



# ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

ΣΥΣΤΟΙΧΙΕΣ ΔΙΣΚΩΝ RAID

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΟΥ ΘΕΑΝΩ, ΠΕ86

## Τι θα δούμε:

- Δομή Συστοιχιών Δίσκων.
- Συνηθισμένες μορφές.
- Βασικά στοιχεία υλικού και λογισμικού που είναι απαραίτητα για την υλοποίηση.
- Υλοποίηση συστηχίας σε εικονική μηχανή

# Τι είναι RAID;

Redundant Array of Independent Disks

ή Πλεονάζουσα Συστοιχία Ανεξάρτητων Δίσκων

->Πρόκειται για συνδυασμό δύο ή περισσότερων σκληρών δίσκων (κατά προτίμηση ίσης χωρητικότητας) που ο υπολογιστής τους αντιλαμβάνεται σαν ένα ενιαίο δίσκο

# ΜΟΡΦΕΣ:

## RAID 0

Η διάταξη αυτή που είναι γνωστή και ως striping (διαγράμμιση) χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερους ίδιας χωρητικότητας δίσκους στους οποίους κατανέμονται ταυτόχρονα τα δεδομένα.

Έτσι έχουμε αύξηση της απόδοσης στις εργασίες ανάγνωσης/εγγραφής, με ταυτόχρονη όμως μείωση της ασφάλειας των δεδομένων, αφού η αστοχία ακόμη και ενός δίσκου αχρηστεύει όλη τη συστοιχία. Οι κίνδυνοι μάλιστα για την ασφάλεια των δεδομένων αυξάνονται (αντίστοιχα όμως και οι επιδόσεις) όσο αυξάνεται το πλήθος των δίσκων που συμμετέχουν στη συστοιχία.

Το συνολικό μέγεθος της συστοιχίας είναι το άθροισμα του μεγέθους των δίσκων που την αποτελούν.



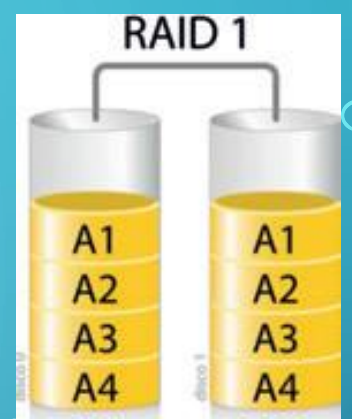
# ΜΟΡΦΕΣ:

## RAID 1

Γνωστό και σαν mirroring (κατοπτρισμός), χρησιμοποιεί τους επιπλέον δίσκους για την αποθήκευση των ίδιων δεδομένων, κάνοντας έτσι τους επιπλέον δίσκους αντίγραφα του πρώτου.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται αύξηση της ασφάλειας, αλλά και αύξηση της ταχύτητας των εργασιών ανάγνωσης (αφού δεδομένα μπορούν να διαβάζονται ταυτόχρονα από όλους τους δίσκους).

Είναι ωστόσο η πιο «ακριβή» λύση, αφού οι επιπλέον δίσκοι δεν αυξάνουν τη χωρητικότητα της συστοιχίας.

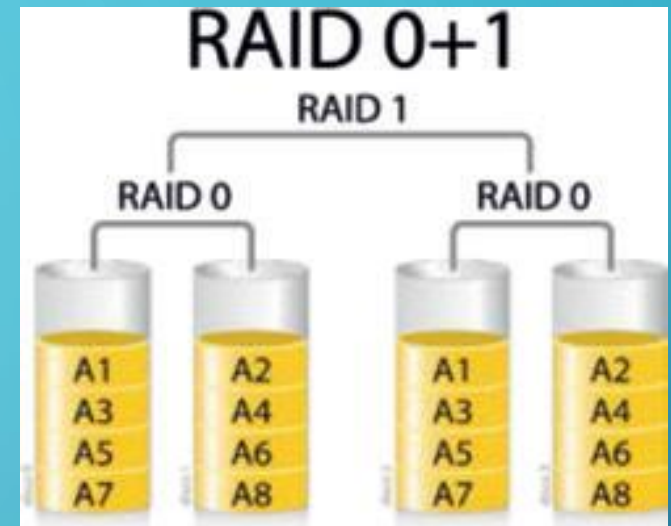


# ΜΟΡΦΕΣ:

## RAID 0+1

Αποτελεί συνδυασμό των παραπάνω δύο ειδών, που υπόσχεται ταχύτητα και ασφάλεια. Αυτό που στην πράξη γίνεται είναι να έχουμε δύο συστοιχίες RAID 0 που ενώνονται μεταξύ τους σε συστοιχία RAID 1, δηλ. η δεύτερη συστοιχία γίνεται αντίγραφο της πρώτης.

Χρειάζεται τέσσερις ίδιας χωρητικότητας δίσκους για να υλοποιηθεί, το μέγεθος της συστοιχίας είναι το μισό του συνολικού μεγέθους των δίσκων και η μόνη περίπτωση να καταρρεύσει είναι να χαλάσουν δύο δίσκοι ταυτόχρονα, ένας από κάθε υπο-συστοιχία RAID 0.



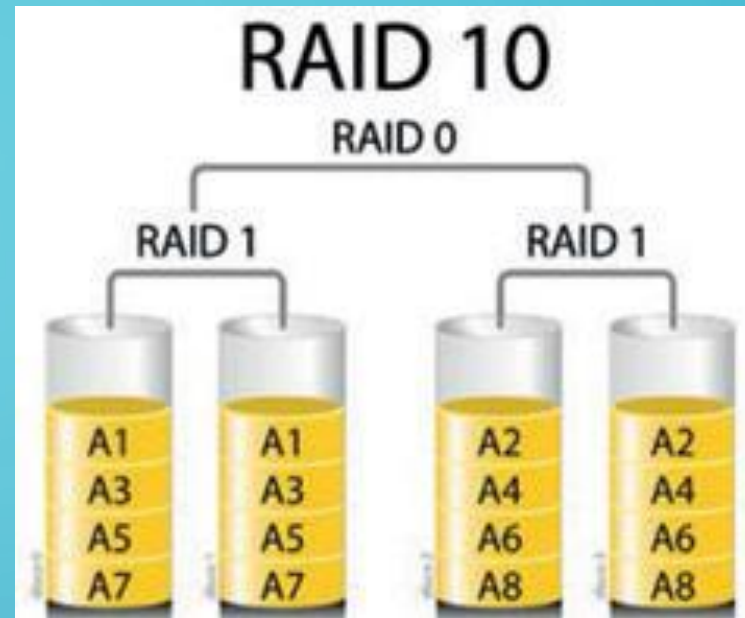
## ΜΟΡΦΕΣ:

### RAID 1+0:

Το αντίστροφο από το προηγούμενο. Δύο συστοιχίες RAID 1 που ενώνονται σε συστοιχία RAID 0.

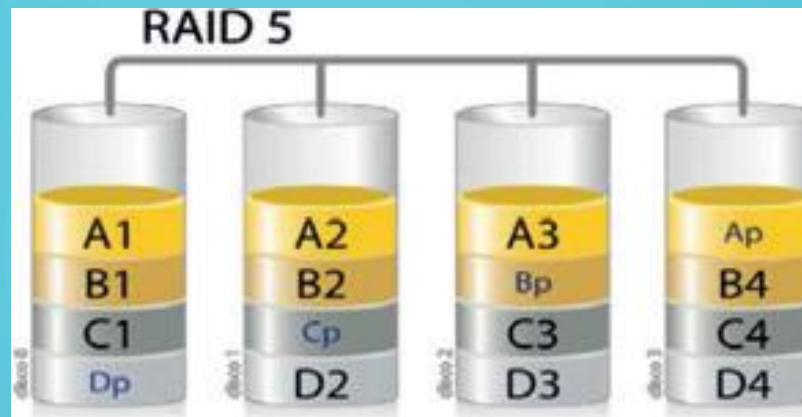
Εδώ για να υπάρξει αστοχία θα πρέπει να χαλάσουν και οι δύο δίσκοι μιας υπο-συστοιχίας.

Για τον αριθμό των δίσκων και τη συνολική χωρητικότητα ισχύει ότι και στην περίπτωση του 0+1.



# ΜΟΡΦΕΣ:

## RAID 5:



Η διάταξη αυτή υλοποιείται με τρεις τουλάχιστον ίδιους δίσκους. Το RAID 5 μοιράζει τα δεδομένα ανάμεσα στους δίσκους της συστοιχίας με τρόπο ανάλογο του RAID 0 (παρέχοντας αυξημένες ταχύτητες ανάγνωσης), με τη βασική όμως διαφορά ότι μαζί με τα δεδομένα αποθηκεύονται και δυαδικά ψηφία ισοτιμίας (parity) που επιτρέπουν την ανάκτηση των δεδομένων στην περίπτωση που χαλάσει ένας από τους δίσκους.

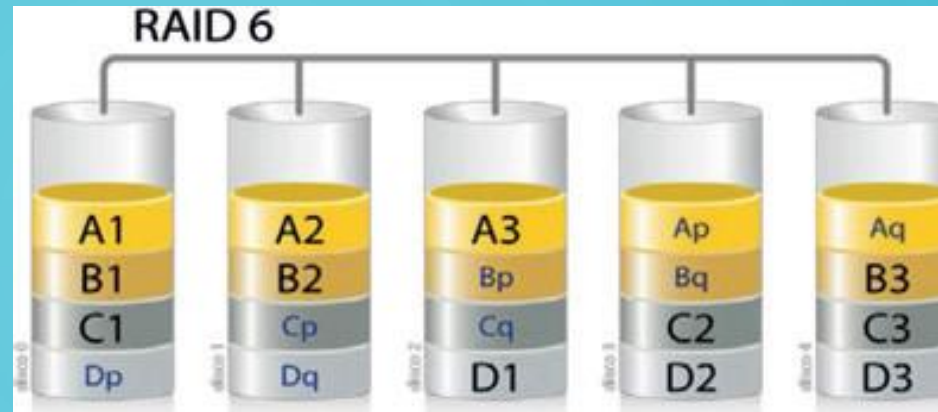
Σε περίπτωση που χαλάσουν πάνω από ένας δίσκος (ανεξάρτητα του πόσους χρησιμοποιούσε η συστοιχία) τα δεδομένα δεν μπορούν να ανακτηθούν.

Η συνολική χωρητικότητα της συστοιχίας είναι κατά έναν δίσκο μικρότερη από το σύνολο των δίσκων που είναι συνδεδεμένοι σε αυτήν.

Θεωρείται η χρυσή τομή ανάμεσα στην ταχύτητα, την ασφάλεια και τη χωρητικότητα.

# ΜΟΡΦΕΣ:

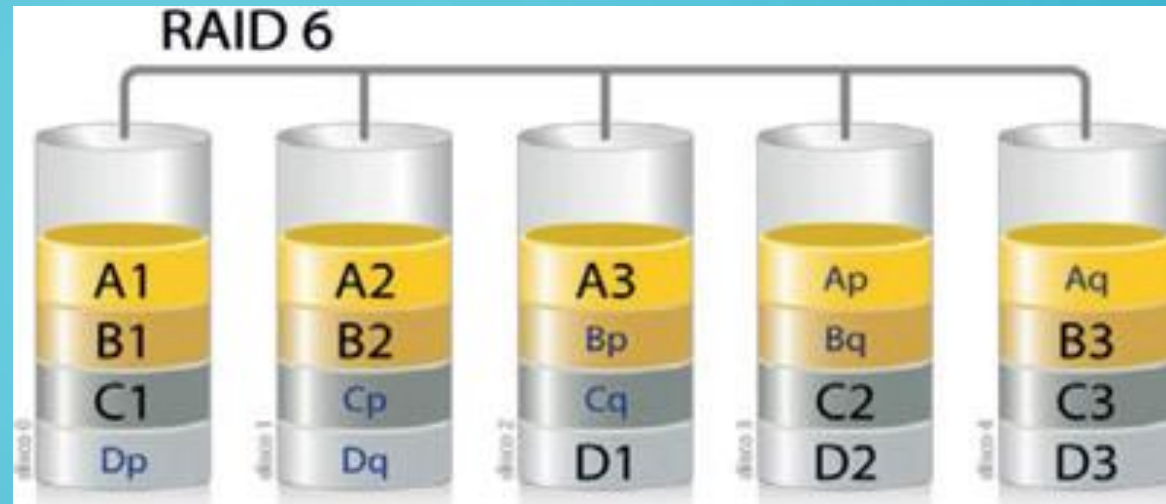
## RAID 6:



Όπως και το RAID 5, αποθηκεύει όμως διπλάσια ψηφία ισοτιμίας.

Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται τουλάχιστον τέσσερις δίσκους, μπορεί όμως να ανταπεξέλθει στην απώλεια δύο δίσκων, έναντι ενός του RAID 5, αυξάνοντας έτσι την ασφάλεια των δεδομένων..

## ΜΟΡΦΕΣ:



## RAID JBOD:

Το όνομά του προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Just a Bunch Of Disks (ένα σύνολο δίσκων). Στην υλοποίηση αυτοί οι διαθέσιμοι δίσκοι (που μπορεί να είναι οποιασδήποτε χωρητικότητας) συνενώνονται απλά σε μια συστοιχία με χωρητικότητα το σύνολο των επιμέρους δίσκων.

Δεν παρέχει αύξηση ταχύτητας, ούτε ενισχύει την ασφάλεια, όμως σε περίπτωση βλάβης ενός δίσκου χάνονται μόνο τα δεδομένα που αυτός περιέχει και όχι ολόκληρη η συστοιχία.

# ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ

	0	1	0+1	1+0	5	6	JBOD
Ελάχιστος # δίσκων	2	2	4	4	3	4	2
Ανοχή σε Βλάβες Δίσκων	-	1	2 στην ίδια υπο-συστοιχία	1 από κάθε υπο-συστοιχία	1	2	-
Ταχύτητα Ανάγνωσης	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Τυπική
Ταχύτητα Εγγραφής	Υψηλή	Τυπική	Τυπική	Τυπική	Τυπική	Τυπική	Τυπική
Αξιοποίηση Χωρητικότητας	100%	50%	50%	50%	67%	50%	100%

Πίνακας 3.1. Σύγκριση Υλοποιήσεων RAID

## ΤΡΟΠΟΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οι συστοιχίες RAID μπορούν να υλοποιηθούν είτε με χρήση εξειδικευμένου υλικού (RAID Controllers) ή

με χρήση λογισμικού (υποστήριξη από το λειτουργικό σύστημα ή οδηγούς συσκευών).

# SOFTWARE RAID

Πρόκειται για συστοιχίες RAID που υλοποιούνται αποκλειστικά με λογισμικό, συνήθως λόγω υποστήριξης από το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή. Είναι η πιο οικονομική λύση, καθώς το μόνο που χρειάζεται είναι οι δίσκοι που θα συμμετέχουν στη συστοιχία.

Ωστόσο προκαλεί επιβάρυνση του επεξεργαστή του υπολογιστή, ειδικά στις περιπτώσεις των RAID 5 και 6 όπου θα πρέπει να γίνει υπολογισμός των πλεοναζόντων δυαδικών ψηφίων που θα αποθηκευτούν.

Εξαρτάται ακόμη σε μεγάλο βαθμό από το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται, πράγμα που σημαίνει ότι η συστοιχία δεν μπορεί εύκολα να μεταφερθεί σε υπολογιστή με άλλο λειτουργικό, ενώ δεν εξασφαλίζεται πάντα η δυνατότητα εκκίνησης του συστήματος από μια τέτοια συστοιχία. Χρησιμοποιείται κυρίως σε οικιακά συστήματα.

# HARDWARE RAID

Η υλοποίηση αυτή προϋποθέτει την ύπαρξη μιας ειδικής κάρτας που λέγεται Ελεγκτής RAID (RAID Controller) και περιέχει δικό του επεξεργαστή, μνήμη, αλλά και υποδοχές για τη σύνδεση των δίσκων που θα συμμετέχουν στη συστοιχία.

Εφόσον η κάρτα έχει το δικό της επεξεργαστή όλοι οι απαραίτητοι υπολογισμοί γίνονται εκεί, χωρίς να επιβαρύνεται ο υπολογιστής και με αύξηση των επιδόσεων.

Από την άλλη, το κόστος απόκτησης ενός τέτοιου ελεγκτή είναι υψηλό, ενώ αρκετοί από αυτούς δέχονται μόνο δίσκους SAS ή SSD που είναι σημαντικά πιο ακριβοί από τους κλασικούς δίσκους.

Χρησιμοποιείται σε συστήματα server και για πολύπλοκες διατάξεις RAID.

Ελεγκτής για δημιουργία RAID



## Υβριδικό RAID (Hybrid RAID)

Πρόκειται για την υλοποίηση που ακολουθείται στους ενσωματωμένους σε μητρικές πλακέτες ελεγκτές και στις χαμηλού κόστους κάρτες. Στην πράξη πρόκειται για οικονομικές υλοποιήσεις που διαχειρίζονται τη συστοιχία κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του υπολογιστή, ενώ μετά ο έλεγχος περνά στο λειτουργικό σύστημα μέσω κατάλληλων οδηγών, ενδεχομένως με κάποια μικρή υποβοήθηση από το υλικό. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι η συστοιχία δεν θα μπορεί να λειτουργήσει αν δεν υπάρχουν οι κατάλληλοι οδηγοί για το λειτουργικό σύστημα. Συνήθως υποστηρίζουν μόνο τους τύπους 0, 1 και 0+1.

Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι ότι η συστοιχία είναι στενά συνδεδεμένη με τον ελεγκτή, άρα αν αυτός χαλάσει θα πρέπει να βρούμε μια ίδια μητρική ή κάρτα για να ανακτήσουμε τα δεδομένα μας.

Χρησιμοποιείται σε οικιακά συστήματα.

## Ερωτήσεις Ανακεφαλαίωσης

1. Στον παρακάτω πίνακα επισημάνετε με το σύμβολο ✓ τα χαρακτηριστικά που ισχύουν σε κάθε έναν από τους τύπους RAID που αναφέρονται στην 1η στήλη.

Τύπος RAID	Αύξηση Ταχύτητας Ανάγνωσης	Αύξηση Ταχύτητας Εγγραφής	Πλήρης αξιοποίηση της χωρητικότητας των δίσκων
0			
1			
0+1			
1+0			
5			
6			
JBOD			

2. Ποια υλοποίηση RAID έχει το μικρότερο κόστος (εκτός του κόστους των δίσκων);
3. Ποια τα πλεονεκτήματα του RAID μέσω υλικού;
4. Ποια τα μειονεκτήματα του υβριδικού RAID;

Τύπος RAID	Αύξηση Ταχύτητας Ανάγνωσης	Αύξηση Ταχύτητας Εγγραφής	Πλήρης αξιοποίηση της χωρητικότητας των δίσκων
0	✓	✓	✓
1	✓		
0+1	✓		
1+0	✓		
5	✓		
6	✓		
JBOD			✓

## *2. Ποια υλοποίηση RAID έχει το μικρότερο κόστος (εκτός του κόστους των δίσκων);*

Η υλοποίηση RAID μέσω Λογισμικού (Software RAID)

Πρόκειται για συστοιχίες RAID που υλοποιούνται αποκλειστικά με λογισμικό, συνήθως λόγω υποστήριξης από το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή. Είναι η πιο οικονομική λύση, καθώς το μόνο που χρειάζεται είναι οι δίσκοι που θα συμμετέχουν στη συστοιχία.

### ***3. Ποια τα πλεονεκτήματα του RAID μέσω υλικού;***

Η υλοποίηση αυτή προϋποθέτει την ύπαρξη μιας ειδικής κάρτας που λέγεται Ελεγκτής RAID (RAID Controller) και περιέχει δικό του επεξεργαστή, μνήμη, αλλά και υποδοχές για τη σύνδεση των δίσκων που θα συμμετέχουν στη συστοιχία. Εφόσον η κάρτα έχει το δικό της επεξεργαστή όλοι οι απαραίτητοι υπολογισμοί γίνονται εκεί, χωρίς να επιβαρύνεται ο υπολογιστής και με αύξηση των επιδόσεων.

*(Μειονεκτήματα: Από την άλλη, το κόστος απόκτησης ενός τέτοιου ελεγκτή είναι υψηλό, ενώ αρκετοί από αυτούς δέχονται μόνο δίσκους SAS ή SSD που είναι σημαντικά πιο ακριβοί από τους κλασικούς δίσκους. Χρησιμοποιείται σε συστήματα server και για πολύπλοκες διατάξεις RAID.)*

#### ***4. Ποια τα μειονεκτήματα του υβριδικού RAID;***

Πρόκειται για την υλοποίηση που ακολουθείται στους ενσωματωμένους σε μητρικές πλακέτες ελεγκτές και στις χαμηλού κόστους κάρτες. Στην πράξη πρόκειται για οικονομικές υλοποιήσεις που διαχειρίζονται τη συστοιχία κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του υπολογιστή, ενώ μετά ο έλεγχος περνά στο λειτουργικό σύστημα μέσω κατάλληλων οδηγών, ενδεχομένως με κάποια μικρή υποβοήθηση από το υλικό. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι η συστοιχία δεν θα μπορεί να λειτουργήσει αν δεν υπάρχουν οι κατάλληλοι οδηγοί για το λειτουργικό σύστημα. Συνήθως υποστηρίζουν μόνο τους τύπους 0, 1 και 0+1. Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι ότι η συστοιχία είναι στενά συνδεδεμένη με τον ελεγκτή, άρα αν αυτός χαλάσει θα πρέπει να βρούμε μια ίδια μητρική ή κάρτα για να ανακτήσουμε τα δεδομένα μας. Χρησιμοποιείται σε οικιακά συστήματα.