπίεστη.



Partial economization

- Λειτουργία πλήρους εξοικονόμησης: Κατά τη διάρκεια χαμηλών θερμοκρασιών (ιδιαίτερα το χειμώνα), παρακάμπτονται και οι δύο συμπίεστρες και το σύστημα λειτουργεί μόνο με εξοικονόμηση αντλούμενου ψυκτικού μέσου, μεγιστοποιώντας τη λειτουργική απόδοση.



Full economization

Επιχειρηματικά και λειτουργικά οφέλη.

Αυτά τα CDU L2R παρέχουν επιχειρηματικά, λειτουργικά και οικονομικά οφέλη. Τα οικονομικά οφέλη εξετάζονται στην παράγραφο TCO που ακολουθεί. Οι εταιρείες μπορούν να προσβλέπουν στα ακόλουθα οφέλη:

Οι λύσεις ελεύθερης ψύξης είναι μερικά από τα πιο ευρέως ανεπτυγμένα συστήματα PRE στον κόσμο για κέντρα δεδομένων. Γνωρίζοντας ότι εί-

ναι συμβατά με αυτά τα CDUs, οι χειριστές κέντρων δεδομένων μπορούν να συνεχίσουν να αγοράζουν συστήματα ελεύθερης ψύξης, να κατευθύνουν σταδιακά την πορεία τους προς την υγρή ψύξη με υποβοήθηση αέρα, χρησιμοποιώντας διαφορετικές θερμοκρασίες επί τόπου και αποκτώντας μεγαλύτερη επιχειρηματική ευελιξία.

Η υγρή ψύξη είναι νέα για πολλές εταιρείες. Ως αποτέλεσμα, οι Data Center operators συχνά θέλουν να συνεργαστούν με μια κατασκευαστική εταιρεία που διαθέτει επιχειρηματική και τεχνική εμπειρογνωμοσύνη και παρέχει ολοκληρωμένες λύσεις. Οι σχεδιαστές μπορούν να απαντήσουν στις ερωτήσεις τους, οι ομάδες αγορών μπορούν να αγοράσουν εξοπλισμό αποκλειστικής πηγής και οι υπεύθυνοι στρατηγικής και οι χειριστές μπορούν να επιταχύνουν την ανάπτυξη νέας ικανότητας υγρής ψύξης με υποβοήθηση αέρα, καθώς χρειάζεται μόνο να επικοινωνούν και να συνεργάζονται με έναν πάροχο με ένα ολοκληρωμένο χαρτοφυλάκιο για τεχνολογία θερμικής διαχείρισης, λύσεις διαχείρισης ενέργειας και λύσεις υλικού, υπηρεσιών και ελέγχων υλικού και λογισμικού που επιτρέπουν μια πιο απρόσκοπτη μετάβαση.

Με λιγότερη προετοιμασία του χώρου, τα CDUs μπορούν να αναπτυχθούν ταχύτερα από ένα ψυκτικό συγκρότημα, γεγονός που απαιτεί τη μετατροπή του μηχανικού και τεχνικού χώρου. Αυτό επιτρέπει στις εταιρείες κέντρων δεδομένων να προσελκύσουν περισσότερες επιχειρήσεις και να παραμείνουν ανταγωνιστικές σε μια απαιτητική αγορά όπου οι πελάτες αναμένουν να έχουν πρόσβαση σε βραχυπρόθεσμες δυνατότητες επεξεργασίας φόρτου εργασίας AI.

Τα CDUs παρέχουν στις εταιρείες κέντρων δεδομένων μια τυποποιημένη, κλιμακούμενη λύση που εξυπηρετεί την επιχειρηματική ανάπτυξη AI και HPC και επιτρέπει την ψύξη φόρτων εργασίας με διαφορετικά θερμικά φορτία σε διαφορετικές θερμοκρασίες στον ίδιο χώρο. Οι χειριστές μπορούν να μετατρέψουν θέσεις rack και δωμάτια με

τον επιθυμητό ρυθμό, να χρησιμοποιήσουν CDU ανεξάρτητα ή σε λειτουργία ομαδικής εργασίας και να αξιοποιήσουν αυτήν τη λύση για να παρέχουν νέα ικανότητα ψύξης υγρών σε όλες τις εγκαταστάσεις και τις περιοχές.

Προσθέτοντας στοιχεία ελέγχου μονάδας στο CDU, οι χειριστές κέντρων δεδομένων μπορούν να παρακολουθήσουν τη θερμοκρασία, την πίεση και τον ρυθμό ροής. Αυτό τους επιτρέπει να εντοπίζουν και να αντιμετωπίζουν γρήγορα τυχόν ανωμαλίες που θα μπορούσαν να βλάψουν την επιχειρησιακή απόδοση πριν συμβούν.

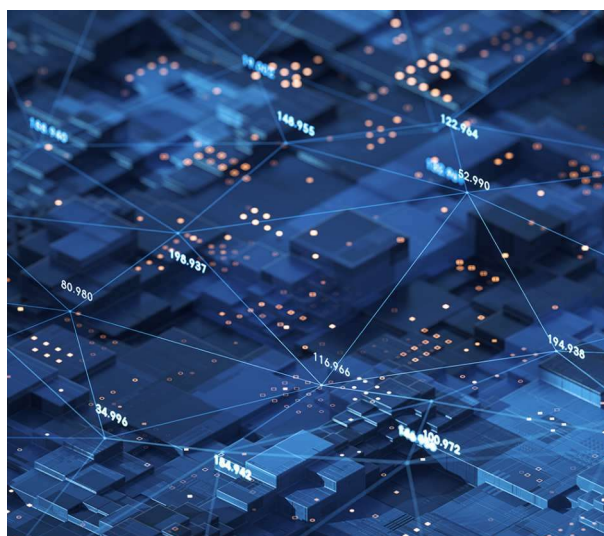
Συνολικό κόστος ιδιοκτησίας (TCO)

Οι εταιρείες κέντρων δεδομένων μπορούν να προβούν σε σταδιακή ανάπτυξη, κατανέμοντας χρονικά την επένδυση κεφαλαίου και μειώνοντας έτσι το TCO. Μπορούν να εγκαταστήσουν CDU αντί για αερόψυκτες μονάδες CRAC καθώς αυξάνεται η πυκνότητα του rack και απαιτείται υγρή ψύξη. Το μοντέλο TCO περιλαμβάνει:

- Επίτευξη υψηλότερων πυκνοτήτων rack με υγρή ψύξη: Με τα L2R CDU, οι εταιρείες κέντρων δεδομένων μπορούν να προσαρμόσουν υψηλότερες πυκνότητες ραφιών πιο γρήγορα από ό,τι με μια πλήρη αναβάθμιση υγρής ψύξης για την ανάπτυξη υποδομής κρύου νερού. Ως αποτέλεσμα, οι εταιρείες κέντρων δεδομένων μπορούν να οδηγήσουν περισσότερες επιχειρήσεις τεχνητής νοημοσύνης νωρίτερα.
- Αποφυγή του επανασχεδιασμού εγκαταστάσεων: Οι χειριστές κέντρων δεδομένων που θέλουν να διατηρήσουν όσο το δυνατόν περισσότερο footprint για εξοπλισμό πληροφορικής υψηλής πυκνότητας μπορούν να χρησιμοποιήσουν RDHX και CDU χωρίς να δημιουργήσουν νέο μηχανικό χώρο.
- Επαναχρησιμοποίηση της υπάρχουσας υποδομής: Οι χειριστές κέντρων δεδομένων μπορούν να συνεχίσουν να αγοράζουν και να χρησιμοποιούν συστήματα ελεύθερης ψύξης και να εγκαθιστούν L2R CDU όταν είναι έτοιμοι να

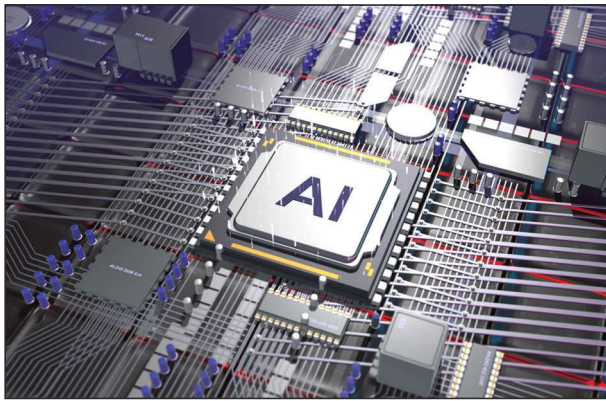
ενεργοποιήσουν την υγρή ψύξη. Επιπλέον, μπορούν να επαναχρησιμοποιήσουν τους υπάρχοντες συμπυκνωτές, σωληνώσεις ψυκτικού και ηλεκτρικές καλωδιώσεις, μειώνοντας το κόστος εγκατάστασης. Αυτό σημαίνει ότι οι χειριστές δεν χρειάζεται να διεξάγουν εκτεταμένες εκ των προτέρων μελέτες, να διακόπτουν τις λειτουργίες ή να επανασχεδιάζουν την υποδομή ισχύος, απλοποιώντας και επιταχύνοντας την πορεία προς την υγρή ψύξη.

- Αύξηση της απόδοσης κεφαλαίου: Τα L2R CDU επιτρέπουν την ενεργοποίηση χωρητικότητας σε αυξημένες βραχυπρόθεσμες ζητήσεις, εξοικονομώντας αρχικό κεφάλαιο σε σύγκριση με την αγορά και την εφαρμογή ενός μεγάλου ψύκτη.



Σύνοψη

Η αυξημένη ζήτηση για ψηφιακές υποδομές λόγω της χρήσης της τεχνικής νοημοσύνης ασκεί πίεση στις εταιρείες κέντρων δεδομένων να αναπτύξουν στρατηγικές υγρής ψύξης που ανταποκρίνονται στις επιχειρηματικές και λειτουργικές απαιτήσεις, αλλά και τους προϋπολογισμούς. Τα L2R CDU παρέχουν μια αρθρωτή λύση που δίνει στις εταιρείες κέντρων δεδομένων απίστευτη επιχειρηματική ευελιξία. Μπορούν να βάλουν σταδιακά την προσέγγισή τους στην υγρή ψύξη, μειώνοντας την αρχική επένδυση CapEx.



- Χρησιμοποιεί το PRE για να ρέει το υγρό σε υψηλότερες θερμοκρασίες, αυξάνοντας την ενεργειακή απόδοση και μειώνοντας το ενεργειακό κόστος.

Τα συστήματα liquid cooling αποτελούν μια τυποποιημένη, αρθρωτή λύση που θα υποστηρίξει τη λειτουργική ανάπτυξη που απαιτεί το AI, διατηρώντας παράλληλα τη επιχειρησιακή συνέχεια σε μεγάλο εύρος των Data Centers.

Συνεπώς η λύση αυτή μπορεί να :

- Τοποθετηθεί και να ενσωματωθεί στην υπάρχουσα υποδομή ψύξης.
- Αποτελείται από μικτά θερμικά φορτία στον ίδιο χώρο.



Πηγές

1. Leverage existing air-cooling infrastructure to streamline liquid cooling solutions
2. Ai workloads and the future of IT infrastructure (Vertiv e-books)

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 ιδρύσής 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