

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

A. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

B. ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΨΥΞΗΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- ▶ Α. Εξοπλισμός πληροφορικής
- ▶ Β. Σύστημα ψύξης
- ▶ Γ. Απώλειες συστημάτων τροφοδοσίας
- ▶ Δ. Συστήματα ασφαλείας από φυσικούς και ανθρώπινους παράγοντες
- ▶ Ε. Συστήματα φωτισμού

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Ι.Τ. Εξοπλισμός: 55–65%
- Ψύξη: 25–35%
- Λοιπά Συστήματα: 5–15%

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

► $P_{\text{total}} = P_{\text{IT}} + P_{\text{cooling}} + P_{\text{other}}$

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

$$E = P \times t$$

Όπου:

- E = Ενέργεια (KWh)
- P = Ισχύς (KW)
- t = Χρόνος (ώρες)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Ένα κέντρο δεδομένων με επεξεργαστική ισχύ 100 KW, έχει ψυκτικό φορτίο 130 KW, το οποίο για να καλυφθεί απαιτεί ηλεκτρική ισχύ 45 KW με μέσο COP=3

Τι είναι τα κέντρα δεδομένων από ηλεκτρομηχανολογικής σκοπιάς;

Ένα κέντρο δεδομένων είναι ένας **συνδυασμός ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών συστημάτων** που υποστηρίζουν τον εξοπλισμό πληροφορικής (servers, storage, networking).

Ο στόχος είναι να εξασφαλίζεται **αδιάλειπτη λειτουργία 24/7**, με ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος εργασίας και υψηλή ενεργειακή απόδοση.

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

1. Τροφοδοσία ισχύος

- ▶ Κεντρικές παροχές από το δίκτυο
- ▶ Υποσταθμοί μέσης τάσης
- ▶ Πίνακες Χαμηλής Τάσης (LV panels) με διαχωρισμό φορτίων

2. UPS (Uninterruptible Power Supply)

- ▶ Παρέχουν στιγμιαία αδιάλειπτη ισχύ σε περίπτωση διακοπής
- ▶ Συνήθως σε αρχιτεκτονική N+1 ή N+2 για πλήρη εφεδρεία

3. Ηλεκτρογεννήτριες (Generators)

- ▶ Αναλαμβάνουν όταν το δίκτυο πέσει
- ▶ Αυτόματη εκκίνηση (ATS) και δυνατότητα λειτουργίας για ώρες ή ημέρες

4. Συστήματα γείωσης & αντικεραυνικής προστασίας

- ▶ Εξαιρετικά κρίσιμα για την προστασία ευαίσθητου IT εξοπλισμού

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

1. Ψύξη (Cooling)

- ▶ CRAC/CRAH units (Computer Room Air Conditioning / Handling)
- ▶ Chillers, free cooling, evaporative cooling
- ▶ Hot aisle / cold aisle containment
- ▶ Στόχος: σταθερή θερμοκρασία και υγρασία σύμφωνα με ASHRAE standards

2. Πυροπροστασία

- ▶ Ανίχνευση καπνού υψηλής ευαισθησίας (VESDA)
- ▶ Κατάσβεση με αδρανή αέρια (FM200, Novec 1230, Inergen)
- ▶ Αποφυγή χρήσης νερού στον χώρο των servers

3. Αερισμός & διαχείριση ροής αέρα

- ▶ Σχεδιασμός για αποφυγή θερμών σημείων
- ▶ Ελεγχόμενη πίεση χώρων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

1. BMS (Building Management System)

- ▶ Παρακολούθηση όλων των H/M συστημάτων
- ▶ Ειδοποιήσεις, alarms, trends, remote control

2. DCIM (Data Center Infrastructure Management)

- ▶ Συνδυάζει IT και H/M δεδομένα
- ▶ Διαχείριση racks, θερμοκρασιών, φορτίων, χωρητικότητας

ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

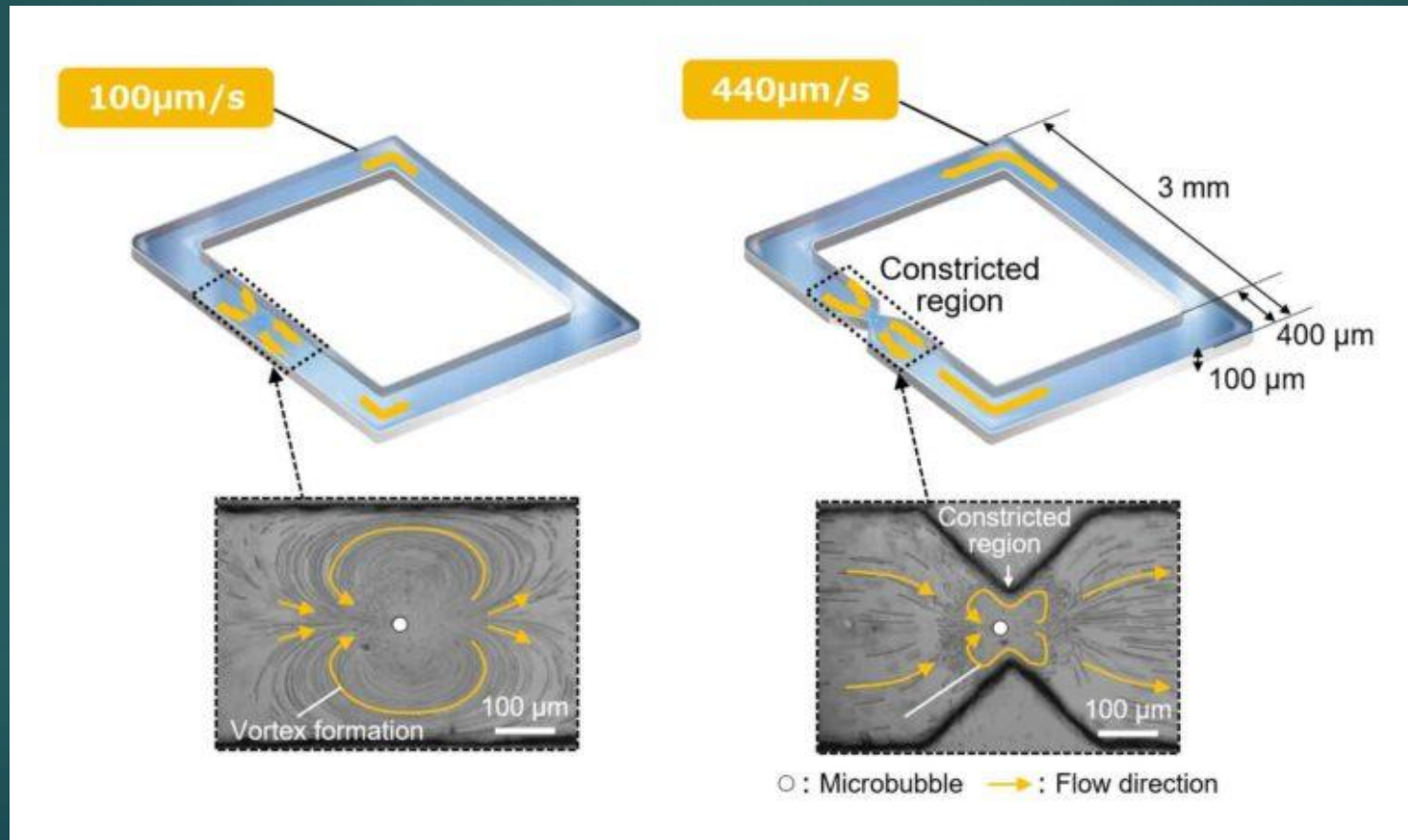
Χωρίς σωστό ηλεκτρομηχανολογικό σχεδιασμό:

- ▶ οι servers υπερθερμαίνονται,
- ▶ οι διακοπές ρεύματος προκαλούν απώλεια δεδομένων,
- ▶ η λειτουργία γίνεται ενεργοβόρα και ακριβή,
- ▶ Μειώνεται η αξιοπιστία.

Η Α.Β.Β. απέκτησε πλειοψηφικό πακέτο της OctaiPipe



Η Mitsubishi Electric επενδύει στην τεχνολογία ψύξης μικροκαναλιών της τάξης των $100\mu\text{m}$



Εργαστήριο R&D 6.600 Τ.Μ. της DAIKIN για την ψύξη κέντρων δεδομένων στη Μινεσότα



Direct-to-Chip Liquid Cooling (D2C)

Ψύξη με υγρό που κυκλοφορεί σε cold plates πάνω στη CPU/GPU

Πλεονεκτήματα

- ▶ Πολύ υψηλή θερμική απόδοση, ιδανική για AI/HPC racks >50–100 kW
- ▶ Μειώνει δραστικά την ανάγκη για ψύξη αέρα στον χώρο

Μειονεκτήματα

- ▶ Απαιτεί ειδικά servers και υδραυλικές συνδέσεις σε κάθε node
- ▶ Υψηλό κόστος εγκατάστασης και αυξημένη πολυπλοκότητα συντήρησης

Immersion Cooling (Single-Phase Immersion)

Ολόκληρο το server chassis βυθίζεται σε διηλεκτρικό υγρό

Πλεονεκτήματα

- ▶ Εξαιρετική θερμική αγωγιμότητα και πολύ χαμηλό PUE
- ▶ Επιτρέπει πολύ υψηλή πυκνότητα racks (έως και >100 kW)

Μειονεκτήματα

- ▶ Απαιτεί ειδικά δοχεία (tanks) και servers συμβατούς με immersion
- ▶ Δύσκολη πρόσβαση για συντήρηση και αλλαγές hardware

Two-Phase Immersion Cooling

Το υγρό εξατμίζεται πάνω στο chip και υγροποιείται ξανά σε εναλλάκτη

Πλεονεκτήματα

- ▶ Ακόμη υψηλότερη απόδοση από single-phase
- ▶ Πολύ σταθερή θερμοκρασία λειτουργίας

Μειονεκτήματα

- ▶ Πολύ ακριβό λόγω ειδικών διηλεκτρικών υγρών (π.χ. 3M Novec)
- ▶ Απαιτεί εξειδικευμένο σχεδιασμό και αυστηρή διαχείριση ατμών

Rear Door Heat Exchangers (RDHx – Ψυχόμενες πίσω πόρτες)

Εναλλάκτης θερμότητας στην πίσω πόρτα του rack με νερό

Πλεονεκτήματα

- ▶ Αφαιρεί θερμότητα ακριβώς στην έξοδο του rack
- ▶ Μειώνει την ανάγκη για ψύξη του συνολικού χώρου

Μειονεκτήματα

- ▶ Απαιτεί υδραυλικές συνδέσεις σε κάθε rack
- ▶ Περιορισμένη απόδοση σε racks >50–60 kW

Overhead/Underfloor Liquid Cooling Manifolds

Δίκτυα διανομής ψυχρού νερού πάνω ή κάτω από τα racks

Πλεονεκτήματα

- ▶ Επιτρέπει modular υγρή ψύξη σε πολλά συστήματα (D2C, RDHx)
- ▶ Καλύτερη διαχείριση ροής και redundancy

Μειονεκτήματα

- ▶ Αυξημένη πολυπλοκότητα εγκατάστασης
- ▶ Απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό για αποφυγή διαρροών

Air Ducted Containment Systems (Chimneys, Ducted Racks)

Αγωγοί που απομακρύνουν τον θερμό αέρα απευθείας στην οροφή

Πλεονεκτήματα

- ▶ Βελτιώνει σημαντικά την απόδοση των CRAC/CRAH
- ▶ Μειώνει την ανάμειξη θερμού/ψυχρού αέρα

Μειονεκτήματα

- ▶ Δεν επαρκεί για πολύ υψηλές θερμικές πυκνότητες
- ▶ Απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό ροής αέρα

ΠΥΡΓΟΣ ΨΥΞΗΣ (COOLING TOWER)

- ▶ Ένας Πύργος ψύξης καταναλώνει 2-3 λίτρα νερού ανα ώρα.





Αν το σύστημα ψύξης καταρρεύσει,
καταρρέει όλη η λειτουργία του data center

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΠΟΛΥ