



Κεφάλαιο 3ο: Συστοιχίες Δίσκων — RAID

Εισαγωγή στις συστοιχίες δίσκων, τις διάφορες μορφές τους και τους τρόπους αξιοποίησής τους για [αύξηση ταχύτητας](#) και [ασφάλεια δεδομένων](#) σε υπολογιστικά συστήματα.

Εισαγωγή & Διδακτικοί Στόχοι

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί εισαγωγή στις συστοιχίες δίσκων, τις μορφές τους και τους τρόπους αξιοποίησής τους για αύξηση ταχύτητας και ασφάλειας δεδομένων.

Τι είναι το RAID;

RAID = Redundant Array of Independent Disks

(Πλεονάζουσα Συστοιχία Ανεξάρτητων Δίσκων).

Συνδυασμός δύο ή περισσότερων σκληρών δίσκων (κατά προτίμηση ίσης χωρητικότητας) που ο υπολογιστής αντιλαμβάνεται σαν **έναν ενιαίο δίσκο**.

Διδακτικοί Στόχοι



Να προσδιορίζουν τη **δομή** Συστοιχιών Δίσκων.



Να αναφέρουν τις **συνηθισμένες μορφές** συστοιχιών.

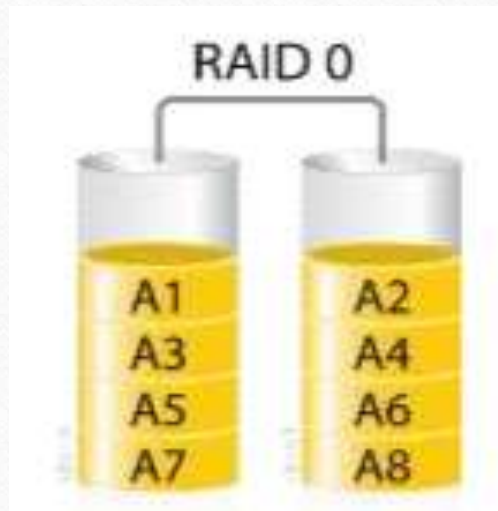


Να εντοπίζουν **υλικό και λογισμικό** για υλοποίηση RAID.



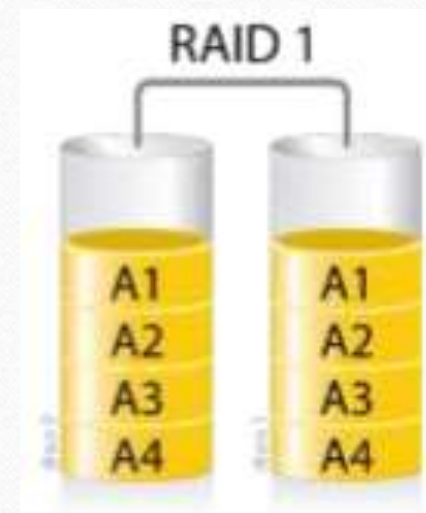
Να **υλοποιούν** δομή RAID σε εικονική μηχανή.

RAID 0 & RAID 1



RAID 0 — Striping (Διαγράμμιση)

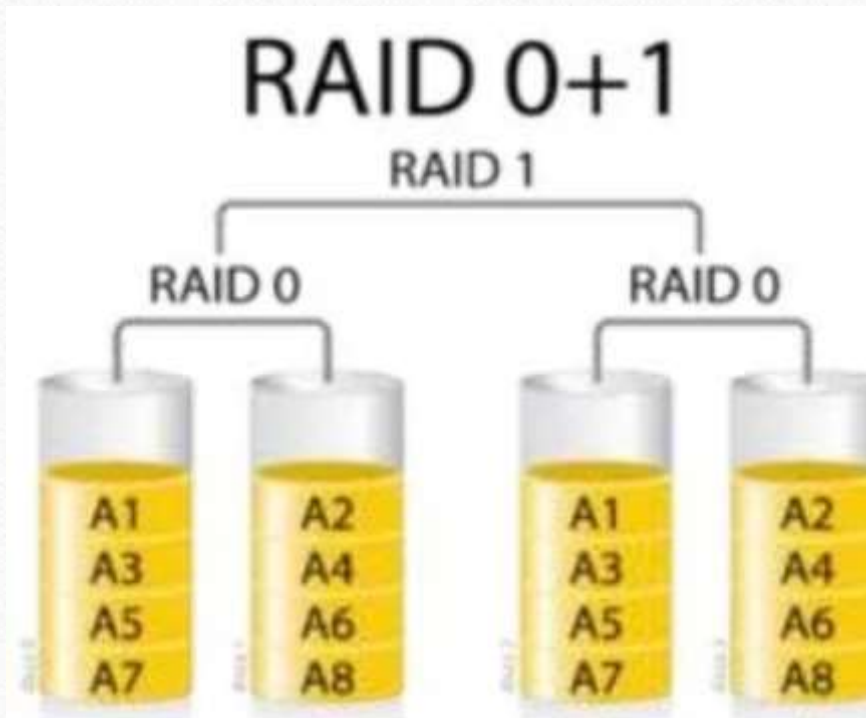
Χρησιμοποιεί **2+ δίσκους** ίδιας χωρητικότητας. Τα δεδομένα κατανέμονται ταυτόχρονα σε όλους τους δίσκους, αυξάνοντας τις επιδόσεις ανάγνωσης/εγγραφής. **Μειονέκτημα:** αστοχία ενός δίσκου **αχρηστεύει ολόκληρη τη συστοιχία**. Οι κίνδυνοι αυξάνονται με το πλήθος των δίσκων. **Χωρητικότητα:** άθροισμα όλων των δίσκων (100%).



RAID 1 — Mirroring (Κατοπτρισμός)

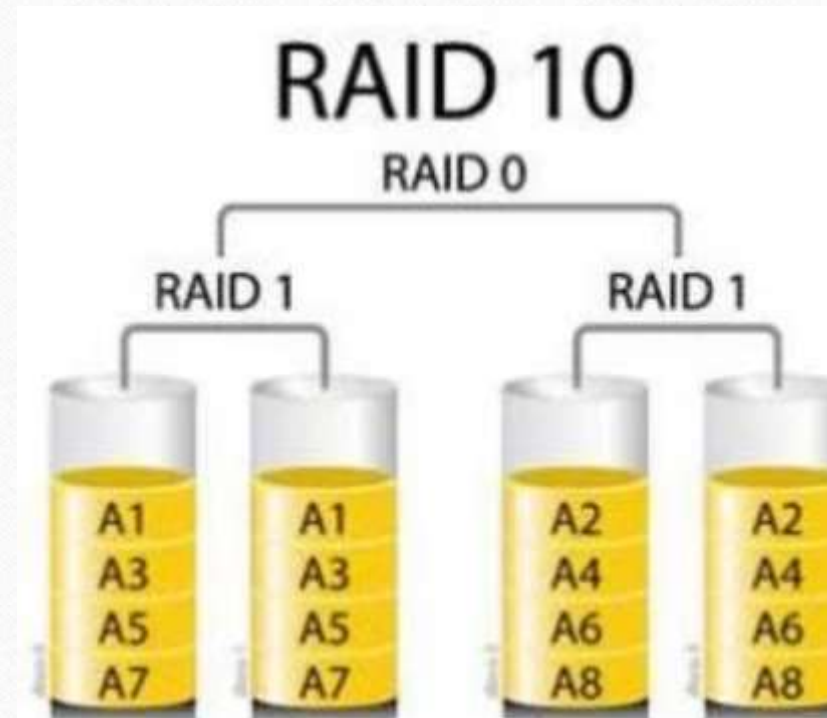
Χρησιμοποιεί **2+ δίσκους** για αποθήκευση **αντιγράφων** των ίδιων δεδομένων. Αυξάνει την ασφάλεια και την ταχύτητα ανάγνωσης (παράλληλη ανάγνωση από όλους τους δίσκους). **Μειονέκτημα:** η πιο «ακριβή» λύση — οι επιπλέον δίσκοι **δεν αυξάνουν τη χωρητικότητα**. Αξιοποίηση: 50%.

RAID 0+1 & RAID 1+0



RAID 0+1

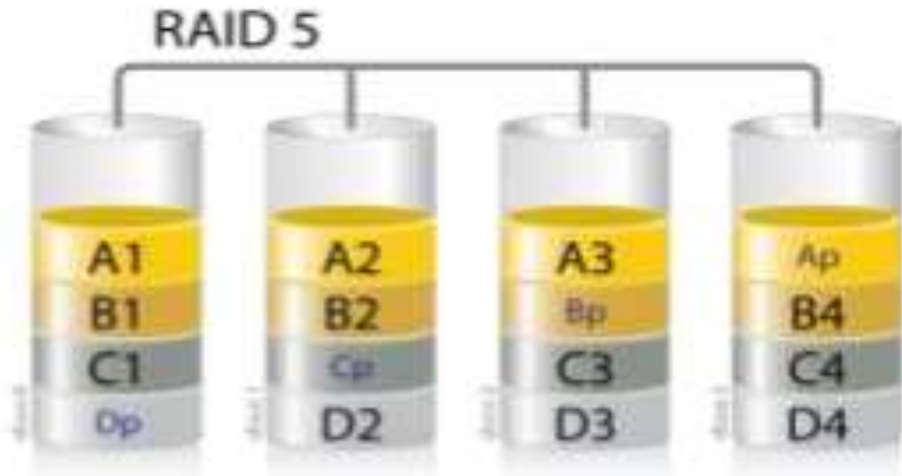
Δύο συστοιχίες **RAID 0** που ενώνονται σε **RAID 1** (η δεύτερη είναι αντίγραφο της πρώτης). Χρειάζεται **4 δίσκους** ίδιας χωρητικότητας. Χωρητικότητα: **50%** του συνόλου. Καταρρέει μόνο αν χαλάσουν **δύο δίσκοι ταυτόχρονα**, ένας από κάθε υπο-συστοιχία RAID 0.



RAID 1+0 (RAID 10)

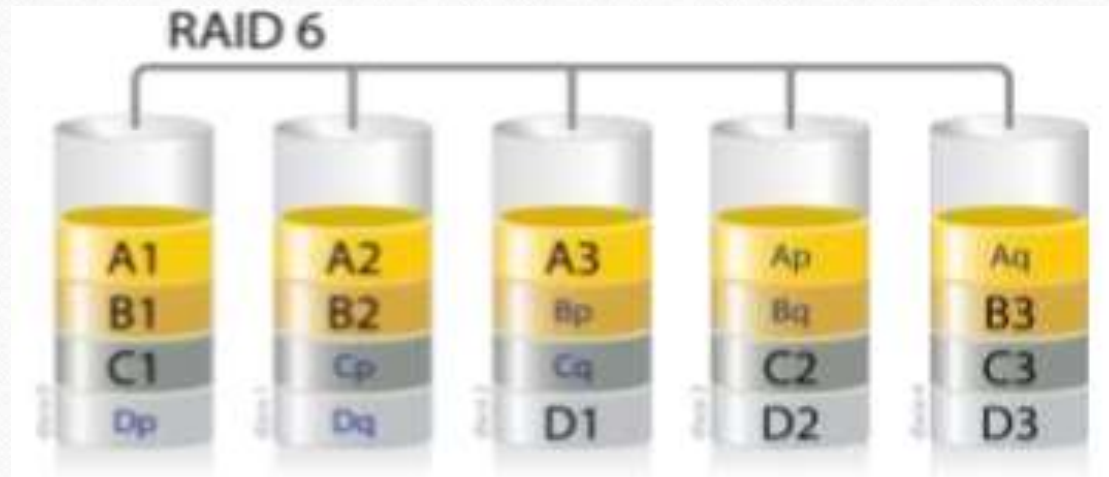
Το αντίστροφο: δύο συστοιχίες **RAID 1** που ενώνονται σε **RAID 0**. Για αστοχία πρέπει να χαλάσουν **και οι δύο δίσκοι** μιας υπο-συστοιχίας. Αριθμός δίσκων και χωρητικότητα (**50%**) ίδια με το 0+1. Θεωρείται πιο ασφαλής επιλογή από το 0+1.

RAID 5 & RAID 6



RAID 5

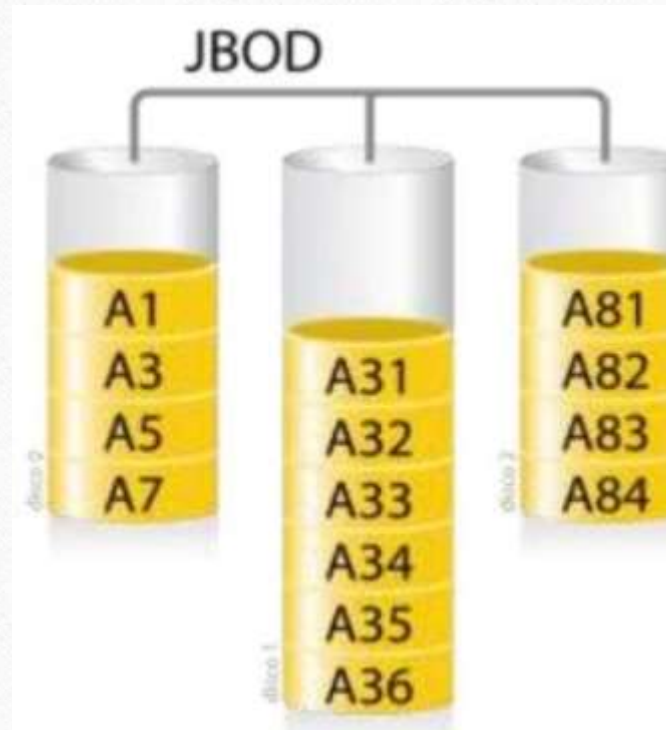
Υλοποιείται με **τουλάχιστον 3 δίσκους**. Μοιράζει δεδομένα όπως το RAID 0, αλλά αποθηκεύει και **δυναμικά ψηφία ισοτιμίας (parity)** που επιτρέπουν ανάκτηση αν χαλάσει **ένας δίσκος**. Αν χαλάσουν 2+ δίσκοι, τα δεδομένα δεν ανακτώνται. Χωρητικότητα: **σύνολο - 1 δίσκος** (~67%). **Χρυσή τομή** ταχύτητας, ασφάλειας και χωρητικότητας.



RAID 6

Όπως το RAID 5, αλλά αποθηκεύει **διπλάσια ψηφία ισοτιμίας**. Χρειάζεται **τουλάχιστον 4 δίσκους** και αντέχει στην απώλεια **δύο δίσκων** ταυτόχρονα, αυξάνοντας σημαντικά την ασφάλεια. Χωρητικότητα: 50% του συνόλου.

RAID JBOD & Σύγκριση Υλοποιήσεων



RAID JBOD

Just a Bunch Of Disks — οι διαθέσιμοι δίσκοι (οποιασδήποτε χωρητικότητας) συνενώνονται σε μία συστοιχία με χωρητικότητα το **σύνολό τους** (100%). **Δεν** παρέχει αύξηση ταχύτητας ούτε ασφάλειας, αλλά σε βλάβη χάνονται **μόνο τα δεδομένα του δίσκου** που αστόχησε, όχι ολόκληρη η συστοιχία.

Πίνακας 3.1 — Σύγκριση RAID

Τύπος	Ελάχ. δίσκοι	Ανοχή βλαβών	Ταχ. Ανάγν.	Ταχ. Εγρ.	Χωρητ.	Χρήση
RAID 0	2	—	Υψηλή	Υψηλή	100%	Επιδόσεις
RAID 1	2	1	Υψηλή	Τυπική	50%	Ασφάλεια
RAID 0+1	4	1/υπο-συστ.	Υψηλή	Τυπική	50%	Μικτή
RAID 1+0	4	1/υπο-συστ.	Υψηλή	Τυπική	50%	Μικτή
RAID 5	3	1	Υψηλή	Τυπική	~67%	Ισορροπία
RAID 6	4	2	Υψηλή	Τυπική	50%	Ασφάλεια
JBOD	2	—	Τυπική	Τυπική	100%	Απλή

RAID μέσω Λογισμικού (Software RAID)

Οι συστοιχίες RAID μπορούν να υλοποιηθούν είτε με εξειδικευμένο υλικό (RAID Controllers) είτε με λογισμικό. Κάθε υλοποίηση έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Τι είναι;

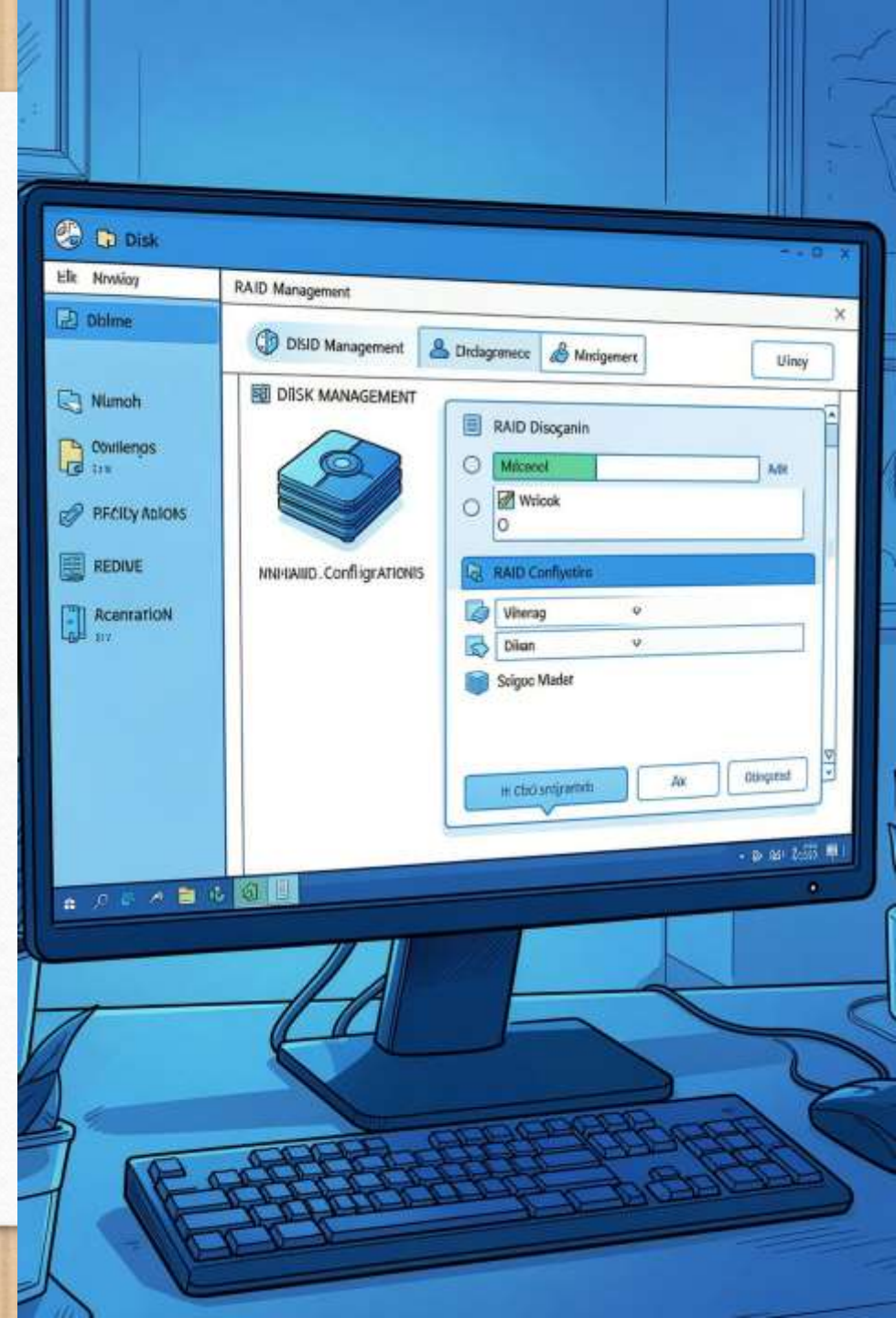
Υλοποιείται **αποκλειστικά με λογισμικό**, συνήθως μέσω υποστήριξης από το λειτουργικό σύστημα. Είναι η **πιο οικονομική λύση** — χρειάζονται μόνο οι δίσκοι της συστοιχίας.

Μειονεκτήματα

Προκαλεί **επιβάρυνση του επεξεργαστή**, ειδικά σε RAID 5/6 (υπολογισμός parity). Εξαρτάται από το ΛΣ — **δυσκολία μεταφοράς** σε άλλο σύστημα. Δεν εξασφαλίζεται πάντα **εκκίνηση** από τη συστοιχία.

Χρήση

Χρησιμοποιείται **κυρίως σε οικιακά συστήματα**, όπου το χαμηλό κόστος είναι προτεραιότητα έναντι επιδόσεων και ευελιξίας.



RAID μέσω Υλικού (Hardware RAID)



Ελεγκτής RAID

Ειδική κάρτα με **δικό της επεξεργαστή, μνήμη** και υποδοχές για δίσκους. Όλοι οι υπολογισμοί γίνονται στην κάρτα, **χωρίς επιβάρυνση** του κεντρικού επεξεργαστή, με **αύξηση επιδόσεων**.

Μειονεκτήματα

Υψηλό **κόστος απόκτησης**. Πολλοί ελεγκτές δέχονται μόνο δίσκους **SAS ή SSD** (σημαντικά ακριβότεροι από κλασικούς δίσκους).

Χρήση

Χρησιμοποιείται σε **συστήματα server** και για πολύπλοκες διατάξεις RAID, όπου οι επιδόσεις και η αξιοπιστία είναι κρίσιμες.

Υβριδικό RAID & Συμπεράσματα

Hybrid RAID

Ακολουθείται σε **ενσωματωμένους ελεγκτές** μητρικών πλακετών και χαμηλού κόστους κάρτες. Διαχειρίζεται τη συστοιχία κατά την **εκκίνηση**, ενώ μετά ο έλεγχος περνά στο ΛΣ μέσω οδηγών.

- Υποστηρίζει κυρίως **RAID 0, 1 και 0+1**
- Χρειάζονται **κατάλληλοι οδηγοί** για το ΛΣ
- Αν χαλάσει ο ελεγκτής, χρειάζεται **ίδιο μοντέλο** για ανάκτηση
- Χρήση σε **οικιακά συστήματα**

Συμπεράσματα

Η τεχνολογία RAID είναι **ώριμη** και εύκολα υλοποιήσιμη. Με δίσκους **SAS και SSD** οι ταχύτητες αυξάνονται θεαματικά.



Σημαντικό: Παρά την ασφάλεια που παρέχουν ορισμένες υλοποιήσεις RAID, αυτό **δεν υποκαθιστά** την τακτική λήψη **εφεδρικών αντιγράφων** — την πιο αξιόπιστη μέθοδο για ακεραιότητα δεδομένων και γρήγορη ανάκαμψη μετά από αστοχία.

Ερωτήσεις Ανακεφαλαίωσης & Ασκήσεις

Ερωτήσεις Ανακεφαλαίωσης

- 1 Τι είναι το **RAID** και ποιος είναι ο βασικός του στόχος στην αποθήκευση δεδομένων;
- 2 Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά και οι διαφορές μεταξύ των επιπέδων **RAID 0**, **RAID 1**, **RAID 5** και **RAID 10**;
- 3 Ποια είναι τα **πλεονεκτήματα** της χρήσης RAID σε σχέση με έναν μόνο δίσκο;
- 4 Ποια είναι τα **μειονεκτήματα** και οι περιορισμοί των υλοποιήσεων RAID;
- 5 Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα σε **υλικοποιημένο**, **λογισμικό** και **υβριδικό RAID**;

Εργαστηριακές Ασκήσεις

1η Άσκηση: Σχεδιάστε μια διάταξη RAID 1 και εξηγήστε πώς θα λειτουργήσει σε περίπτωση αστοχίας ενός δίσκου.

2η Άσκηση: Συγκρίνετε RAID 0 και RAID 5 ως προς επιδόσεις, ασφάλεια δεδομένων και απαιτούμενο αριθμό δίσκων.

3η Άσκηση: Περιγράψτε τα βήματα για την πρακτική υλοποίηση ενός RAID σε ελεγκτή ή σε λειτουργικό σύστημα.

Βιβλιογραφία

- Heatpipe.nl (2010) — heatpipe.nl
- Lazaridis, G. (2009) — [PC Cooling Methods](#)
- Wikipedia (2015) — [Heat pipe](#)

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις Ανακεφαλαίωσης

Εδώ θα βρείτε τις συνοπτικές απαντήσεις στις ερωτήσεις ανακεφαλαίωσης για την τεχνολογία RAID.

 The picture can't be displayed.

1 Τι είναι το RAID και ποιος είναι ο βασικός του στόχος;

Το RAID είναι ένας συνδυασμός δύο ή περισσότερων σκληρών δίσκων που ο υπολογιστής αντιλαμβάνεται ως έναν ενιαίο δίσκο. Βασικός στόχος είναι η αύξηση της ταχύτητας ανάγνωσης/εγγραφής και η ασφάλεια των δεδομένων μέσω πλεονασμού.

 The picture can't be displayed.

2 Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των RAID 0, 1, 5 και 10;

- **RAID 0:** Striping, υψηλές επιδόσεις, 100% χωρητικότητα, χωρίς ασφάλεια.
- **RAID 1:** Mirroring, ασφάλεια δεδομένων, 50% χωρητικότητα, υψηλή ταχύτητα ανάγνωσης.
- **RAID 5:** Striping με parity, ισορροπία επιδόσεων-ασφάλειας, ~67% χωρητικότητα, ανοχή 1 δίσκου.
- **RAID 10:** Συνδυασμός RAID 1 και RAID 0, 50% χωρητικότητα, υψηλή ασφάλεια.

 The picture can't be displayed.

3 Ποια είναι τα πλεονεκτήματα του RAID;

Αύξηση ταχύτητας, ασφάλεια δεδομένων, ανοχή σε βλάβες δίσκων, βελτίωση αξιοπιστίας συστήματος.

 The picture can't be displayed.

4 Ποια είναι τα μειονεκτήματα του RAID;

Αυξημένο κόστος, πολυπλοκότητα διαχείρισης, κατανάλωση ενέργειας, δυσκολία ανάκτησης σε περίπτωση πολλαπλών βλαβών.

 The picture can't be displayed.

5 Ποια είναι η διαφορά μεταξύ υλικοποιημένου, λογισμικού και υβριδικού RAID;

- **Hardware RAID:** Ειδική κάρτα με δικό της επεξεργαστή, υψηλές επιδόσεις, υψηλό κόστος.
- **Software RAID:** Υλοποίηση μέσω ΛΣ, χαμηλό κόστος, επιβάρυνση CPU.
- **Hybrid RAID:** Συνδυασμός υλικού και λογισμικού, μεσαίο κόστος και επιδόσεις.