



A/A: 109

ΣΧΟΛΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (Σ.Δ.Ο)  
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

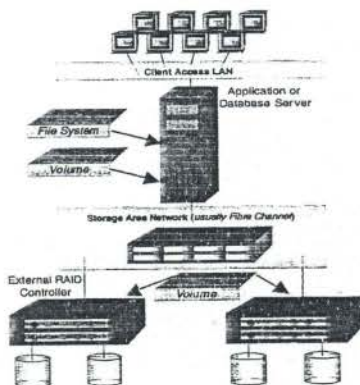
SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS  
DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS  
INFORMATICS AND MANAGEMENT

Τ.Ε.Ι ΗΠΕΙΡΟΥ

T.E.I OF EPIRUS

## ΔΙΚΤΥΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

(STORAGE AREA NETWORKS)



Εισηγητής Καθηγητής:

ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΣΤΕΡΓΙΟΥ

Συντάκτες:

ΔΟΣΗ ΝΙΚΟΛΕΤΑ

ΚΑΡΑΚΟΥΣΗ ΠΕΛΑΓΙΑ



ΣΧΟΛΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ( Σ.Δ.Ο )  
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

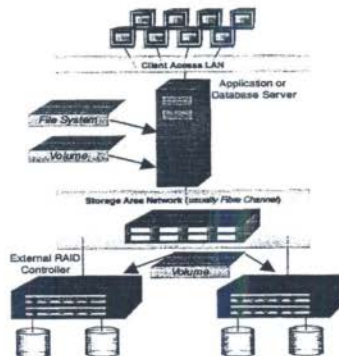
SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS  
DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS  
INFORMATICS AND MANAGEMENT

Τ.Ε.Ι ΗΠΕΙΡΟΥ

T.E.I OF EPIRUS

## ΔΙΚΤΥΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

(STORAGE AREA NETWORKS)



Εισηγητής Καθηγητής:

ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΣΤΕΡΓΙΟΥ

Συντάκτες:

ΔΟΣΗ ΝΙΚΟΛΕΤΑ

ΚΑΡΑΚΟΥΣΗ ΠΕΛΑΓΙΑ

ΑΡΤΑ 2004





ΤΕΙ ΗΡΕΙΟΥ  
ΤΜΗΜΑ Τ. & Δ.

ΑΡΙΘ. ΠΡΩΤ. 1191



|   |           |
|---|-----------|
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ(SAN)</b>                                    | <b>6</b>  |
| 1.1 Ανάγκες που ωθούν στην ανάπτυξη Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (StorageAreaNetworks) | 6         |
| 1.2 Ορισμός των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs)                                    | 7         |
| 1.3 Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα των SANs  | 8         |
| 1.4 Πρωτόκολλα επικοινωνίας σε Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων                             | 9         |
| 1.4.1 Τι είναι το Fibre Channel   | 9         |
| 1.4.2 Περιοχή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN Island)                                | 10        |
| 1.4.3 Τι είναι το iSCSI   | 10        |
| <br>  |           |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>   | <b>11</b> |
| <b>2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ(SANS)</b>                                   | <b>11</b> |
| 2.1 Εισαγωγικά  | 11        |
| 2.2 Mainframe γενιά I: Η άνοδος του Κέντρου Δεδομένων                                   | 11        |
| 2.3 Mainframe γενιά II: Διαμερισμός Χρόνου  | 13        |
| 2.3.1 On-Line Επεξεργασία της Συναλλαγής  | 14        |
| 2.3.2 Μινι-Υπολογιστές  | 14        |
| 2.3.3 Τοπικά Δίκτυα   | 15        |
| 2.3.4 Τυποποίηση Λογισμικού   | 16        |
| 2.4 Τα Εξωτερικά Υποσυστήματα Αποθήκευσης   | 17        |
| <br>  |           |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>   | <b>18</b> |
| <b>3. ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b>                               | <b>18</b> |
| 3.1 Εισαγωγικά  | 18        |
| 3.2 Πρώτο Βασικό Σημείο των SANs: Το Backup   | 18        |
| 3.2.1 Περιορισμός των Backup Windows  | 19        |
| 3.2.2 Διαφορετικές Χρήσεις, Διαφορετικά Backup 1  | 19        |
| 3.2.3 Διαφορετικές Χρήσεις, Διαφορετικά Backup 2  | 21        |
| 3.2.4 Backup σε Μεμονωμένο Υπολογιστή   | 21        |
| 3.2.5 Πολλαπλοί I/O Δίαυλοι   | 23        |
| 3.2.6 Βελτίωση 1: LAN-Free Backup   | 24        |
| 3.2.7 Βελτίωση 2: Κατανομή των Tape Drives  | 26        |
| 3.2.8 Βελτίωση 3: Οριζόμενος Backup Διακομιστής   | 28        |
| 3.2.9 Βελτίωση 4: Το Serverless Backup  | 29        |
| 3.2.10 Βελτίωση 5: Το Off-Host NAS Backup   | 30        |
| 3.3 Δεύτερο Βασικό Σημείο των SANs: Η Υψηλή Διαθεσιμότητα Δεδομένων                     | 32        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.1 Mirroring  | 33        |
| 3.3.2 Ελεγκτές RAID  | 34        |
| 3.3.3 Η διαφορά SAN  | 34        |
| 3.3.4 SAN και Διαθέσιμα Δεδομένα   | 35        |
| <b>3.4 Τρίτο Βασικό Σημείο των SANs: Η Ανακτησιμότητα των Δεδομένων</b>                | <b>36</b> |
| 3.4.1 Third Mirror   | 36        |
| 3.4.2 Split Mirrors για τα Backup  | 36        |
| <b>3.5 Τέταρτο Βασικό Σημείο των SANs: Το Clustering</b>                               | <b>37</b> |
| 3.5.1 Απαιτήσεις για Υψηλή Διαθεσιμότητα   | 37        |
| 3.5.2 Οι Σειρές των Clusters   | 38        |
| 3.5.3 Clusters και SAN   | 40        |
| <b>3.6 Πέμπτο Βασικό Σημείο των SANs: Το Replication των Δεδομένων</b>                 | <b>42</b> |
| 3.6.1 Αντιγραφή για Επανάκτηση σε περίπτωση Καταστροφής                                | 43        |
| 3.6.2 Αντιγραφή για τη Δημοσίευση και τη Σταθεροποίηση Δεδομένων                       | 443       |
| 3.6.3 Αντιγραφή για τη Μετακίνηση Δεδομένων  | 44        |
| <b>3.7 Ελάχιστη Απαιτήση: Η Συνεχής και Παγκόσμια Πρόσβαση σε Έγκαιρες Πληροφορίες</b> | <b>45</b> |
| <br>   |           |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>  | <b>46</b> |
| <b>4. Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b>                            | <b>46</b> |
| 4.1 Εισαγωγικά   | 46        |
| 4.2 Τέσσερις Βασικές οντότητες στην Αποθήκευση Δεδομένων                               | 46        |
| 4.2.1 Πορείες των οντοτήτων στην Αποθήκευση των Δεδομένων                              | 48        |
| 4.3 Συστήματα Αποθήκευσης σε Δίκτυο  | 52        |
| 4.3.1 Διαμορφώσεις του Συστήματος Αποθήκευσης σε Δίκτυο                                | 53        |
| 4.3.1.1 Βασικό Πρότυπο SAN   | 54        |
| 4.3.1.2 Network-Attached Storage (NAS) Συσκευές  | 54        |
| 4.3.1.3 Επιχειρηματική Network-Attached Storage (NAS) Συσκευή                          | 56        |
| 4.3.1.4 In-Band Συσκευή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN)                            | 56        |
| 4.3.1.5 Out-of-Band Συσκευή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN)                        | 57        |
| 4.3.1.6 Σύστημα Αρχείων Cluster με τα Κεντρικά Metadata                                | 59        |
| 4.3.1.7 Σύστημα Αρχείων Συμμετρικού Cluster  | 59        |
| 4.3.1.8 Replication Αποθηκευτικής Ενότητας, Βασισμένη σε Υποσυστήματα RAID             | 60        |
| 4.3.1.9 Replication Αποθηκευτικής Ενότητας Βασισμένη σε Διακομιστή                     | 61        |
| 4.3.1.10 Replication Δεδομένων Βασισμένη σε Αρχείο                                     | 62        |
| <br>   |           |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>  | <b>64</b> |
| <b>5. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΕ ΔΙΚΤΥΟ</b>   | <b>64</b> |
| 5.1 Προκλήσεις για την Αποθήκευση σε Δίκτυο  | 64        |
| 5.2 Το Κόστος της On-line Αποθήκευσης  | 64        |
| 5.2.1 Το Κόστος των Δίσκων   | 65        |
| 5.2.2 Το Κόστος Αποθήκευσης του Κέντρου Δεδομένων                                      | 65        |
| 5.3 Αποθήκευση σε Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων   | 66        |
| 5.3.1 Δίσκοι Συνάθροισης και Εικονικοί Δίσκοι  | 67        |
| 5.3.2 Συνάθροιση Δίσκων με Striping  | 67        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.3.3 Striping και I/O για Εντατικές Εφαρμογές   | 68        |
| 5.3.4 Server-based και Controller-based Striping   | 68        |
| <b>5.4 Διατήρηση και Λειτουργία της Αποθήκευσης σε SANs</b>  | <b>69</b> |
| 5.4.1 RAID: Προστασία ενάντια στις Αποτυχίες Δίσκων  | 70        |
| 5.4.2 Mirroring εναντίον RAID εναντίον Striping Δεδομένων  | 71        |
| 5.4.3 Αποτυχίες στις Διασυνδέσεις  | 72        |
| 5.4.4 Αποτυχίες Ελεγκτών RAID  | 73        |
| 5.4.5 Διαφανής και Αδιαφανής Ανοχή Αποτυχίας   | 73        |
| 5.4.6 Ατομικές Λειτουργίες και Ακεραιότητα Δεδομένων   | 73        |
| 5.4.7 Μεγάλοι Ελεγκτές RAID  | 74        |
| 5.4.8 Ενσωματωμένοι Ελεγκτές RAID και Ανοχή Αποτυχίας  | 75        |
| 5.4.9 Διαχείριση Αποθηκευτικής Ενότητας και Ανοχή Αποτυχίας  | 76        |
| <b>5.5 Επιλέγοντας μεταξύ των Δυνατοτήτων Αποθήκευσης</b>  | <b>77</b> |
| <br>   |           |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>  | <b>79</b> |
| <br>   |           |
| <b>6. ΟΠΤΙΚΕΣ ΊΝΕΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b>  | <b>79</b> |
| <br>   |           |
| <b>6.1 Κανάλι Οπτικών Ίνών</b>   | <b>79</b> |
| 6.1.2 Κανάλι Οπτικών Ίνών: Τα Πρότυπα  | 79        |
| 6.1.3 Κανάλι Οπτικών Ίνών: Τα Chips  | 80        |
| 6.1.4 Κανάλι Οπτικών Ίνών: Η υποδομή   | 80        |
| 6.1.5 Χαρακτηριστικά Καναλιών Οπτικών Ίνών   | 81        |
| 6.1.6 Κανάλια Οπτικών Ίνών ως μέσα μεταφοράς   | 82        |
| 6.1.7 Πρωτόκολλα Καναλιών Οπτικών Ίνών   | 84        |
| 6.1.8 Τοπολογία: Η μορφή ενός SAN Καναλιού Οπτικών Ίνών  | 85        |
| 6.1.9 Τοπολογία Fabric Καναλιού Οπτικών Ίνών   | 87        |
| 6.1.10 Σύνδεση των δίσκων με Fabric Κανάλι Οπτικών Ίνών  | 87        |
| <br>   |           |
| <b>6.2 Η ανάδυση των τεχνολογιών διασύνδεσης των SANs</b>  | <b>88</b> |
| 6.2.1 Νέα καλώδια Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων  | 88        |
| <br>   |           |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b>  | <b>91</b> |
| <br>   |           |
| <b>7. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ : ΤΙ ΑΝΑΜΕΝΟΥΜΕ ΑΠΟ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (SANS)</b>                 | <b>91</b> |
| <br>   |           |
| <b>7.1 Το SAN Paradigm Shift</b>   | <b>91</b> |
| 7.1.1 Οι Ιδιότητες των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs)  | 91        |
| 7.1.2 Τι είναι το Paradigm Shift;  | 91        |
| 7.1.3 Η Συμβατική Επεξεργασία Πληροφοριών  | 92        |
| 7.1.4 Το Αρχικό SAN Paradigm Shift   | 93        |
| 7.1.5 Το Δευτερεύον SAN Paradigm Shift   | 93        |
| 7.1.6 Βέλτιστες Μέθοδοι  | 94        |
| <br>   |           |
| <b>7.2 Ένα Μοντέλο για την Επεξεργασία Πληροφοριών</b>   | <b>95</b> |
| <br>   |           |
| <b>7.3 Δέκα Τρόποι με τους οποίους το SAN Paradigm Shift βελτιώνει την Επεξεργασία Πληροφοριών</b> | <b>97</b> |
| 7.3.1 Αλλαγή 1: Περισσότερη Αποθήκευση με Λιγότερο Κόστος  | 97        |
| 7.3.2 Αλλαγή 2: Περισσότερο I/O με Λιγότερο Κόστος   | 1001      |
| 7.3.3 Αλλαγή 3: Καλύτερα Προστατευμένα Δεδομένα με Λιγότερο Κόστος                                 | 102       |
| 7.3.4 Αλλαγή 4: Δεδομένα Προσιτά από κάθε Υπολογιστή   | 103       |
| 7.3.5 Αλλαγή 5: Λιγότερη Πολυπλοκότητα Περισσότερη Σταθερότητα                                     | 105       |

|  |     |
|--|-----|
| 7.3.6 Αλλαγή 6: Παγκόσμια Δυνατότητα Πρόσβασης Δεδομένων                               | 106 |
| 7.3.7 Αλλαγή 7: Η Εμφάνιση των Clusters  | 106 |
| 7.3.8 Αλλαγή 8: Αποκατάσταση σε Περίπτωση Καταστροφής: Συνεχής Επεξεργασία Πληροφοριών | 107 |
| 7.3.9 Αλλαγή 9: Η Αποταμίευση  | 108 |
| 7.3.10 Αλλαγή 10: Παγκόσμια Επεξεργασία Πληροφοριών για τις Παγκόσμιες Επιχειρήσεις    | 108 |





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1. Τι είναι Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων(SAN)

#### 1.1 Ανάγκες που ωθούν στην ανάπτυξη Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (Storage Area Networks)

Καθώς οι επιχειρήσεις στηρίζονται όλο και περισσότερο στο ηλεκτρονικό εμπόριο, στην on-line επεξεργασία συναλλαγής και στις Βάσεις Δεδομένων, το ποσό των πληροφοριών, που χρειάζεται να ρυθμιστεί και να καταχωρηθεί, αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς.

Ενώ οι διακομιστές είναι αποδοτικοί στην καταχώρηση των δεδομένων, η χωρητικότητά τους είναι περιορισμένη, εάν πάρα πολλοί χρήστες προσπαθήσουν να έχουν πρόσβαση στις ίδιες πληροφορίες.

Για το λόγο αυτό, οι περισσότερες επιχειρήσεις στηρίζονται στις απομακρυσμένες συσκευές Αποθήκευσης, όπως στις βιβλιοθήκες ταινιών, στους ελεγκτές RAID και ακόμη και στα οπτικά συστήματα Αποθήκευσης. Αυτές οι συσκευές Αποθήκευσης είναι αποτελεσματικές για backup των on-line δεδομένων και Αποθήκευση των μεγάλων ποσών των πληροφοριών.

Το παραδοσιακό μοντέλο Αποθήκευσης δεν είναι πλέον χρήσιμο όσο οι servers αυξάνονται σε μέγεθος και όσο οι επιχειρήσεις στηρίζονται περισσότερο στις data-intensive εφαρμογές, όπως είναι τα πολυμέσα. Αυτό συμβαίνει, επειδή η πρόσβαση σε αυτές τις απομακρυσμένες συσκευές, μπορεί να είναι αργή και δεν μπορεί να είναι πάντα προσιτό για κάθε χρήστη να έχει εύκολη και πλήρη πρόσβαση σε κάθε συσκευή Αποθήκευσης.

Συμπεραίνουμε λοιπόν, πως η αύξηση της Αποθηκευτικής ενότητας, αλλά και του κόστους διαχείρισης της Αποθήκευσης δεδομένων έχει οδηγήσει στην μετάβαση, από ένα μοντέλο άμεσα συνδεδεμένης Αποθήκευσης σε ένα εύχρηστο μοντέλο Αποθήκευσης

δεδομένων σε δίκτυο.

Τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) αναπτύχθηκαν με στόχο την υλοποίηση των συναλλαγών σε πραγματικό χρόνο και την άμεση πρόσβαση των χρηστών σε Βάσεις Δεδομένων. Επίσης, συνέβαλλαν στην ανάπτυξη δυνατοτήτων, όπως:

- η ταυτόχρονη Αποθήκευση δεδομένων σε διαφορετικά σημεία (data mirroring),
- η εφεδρική καταγραφή των δεδομένων (backup) και
- η αποκατάσταση των αρχείων σε περιπτώσεις απώλειας (restoration).

Οι λόγοι που ωθούν τους τελικούς χρήστες στην υλοποίηση Δικτύων Αποθήκευσης, σχετίζονται με πολύ σημαντικά οικονομικά οφέλη. Οι σημερινές ανάγκες των επιχειρήσεων σε Αποθηκευτικό χώρο διπλασιάζονται κάθε 12 μήνες και οι απαιτήσεις των επιχειρήσεων, με δραστηριότητα βασισμένη στο internet, διπλασιάζονται κάθε 6 μήνες. Η πλειοψηφία αυτού του Αποθηκευτικού χώρου, που στηρίζεται ακόμη σε servers, χρησιμοποιείται μόνο κατά 50 τοις εκατό.

Τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων διευκολύνουν την ενοποίηση της Αποθήκευσης με τους servers, τη λήψη εφεδρικών αντιγράφων χωρίς διακοπή και προσφέρουν καλύτερη διαλειτουργικότητα, ενώ εξαφανίζουν πολλούς από τους περιορισμούς της απόστασης των παλαιότερων τεχνολογιών.

## **1.2 Ορισμός των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs)**

Το Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) είναι οποιοδήποτε, υψηλής απόδοσης, δίκτυο διασυνδεδεμένων ηλεκτρονικών υπολογιστών και συσκευών Αποθήκευσης δεδομένων, όπου οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές διαπραγματεύονται μεταξύ τους την ιδιοκτησία των συσκευών Αποθήκευσης δεδομένων. Κύριος σκοπός των SANs είναι, να επιτρέψει στις συσκευές Αποθήκευσης δεδομένων να επικοινωνούν με τα συστήματα υπολογιστών και μεταξύ τους, προκειμένου να κατανέμονται τα δεδομένα. Με άλλα λόγια, ο όρος SAN περιλαμβάνει ιδιαίτερα και την αλληλοσύνδεση της οργανωτικής δομής των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της Αποθήκευσης. Εάν υπάρχει ένας ιδιαίτερος χαρακτηρισμός για τα SANs αυτός είναι, η παγκόσμια συνδετικότητα των συσκευών Αποθήκευσης και των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

### 1.3 Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs)

Οι μεγάλες επιχειρήσεις που θέλουν να έχουν τη δυνατότητα να καταχωρούν και να διαχειρίζονται τα μεγάλα ποσά πληροφοριών, σε ένα υψηλής απόδοσης περιβάλλον, έχουν τώρα μια άλλη δυνατότητα: το Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN). Σε ένα περιβάλλον SAN, οι συσκευές Αποθήκευσης δεδομένων, όπως οι ελεγκτές RAID, συνδέονται με πολλά είδη διακομιστών μέσω μιας μεγάλης αλληλοσύνδεσης, όπως το κανάλι Οπτικών Ινών. Αυτό το δίκτυο επιτρέπει οποιαδήποτε προς οποιαδήποτε επικοινωνία μεταξύ όλων των συσκευών στο Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN). Παρέχει επίσης, τις εναλλακτικές διαδρομές από τον διακομιστή στη συσκευή Αποθήκευσης δεδομένων. Με άλλα λόγια, εάν ένας συγκεκριμένος διακομιστής είναι αργός ή δεν είναι διαθέσιμος, ένας άλλος διακομιστής στο Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) μπορεί να παρέχει πρόσβαση στη συσκευή Αποθήκευσης δεδομένων. Ένα Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) καθιστά επίσης δυνατό, το να αποθηκεύσει τα δεδομένα, κάνοντας ταυτόχρονα διαθέσιμα πολλαπλά αντίγραφα δεδομένων. Η μεγάλη αλληλοσύνδεση μεταξύ των διακομιστών και των συσκευών Αποθήκευσης δεδομένων, δημιουργεί ουσιαστικά ένα ξεχωριστό εξωτερικό δίκτυο, το οποίο συνδέεται με το τοπικό LAN, αλλά ενεργεί ως ανεξάρτητο δίκτυο.

Υπάρχουν διάφορα πλεονεκτήματα στα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) και στα ξεχωριστά περιβάλλοντα, που υπάρχουν μέσα σε ένα δίκτυο. Τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) επιτρέπουν την προσθήκη του εύρους ζώνης, χωρίς να «φορτωθεί» το βασικό τοπικό LAN. Επίσης, κατέστησαν ευκολότερη τη διαχείριση των on-line εφεδρικών αντιγράφων, χωρίς οι χρήστες να αντιλαμβάνονται το μέγεθος του εύρους ζώνης. Επιπλέον, όταν απαιτείται περισσότερη Αποθήκευση, οι πρόσθετοι drives δε χρειάζεται να συνδεθούν με έναν συγκεκριμένο διακομιστή. Αλλά μπορούν απλά να προστεθούν στο Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων και να προσεγγιστούν από οποιοδήποτε σημείο.

Επιπλέον, όλες οι συσκευές έχουν κεντρική διαχείριση. Αντί της διαχείρισης του δικτύου σε μια βάση ανά συσκευή, η αποθήκευση μπορεί να ρυθμιστεί ως μεμονωμένη οντότητα. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται ευκολότερος ο έλεγχος για τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN), που θα μπορούσαν, ενδεχομένως, να αποτελούνται από τις δωδεκάδες ή ακόμα και τις εκατοντάδες των διακομιστών και των συσκευών.

Συγχρόνως, η συνδετικότητα των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) επιτρέπει την ομαδοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε συνεργαζόμενα clusters, που μπορούν να επανακτήσουν γρήγορα τα δεδομένα τους από τις αποτυχίες εξοπλισμού ή εφαρμογής και να επιτρέψει τη συνεχή επεξεργασία των δεδομένων, προσφέροντας προηγμένη λειτουργία και βελτιωμένη ποιότητα υπηρεσίας. Με την Αποθήκευση δεδομένων σε δίκτυο μεγάλης απόστασης, η συνεχής πρόσβαση στα σημαντικά δεδομένα, μπορεί να επεκταθεί στις μητροπολιτικές περιοχές και με μερικές εφαρμογές, σε όλο τον κόσμο. Δηλαδή έχουμε παγκόσμια συνδετικότητα και υψηλή απόδοση. Όχι μόνο αυτές οι οδηγίες προστατεύουν τις πληροφορίες από τις καταστροφές, αλλά η Αποθήκευση δικτύου μπορεί επίσης να διατηρήσει τα κύρια δεδομένα επί εικοσιτετράωρη βάση, πράγμα που σημαίνει πως τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN), προσφέρουν υψηλή διαθεσιμότητα..

Επιπροσθέτως τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) μειώνουν την υψηλή ένταση της κίνηση I/O του τοπικό LAN που χρησιμοποιείται, από τους χρήστες υπηρεσιών. Αυτό μπορεί να μειώσει αισθητά τα περιστατικά των απρόβλεπτων και μεγάλων χρόνων απόκρισης της εφαρμογής.

#### **1.4 Πρωτόκολλα επικοινωνίας σε Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων**

##### **1.4.1 Τι είναι το Κανάλι Οπτικών Ινών (Fibre Channel)**

Το Κανάλι Οπτικών Ινών (Fibre Channel) είναι μια τεχνολογία σειριακής διασύνδεσης, που βασίζεται σε διαύλους. Υποστηρίζει τις τοπολογίες σημείο-προς-σημείο (Point-to-Point), βρόγχου (Loop) και διαμεταγωγής (Switched). Τα πρωτόκολλα υψηλότερων επιπέδων, σαν το SCSI, αντιστοιχίζονται στο Fibre Channel (FCP). Σε ένα βρόγχο, ένα πρωταρχικό σήμα στέλνεται, για να συνδεθούν δυο συσκευές στο βρόγχο. Μόλις αυτή η σύνδεση πραγματοποιηθεί, λειτουργεί η λογική σύνδεση σημείο-προς-σημείο. Ο βρόγχος προσφέρει έναν φθηνό τρόπο να συνδέσει κανείς μέχρι 126 χρήστες. Πρακτικά το όριο του αριθμού των συσκευών στις υλοποιήσεις βρόγχου περιορίζεται σε περίπου 12 συσκευές.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα του Fibre Channel ήταν η διαλειτουργικότητα και η συνεργασία των switches από διαφορετικούς κατασκευαστές. Το Fibre Channel

προσφέρει, συνδέσεις μεγάλου εύρους φάσματος και χαμηλού latency για τις περιοχές Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN). Παρόλα αυτά, το Fibre Channel δεν επεκτείνεται εύκολα για την υποστήριξη των δικτύων μεγάλης κλίμακας, ούτε προσφέρει ασφάλεια με τη στιβαρότητα του TCP/IP. Σαν αποτέλεσμα, το Fibre Channel χρησιμοποιείται κυρίως για τη διασύνδεση συσκευών εντός των περιοχών Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN), που συνδέονται μεταξύ τους με Gigabit Ethernet και TCP/IP.

#### 1.4.2 Περιοχή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN Island)

Λόγω της διαλειτουργικότητας και έλλειψης της τυποποίησης για την επικοινωνία μεταξύ του εξοπλισμού Fibre Channel των διαφορετικών κατασκευαστών, υλοποιήθηκαν τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων Καναλιού Οπτικών Ινών (Fibre Channel SAN), σαν ομοιογενή σύνολα εξοπλισμού, που αποκαλούνται περιοχές SAN. Οι περιοχές SAN είναι συνήθως κατασκευασμένες για ένα συγκεκριμένο σύνολο από servers **με το ίδιο λειτουργικό σύστημα**. Ο εξοπλισμός Fibre Channel, που έχει δοκιμαστεί για το συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα, μαζί με τις υπόλοιπες συσκευές Fibre Channel (bridges, switches, συσκευές Αποθήκευσης κλπ.), απαρτίζουν μια περιοχή SAN.

#### 1.4.3 Τι είναι το iSCSI

Το iSCSI είναι ένα πρωτόκολλο για τη μεταφορά εντολών SCSI (Small Computer Systems Interface), πάνω από ένα δίκτυο TCP/IP. Η επιλογή του TCP/IP έγινε με στόχο την απλοποίηση της σχεδίασης και τη σύντομη υλοποίηση. Ο iSCSI driver, που εγκαθίσταται στο host, συλλαμβάνει τις εντολές και τις μεταφέρει στο δρομολογητή Αποθήκευσης, μέσω του TCP/IP. Στον δρομολογητή Αποθήκευσης οι εντολές SCSI στέλνονται προς τη συσκευή Αποθήκευσης μέσω του Fibre Channel ή του παράλληλου διαύλου SCSI. Σε περίπτωση ανάγνωσης τα δεδομένα στέλνονται στο host σαν δεδομένα SCSI πάνω από το TCP/IP. Το αποτέλεσμα είναι ότι η μονάδα Αποθήκευσης εμφανίζεται προς το λειτουργικό σύστημα και τις εφαρμογές σαν μια τοπικά συνδεδεμένη μονάδα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. Εξέλιξη Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων(SANs)

#### 2.1 Εισαγωγικά

Καθώς θα μιλήσουμε για τα SANs, θα αναφέρουμε αρχικά, την εξέλιξη των αρχιτεκτονικών επεξεργασίας πληροφοριών, που συγκεντρώνεται σε τρία τεχνολογικά θέματα:

- α) Που καταχωρούνται τα δεδομένα
- β) Που υποβάλλονται σε επεξεργασία τα δεδομένα
- γ) Πώς περνάνε τα δεδομένα από την περιοχή Αποθήκευσης στην περιοχή Επεξεργασίας και επιπλέον τις τρεις πλευρές χρησιμοποίησης των δεδομένων:
  - α) *Αλληλεπίδραση.*
  - β) *Ανταπόκριση.*
  - γ) *Προσαρμοστικότητα.*

Στόχος μας είναι να καταλάβουμε πώς τα ψηφιακά δεδομένα γίνονται πιο προσιτά και έγκαιρα στους χρήστες και επομένως χρησιμοποιήσιμα στη διαχείριση της επιχείρησης. Θα εξετάσουμε τους φραγμούς, που έχουν προκύψει κατά μήκος αυτής της πορείας και πώς η τεχνολογία έχει εξελιχθεί για να τους υπερνικήσει.

#### 2.2 Mainframe γενιά I: Η άνοδος του Κέντρου Δεδομένων

Αρχίζουμε την αναζήτηση μας στις αρχιτεκτονικές επεξεργασίας των πληροφοριών με τη μαζική επεξεργασία προγραμμάτων στη δεκαετία του '60, το χρόνο κατά τη διάρκεια του οποίου οι υπολογιστές μπήκαν στη γενική εμπορική χρήση.

Αυτή ήταν η γενιά των υπολογιστών από το BUNCH - Burroughs, Univac, NCR, Control Data Corporation, Honeywell και η εταιρία IBM. Οι υπολογιστές αυτής της εποχής ήταν φυσικά πολύ μεγάλοι, κατανάλωναν πολύ από την ηλεκτρική ισχύ και έπρεπε να κρατηθούν σε προσεκτικά ελεγχόμενα περιβάλλοντα. Αυτοί οι υπολογιστές βρίσκονταν σε ιδιαίτερα Κέντρα Δεδομένων και χρησιμοποιούνταν από εκπαιδευμένους επαγγελματίες.

Η ιδιαίτερη δραστηριότητα των επιμελημένων I/O καναλιών ήταν η μετακίνηση των δεδομένων μεταξύ του υπολογιστή και της Αποθήκευσης. Οι ηλεκτρονικές συσκευασίες interface, που ήταν πελατειακά σχεδιασμένες, μετακινούσαν τα δεδομένα μεταξύ ενός υπολογιστή και μιας συσκευής Αποθήκευσης, πέρα από τις αποστάσεις μερικών μέτρων σε εκτυφλωτικές ταχύτητες εκατοντάδων kilobytes ανά δευτερόλεπτο.

Τα πρώτα I/O κανάλια ήταν πολύ ακριβά. Επιπλέον, οι υπολογιστές χρειάστηκαν περισσότερες πληροφορίες από ότι θα μπορούσε να περιλαμβάνει μια μεμονωμένη συσκευή Αποθήκευσης. Έτσι οι σχεδιαστές συνέλαβαν την ιδέα του κατανεμημένου I/O καναλιού, που θα πραγματοποιούσε τη σύνδεση διάφορων συσκευών Αποθήκευσης με έναν υπολογιστή. Η σημαντικότερη πτυχή αυτών των πρώτων I/O καναλιών είναι ότι καθένα, ήταν συγκεκριμένο για ένα μεμονωμένο τύπο συστήματος υπολογιστών.

Χρειάστηκε μεγάλο χρονικό διάστημα, προκειμένου να γίνουν αποδεκτές σήμερα οι δύο ιδέες που ακολουθούν και να αποτελέσουν κοινές αρχές της αρχιτεκτονικής του συστήματος υπολογιστών:

- Σχεδιασμός των πρωτοκόλλων σε επίπεδα. Το σχέδιο I/O καναλιών πρέπει να διαχωριστεί αυστηρά από το σύστημα των υπολογιστών, έτσι ώστε ένα σύνολο Αποθήκευσης και άλλες απομακρυσμένες συσκευές να μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τους διαφορετικούς τύπους συστημάτων υπολογιστών.
- Τυποποίηση (Standardization). Το σχέδιο I/O καναλιών πρέπει να τυποποιηθεί, έτσι ώστε οι υπολογιστές των διαφορετικών προμηθευτών και οι συσκευές Αποθήκευσης, να μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους.

Τα χαρακτηριστικά της επεξεργασίας των πληροφοριών αυτής της εποχής ήταν τα ακόλουθα:

**Αλληλεπίδραση (Interactivity).** Οι χρήστες που χρειάζονταν πρόσβαση σε πληροφορίες, έκαναν επίσημα ή άτυπα αιτήματα σε άλλους χρήστες, οι οποίοι παρήγαγαν τις ζητούμενες πληροφορίες.

**Ανταπόκριση (Responsiveness).** Οι προκαθορισμένες στοιχειώδεις εργασίες της επεξεργασίας των πληροφοριών εκτελούνταν στους καθορισμένους χρόνους.

**Προσαρμοστικότητα (Adaptability).** Ο μικρός αριθμός ειδικευμένου προσωπικού ήταν υπεύθυνος για την κατανόηση των αιτημάτων των χρηστών και για την πραγματοποίησή τους.

Οι μηχανές ήταν ουσιαστικά πολύ αποδοτικές και αποτελούσαν τα αξιόπιστα ηλεκτρονικά αρχεία των υπαλλήλων. Έσφαλαν σπάνια, αλλά για τη λειτουργία τους, απαιτούσαν ειδικευμένο επαγγελματικό προσωπικό.

### 2.3 Mainframe γενιά II: Διαμερισμός Χρόνου

Στη δεκαετία του '60, η ερευνητική κοινότητα είχε παρατηρήσει ότι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές θα μπορούσαν να εκτελέσουν τις ηλεκτρονικές οδηγίες, με τις οποίες επεξεργάζονταν τις πληροφορίες, πολύ γρηγορότερα από ότι οι πληροφορίες θα μπορούσαν να εισαχθούν σε αυτούς. Έπρεπε λοιπόν να βρεθεί ένας τρόπος, ώστε οι υπολογιστές να ασχολούνται με μια άλλη εργασία στον ελεύθερο αυτό χρόνο τους. Έτσι συνελήφθη η αρχή του πολυπρογραμματισμού και ο κοντινός απόγονός της, το σύστημα διαμερισμού χρόνου (timesharing).

Ο πολυπρογραμματισμός είναι μια κατάσταση λειτουργίας, κατά την οποία περισσότερα του ενός ανεξάρτητα προγράμματα, εκτελούνται παράλληλα από μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας, αλλά σε κάθε χρονική στιγμή εκτελείται ένα μόνο πρόγραμμα.

Ο πολυπρογραμματισμός όμως δεν άλλαξε πλήρως τα χαρακτηριστικά των αρχιτεκτονικών της επεξεργασίας πληροφοριών και έτσι προέκυψε η ιδέα του διαμερισμού χρόνου (timesharing).

Ο διαμερισμός χρόνου είναι μια τεχνική για την κατανομή του χρόνου του υπολογιστή ανάμεσα σε έναν αριθμό εργασιών, με την εναλλασσόμενη εκτέλεση τους, ώστε να δημιουργείται η αίσθηση ότι κάθε εργασία απασχολεί αποκλειστικά τον συγκεκριμένο υπολογιστή.

Έτσι η κατάσταση της επεξεργασίας πληροφοριών κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70 και της πρόωρης δεκαετίας του '80 ήταν ένας μεγάλος διακομιστής με πολλά τοπικά disk drives, που συνδέονταν με εξωτερικά τερματικά, με τα οποία οι χρήστες ήταν σε



θέση να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες. Προκύπτουν λοιπόν καινοτομίες σε τέσσερις τομείς: α) on-line επεξεργασία συναλλαγής, β) μίνι-υπολογιστές, γ) τοπικά δίκτυα και δ) τυποποίηση λογισμικού.

### **2.3.1 On-Line Επεξεργασία Συναλλαγής**

Ο διαμερισμός χρόνου προσέφερε πρόσβαση στην επεξεργασία των πληροφοριών και στα δεδομένα, σε πολλούς χρήστες, δημιουργώντας όμως ένα γιγαντιαίο πρόβλημα ασφάλειας. Η βιομηχανία λογισμικού έδωσε τη λύση σε αυτό το πρόβλημα με την on-line επεξεργασία συναλλαγής (OLTP). Ένα σύστημα OLTP είναι ένα πλαίσιο λογισμικού μέσα στο οποίο οι αλληλεπιδρόμενες αιτήσεις μπορούν να συγκεντρωθούν και στο οποίο οι χρήστες αποτρέπονται από την εκτέλεση όλων, εκτός από ένα προκαθορισμένο σύνολο επιχειρησιακών λειτουργιών και από την πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα εκτός από ένα καθορισμένο σύνολο. Τα συστήματα OLTP είναι πολύ αποδοτικά στη χρήση τους για τους πόρους υλικού και μειώνουν το χρόνο οργάνωσης, για να εκτελεστούν οι εντολές των χρηστών.

### **2.3.2 Μίνι-Υπολογιστές**

Μια νέα ομάδα μικρών επιχειρήσεων, που καθοδηγήθηκε από τη Digital Equipment Corporation στη Μασαχουσέτη, βεβαίωνε ότι η επεξεργασία των πληροφοριών θα μπορούσε να είναι οικονομικότερη και ευπροσάρμοστη σε μικρότερους υπολογιστές παρά σε μεγαλύτερους. Προκύπτουν λοιπόν οι πετυχημένες επιχειρήσεις των μίνι-υπολογιστών της δεκαετίας του '70 και του '80, με τις Digital Data General και την Hewlett-Packard.

Όλο και περισσότερο, οι υπολογιστές χρησιμοποιήθηκαν άμεσα από τους ανθρώπους και αποτέλεσαν εργαλεία, τα οποία εκτελούσαν τις αμέτρητες εργασίες των χρηστών. Με αυτό τον τρόπο ο μίνι-υπολογιστής προκάλεσε μια σημαντική αλλαγή στην αρχιτεκτονική της επεξεργασίας των πληροφοριών, που έχει οδηγήσει άμεσα στην ανάγκη για τη δημιουργία των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN). Η προστασία των πληροφοριών από την απώλεια ή την καταστροφή, η εξασφάλιση τους ενάντια στην

αναρμόδια πρόσβαση και η διατήρηση της ακεραιότητάς της, έγιναν ένα αναπόσπαστο μέρος ύπαρξής τους στην επιχείρηση.

Ξαφνικά, όλες οι επιχειρήσεις διέθεταν υπολογιστές. Δε γνώριζαν αρκετά για το τι υπολογιστές κατείχαν, ούτε τι είδους πληροφορίες και ποιας αξίας ήταν καταχωρημένες σε οποιονδήποτε από αυτούς. Η συνειδητοποίηση της έκθεσής τους άργησε να υιοθετηθεί στις περισσότερες επιχειρήσεις, αλλά όταν αυτό έγινε, υπήρξε μεγάλη ροή μαζικών πληροφοριών.

### 2.3.3 Τοπικά Δίκτυα

Η χρήση ενός δικτύου για τη σύνδεση των απομακρυσμένων υπολογιστών μεταξύ τους ή με τις πηγές εισόδου ήταν ευρέως γνωστή από τη πρόωρη δεκαετία του '70. Τα κυκλώματα που σχεδιάστηκαν, για να παρέχουν την τηλεφωνική υπηρεσία φωνής, προσαρμόστηκαν προκειμένου, να μεταφέρουν τα ψηφιακά δεδομένα μέσω της χρήσης των modems.

Τα τοπικά δίκτυα (Local Area Networks), συνήθως αποκαλούμενα LAN, είναι ιδιωτικά δίκτυα εκτενόμενα εντός ενός μοναδικού κτιρίου ή σε εγκαταστάσεις ακτίνας έως μερικά χιλιόμετρα. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα για να συνδέσουν προσωπικούς υπολογιστές και σταθμούς εργασίας, με σκοπό την κοινή χρήση των μέσων (π.χ. των εκτυπωτών) και την ανταλλαγή πληροφοριών.

Οι ερευνητές στη δεκαετία του '70 πρότειναν ότι μια τεχνολογία, που επέτρεπε τα υψηλότερα ποσοστά μεταφοράς δεδομένων θα ήταν χρήσιμη, ακόμα κι αν τα δεδομένα επρόκειτο να μεταφερθούν πέρα από τις κοντινές αποστάσεις.

Μετά από τις παρατεταμένες προσπάθειες μεταξύ της μετάδοσης της βασικής ζώνης και της ευρείας ζώνης, η τεχνολογία Ethernet αναπτύσσεται από κοινού από τις εταιρείες Xerox, Digital Equipment και Intel, που η τελευταία διαφαίνεται τελικά ως νικητής της αγοράς.

Θα ήταν επομένως αδύνατο να βρεθεί ένα Κέντρο Δεδομένων του οποίου οι υπολογιστές δεν διασυνδέονται με την τεχνολογία Ethernet. Οι υπολογιστές ανταλλάσσουν συνήθως τις πληροφορίες μεταξύ τους σε ταχύτητες, που παρέχουν την επεξεργασία συναλλαγής (χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση) και τα backup δίκτυα (υψηλό εύρος ζώνης

(bandwidth)). Νέα κτίρια δικτύων συνδέονται με καλώδιο για Ethernet, ακριβώς όπως αυτά συνδέονται με καλώδιο για την τηλεφωνική υπηρεσία.

Οι υπολογιστές δικτύου μπορούν να ανταλλάξουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες, που βρίσκονται μίλια μακριά από αυτούς. Εάν οι υπολογιστές μπορούν να είναι σε δίκτυο, κατόπιν τα απομονωμένα δυαδικά ψηφία των πληροφοριών που παράγονται και που ρυθμίζονται από τους υπηρεσιακούς υπολογιστές, μπορούν να είναι προσιτά σε ολόκληρη την επιχείρηση.

Από μια σκοπιά του Δικτύου Αποθήκευσης, τα τοπικά δίκτυα, τα μητροπολιτικά δίκτυα και τα δίκτυα ευρείας περιοχής, στα οποία όλα αυτά έχουν ωριμάσει, είχαν μια βαθιά επίδραση στην επεξεργασία πληροφοριών: Για πρώτη φορά, οι σχεδιαστές εφαρμογής και οι Διαχειριστές Συστήματος ήταν σε θέση να σχεδιάσουν εφαρμογές, υποθέτοντας ότι τα δεδομένα μπορούν να ρυθμιστούν σε έναν υπολογιστή και να παραδοθούν σε έναν άλλο υπολογιστή κατόπιν αιτήματος.

#### **2.3.4 Τυποποίηση Λογισμικού**

Καθώς οι μίνι-υπολογιστές και το τοπικό δίκτυο αναπτύσσονταν, μια εξίσου ενδιαφέρουσα εξέλιξη συνέβη στο λογισμικό. Οι πρώτες εφαρμογές υπολογιστών, που χρησιμοποιούνταν στις επιχειρήσεις, αναπτύσσονταν σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πελατών. Οι εφαρμογές αυτές απεικόνιζαν τις οργανωτικές επιχειρησιακές πρακτικές και όπως εκείνες οι πρακτικές εξελίχθηκαν, οι εφαρμογές έπρεπε να εξελιχθούν, για να συμβαδίζουν με αυτές. Οι επιχειρησιακές πολιτικές και πρακτικές σε αυτές τις πρώτες εφαρμογές, ήταν μοναδικές όπως και τα δεδομένα, για κάθε επιχείρηση και για κάθε υπολογιστή, που τις χρησιμοποιούσε. Η εύρεση και η διατήρηση των μοναδικών εφαρμογών και των διοικητικών εργαλείων για τα δεδομένα των κοινών επιχειρησιακών λειτουργιών, είχε μεγάλο κόστος.

Οι οργανισμοί χρησιμοποιώντας παρόμοιες ή ακόμα και τις ίδιες πρακτικές λογιστικής ή διαχείρισης καταλόγων θα εφάρμοζαν και θα διατηρούσαν τις διαφορετικές ακολουθίες λογισμικού για αυτές τις εφαρμογές. Επιπλέον, δεδομένου ότι οι οργανισμοί πρόσθεσαν περισσότερες εφαρμογές, ορισμένα βασικά δεδομένα απαιτούνταν αναπόφευκτα από περισσότερες από μια εφαρμογές. Έγινε κοινή πρακτική να διατηρηθούν τα ξεχωριστά

αντίγραφα των καταλόγων πελατών, των αρχείων πωλήσεων και ούτω καθ'εξής, για κάθε εφαρμογή που τα απαιτεί.

Η τυποποίηση (standardization) είναι προφανέστατη στον τομέα των Συστημάτων Διαχείρισης των Βάσεων Δεδομένων. Τα τελευταία, βρίσκουν, ταξινομούν, χωρίζουν τη διαχείριση των δεδομένων από τις εφαρμογές και παρέχουν τις εφαρμογές τους για την πρόσβαση στα ίδια δεδομένα. Συγχρόνως, «αποβάλλουν» τα πολλαπλά αντίγραφα δεδομένων, τη δαπάνη και την τάση για τα σφάλματα που προέρχονται από αυτά.

#### **2.4 Εξωτερικά Υποσυστήματα Αποθήκευσης**

Στην τελική ιστορική ανάπτυξη έχουμε τη διατήρηση των διακομιστών μακριά από τις ανεξάρτητα στεγασμένες συσκευές Αποθήκευσης. Το γεγονός αυτό έχει δύο σημαντικές επιπτώσεις:

- Οι συσκευές Αποθήκευσης δεν επηρεάζονται από μια αποτυχία ισχύος στον διακομιστή, ή μια συντριβή του λειτουργικού συστήματος.
- Καθιστά τις συσκευές Αποθήκευσης προσιτές από τους πολλαπλούς διακομιστές με τη βοήθεια του παράλληλου SCSI, το οποίο επιτρέπει μια συσκευή Αποθήκευσης μιας ξεχωριστής κλειστής συσκευής (enclosure) να συνδεθεί με δύο ή περισσότερους διακομιστές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. Βασικά σημεία των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων

#### 3.1 Εισαγωγικά

Στη συνέχεια στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτύξουμε τα βασικά χαρακτηριστικά σημεία των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs – Storage Area Networks), τα οποία συνοπτικά είναι τα εξής:

1. Backup των SANs
2. Η Υψηλή Διαθεσιμότητα των Δεδομένων
3. Η Ανακτησιμότητα των Δεδομένων (σε περίπτωση καταστροφής τους)
4. Το Clustering (για υψηλή διαθεσιμότητα δεδομένων)
5. Η Αυτόματη Ενημέρωση (Replication) των δεδομένων, δηλαδή η δυνατότητα αυτόματης αντιγραφής των δεδομένων, ώστε να έχουμε την εγκυρότητά τους.

Ακολουθώς αναπτύσσεται κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις.

#### 3.2 Πρώτο Βασικό Σημείο των SANs: Το Backup

Οι χρήστες άρχισαν την πολύτιμη αποθήκευση των δεδομένων στους δίσκους, όπου λίγο αργότερα ανακάλυψαν ότι οι δίσκοι δεν μπορούν να αποτελούν αξιόπιστα μέσα. Όταν αποτυγχάνουν, χάνονται όλα τα δεδομένα που είναι καταχωρημένα σ'αυτούς. Κατά συνέπεια γεννήθηκε η έννοια της δημιουργίας backup αντιγράφων των on-line δεδομένων στα χωριστά μέσα καταγραφής, από τα οποία τα λειτουργικά δεδομένα μπορούν να ανακτηθούν, σε περίπτωση που αποτύχει η εκμετάλλευση των δίσκων.

### 3.2.1 Περιορισμός των Backup Windows

Τα χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια των οποίων ένας υπολογιστής δεν είναι κατειλημμένος από άλλες στοιχειώδεις εργασίες και επομένως διαθέσιμος για την παραγωγή των backup αντιγράφων με σημαντικά on-line δεδομένα, ονομάζονται *backup windows*. Το βασικό πρόβλημα που δημιουργείται από την αυξανόμενη εμπιστοσύνη των επιχειρήσεων στην επεξεργασία των πληροφοριών, είναι ότι τα backup windows έχουν περιοριστεί. Δεδομένου ότι ο υπολογιστής πρέπει να είναι διαθέσιμος για τις συναλλαγές επεξεργασίας όλη την ώρα, δεν υπάρχει καθόλου διαθέσιμος χρόνος, για να κάνει τα backup.

Τα backup είναι εγγενώς για I/O εντατικές εφαρμογές. Στόχος του backup είναι να αποκτηθούν όσο το δυνατόν περισσότερα λειτουργικά δεδομένα, που αντιγράφονται από τους δίσκους, στους οποίους υποβάλλονται σε επεξεργασία, σε άλλους δίσκους ή ταινίες όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

Από τη σκοπιά του χρήστη, ένα ιδανικό backup θα ήταν:

**Φτηνό.** Καταναλώνει τους ελάχιστους πόρους.

**Ήσυχο.** Έχει την ελάχιστη επίδραση στις λειτουργίες.

**Αυτόματο.** Απαιτεί την ελάχιστη προσοχή από τους χρήστες και τους διαχειριστές.

**Άμεσα προσιτό.** Μπορεί να αποκατασταθεί γρήγορα και αξιόπιστα όταν χρειάζεται.

### 3.2.2 Διαφορετικές Χρήσεις, Διαφορετικά Backup 1

Τα backup αντίγραφα των δεδομένων είναι χρήσιμα στις ακόλουθες καταστάσεις:

- **Αποτυχίες υλικού.** Αυτές μπορούν να κυμανθούν από την αποτυχία ενός μεμονωμένου δίσκου έως την καταστροφή ενός ολόκληρου Κέντρου Δεδομένων, που κάνει μερικά ή όλα τα λειτουργικά δεδομένα μιας επιχείρησης μη επανακτήσιμα.
- **Αποτυχίες λογισμικού.** Αυτά είναι διαδικαστικά σφάλματα σε μια εφαρμογή, που αλλοιώνουν τα λειτουργικά δεδομένα.
- **Σφάλματα χρηστών.** Αυτά περιλαμβάνουν σφάλματα όπως η αμελής διαγραφή ή η επικάλυψη των αρχείων, που απαιτούνται αργότερα.

Εάν στόχος μιας επιχείρησης είναι να προστατευτεί από τις αποτυχίες υλικού, μια κατάλληλη στρατηγική θα ήταν η διατήρηση αντιγράφου, ψηφίο προς ψηφίο, του

περιχομένου όλων των συσκευών, που προσπαθεί να προστατεύσει, σε ένα χωριστό σύνολο συσκευών, με τη βοήθεια των τεχνολογιών του Mirroring και του Replication.

Οι παραλλαγές των τεχνολογιών του Mirroring και του Replication παρέχουν καλή προστασία από τις κεντρικές αποτυχίες των συσκευών και των δεδομένων και γράφουν τα δεδομένα, που αλλοιώνονται από τα σφάλματα εφαρμογής και καταγράφουν τις ενημερώσεις των συστημάτων αρχείων ή metadata Βάσεων Δεδομένων. Οι τεχνολογίες Mirroring και Replication έχουν διαφορετικούς στόχους από το backup:

- Το Mirroring και το Replication προσπαθούν να συντηρήσουν τις συσκευές ή τα αρχεία Αποθήκευσης ψηφίο προς ψηφίο, καθώς αλλάζουν.
- Το backup προσπαθεί να συντηρήσει ένα σύνολο δεδομένων εγκαίρως, για να είναι τα δεδομένα αυτά αμετάβλητα.

Το ιδανικό backup συλλαμβάνει μια εικόνα δεδομένων σε μια στιγμή στο παρελθόν, έτσι ώστε αν χρειαστεί, όλα αυτά που έχουν συμβεί στα δεδομένα από εκείνη την στιγμή, να μπορούν να ξεχαστούν και η κατάσταση των λειτουργιών (όπως απεικονίζεται στα δεδομένα) να μπορεί να αποκατασταθεί την ίδια στιγμή.

Η ανάκτηση από τα σφάλματα χρηστών έχει κάποιες διαφορετικές απαιτήσεις. Η αποκαταστήσασα λειτουργία, που επισημαίνει τα κατεστραμμένα αντικείμενα και αποκαθιστά μόνο αυτά, είναι η προτιμημένη τεχνική. Το ιδανικό backup για αυτόν τον τύπο αποκατάστασης είναι αυτό, που μπορεί να επιλέξει μερικά αντικείμενα από ένα (ενδεχομένως) πολύ μεγαλύτερο backup, ορίζοντας και αποκαθιστώντας αυτά γρήγορα, αδιαφορώντας για άλλες πτυχές της λειτουργίας.

Έτσι έχουμε τρεις διαφορετικές απαιτήσεις για τα backup αντίγραφα των δεδομένων:

- *Προστασία ενάντια στην αποτυχία των συσκευών Αποθήκευσης*, η οποία εξυπηρετείται καλύτερα από τα αντίγραφα ψηφίο προς ψηφίο των περιχομένων της συσκευής, που γίνεται σε πραγματικό χρόνο ή όσο το δυνατόν κοντά στον πραγματικό χρόνο.
- *Προστασία ενάντια στην καταστροφή ενός μεγάλου ποσού σχετικών δεδομένων*, που εξυπηρετείται καλύτερα από τις backup τεχνικές βελτιστοποιώντας για γρηγορότερες, υψηλής Αποθηκευτικής ενότητας, αποκαταστάσεις.
- *Προστασία ενάντια στην καταστροφή των μεμονωμένων αρχείων*, που εξυπηρετούνται καλύτερα από τις backup τεχνικές, οι οποίες βελτιστοποιούνται για γρήγορο εντοπισμό και αποκατάσταση των μεμονωμένων αντικειμένων μέσα σε ένα μεγαλύτερο σύνολο backup.

### 3.2.3 Διαφορετικές Χρήσεις, Διαφορετικά Backup 2

Τα backup αντίγραφα των δεδομένων μπορούν να είναι καθένα:

- *Πλήρες*, που σημαίνει ότι όλα τα αντικείμενα στο backup σύνολο αρχείων αντιγράφονται, ανεξάρτητα από το πόσο πρόσφατα έχουν τροποποιηθεί, ή εάν ένα προηγούμενο backup αντίγραφο υπάρχει, ή
- *Επαυξητικό*, που σημαίνει ότι, αντιγράφονται μόνο τα αντικείμενα, που έχουν πιο πρόσφατα τροποποιηθεί.

Για όλες σχεδόν τις εφαρμογές, το επαυξητικό backup είναι προτιμητέο καθώς, στις περισσότερες περιπτώσεις, ο αριθμός των αντικειμένων που αλλάζει μεταξύ των backup, είναι πολύ μικρός συγκρίνοντάς τον με όλο το σύνολο των αντικειμένων στο συνολικό backup.

Η πλήρης αποκατάσταση από τα επαυξητικά backup προκύπτει αρχίζοντας με μία αποκατάσταση του νεότερου αντιγράφου από τα πλήρη backup και συνεχίζεται από την αποκατάσταση όλων των νεότερων αντιγράφων από τα επαυξητικά backup. Αυτό μπορεί να σημαίνει απασχόληση πολλών μέσων, χρονική κατανάλωση και επιρρέπεια στα σφάλματα. Κατά συνέπεια, η αποκατάσταση από τα πλήρη backup είναι γενικά απλούστερη και περισσότερο αξιόπιστη από την αποκατάσταση από τους συνδυασμούς των πλήρη και των επαυξητικών backup.

### 3.2.4 Backup σε Μεμονωμένο Υπολογιστή

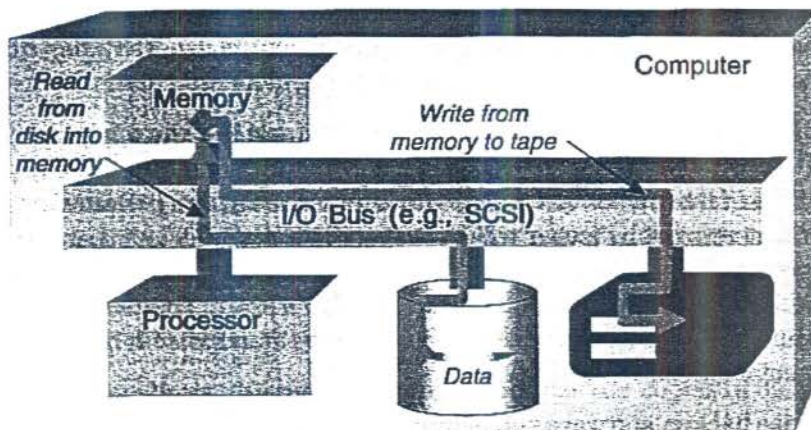
Το σχήμα 3.1 επεξηγεί ίσως την απλούστερη περίπτωση backup, που είναι ένας υπολογιστής με έναν I/O δίαυλο στον οποίο και η on-line Αποθήκευση (τα disk drives) και τα μέσα backup (το tape drive) είναι ενσωματωμένα.

Το σχήμα 3.1 αντιπροσωπεύει και τους μικρούς διακομιστές και τους desktop υπολογιστές. Επεξηγεί δύο βασικά σημεία για το backup, που ισχύουν εξίσου για τα κατανεμημένα συστήματα:

- *Διπλάσιο Εφεδρικό κόστος*. Το κόστος αναφέρεται στο I/O εύρος ζώνης, που απαιτείται για να μετακινήσει τα δεδομένα από την πηγή του (ο δίσκος που περιέχει λειτουργικά on-line δεδομένα) στο στόχο του (οι οδηγοί ταινιών). Κατά συνέπεια, στο σχήμα 3.1, κάθε οκτάδα δεδομένων που πρέπει να κρατηθεί σε αντίγραφο



ασφαλείας, θα διαβάζοταν από το δίσκο στη μνήμη του υπολογιστή και θα γραφόταν από τη μνήμη στην ταινία, περνώντας πέρα από τον I/O δίαυλο δύο φορές στη διαδικασία.



Σχήμα 3.1 Backup σε μεμονωμένο υπολογιστή

- Το backup είναι εγγενώς «αμφιλεγόμενος» πόρος. Δεδομένου ότι πρέπει να μετακινήσουμε τα backup δεδομένα δύο φορές, το λιγότερο που θα θέλαμε να είμαστε σε θέση να κάνουμε, είναι να αποθηκεύσουμε προσωρινά τις μεταφορές, έτσι ώστε ο δίσκος να μπορούσε να στείλει την επόμενη ομάδα δεδομένων στη μνήμη των υπολογιστών, ενώ η ταινία αφομοιώνει την τρέχουσα ομάδα δεδομένων. Στο σχήμα 3.1 και ο δίσκος και η ταινία χρησιμοποιούν τον μεμονωμένο I/O δίαυλο για τις μεταφορές δεδομένων. Αλλά όλες οι δημοφιλείς καταναμημένες I/O αρχιτεκτονικές διαύλων, επιτρέπουν μόνο σε μια συσκευή να μεταφέρει τα δεδομένα, σε κάθε χρονική στιγμή. Κατά συνέπεια, όταν ο δίσκος είναι απασχολημένος στέλνοντας τα δεδομένα στη μνήμη του υπολογιστή, η ταινία πρέπει να περιμένει.

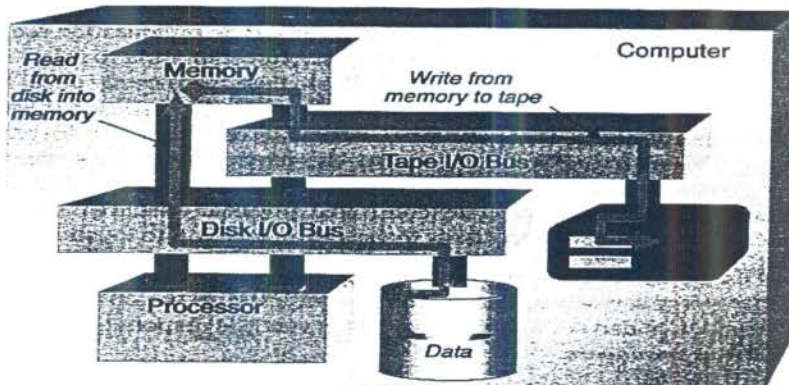
Το γεγονός αυτό δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα, επειδή οι σημερινοί δίαυλοι είναι πολύ γρηγορότεροι από τις σημερινές συσκευές. Στο σχήμα 3.1, συχνά τα disk drives ή τα tape drives πρέπει να καθυστερήσουν, περιμένοντας να μεταφερθούν τα δεδομένα. Η καθυστέρηση είναι μειονέκτημα για τους δίσκους, το tape drive κρατά αντίγραφο ασφαλείας των μέσων και εάν η αρτηρία δεν είναι έτοιμη όταν τη χρειάζεται ο δίσκος, μια μεταφορά δεδομένων μπορεί να χαθεί.

Για τις ταινίες, το γεγονός αυτό είναι καταστρεπτικό. Σήμερα, όλες οι ταινίες χρησιμοποιούν την τεχνολογία streaming, για να αποφύγουν την ανάγκη για τις εξαιρετικά γρήγορες ταχύτητες. Κατά την έναρξη της εγγραφής το tape drive, κρατά σε backup τα μέσα και τους δίνει μια τρέχουσα έναρξη, ώσπου να τοποθετηθούν για εγγραφή, ενώ η ταινία κινείται με πλήρη ταχύτητα. Οι δίσκοι δεν έχουν πρόβλημα ταχύτητας, επειδή περιστρέφονται συνέχεια.

Εάν ο ανεφοδιασμός δεδομένων αποτυγχάνει, το drive πρέπει να επιβραδύνει την ταινία και να την σταματήσει, προτού να μπορέσουν να γραφτούν όλα τα δεδομένα. Πρέπει επιπλέον να κρατηθεί backup της ταινίας και μια άλλη τρέχουσα έναρξη γίνεται. Για αυτόν τον λόγο, η backup αρχιτεκτονική, που διευκρινίζεται στο σχήμα 3.1, είναι χρήσιμη μόνο στα μικρότερα συστήματα ή σε εκείνα που δεν έχουν πολλούς backup windows περιορισμούς.

### 3.2.5 Πολλαπλοί I/O Διάυλοι

Το σχήμα 3.2 επεξηγεί πως ένας ελαφρώς μεγαλύτερος διακομιστής θα μπορούσε να διαμορφωθεί με δύο ή περισσότερους I/O διαύλους για το backup. Σε αυτήν τη διαμόρφωση το disk drive(s) για να γίνει backup, συνδέεται με τους ξεχωριστούς I/O διαύλους από το tape drive, που θα λάβει τα δεδομένα. Συνδέοντας τους δίσκους και τα tape drives στους ξεχωριστούς διαύλους, σημαίνει ότι και τα δύο δεν υποστηρίζονται πλέον για το ίδιο I/O εύρος ζώνης διαύλου.



Σχήμα 3.2 Backup σε μεγαλύτερο μεμονωμένο υπολογιστή

Η διαμόρφωση, που εμφανίζεται στο σχήμα 3.2, αποβάλλει τη διαμάχη διαύλων εύρους ζώνης μεταξύ των disk drives και των tape drives. Οι μεγαλύτεροι διακομιστές μπορούν συνήθως να διαμορφωθούν με τους πολλαπλούς I/O διαύλους, έτσι ώστε οι διάφορες backup διαδικασίες να μπορούν να πραγματοποιηθούν αμέσως.

### 3.2.6 Βελτίωση 1: LAN-Free Backup

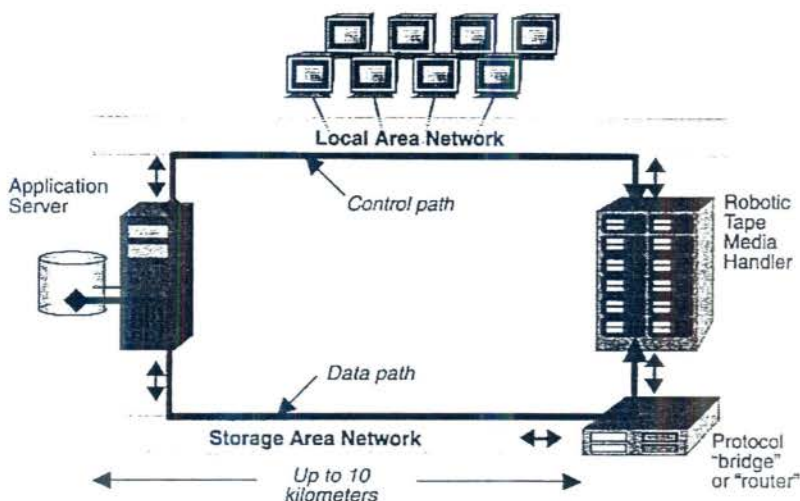
Με το κανάλι Οπτικών Ινών (τη δημοφιλέστερη SAN διασύνδεση σήμερα), η οπτική καλωδίωση (cabling) επιτρέπει σε δύο διασυνδεδεμένες συσκευές, να βρίσκονται σε απόσταση 10 χιλιομέτρων. Οι συνδέσεις μεγάλης απόστασης μεταξύ των συσκευών, επιτρέπουν τρόπους λειτουργίας μη δυνατούς με τις παράλληλες συνδέσεις SCSI, μικρής απόστασης, όπως το σχήμα 3.3 επεξηγεί. Στο σχήμα 3.3, ένας διακομιστής εφαρμογής συνδέεται με ένα SAN, που δεν είναι τίποτα περισσότερο από μια σημείο σε σημείο σύνδεση καναλιών Οπτικών Ινών στα tape drives και στους robotic media handlers. Τα περισσότερα tape drives είναι διαθέσιμα μόνο με τα παράλληλα προσαρμοστικά SCSI, καθιστώντας το αδύνατο να τα συνδέσουν με το κανάλι Οπτικών Ινών ή άλλες τεχνολογίες SAN. Ένα ενεργό τμήμα μνήμης βιομηχανίας έχει εμφανιστεί ξαφνικά, για να παρέχει τις γέφυρες πρωτοκόλλου και τους δρομολογητές Αποθήκευσης, που μετατρέπουν μεταξύ των παράλληλων SCSI και των καναλιών οπτικών ινών SCSI πρωτοκόλλων. Αυτές οι συσκευές έχουν εξυπηρετήσει δύο βασικούς σκοπούς:

1. Επιτρέπουν τη σύνδεση των ιεραρχικών (legacy) συσκευών Αποθήκευσης στο κανάλι Οπτικών Ινών των SANs, επιτρέποντας κατά συνέπεια στους χρήστες να υιοθετήσουν την τεχνολογία SAN, ενώ συντηρούν τις σημαντικές επενδύσεις συσκευών Αποθήκευσης.
2. Επιτρέποντας τη σύνδεση των tape drives στα SANs, έχει επιτραπεί το backup.

Το σχήμα 3.3 επίσης εμφανίζει το τοπικό LAN μιας επιχείρησης, που χρησιμοποιείται ως διαδρομή ελέγχου, πέρα από το οποίο ο διακομιστής εφαρμογής κατευθύνει τον media handler, να «φορτώσει» και να αποθηκεύσει τα μέσα ταινιών. Οι προμηθευτές robotic media handlers κινούνται προς τον εντός περιοχής (in band) ρομποτικό έλεγχο, χρησιμοποιώντας το SAN ως έλεγχο καθώς επίσης και τη διαδρομή δεδομένων. Αυτό απλοποιεί την καλωδίωση και τη διαχείριση διαδρομών.

Η διαμόρφωση παραδίδει δύο από τα οφέλη των SANs:

- Οι μεταφορές υψηλής Αποθηκευτικής ενότητας δεδομένων αφαιρούνται από το τοπικό LAN της επιχείρησης και εκτελούνται στο SAN, το οποίο αφοσιώνεται σε αυτόν τον σκοπό.



Σχήμα 3.3 Μεγάλης απόστασης backup

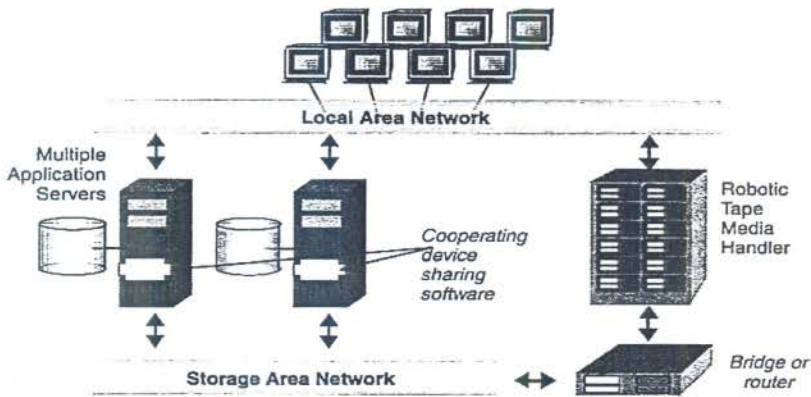
- Οι συσκευές Αποθήκευσης (τα tape drives στο σχήμα 3.3) είναι χωρισμένες από τον διακομιστή εφαρμογών, ο οποίος επεξεργάζεται τα δεδομένα, που βρίσκονται σ'αυτές.

Είναι επίσης θεμιτό, να θεωρηθούν δύο πιθανά οφέλη SAN, που δεν παραδίδονται με αυτήν την απλή διαμόρφωση:

- Με έναν μόνο διακομιστή εφαρμογής και μια ομάδα από tape drives, η δυνατότητα της ενδεχόμενης ευρείας αλληλοσυνδετικότητας των SANs, δεν χρησιμοποιείται.
- Τα δεδομένα που κρατιούνται σε backup ακόμα διαπερνούν μια μεγάλη διαδρομή. Στο σχήμα 3.3, τα δεδομένα διαβάζονται από την on-line Αποθήκευση, στη μνήμη των διακομιστών εφαρμογής και στέλνονται από το SAN, μέσω ενός προσωρινού χώρου, στη γέφυρα ή στο δρομολογητή και από εκεί σε ένα tape drive.

### 3.2.7 Βελτίωση 2: Κατανομή των Tape Drives

Ήδη έχουμε παρατηρήσει ότι η οποιαδήποτε προς οποιαδήποτε ιδιοκτησία της συνδετικότητας των SANs επιτρέπει στους πολλαπλούς διακομιστές, να μοιραστούν τις ίδιες συσκευές Αποθήκευσης. Το σχήμα 3.4 επεξηγεί μια διαμόρφωση SAN, στην οποία δύο διακομιστές εφαρμογής με τα δεδομένα που κρατούν σε backup, μοιράζονται μια robotic media library. Το SAN συνδέει και τους δύο διακομιστές άμεσα με τα tape drives, που είναι επικολλημένα στον media handler (μέσω μιας γέφυρας ή ενός δρομολογητή εάν είναι απαραίτητο), αλλά δεν παίζει το ρόλο του διαιτητή για την ιδιοκτησία του driver.



Σχήμα 3.4 Κατανομή του tape drive

Οι εργασίες που «τρέχουν» στους διακομιστές εφαρμογής, παίρνουν την ιδιοκτησία από τα tape drives, έτσι ώστε τα tape drives να μην αντιμετωπίζουν προβλήματα με τις εργασίες, που δεν «τρέχουν» πλέον.

Η τεχνολογία που απαιτείται για να εφαρμόσει την κατανομή των tape drives, έχει αρκετά ονόματα όπως: κατανεμημένη Αποθήκευση, LAN-free backup, σύνολο ταινιών (tape pooling). Οι ουσιαστικές δυνατότητες κάλυψης της τεχνολογίας αυτής είναι οι εξής:

- Πρέπει να είναι κατανεμημένη, δηλαδή τα αντίγραφα των tape drives πρέπει να «τρέχουν» ταυτόχρονα σε όλους τους διακομιστές, που έχουν επιλεγεί, για να

μοιραστούν τα tape drives και να επικοινωνήσουν η μία με την άλλη, προκειμένου να διαπραγματευτούν την ιδιοκτησία των tape drives.

- Πρέπει να ελέγξει την I/O διαδρομή SAN πέρα από την οποία οι εντολές και τα δεδομένα μετακινούνται μεταξύ των διακομιστών και των tape drives.
- Πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύσει την αποτυχία των εργασιών εφαρμογής, που ανήκουν σε tape drives ή σε διακομιστές, στους οποίους «τρέχουν».

Το σύνολο (pooling) των tape drives μεταξύ διάφορων διακομιστών έχει πολλά ευεργετικά αποτελέσματα:

**Απαιτούνται λιγότερα tape drives.** Επειδή χρησιμοποιούνται χαρακτηριστικά μόνο κατά τη διάρκεια του backup, ένας χαρακτηριστικός διακομιστής χρειάζεται πρόσβαση σε tape drives για συνοπτικά χρονικά διαστήματα.

**Τα tape drives χρησιμοποιούνται αποτελεσματικότερα.** Μια επιχείρηση μπορεί να μεγιστοποιήσει την αξία, που παράγεται από τα backup προτερήματα του υλικού της, αυξάνοντας τον κύκλο λειτουργίας (duty cycle) του tape drive.

**Αυξήσεις στην ανοχή αποτυχίας.** Οποιοδήποτε tape drive ενσωματωμένο σε ένα SAN μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να κρατήσει αντίγραφα ασφαλείας οποιουδήποτε διακομιστή.

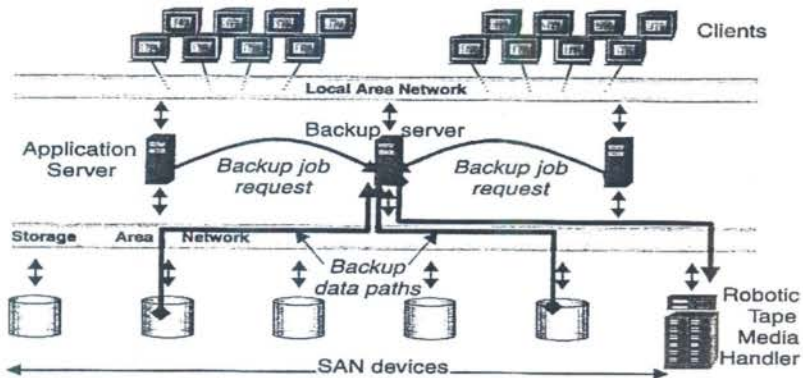
**Οι robotic media handlers γίνονται πιο προσιτοί.** Επειδή παρέχουν ένα καθαρότερο περιβάλλον ταινιών και αποβάλλουν ουσιαστικά τον ανθρώπινο χειρισμό, οι robotic media handlers είναι ίσως ο καλύτερος τρόπος να βελτιωθεί η επιχειρηματική backup αξιοπιστία. Είναι ακριβοί και επομένως, είναι δικαιολογήσιμου κόστους μόνο για τους μεγαλύτερους διακομιστές.

Η κατανομή ταινιών είναι ένας, χαμηλού κινδύνου, τρόπος για μια λειτουργία υπηρεσιών πληροφοριών. Η επένδυση που απαιτείται για να εξερευνήσει την τεχνολογία SAN με τη κατανομή ταινιών αποτελείται από:

- Την υποδομή του Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) για να διασυνδέσει τους διακομιστές στα tape drives. Αυτή αποτελείται από ένα μικρό switch καναλιών Οπτικών Ινών και έναν host bus adapter για κάθε έναν από τους διακομιστές, που συνδέονται με το SAN.
- Γέφυρες ή δρομολογητές για να συνδέσουν τα ιεραρχημένα tape drives με το Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων.
- Σύνολο (pooling) λογισμικού ταινίας που απαιτείται, για να εξασφαλίσει την αφοσιωμένη ιδιοκτησία των tape drives.

**3.2.8 Βελτίωση 3: Οριζόμενος Backup Διακομιστής**

Στο σχήμα 3.5, ένας διακομιστής έχει γίνει αρμόδιος για το «τρέξιμο» όλων των backup. Όταν ένας διακομιστής εφαρμογής απαιτεί το backup, στέλνει ένα αίτημα στον backup διακομιστή, ο τελευταίος παίρνει τον έλεγχο των tape drives, που περιέχουν τα δεδομένα, τα οποία κρατιούνται σε αντίγραφα ασφαλείας (backup) και εκτελεί τη διαδικασία. Η αφοσίωση ενός διακομιστή στο backup αποδεδυμεί τη CPU και το I/O overhead, που απαιτούνται για τα backup όλων των διακομιστών εφαρμογής. Φυσικά, εάν ένας



Σχήμα 3.5 Αφοσιωμένος backup Διακομιστής

διακομιστής εφαρμογής πρέπει να σταματήσει τον έλεγχο των δεδομένων για το backup, οι εφαρμογές που επεξεργάζονται αυτά τα δεδομένα δεν μπορούν να «τρέχουν» κατά τη διάρκεια του backup. Οι υπόλοιπες εφαρμογές που λειτουργούν σε άλλα δεδομένα, «τρέχουν» κανονικά. Ένας αφοσιωμένος backup διακομιστής μπορεί να διαμορφωθεί ειδικά για αυτόν τον σκοπό. Οι απαιτήσεις σε CPU για το backup δεν είναι μεγάλες, αλλά μια μεγάλη μνήμη για την αποθήκευση και τις πολλαπλές I/O αρτηρίες και οι προσαρμοστές για την κίνηση των δεδομένων είναι γενικά κατάλληλα.

**3.2.9 Βελτίωση 4: Το Serverless Backup**

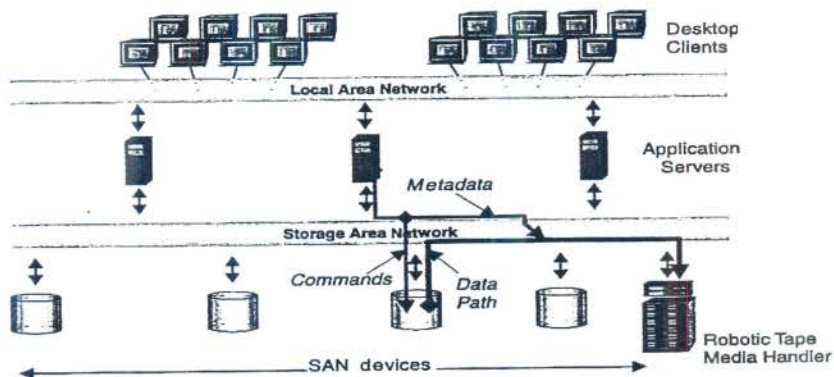
Ο βασικός σκοπός ενός SAN απαιτεί άμεση μεταφορά των δεδομένων μεταξύ των συσκευών Αποθήκευσης, χωρίς να διέρχονται από έναν διακομιστή. Η απλούστερη

βελτίωση που ένα SAN μπορεί να κάνει σε ένα Κέντρο Δεδομένων, είναι η αφαίρεση της I/O Αποθηκευτικής κίνησης από το τοπικό LAN.

Εάν τα tape drives και τα disk drives συνδέονται με το SAN, πρέπει να είναι δυνατόν να μεταφερθούν τα δεδομένα άμεσα μεταξύ τους, χωρίς τη χρησιμοποίηση των προσωρινών χώρων διακομιστών, για να τα κρατήσουν κατά τη διέλευση. Το σχήμα 3.6 απεικονίζει αυτό το σενάριο, το οποίο είναι συνήθως γνωστό ως *serverless backup*.

Ένας διακομιστής που κρατάει σε backup τις ειδικές εντολές δεδομένων του, των οποίων η γενική μορφή είναι μια οριζόμενη σειρά των ομάδων δεδομένων και τις στέλνει άμεσα στο οριζόμενο tape drive. Αντιγράφοντας δεδομένα κατ' αυτό τον τρόπο, αναφέρεται ως *serverless backup*, επειδή τα δεδομένα που αντιγράφονται, δεν περνάνε μέσω του διακομιστή.

Και με το συμβατικό και με το LAN-free backup τα δεδομένα διαβάζονται από το δίσκο στους προσωρινούς χώρους διακομιστών και γράφονται σε έναν προσωρινό χώρο των tape drives. Κατά συνέπεια, όλα τα δεδομένα που κρατιούνται σε backup έχουν μεταδοθεί δύο φορές. Επιπλέον, τα δεδομένα καταναλώνουν το διάστημα των προσωρινών χώρων και το εύρος ζώνης μνήμης στο διακομιστή. Με το *serverless backup*, τα δεδομένα μεταφέρονται άμεσα από το δίσκο στους προσωρινούς χώρους ταινιών, που αποφεύγουν τη μισή μετακίνηση των δεδομένων. Κανένας προσωρινός χώρος διακομιστών δεν απαιτείται, ούτε το εύρος ζώνης μνήμης των διακομιστών καταναλώνεται.



Σχήμα 3.6 Serverless backup



Επίσης μερικές φορές υποστηρίζεται ότι, ο backup χρόνος επεξεργασίας μειώνεται από το serverless backup, δεδομένου ότι κάθε επεκταμένη SCSI εντολή αντιγράφων διαβάζει και γράφει. Έτσι μόνο οι μισές I/O εντολές εκδίδονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία από τον διακομιστή.

Για να υποστηρίξουν την αποκατάσταση των μεμονωμένων αρχείων, τα backup πρέπει να περιέχουν όχι μόνο τα δεδομένα, αλλά και τα metadata, που περιγράφουν τις δομές αρχείων. Τα συμβατικά backup εισάγουν αυτά τα δεδομένα metadata στη σειρά δεδομένων, καθώς αυτή περνά μέσω του διακομιστή, στον οποίο «τρέχει» το backup πρόγραμμα. Όμως με το serverless backup, τα δεδομένα δεν περνάνε μέσω του διακομιστή, έτσι αυτή η ευκαιρία δεν υπάρχει. Επομένως, η απομακρυσμένη τεχνολογία αντιγράφων SCSI επιτρέπει σε έναν host, να παρεμβάλει τα metadata, που παρέχει σε μία σειρά μεταφοράς δεδομένων από έναν δίσκο σε μια ταινία.

Το serverless backup απαιτεί και την τεχνολογία υπό μορφή συσκευών Αποθήκευσης ή δικτύων, που μπορούν να εκτελέσουν εκτεταμένες SCSI εντολές αντιγράφων και το λογισμικό υπό μορφή backup μηχανών, που εκδίδουν τις εντολές και παρέχουν τα metadata, για να δημιουργήσουν τις δομημένες backup ταινίες.

### **3.2.10 Βελτίωση 5: Το Off-Host NAS Backup**

Η χρήση της αρχιτεκτονικής SAN με τις NAS συσκευές είναι επίσης ευεργετική στα backup των δεδομένων, που καταχωρούνται σε αυτές τις συσκευές. Όμως η διατήρηση σε backup των δεδομένων, που καταχωρούνται στις NAS συσκευές, είναι λίγο διαφορετική από τη διατήρηση σε backup των δεδομένων, που καταχωρούνται στις συσκευές SAN. Οι συσκευές SAN είναι συσκευές, όπου έχουμε πρόσβαση σε ομάδες δεδομένων, για τις οποίες οι ομάδες δεδομένων ανήκουν σε αυτά τα αρχεία, που βρίσκονται στον υπολογιστή host, ο οποίος ελέγχει τις συσκευές.

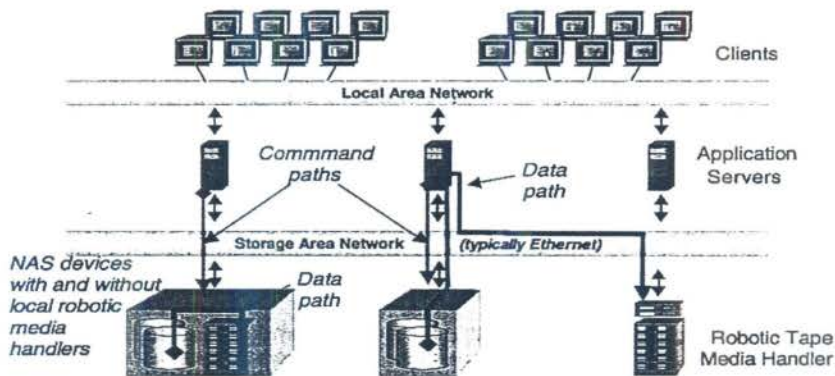
Από τη άλλη πλευρά η διασύνδεση στη συσκευή είναι μια διασύνδεση αρχείων. Δεν υπάρχει κανένας τρόπος, για να ρωτήσει ένας διακομιστής, ποιες ομάδες δεδομένων αποτελούν τα περιεχόμενα ενός αρχείου. Για να κρατήσει σε backup τα δεδομένα, που καταχωρούνται σε μια NAS συσκευή ένας διακομιστής εφαρμογής, πρέπει να ανοίξει τα αρχεία NAS στη συσκευή, να διαβάσει τα δεδομένα σε αυτά και να στείλει αυτά τα δεδομένα στη backup συσκευή.

Το σχήμα 3.7 απεικονίζει δύο NAS συσκευές, που συνδέονται με ένα Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων. Μία από τις NAS συσκευές είναι διαμορφωμένη με μια τοπικά ενσωματωμένη robotic media library. Η άλλη είναι διαμορφωμένη χωρίς τοπική βιβλιοθήκη. Παρόλα αυτά υπάρχει μια robotic media library, που συνδέεται άμεσα με το SAN.

Είναι πιθανό για τις NAS συσκευές να παρέχουν το ισοδύναμο του serverless backup, καθώς επίσης και ένα in-the-box backup. Και τα δύο επιτυγχάνονται μέσω της χρήσης ενός πρωτοκόλλου αποκαλούμενο, Network Data Management Protocol (NDMP), που ελέγχεται από τη Δύναμη της Εφαρμοσμένης Μηχανικής Διαδικτύου (Internet Engineering Task Force(IETF)). Το NDMP επιτρέπει σε ένα backup πρόγραμμα, να στέλνει εντολές σε μία NAS συσκευή με τις τοπικές backup συσκευές.

Μια εντολή NDMP προκαλεί τη NAS συσκευή, να διαβάσει τα metadata ή/και τα δεδομένα αρχείων και να τα γράψει σε μια τοπική ταινία, χωρίς πάντα να τα στείλει στον διακομιστή, που εξέδωσε την εντολή NDMP. Σε αυτήν την περίπτωση, ο NAS επεξεργαστής διαδραματίζει τον ίδιο ρόλο, με αυτόν ενός διακομιστή εφαρμογής ή ενός αφοσιωμένου backup διακομιστή, κρατώντας σε backup τα δεδομένα που είναι καταχωρημένα στις συσκευές SAN. Αυτός ο τύπος backup είναι serverless.

Οι περιορισμοί αυτής της διαμόρφωσης είναι, ο διαμερισμός, το scaling και η διαθεσιμότητα SAN.



Σχήμα 3.7 Αποθήκευση ενσωματωμένη σε δίκτυο

- Τα tape drives και τα robotic media, που συνδέονται άμεσα με μια NAS συσκευή, είναι ιδιόκτητες από τη συσκευή και δεν μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν από άλλες NAS συσκευές.
- Κάθε NAS συσκευή απαιτεί τους backup πόρους υλικού της.
- Όταν ένας backup πόρος hardware, που συνδέεται με μια NAS συσκευή, αποτυγχάνει, η NAS συσκευή δεν μπορεί να κρατήσει σε backup τα δεδομένα της.

### 3.3 Δεύτερο Βασικό Σημείο των SANs: Η Υψηλή Διαθεσιμότητα Δεδομένων

Ένα βασικό αρχιτεκτονικό όφελος της τεχνολογίας SAN είναι ότι, επιτρέπει σε μια ομάδα διασυνδεδεμένων διακομιστών, να μοιραστεί το ίδιο αντίγραφο οποιονδήποτε online δεδομένων. Αυτό είναι καλό επειδή μειώνει το κόστος αποθήκευσης και βελτιώνει τη συνέπεια των δεδομένων. Είναι επίσης επικίνδυνο επειδή, εάν εκείνο το ένα αντίγραφο δεδομένων καταστρέφεται ή γίνεται απρόσιτο, όλοι οι διακομιστές της επιχείρησης καθίστανται ανίκανοι.

Με το πέρασμα των ετών, οι προμηθευτές και οι χρήστες έχουν συμβάλει στην εξέλιξη των διαφόρων τεχνικών, για την προστασία της αποθήκευσης και την επεξεργασία ενάντια στις αποτυχίες. Η μετατροπή μπορεί να είναι:

- Με εγχειρίδιο, όπως με έναν δικτυακό αντικαταστάτη hub ή ένα switch δικτύων, στους οποίους τα καλώδια δικτύων είναι συνδεδεμένα, εάν το αρχικό αποτυγχάνει
- Λογική, όπως με μια κάρτα υποκατάστατων interface δικτύων (NIC), στην οποία ένας διαχειριστής επανεκχωρεί μια διεύθυνση IP, εάν η αρχική κάρτα αποτυγχάνει
- Αυτόματη, όπως με ένα cluster των διακομιστών, ένας από τους οποίους επανεκκινεί αυτόματα τις εφαρμογές, εάν ο διακομιστής στον οποίο έχουν «τρέξει» αποτυγχάνει.

Τα tape drives επίσης αποτυγχάνουν φυσικά και ένα ουσιαστικό σώμα της τεχνολογίας RAID έχει εξελιχθεί, για να προστατεύει από την απώλεια δεδομένων, όταν αποτυγχάνει ένα tape drive.

Εάν ένα tape drive αποτυγχάνει, όχι μόνο πρέπει να αντικατασταθεί, αλλά τα δεδομένα που περιλαμβάνει, πρέπει επίσης να αναδημιουργηθούν και να γίνουν διαθέσιμα στις εφαρμογές, κατά προτίμηση χωρίς καθυστέρηση. Κατά συνέπεια, οι μηχανισμοί προστασίας της αποτυχίας των tape drives έχουν τρία προβλήματα να λύσουν:

- Το να πάρουν το αποτυχημένο tape drive και να το αντικαταστήσουν με ένα άλλο.

- Το να πάρουν τα δεδομένα, που το αποτυχημένο tape drive κράτησε επάνω στον οδηγό αντικατάστασης
- Το να παρέχουν τη συνεχή πρόσβαση στα δεδομένα, ενώ συμβαίνουν όλα αυτά.

Η τεχνολογία SAN βελτιώνει την ποιότητα της υπηρεσίας αποθήκευσης, που ένας οργανισμός υπηρεσιών πληροφοριών μπορεί να παρέχει στους χρήστες με την αύξηση και του αριθμού και των ειδών των επιβιώσιμων αποτυχιών.

### 3.3.1 Mirroring

Το Mirroring ή η διατήρηση δύο ή περισσότερων ίδιων αντιγράφων των on-line δεδομένων, σημαίνει: *Γράψτε τα δεδομένα σε δύο ξεχωριστούς δίσκους συγχρόνως. Όταν και οι δύο δίσκοι λειτουργούν, τα δεδομένα μπορούν να διαβαστούν από οποιονδήποτε, επειδή το περιεχόμενο και των δύο είναι ίδιο. Εάν αποτύχει κάποιος, τα δεδομένα μπορούν, ακόμα, να διαβαστούν από τον άλλον. Αυτό κρατά το «τρέξιμο» των εφαρμογών, κερδίζοντας το χρόνο να αντικατασταθεί ο αποτυχημένος δίσκος και να αποκτηθούν τα λειτουργικά δεδομένα αντιγραμμένα επάνω σε αυτόν.*

Οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη που εφαρμόζουν τις έννοιες του Mirroring, πρέπει να εξετάσουν τα εξής:

**Απόδοση.** Με την εγγραφή των δεδομένων δύο φορές, ο αριθμός δίσκων απαιτεί δύο φορές το εύρος ζώνης (bandwidth).

**Ακεραιότητα δεδομένων.** Η εγγραφή των δεδομένων στους διαφορετικούς δίσκους γίνεται σπάνια. Εάν ποτέ συμβαίνει, γίνεται ακριβώς τις ίδιες χρονικές στιγμές. Αυτό περιπλέκει την αποκατάσταση σε περιπτώσεις αποτυχιών, που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της εγγραφής.

**Διαθεσιμότητα δεδομένων.** Όχι μόνο οι δίσκοι αλλά και τα καλώδια, τα interface, το ίδιο το λογισμικό του Mirroring μπορούν να αποτύχουν.

### 3.3.2 Ελεγκτές RAID

Οι ελεγκτές RAID είναι τόσο αποτελεσματικοί, επειδή μπορούν να ενεργήσουν πετυχημένα μέσα σε μία ανεξάρτητη κλειστή συσκευή (enclosure) διακομιστών ή έξω από αυτήν, σαν να μην είναι εκεί. Ο ιδανικός ελεγκτής RAID μιμείται ένα ή περισσότερα

tape drives, όσο τα δεδομένα ανάγνωσης και εγγραφής μετακινούνται. Εκτελεί διάφορους εσωτερικούς χειρισμούς, για να προστατεύσει από την αποτυχία των tape drives ή για να ενισχύσει την I/O απόδοση.

Ένας ελεγκτής RAID μπορεί να κάνει mirroring τα ίδια δεδομένα όσων αφορά δύο ή τρία ή περισσότερα tape drives, αλλά αυτά παρουσιάζονται στον I/O δίαυλο σαν να ήταν ένα μεμονωμένο drive. Ομοίως, ο ελεγκτής RAID μπορεί να χρησιμοποιήσει τους αλγορίθμους RAID, για να προστατεύσει τα δεδομένα

### 3.3.3 Η διαφορά SAN

Οι περιορισμοί των αρτηριών SCSI:

- Ο αριθμός των συσκευών, που μπορούν να διασυνδεθούν, είναι περιορισμένος. Μια παράλληλη αρτηρία SCSI μπορεί να διασυνδέσει λιγότερες από 16 συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των υπολογιστών, των ελεγκτών RAID και των tape drives.
- Η μέγιστη απόσταση μεταξύ των διασυνδεδεμένων συσκευών είναι περιορισμένη σε 25 μέτρα ή λιγότερο, επειδή αυτό είναι το μέγιστο συνολικό μήκος μιας παράλληλης SCSI αρτηρίας.
- Ο αριθμός υπολογιστών, που είναι πρακτικό να συνδεθεί με μια μεμονωμένη αρτηρία SCSI, περιορίζεται από τους εγγενώς «άδικους» αλγορίθμους διαιτησίας SCSI. Σε γενικές γραμμές οποιαδήποτε συσκευή, που συνδέεται με μια παράλληλη αρτηρία SCSI, μπορεί να είναι είτε ιδρυτής των I/O αιτημάτων (δηλ., ένας υπολογιστής) είτε των I/O αιτημάτων στόχων (π.χ., ένα tape drive).

Η τεχνολογία SAN απελευθερώνει τις επιχειρήσεις από αυτούς τους τρεις περιορισμούς και με αυτόν τον τρόπο προσφέρει νέες δυνατότητες για τα ιδιαίτερα διαθέσιμα δεδομένα. Ακόμη και η απλούστερη τοπολογία SAN, ο ελεγχόμενος βρόγχος καναλιού Οπτικών Ινών, μπορεί να προσαρμόσει τουλάχιστον 126 διασυνδεδεμένες συσκευές.

Η βασισμένη δομή SAN στο κανάλι Οπτικών Ινών μπορεί να επεκταθεί, για να προσαρμόσει τις εκατοντάδες των διασυνδεδεμένων συσκευών. Η τεχνολογία μετατροπής πολλαπλασιάζει το διαθέσιμο εύρος ζώνης (bandwidth) με τη μεταφορά των πολλαπλών ταυτόχρονων μεταφορών, μεταξύ των ζευγαριών των διασυνδεδεμένων συσκευών, με την εκτιμημένη ταχύτητα συνδέσεων. Κατά συνέπεια, για ένα κανάλι Οπτικών Ινών που είναι διασυνδεδεμένο με μια ταχύτητα συνδέσεων 100 MB ανά

δευτερόλεπτο σε κάθε κατεύθυνση, ένα switch με οκτώ θύρες θα μπορούσε ενδεχομένως, να μετακινήσει τουλάχιστον 800 MB ανά δευτερόλεπτο, εφ' όσον επικοινωνούσαν τέσσερις από τις συσκευές με τέσσερις άλλες συσκευές.

### 3.3.4 SAN και Διαθέσιμα Δεδομένα

Τα σημερινά επιχειρηματικά υποσυστήματα RAID προστατεύουν ενάντια στην απώλεια δεδομένων, που οφείλεται στο δίσκο, τον ανεφοδιασμό ισχύος, τη συσκευή ψύξης, τον ελεγκτή ενός module και ακόμα και την αποτυχία αρτηρίας. Κατά συνέπεια, ένας υψηλός βαθμός ανοχής αποτυχίας προέρχεται απλά, αγοράζοντας το σωστό υποσύστημα RAID και διαμορφώνοντας το κατάλληλα.

Τα υποσυστήματα RAID τυπικά λειτουργούν μηχανικά, για να είναι εντελώς ανεκτικά στην αποτυχία και παρέχουν ανοχή στην αποτυχία με την αναπαραγωγή των modules των ελεγκτών RAID. Οι δύο ελεγκτές RAID μπορούν να μοιραστούν τα disk drives, για να τα διαχειρίζονται καλύτερα και γρηγορότερα.

Η ανακτησιμότητα σε περίπτωση καταστροφής και η ανοχή αποτυχίας της διαμόρφωσης επιτρέπονται από τις δύο θεμελιώδεις ιδιότητες των SANs:

1. Ο μεγάλος αριθμός διαθέσιμων αλληλοσυνδέσεων σε ένα SAN καθιστά δυνατή τη διασύνδεση των πολύ μεγάλων ποσών Αποθήκευσης.
2. Οι μεγάλες διασυστατικές αποσυνδέσεις που είναι διαθέσιμες σε ένα κανάλι Οπτικών Ινών SAN, το οποίο συνδέεται με τον Mirroring διαχειριστή Αποθηκευτικής ενότητας, επιτρέπουν την τοποθέτηση των Mirrored αντιγράφων των δεδομένων σε αποστάσεις, που μπορούν να επιζήσουν σε πολλές κοινές φυσικές καταστροφές.

## 3.4 Τρίτο Βασικό Σημείο των SANs: Η Ανακτησιμότητα των Δεδομένων

Η τεχνολογία Mirroring μπορεί να συνδυαστεί με τις ιδιότητες της απόστασης και της διασύνδεσης των SANs, για να επιτρέψουν σε νέους και διαφορετικούς τρόπους να βοηθήσουν στην ανάκτηση των δεδομένων.

### 3.4.1 Third Mirror

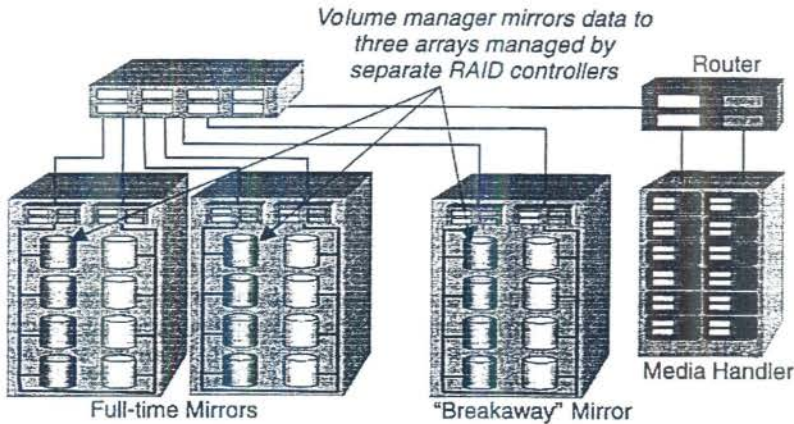
Οι προφανέστερες αιτίες της μη διαθεσιμότητας δεδομένων είναι η συστατική αποτυχία

και η καταστροφή περιοχής. Τα backup μπορούν να ενδυναμώσουν τις εφαρμογές, να αναστείλουν τη λειτουργία τους, επειδή τα δεδομένα τους πρέπει να σταθεροποιηθούν, ή να παραμείνουν αμετάβλητα κατά τη διάρκεια του backup, έτσι ώστε να λαμβάνεται μια συνεπής εικόνα.

Στη διαμόρφωση, που διευκρινίζεται στο σχήμα 3.8, ένας server-based διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας αποθηκεύει ταυτόχρονα τα λειτουργικά δεδομένα σε τρεις διαφορετικές, ανεκτικές σε αποτυχία, σειρές δίσκων. Δύο από τα mirrors είναι πλήρους απασχόλησης, δηλαδή απεικονίζουν πάντα την τρέχουσα κατάσταση των σειρών των λειτουργικών δεδομένων. Το τρίτο είναι σταθερό περιοδικά και χωρισμένο από τα άλλα, έτσι ώστε να γίνονται τα συνεπή backup, ενώ οι εφαρμογές «τρέχουν».

### 3.4.2 Split Mirrors για τα Backup

Ο σκοπός της διαδικασίας της διάσπασης του Mirror backup είναι, να επιτρέψει στα backup να διαμορφώνονται, ενώ τα λειτουργικά δεδομένα είναι σε χρήση. Το backup αντιπροσωπεύει την κατάσταση των λειτουργικών δεδομένων σε μια μεμονωμένη στιγμή, στην οποία καμία συναλλαγή δεν ήταν σημαντική. Έτσι το backup αυτό είναι συνεπές.



Σχήμα 3.8 Η χρήση του third mirror για impact-free backup

### 3.5 Τέταρτο Βασικό Σημείο των SANs: Το Clustering

Σήμερα η συνεχής διαθεσιμότητα των δεδομένων είναι σημαντική για οποιαδήποτε επιχείρηση. Η τεχνολογία Clustering είναι σημαντική στη διασύνδεση των SANs, για να αυτοματοποιήσει την υψηλή διαθεσιμότητα της επεξεργασίας των πληροφοριών.

### 3.5.1 Απαιτήσεις για Υψηλή Διαθεσιμότητα

Επειδή η λειτουργία της εφαρμογής είναι περισσότερο σύνθετη και ποικίλα από τη λειτουργία της αποθήκευσης, η αποκατάσταση από μια αποτυχημένη εφαρμογή είναι απαραίτητως περιπλοκότερη από, παραδείγματος χάριν, την αποκατάσταση από ένα αποτυχημένο tape drive σε ένα υποσύστημα.

Οι περισσότερες εφαρμογές περιλαμβάνονται μέσα σε ένα μεμονωμένο διακομιστή. Ο μόνος τρόπος να είναι γνωστό ότι, μια εφαρμογή ή ο διακομιστής στον οποίο «τρέχει» έχει αποτύχει, είναι η έλλειψη απάντησης στους χρήστες. Για να αποτρέψουν την αποτυχία εφαρμογών και την ανισορροπία των δεδομένων, οι εφαρμογές και τα Διαχειριστικά Συστήματα Βάσεων Δεδομένων, στα οποία οι περισσότεροι από αυτά στηρίζονται, δημιουργούν τα ημερολόγια (journals), ή τα αρχεία στα οποία καταγράφουν τι πρόκειται να κάνουν πριν πραγματικά το κάνουν. Μία εφαρμογή ή ο διαχειριστής Βάσεων Δεδομένων γράφει χαρακτηριστικά μια εισαγωγή ημερολογίου (journal), όπου περιγράφει την πρόθεσή του, για να ενημερώσει τα δεδομένα με μια συναλλαγή, πριν εκτελέσει την αναπροσαρμογή και μια άλλη εισαγωγή γράφεται, όταν η αναπροσαρμογή είναι πλήρης.

Κατά συνέπεια, για ένα ιδιαίτερα διαθέσιμο περιβάλλον επεξεργασίας των δεδομένων, όπου τα δεδομένα μπορούν να επιζήσουν ή να ανακτηθούν γρήγορα από τις συστατικές αποτυχίες, τρεις βασικές αρχές απαιτούνται:

1. Το περιβάλλον πρέπει να περιλάβει είτε έναν backup διακομιστή ή την υπερβολική χωρητικότητα μέσα σε έναν ξεχωριστό διακομιστή, που εκτελεί κανονικά άλλες στοιχειώδεις εργασίες.
2. Τα δεδομένα πρέπει να είναι επανακτήσιμα σε μια συνεπή κατάσταση, από την οποία οι εφαρμογές μπορούν να επανεκκινηθούν χωρίς το φόβο για περαιτέρω φθορά.
3. Οι εφαρμογές πρέπει να είναι επανεκκινήσιμες στους backup διακομιστές, να είναι σε θέση να επανασυνδεθούν στους χρήστες και να αποκαταστήσουν ή να αναδημιουργήσουν την κοινή κατάσταση κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι χρήστες να



αναγνωρίζουν το πόση εργασία (αν υπήρχε καθόλου) υπό εξέλιξη χάθηκε, οφειλόμενη στην αποτυχία.

Αυτές είναι οι θεμελιώδεις ιδιότητες της τεχνολογίας clusters. Ένα cluster των διακομιστών είναι ένα σύνολο διασυνδεδεμένων διακομιστών, που συνδέονται με τις ίδιες συσκευές Αποθήκευσης και τους ίδιους χρήστες. Γενικά, οποιοσδήποτε διακομιστής σε ένα cluster, είναι σε θέση να εκτελέσει οποιαδήποτε στοιχειώδη εργασία, που περιλαμβάνει την πρόσβαση εφαρμογών και δεδομένων. Κατά συνέπεια, οποιοσδήποτε διακομιστής σε ένα cluster πρέπει να είναι σε θέση, να εξυπηρετήσει ως υποκατάστατο για οποιοσδήποτε άλλους, είτε λόγω μιας αποτυχίας είτε επειδή, οι απαιτήσεις μιας εφαρμογής έχουν επεκταθεί, πέρα από αυτό που μπορεί να αντιμετωπιστεί από έναν μεμονωμένο διακομιστή.

### 3.5.2 Οι Σειρές των Clusters

Η τεχνολογία των clusters εμφανίζεται με διάφορες εξειδικευμένες μορφές σε ένα χαρακτηριστικό Κέντρο Δεδομένων μιας επιχείρησης:

- Εξισορρόπηση της κίνησης χρηστών, χρησιμοποιώντας είτε τους συνεργαζόμενους δρομολογητές δικτύων ή με συνεργασία του λογισμικού των διακομιστών εφαρμογής, για να καταναίμει τα εισερχόμενα αιτήματα χρηστών στους πόρους των διακομιστών.
- Scaling εφαρμογής, χρησιμοποιώντας τους πολλαπλούς διακομιστές, που «τρέχουν» τις ίδιες περιπτώσεις εφαρμογής, στις οποίες το εισερχόμενο φορτίο χρηστών κατανέμεται από την ενεργοποίηση ισορρόπησης της λειτουργίας.
- Η διαθεσιμότητα εφαρμογής που χρησιμοποιεί τους πολλαπλούς διακομιστές, ένας από τους οποίους μπορεί να «τρέξει» ένα παράδειγμα μιας εφαρμογής, συνδεδεμένος με τους μηχανισμούς, που επιτρέπουν την επανεκκίνηση του παραδείγματος σε έναν άλλον διακομιστή, εάν αυτός στον οποίο «τρέχει», αποτυγχάνει.
- Scaling πρόσβασης στα δεδομένα και διαθεσιμότητα, χρησιμοποιώντας τους διακομιστές, που επικοινωνούν μεταξύ τους, για να παρέχουν την multiserver πρόσβαση στις Βάσεις Δεδομένων ή στα αρχεία.

Επομένως η επανεκκίνηση μετά από μια αποτυχία, αποτελείται συνήθως από την επανεγκαθίδρυση των συνδέσεων των χρηστών με τα αντίγραφα της εφαρμογής. Το

ζήτημα σε αυτή την σειρά του cluster είναι, ότι το αντίκτυπο μιας ατελούς αναδημιουργίας της κατάστασης των χρηστών είναι σχετικά μικρό. Θεωρείται γενικά αποδεκτό για έναν χρήστη, να επανεκκινήσει τη συναλλαγή στην οποία εργάζεται κατά την διάρκεια μιας αποτυχίας. Όταν κάτι αποτυγχάνει σε αυτή τη σειρά, απαιτώντας μια ανακατανομή της εργασίας μεταξύ των επιζώντων διακομιστών, χρησιμοποιείται ιδιαίτερη προσπάθεια, για να γίνει σίγουρο ότι τα δεδομένα είναι συνεπή.

Αυτό θα μπορούσε να συμπεριλάβει το playback των καταχωρήσεων των metadata Βάσεων Δεδομένων και του ελέγχου του συστήματος αρχείων για την ακεραιότητα.

Ο διαχωρισμός της λειτουργίας σε αυτό το μοντέλο των δύο επιπέδων δεν είναι απόλυτος. Κάποιο επίπεδο ανακτησιμότητας απαιτείται στο επίπεδο εφαρμογής και κάποιο ποσό εξισορρόπησης φορτίων εμφανίζεται στο επίπεδο των Βάσεων Δεδομένων. Η λογιστική SAP R/3 και η οικονομική εφαρμογή είναι ένα γνωστό παράδειγμα αυτής της αρχιτεκτονικής. Το SAP R/3 διαμορφώνεται συχνά με έναν back-end διακομιστή Βάσεων Δεδομένων και έναν ή περισσότερους διακομιστές εφαρμογής με τους οποίους συνδέονται οι χρήστες.

Μία αποτυχία διακομιστών εφαρμογής προκαλεί τις συναλλαγές χρηστών, να πραγματοποιούνται σε έναν εναλλακτικό διακομιστή, σύμφωνα με έναν αλγόριθμο, που καθορίζεται από την ίδια την εφαρμογή.

Επειδή υπάρχει μικρό πλαίσιο συναλλαγής στο επίπεδο των διακομιστών εφαρμογής, η μηχανική του failover είναι απλή. Στην ουσία, οι επιζώντες διακομιστές διαπραγματεύονται να ανακαταλείμουν την κίνηση των χρηστών μεταξύ τους και τα επόμενα αιτήματα χρηστών καθοδηγούνται σε έναν διακομιστή εφαρμογής από το σύνολο των επιζώντων.

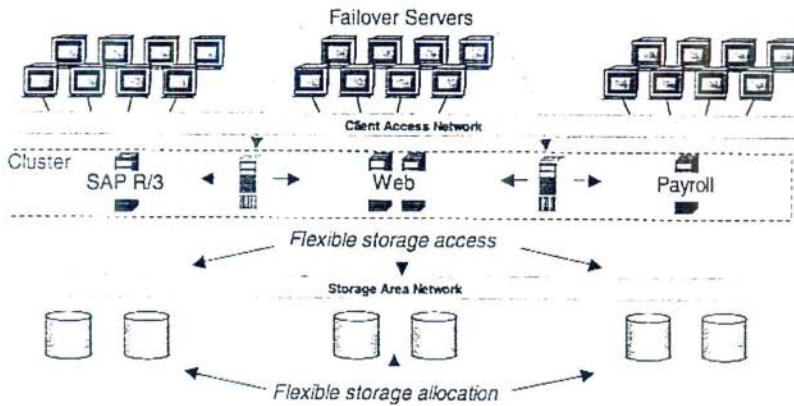
Η εξέταση της αποτυχίας στη σειρά διακομιστών δεδομένων είναι κάπως πιο σύνθετη, επειδή το πλαίσιο συναλλαγής που έχει σημασία (δηλ. αυτό που απαιτείται για την ακεραιότητα δεδομένων) διατηρείται εκεί.

### 3.5.3 Clusters και SANs

Στο σχήμα 3.9, όλη η αποθήκευση έχει διασυνδεθεί σε ένα δίκτυο Αποθήκευσης δεδομένων. Εδώ όχι μόνο μπορεί η ίδια η αποθήκευση να κατανεμηθεί πιο «ελαστικά», αλλά το κόστος των διακομιστών μπορεί επίσης να μειωθεί εντυπωσιακά.

Ένας μεμονωμένος διακομιστής failover μπορεί να προστατεύσει τους διακομιστές εφαρμογής από την αποτυχία καθενός από αυτούς.

Ο Διαχειριστής Συστήματος μπορεί να διαμορφώσει τόσους πολλούς ή τόσους λίγους διακομιστές μέσα στο cluster, όσοι είναι απαραίτητοι για επαρκή προστασία. Οι συνδυασμοί των μεμονωμένων διακομιστών του cluster έχουν την πρόσβαση σε όλη την Αποθήκευση δεδομένων και επομένως, οποιοσδήποτε από τους διακομιστές μπορεί να εκπληρώσει οποιοδήποτε από τους ρόλους της εφαρμογής.



**Σχήμα 3.9** Το SAN αυξάνει την ευελιξία του cluster

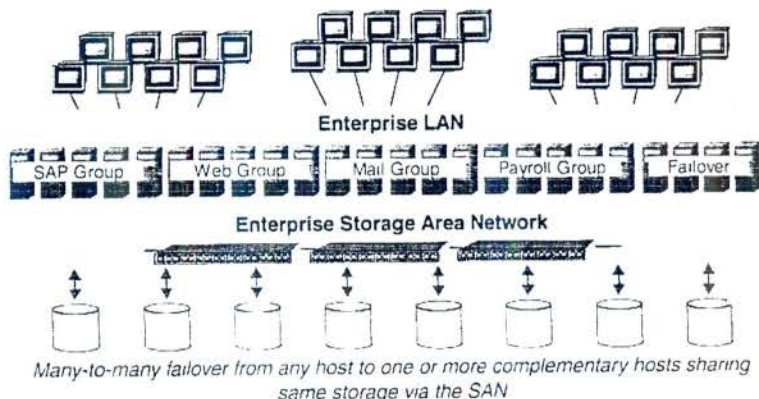
Η αόριστα συνδεδεμένη έννοια cluster που περιγράφεται προηγουμένως, μπορεί να επεκταθεί στην επιχείρηση κλίμακας με ένα μεγάλο SAN αποτελούμενο από πολλαπλά διασυνδεδεμένα switches.

Όταν οι διακομιστές συνδέονται σε έναν μεγάλο επιχειρηματικό cluster, όπως διευκρινίζεται στο σχήμα 3.10, μπορούν να οργανωθούν υποσύνολα που αφοσιώνονται στις ιδιαίτερες εφαρμογές. Η εκτίμηση εάν ένας διακομιστής failover μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έναν μη κρίσιμο σκοπό, όταν δεν είναι σε λειτουργία, γίνεται μια διαχειριστική απόφαση. Επιπλέον, οι κανόνες συνύπαρξης εφαρμογής μπορούν να είναι πιο εύκαμπτοι.

Η βασική αρχή των μεγάλων clusters, των οποίων οι συσκευές Αποθήκευσης είναι ενσωματωμένες στο SAN, είναι ότι δεν υπάρχει κανένας κανόνας για το τι είδους εφαρμογές μπορούν να «τρέξουν» σε ποιους διακομιστές. Αυτό είναι ένα αποτέλεσμα

της συνδετικότητας υλικού. Με την ενσωματωμένη SAN Αποθήκευση, τέτοιοι κανόνες γίνονται διαχειριστικοί και μπορούν να τεθούν από τους διαχειριστές για καθαρά επιχειρησιακούς σκοπούς.

Όταν πολλοί διακομιστές, που «τρέχουν» τις διαφορετικές εφαρμογές διασυνδέονται σε έναν αόριστα συνδεδεμένο επιχειρηματικό cluster με την ενσωματωμένη SAN Αποθήκευση, διάφορες περαιτέρω διαχειριστικές απλοποιήσεις γίνονται πιθανές. Συγκεκριμένα, οι ειδικές εργασίες γίνονται απλούστερες να σχεδιαστούν. Ομοίως, η προγραμματισμένη συντήρηση γίνεται απλούστερη να σχεδιαστεί.



Σχήμα 3.10 Ένα μεγάλο cluster

### 3.6 Πέμπτο Βασικό Σημείο των SANs: Το Replication των Δεδομένων

Το replication των δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- **Επανάκτηση σε περίπτωση καταστροφής.** Τα ενημερωμένα αντίγραφα των κρίσιμων δεδομένων, που επιζούν σε μια καταστροφή περιοχών(sites), μπορούν να επιτρέψουν σε μια επιχείρηση και να επανέλθει σε λειτουργία γρήγορα μετά από μια τέτοια καταστροφή.
- **Δημοσίευση Δεδομένων.** Πολλές επιχειρήσεις δημιουργούν τα on-line δεδομένα, υπό μορφή καταλόγων, καταλόγων τιμών, πειραματικών αποτελεσμάτων και ούτω καθ'εξής σε μια περιοχή και τα δημοσιεύουν σε διάφορες περιοχές. Η τεχνολογία

αντιγραφής δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να δημοσιεύσει τέτοια δεδομένα αυτόματα κατά ζήτηση ή σε ένα χρονομετρημένο πρόγραμμα.

- **Σταθεροποίηση Δεδομένων.** Για τον ίδιο λόγο, πολλές επιχειρήσεις δημιουργούν τα δεδομένα σε πολλές περιοχές και τα μαζεύουν περιοδικά για ανάλυση, επεξεργασία και εγγραφή, διατηρώντας τα σε μια κεντρική περιοχή. Τα δεδομένα που δημιουργούνται σε διάφορες περιοχές, μπορούν να γίνουν αντίγραφα στους πόρους αποθήκευσης σε ένα ή περισσότερα Κέντρα Δεδομένων.
- **Μετακίνηση Δεδομένων.** Οι επιχειρήσεις πρέπει περιστασιακά να μετακινήσουν τα δεδομένα από μια θέση σε μια άλλη, όπως όταν το Κέντρο Δεδομένων μετακινηθεί, ή από ένα SAN σε ένα άλλο, όπως όταν απαιτείται η αντικατάσταση ενός διακομιστή, η εγκατάσταση αποθήκευσης ή ενός Κέντρου Δεδομένων. Η αντιγραφή των δεδομένων από την παλιά περιοχή στη νέα μπορεί να καταστήσει τέτοια γεγονότα σημαντικά με λιγότερη αποδιοργάνωση.

### 3.6.1 Αντιγραφή για Επανάκτηση σε περίπτωση Καταστροφής

Καθώς μπαίνουμε στην τρίτη χιλιετία, όλο και περισσότερες επιχειρήσεις είναι απλά ανίκανες να λειτουργήσουν χωρίς να είναι σε θέση, να υποβάλουν σε επεξεργασία, τα ηλεκτρονικά καταχωρημένα δεδομένα τους. Χωρίς τη δυνατότητα να επανακτήσουν τα δεδομένα τους σε μια καταστροφή, που καθιστά ανίκανα τα Κέντρα Δεδομένων τους, τέτοιες επιχειρήσεις θα έπαυαν απλά να λειτουργούν. Για αυτές, η επανάκτηση καταστροφής γίνεται μια ανάγκη.

Οι απαιτήσεις των δεδομένων για να ανακτηθούν από μια καταστροφή είναι απλές:

Ο ιδανικός μηχανισμός για επανάκτηση από μια φυσική καταστροφή, ενός Κέντρου Δεδομένων, θα ήταν το σε πραγματικό χρόνο Mirroring, όλων των αναπροσαρμογών στα κρίσιμα δεδομένα, από το βασικό Κέντρο Δεδομένων στην περιοχή αποκατάστασης καταστροφής. Το κανάλι Οπτικών Ινών το καθιστά αυτό πιθανό μέχρι μια απόσταση 10 χιλιομέτρων.

Επιπλέον, σε ένα ιδανικό σενάριο, κάθε μεμονωμένη αναπροσαρμογή στα λειτουργικά δεδομένα θα απεικονιζόταν στιγμιαία στην περιοχή αποκατάστασης.

Όσο διατηρούνται τα δεδομένα στην περιοχή αποκατάστασης και όσο αυτό κι αν είναι επιθυμητό, δεν είναι όμως πάντα προσιτό. Υπάρχουν δύο διαστάσεις για τη δυνατότητα προσέγγισης σε αυτή την περίπτωση:

1. Οι συνδέσεις επικοινωνίας της αρκετά υψηλής απόδοσης που απαιτούνται, για να υποστηρίξουν, τη σε πραγματικό χρόνο μεταφορά του βασικού φορτίου των αναπροσαρμογών των Βάσεων Δεδομένων, στην περιοχή αποκατάστασης μπορεί να είναι πολύ ακριβές.
2. Ακόμα και με τις καλύτερες δυνατές φυσικές επικοινωνίες, που συνδέουν το βασικό Κέντρο Δεδομένων και την περιοχή αποκατάστασης, ο χρόνος που απαιτείται για να διαβιβάσει και να καταγράψει κάθε αναπροσαρμογή στα δεδομένα, μπορεί να οδηγήσει στον απαράδεκτα μακρύ χρόνο απάντησης για τα αιτήματα των χρηστών.

Για καθέναν από αυτούς τους λόγους δεν είναι πάντα δυνατόν, να κρατηθούν τα δεδομένα στην περιοχή αποκατάστασης, σε τέλειο συγχρονισμό με τα λειτουργικά δεδομένα στο βασικό Κέντρο Δεδομένων. Η δυνατότητα να καταχωρηθούν οι βασικές κεντρικές αναπροσαρμογές δεδομένων σε ένα ημερολόγιο και να διαβιβαστούν στην περιοχή αποκατάστασης σε μια βάση διαθέσιμου πόρου, είναι τα θεμέλια των τεχνολογιών αντιγραφής δεδομένων, που συχνότερα χρησιμοποιούνται, για να διατηρήσουν τα αντίγραφα των λειτουργικών δεδομένων μιας επιχείρησης σε μια περιοχή αποκατάστασης καταστροφής.

### **3.6.2 Αντιγραφή για τη Δημοσίευση και τη Σταθεροποίηση Δεδομένων**

Η δημοσίευση και η σταθεροποίηση δεν είναι συνήθως χρονικά κρίσιμες. Παραδείγματος χάριν, όταν δημοσιεύεται ένας κατάλογος ή ένας κατάλογος τιμών από την έδρα σε διάφορα γραφεία, διαβιβάζεται χαρακτηριστικά στην οντότητά του, ενώ μια παλιά έκδοση του εγγράφου είναι σε χρήση σε όλες τις περιοχές.

Η σταθεροποίηση είναι το αντίστροφο της δημοσίευσης, αλλά έχει ουσιαστικά τις ίδιες απαιτήσεις. Τα δεδομένα στέλνονται χαρακτηριστικά σε μια περιοχή σταθεροποίησης μετά από ένα γεγονός.

Η δυνατότητα να αντιγραφούν τα δεδομένα από μια πηγή στους πολλαπλούς στόχους ή, στην περίπτωση της αντιγραφής, για τη σταθεροποίηση από διάφορες πηγές, είναι μια ζωτικής σημασίας απαίτηση. Τα προϊόντα μιας αντιγραφής, που δεν υποστηρίζουν τους

πολλαπλούς στόχους, δεν είναι χρήσιμα για τη δημοσίευση. Μια δεύτερη απαίτηση είναι η ευελιξία στην περιγραφή των δεδομένων, που αντιγράφονται. Μια τρίτη απαίτηση προκειμένου η αντιγραφή, που χρησιμοποιείται να υποστηρίξει τη δημοσίευση ή τη σταθεροποίηση των δεδομένων, είναι ότι είναι προγραμματισμένη

Ένας αρχικός στόχος στις διαδικασίες επεξεργασίας των πληροφοριών είναι η μείωση του κόστους διαχείρισης. Ένας σημαντικός τρόπος να μειωθούν οι διαχειριστικές δαπάνες, είναι να αυτοματοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερες στερεότυπες διαδικασίες. Η αντιγραφή των δεδομένων για τη δημοσίευση και τη σταθεροποίηση σχεδόν πάντα εμφανίζεται στα δίκτυα, που χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα TCP/IP.

### 3.6.3 Αντιγραφή για τη Μετακίνηση Δεδομένων

Η μετακίνηση των δεδομένων μπορεί να απαιτείται επειδή, παραδείγματος χάριν, μια κεντρική περιοχή δεδομένων μετακινείται. Ακόμα και μέσα σε ένα Κέντρο Δεδομένων, η αντιγραφή μπορεί να είναι ο ευκολότερος τρόπος να μετακινηθεί ένα μεγάλο ποσό δεδομένων από έναν διακομιστή σε έναν άλλον, όπως παραδείγματος χάριν, όταν η αύξηση απαιτεί, ένας διακομιστής να αντικαθιστάται με έναν μεγαλύτερο ή μια εφαρμογή «μεταναστεύει» από μια αρχιτεκτονική διακομιστών σε μια άλλη.

Η αντιγραφή με σκοπό την μετακίνηση των δεδομένων έχει χαρακτηριστικά τις ίδιες σχεδόν απαιτήσεις με την αντιγραφή για τη δημοσίευση ή τη σταθεροποίηση. Δεν είναι χαρακτηριστικά χρονικά κρίσιμη, αλλά συνήθως απαιτεί ότι τα δεδομένα αντιγράφονται επιλεκτικά. Επίσης, μια δυνατότητα αντιγραφής, που μπορεί να χειριστεί τη δημοσίευση και τη σταθεροποίηση, είναι συνήθως κατάλληλη, για την μετακίνηση των δεδομένων.

### 3.7 Ελάχιστη Απαίτηση: Η Συνεχής και Παγκόσμια Πρόσβαση σε Έγκαιρες Πληροφορίες

Ήδη έγινε σαφές ότι οι νέες εφαρμογές, που επιτρέπονται από την τεχνολογία SAN είναι πραγματικά οι νέοι τρόποι οργάνωσης, πρόσβασης και διαχείρισης των δεδομένων. Δεν είναι ότι η τεχνολογία SAN εισάγει τη νέα λογιστική, την επεξεργασία συναλλαγής, τον διακομιστή Ιστού, την ηλεκτρονική επιχείρηση, ή άλλες τεχνικές. Όμως, η τεχνολογία SAN επιτρέπει στους διαχειριστές να εκμεταλλευτούν την τεχνολογία, για να παρέχουν

αποτελεσματικότερα την καλύτερη ποιότητα υπηρεσίας στους χρήστες αυτών των εφαρμογών. Βέβαια εννοείται, χωρίς να ειπωθεί η ανοχή σε αποτυχία, τα ιδιαίτερα διαθέσιμα δεδομένα επιβάλλονται για τη συνεχή επεξεργασία πληροφοριών.

Η οποιαδήποτε προς οποιαδήποτε διασύνδεση της τεχνολογίας SAN κάνει το clustering εντυπωσιακά περισσότερο χρήσιμο, μεγαλύτερα clusters κάνουν το failover πιο εύκαμπτο, επιτρέποντας στις εφαρμογές το scaling πέρα από τη χωρητικότητα ενός μεμονωμένου διακομιστή. Επιπλέον μειώνει σημαντικά το κόστος, κάνοντας τις εφαρμογές ιδιαίτερα διαθέσιμες.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4. Η Αρχιτεκτονική του Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων

#### 4.1 Εισαγωγικά

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στις τέσσερις **βασικές οντότητες Αποθήκευσης δεδομένων**, όπου διατρέχουν τα δεδομένα καθώς μετακινούνται από τη συσκευή Αποθήκευσης προς την εφαρμογή.

Επιπλέον θα δούμε τους **πέντε διαφορετικούς τρόπους**, με τους οποίους οι εφαρμογές χρησιμοποιούν συνήθως τα υποσύνολα αυτών των **οντότητες Αποθήκευσης δεδομένων**. Ακόμη θα μάθουμε περισσότερα για τα δεδομένα υλικού και λογισμικού, που απαρτίζουν την πορεία μεταξύ των Αποθηκευμένων δεδομένων και των εφαρμογών, που χρησιμοποιούν τα αποθηκευμένα δεδομένα. Επίσης θα αναφερθούμε στα διαφορετικά υποσύνολα αυτών των δεδομένων, που χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν τα διαφορετικά πρότυπα πρόσβασης στα δεδομένα εφαρμογής. Επιπροσθέτως θα δούμε τα αρχιτεκτονικά συστατικά, που αποτελούν ένα δίκτυο το οποίο είναι βασισμένο στο σύστημα Αποθήκευσης δεδομένων. Τέλος θα αναφέρουμε τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη, εφαρμόζουν αυτά τα ουσιαστικά δεδομένα στα διαφορετικά τμήματα των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων, για να κατασκευάσουν συστήματα Αποθήκευσης δεδομένων βασισμένα στα δίκτυα.

#### 4.2 Τέσσερις Βασικές οντότητες στην Αποθήκευση Δεδομένων

1. **Ο δίσκος.** Όλα τα I/O interface των δίσκων, που χρησιμοποιούνται, παρουσιάζουν αριθμημένες ομάδες δεδομένων, σε μαγνητικές, οπτικές, ή άλλες μορφές, που έχουν καταχωρηθεί *σωστά* (δηλ. η συσκευή δεν έχει εισάγει σφάλματα στα δεδομένα) και *διαρκώς* (δηλ., μόλις γραφτεί, μια ομάδα δεδομένων, μένει γραμμένη μέχρι να επικαλυφθεί, ακόμα κι αν η συσκευή σταματήσει να τροφοδοτείται και συνεχίζει πάλι πριν το διάβασμα). Ένα βασικό αρχιτεκτονικό χαρακτηριστικό των δίσκων είναι, ότι η χωρητικότητα Αποθήκευσής τους είναι καθορισμένη. Έτσι, οι δίσκοι καθιστούν πάντα τον ίδιο αριθμό ομάδων δεδομένων διαθέσιμο στους πελάτες τους για την καταχώρηση των δεδομένων.
2. **Το σύστημα αρχείων.** Κάθε αρχείο είναι ένα διατεταγμένο ρεύμα των ομάδων δεδομένων, οποιοδήποτε υποσύνολο, του οποίου μπορεί να διαβαστεί ή να επικαλυφθεί. Οι εφαρμογές χρειάζονται συχνά μεγαλύτερα αντικείμενα δεδομένων. Έτσι, τα περιεχόμενα αυτών των αντικειμένων πρέπει να είναι διαθέσιμα. Τα αντικείμενα πρέπει να δημιουργούνται και να διαγράφονται εύκολα, όταν δεν χρειάζονται άλλο και να είναι ικανά να αυξηθούν και να «στενέψουν», κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Τέλος, πρέπει να είναι δυνατόν να ονομάζονται συμβολικά και να οργανώνονται σε μια ιεραρχία για την ευκολία της εφαρμογής. Όλα αυτά αποτελούν την περιγραφή ενός λογισμικού συστήματος αρχείων, που μετασχηματίζει το σύνολο των αριθμημένων ομάδων δεδομένων, οι οποίες παρουσιάζονται από έναν δίσκο ή μια Αποθηκευτική ενότητα, σε μια ιεραρχία των ονομαζόμενων αντικειμένων (αρχεία) των διαφορετικών μεγεθών.
3. **Η Αποθηκευτική ενότητα.** Οι αθροισμένες συσκευές Αποθήκευσης, που παρουσιάζονται στα συστήματα αρχείων, ονομάζονται Αποθηκευτικές ενότητες. Οι δίσκοι συχνά συνδέονται λογικά από το λογισμικό, που χρησιμοποιεί το Mirroring, το RAID και τις τεχνικές striping, για να βελτιωθεί η ικανότητα Αποθήκευσης δικτύου, η αξιοπιστία, ή τα I/O χαρακτηριστικά απόδοσής τους. Το λογισμικό αυτό, παρουσιάζει κατ' αυτό τον τρόπο τις οντότητες Αποθήκευσης, που μοιάζουν με δίσκο, στους χρήστες του. Αυτές οι οντότητες είναι συνήθως γνωστές ως αποθηκευτικές ενότητες, λογικές μονάδες (σε συντόμηση LUNs), ή εικονικοί

δίσκοι. Αρχιτεκτονικά, οι Αποθηκευτικές ενότητες και οι δίσκοι έχουν το κοινό χαρακτηριστικό, να παρουσιάζουν στους χρήστες τους τις αριθμημένες ομάδες Αποθήκευσης, με τις οποίες τα δεδομένα μπορούν να καταχωρηθούν ή να ανακτηθούν. Αντίθετα από τους δίσκους η χωρητικότητα Αποθήκευσης τους, μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί από τη διαχειριστική δράση.

4. **Το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων.** Δεδομένου ότι η αξία του διαμερισμού δεδομένων έγινε προφανής, τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων εξελίχθηκαν, για να παρέχουν τα ανεξάρτητα από εφαρμογή, μέσα οργάνωσης δεδομένων, έτσι ώστε οι πολλαπλές εφαρμογές να μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα ίδια δεδομένα, τα οποία θα μπορούν να εξελιχθούν ανεξάρτητα από τις εφαρμογές. Τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων μετασχηματίζουν τις αριθμημένες ομάδες δεδομένων και τις Αποθηκευτικές ενότητες, που παρουσιάζονται από τους δίσκους, ή τα συστήματα αρχείων, σε περισσότερα προσανατολισμένα στις επιχειρήσεις αντικείμενα δεδομένων, όπως οι συμβολοσειρές χαρακτήρων, οι Boolean τιμές, οι αριθμοί δυαδικής και κινητής υποδιαστολής και οι σειρές αυτών των αντικειμένων.

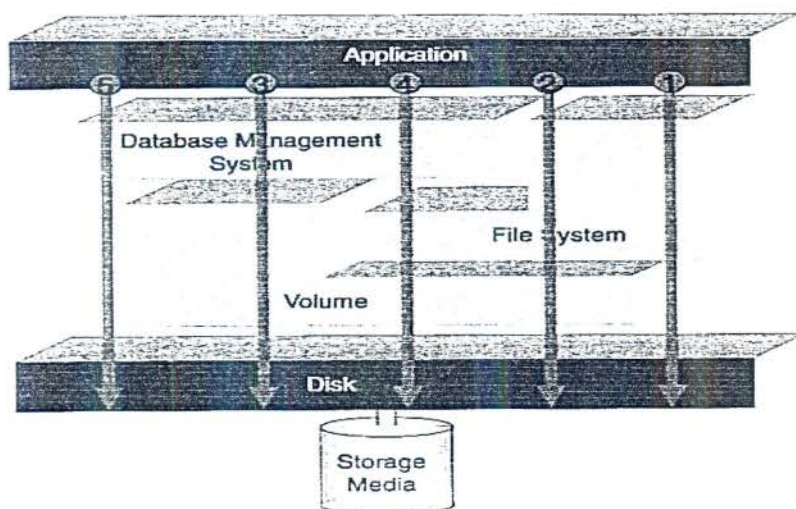
Η δημοφιλέστερη μορφή της Βάσης Δεδομένων είναι η *σχεσιακή* Βάση Δεδομένων, η οποία οργανώνει τα σχετικά είδη δεδομένων, σε εγγραφές (records) αρχείων και κατατάσσει τα σύνολα των ομοειδών αρχείων σε πίνακες. Τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων διατηρούν τα εσωτερικά δεδομένα τους, αντικείμενα όπως είναι τα ευρετήρια με τη βοήθεια των οποίων τα αρχεία μπορούν να εντοπιστούν γρήγορα και οι καταχωρήσεις (logs), στις οποίες η δραστηριότητα συναλλαγών καταγράφεται σε περίπτωση, που απαιτείται η αποκατάσταση.

#### 4.2.1 Πορείες των οντοτήτων στην Αποθήκευση των Δεδομένων

Οι διαφορετικές αρχιτεκτονικές της εφαρμογής και των συστημάτων χρησιμοποιούν τους διαφορετικούς συνδυασμούς αυτών των τεσσάρων οντοτήτων στην Αποθήκευση Δεδομένων. Το σχήμα 4.1 επεξηγεί πέντε διαφορετικές πορείες οντοτήτων στην Αποθήκευση Δεδομένων, που βρίσκονται συνήθως στα συστήματα εφαρμογής.

Πορεία 1: Αρχεία σε δίσκους

Αυτή η πορεία, στην οποία η εφαρμογή χρησιμοποιεί τα αρχεία σε ένα σύστημα αρχείων, που οργανώνονται άμεσα στην Αποθήκευση δίσκων, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως



Σχήμα 4.1 Οντότητες Αποθήκευσης δεδομένων

παραδοσιακή αρχιτεκτονική εφαρμογής, η οποία βρίσκεται σε εφαρμογές προσωπικών υπολογιστών, όπως στους επεξεργαστές κειμένου, στα λογιστικά φύλλα και στους πελάτες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Παρόλα αυτά:

- Δεδομένου ότι το σύστημα αρχείων χρησιμοποιεί τους φυσικούς δίσκους άμεσα, χωρίς έναν επεμβαίνοντα διαχειριστή Αποθηκευτικής ενότητας, δεν είναι δυνατή η οντότητα της χωρητικότητας, η διαθεσιμότητα των δεδομένων, ή τα I/O πλεονεκτήματα της απόδοσης της Αποθηκευτικής ενότητας.
- Δεδομένου ότι η ικανότητα της Αποθήκευσης, που παρουσιάζεται από τους δίσκους, δεν είναι επεκτάσιμη, εξαντλώντας τη χωρητικότητα Αποθήκευσης, ασκείται υψηλή επίδραση στις εφαρμογές.

Πορεία 2: Αρχεία στις Αποθηκευτικές ενότητες

Αυτή η πορεία χρησιμοποιείται από τις εφαρμογές, που οργανώνουν τα δικά τους δεδομένα. Οι Αποθηκευτικές ενότητες παρέχουν σε αυτές τις εφαρμογές, την επέκταση της χωρητικότητας, την ενισχυμένη διαθεσιμότητα των δεδομένων και τη μεγαλύτερη I/O απόδοση. Τα παλαιότερα συστήματα αρχείων, τα οποία σχεδιάζονταν για τους φυσικούς δίσκους, χρησιμοποιούσαν συχνά τις εσωτερικές δομές δεδομένων, που σχετίζονται με τη χωρητικότητα δίσκων. Εάν η χωρητικότητα δίσκου άλλαζε, αυτές οι δομές γίνονταν άκυρες. Τα νεότερα συστήματα αρχείων σχεδιάζονται γενικά για να έχουν ενήμερη την Αποθηκευτική ενότητα, έτσι ώστε να είναι καταλληλότερη για τις εφαρμογές, οι ανάγκες, των οποίων δεδομένων, μπορούν να αλλάξουν γρήγορα και χωρίς προειδοποίηση.

### Πορεία 3: Βάσεις Δεδομένων για τις Αποθηκευτικές ενότητες

Σήμερα, οι περισσότερες επιχειρηματικές εφαρμογές έχουν σχεδιαστεί, για να χρησιμοποιήσουν ένα ή περισσότερο από ένα μικρό αριθμό δημοφιλών συστημάτων διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων. Οι Βάσεις Δεδομένων λειτουργούν καλύτερα όταν Αποθηκεύονται στις πολύ αξιόπιστες συσκευές Αποθήκευσης, όπως οι Αποθηκευτικές ενότητες. Ο διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας χρησιμοποιεί το Mirroring, το RAID και τις τεχνικές striping, για να παρέχει υψηλή απόδοση και υψηλά διαθέσιμους δίσκους, στο Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων. Κατά συνέπεια δύο ιδανικά επιτυγχάνονται:

- Ο διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας παρέχει το αξιόπιστο, υψηλής εκτέλεσης, υπόστρωμα Αποθήκευσης.
- Το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων οργανώνει τα δεδομένα για την ευκολία εφαρμογής και επιβάλλει την ακεραιότητα και τους περιορισμούς των συναλλαγών.

Η κύρια αρχιτεκτονική διαφορά μεταξύ των δίσκων και των Αποθηκευτικών ενότητων είναι, η δυνατότητα των τελευταίων να επεκτείνουν και να συστέλλουν τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων, τα οποία αποθηκεύουν τα δεδομένα τους στις Αποθηκευτικές ενότητες.

Εάν η Βάση Δεδομένων αποθηκεύεται άμεσα στις Αποθηκευτικές ενότητες, η εφαρμογή

χρειάζεται δύο διαφορετικά σύνολα συσκευών Αποθήκευσης με τις διαφορετικές τεχνικές διαχείρισης. Για αυτόν τον λόγο, τα περισσότερα συστήματα Βάσεων Δεδομένων έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε, να μπορούν να χρησιμοποιήσουν και τα αρχεία ως βασική αποθήκευση.

#### Πορεία 4: Βάσεις Δεδομένων στα αρχεία

Σε ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων ένα αρχείο και μια Αποθηκευτική ενότητα είναι ουσιαστικά το ίδιο. Παραδείγματος χάριν, μια Βάση Δεδομένων, που αποθηκεύεται στα αρχεία, μπορεί να κρατηθεί σε backup μαζί με άλλα αρχεία εφαρμογής, χρησιμοποιώντας ένα backup πρόγραμμα χρησιμότητας των συστημάτων αρχείων. Η δυνατότητα να χειριστούν τα αρχεία περιεχομένου database, είναι ένα ισχυρό επιχείρημα υπέρ της χρησιμοποίησης των συστημάτων αρχείων, ως βασική αποθήκευση των Βάσεων Δεδομένων.

#### Πορεία 5: Βάσεις Δεδομένων σε δίσκους

Ένα μεγάλο μέρος της ανάπτυξης της Αποθήκευσης σε δίκτυο έχει εμφανιστεί ταυτόχρονα σε διαφορετικά μέρη του δικτύου, του υπολογιστή και των βιομηχανικών λογισμικού. Ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, που απαιτούνται για να εκμεταλλευτούν πλήρως τις ικανότητες του SAN, είναι τα καταναμημένα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων. Αυτά επιτρέπουν σε μια μεμονωμένη εικόνα Βάσεων Δεδομένων, να προσπελαστεί ταυτόχρονα από τις πολλαπλές εφαρμογές, που «τρέχουν», στους διαφορετικούς διακομιστές. Οι καταναμημένες Βάσεις Δεδομένων καταχωρούνται άμεσα στους δίσκους, σε αντίθεση με τις Αποθηκευτικές ενότητες ή τα συστήματα αρχείων. Κατά ένα μεγάλο μέρος αυτή η ανάγκη πηγάζει από το γεγονός ότι, μέχρι σήμερα οι server-based Αποθηκευτικές ενότητες, που λειτουργούσαν σε clusters, δεν ήταν διαθέσιμες.

Οι server-based Αποθηκευτικές ενότητες για να αποκτήσουν την συμπεριφορά όμοια με αυτή ενός δίσκου, όπως φαίνεται από όλους τους διακομιστές, που «τρέχουν» στο καταναμημένο Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων, ήταν απαραίτητο να καταχωρηθεί η Βάση Δεδομένων σε έναν δίσκο. Οι Αποθηκευτικές ενότητες διοικούμενες από το λογισμικό των ελεγκτών RAID (συνήθως αποκαλούμενο «εικονικοί

δίσκου») θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως κατανεμημένη αποθήκευση Βάσεων Δεδομένων, σε αντίθεση με τις βασισμένες σε διακομιστή (server-based) Αποθηκευτικές ενότητες. Πρόσφατα, οι server-based διαχειριστές Αποθηκευτικών ενότητων, που λειτουργούσαν σε ενημερωμένα clusters (cluster-aware), έχουν γίνει διαθέσιμοι, με αποτέλεσμα αυτή η κατάσταση να αλλάξει.

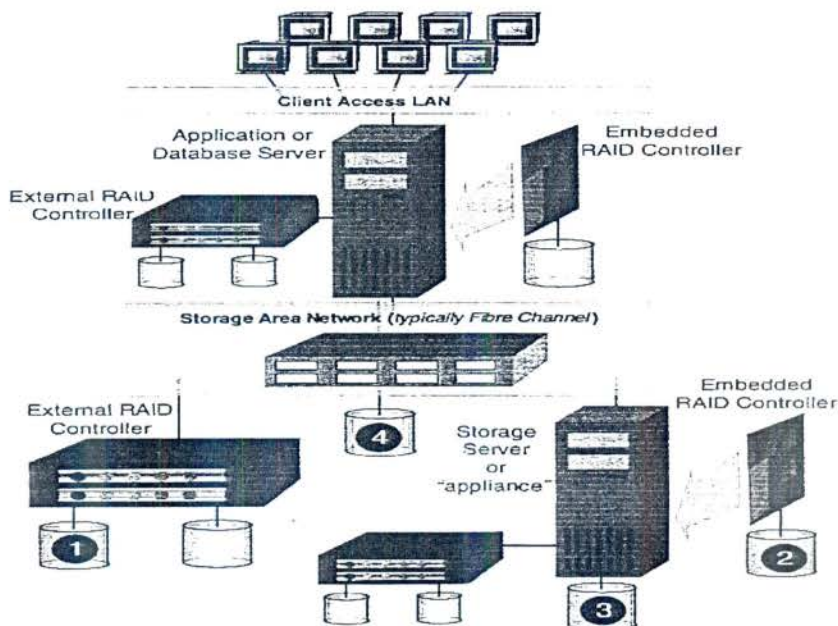
### 4.3 Συστήματα Αποθήκευσης σε Δίκτυο

Στις προηγούμενες παραγράφους περιγράφονται οι οντότητες στην Αποθήκευση των Δεδομένων, που εμφανίζονται στη μετακίνηση των δεδομένων, μεταξύ των μέσων εφαρμογής και Αποθήκευσης.

Το σχήμα 4.2 εξηγεί τα εξαρτήματα, που χρησιμοποιούνται, για να κατασκευάσουν τα βασισμένα στο Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) συστήματα client/server. Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα σχήματα, τα εικονίδια στο σχήμα 4.2, αντιπροσωπεύουν τους φυσικούς δίσκους, οι οποίοι εκτελούν τις μορφές των οντοτήτων στην Αποθήκευση των Δεδομένων τους. Στα συστήματα, που περιλαμβάνουν τα SANs, οι δίσκοι συνδέονται με τους ελεγκτές RAID (1, 2), τους διακομιστές Αποθήκευσης (3) και τα περιστασιακά άμεσα στη δομή Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (4).

Οι εξωτερικοί ελεγκτές RAID μπορούν να συνδεθούν με τα SANs, με τους διακομιστές Αποθήκευσης, ή άμεσα με τους διακομιστές εφαρμογής ή Βάσεων Δεδομένων. Οι εξωτερικοί ελεγκτές RAID, που συνδέονται με τα SANs, τροφοδοτούνται χωριστά και εσωκλείονται στα ειδικά σχεδιασμένα γραφεία των υποσυστημάτων δίσκων. Οι περισσότεροι, εξωτερικοί ελεγκτές RAID, περιλαμβάνουν τις πολλαπλές συνδέσεις ή τις θύρες SAN και μπορούν να αντιπαραβληθούν με τους ενσωματωμένους ελεγκτές RAID, που συνδέονται με το mainboard ή τις I/O backplane slot επέκτασης μέσα σε μία περιορισμένη περιοχή ή σε μία ανεξάρτητη κλειστή συσκευή αποθήκευσης (enclosure) των διακομιστών. Οι ενσωματωμένοι ελεγκτές RAID είναι εγγενώς συνδεδεμένοι στους διακομιστές, οι οποίοι τους «στεγάζουν», και δεν είναι συσκευές Αποθήκευσης δικτύων με τα δικά τους δικαιώματα. Οι διακομιστές Αποθήκευσης, είναι διακομιστές, που αφοσιώνονται, στην εκτέλεση των λειτουργιών της Αποθήκευσης. Οι ενσωματωμένες συσκευές Αποθήκευσης στο δίκτυο, είναι διακομιστές Αποθήκευσης.

Τα εξαρτήματα υποδομής των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων περιλαμβάνουν τα switches, τα hubs, τους δρομολογητές και τις γέφυρες. Η βασική λειτουργία τους είναι να καθοδηγήσουν τα δεδομένα μέσω του Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων. Οι δρομολογητές και οι γέφυρες εκτελούν πρόσθετα τις πράξεις δρομολόγησης σε επίπεδο πρωτοκόλλου (αλλά όχι, σε οντότητες Αποθήκευσης Δεδομένων, δηλαδή οι γέφυρες και



Σχήμα 4.2 Εξαρτήματα του συστήματος Αποθήκευσης σε δίκτυο

οι δρομολογητές δεν επεμβαίνουν στην ουσία των δεδομένων). Τα switches πολλαπλασιάζουν το γενικό εύρος ζώνης SAN, ιδιαίτερα με τη σύνδεση ζευγών, για πρόσθετη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μεταξύ τους.

#### 4.3.1 Διαμορφώσεις του Συστήματος Αποθήκευσης σε Δίκτυο

Οι ακόλουθες παράγραφοι περιγράφουν τα SANs από δύο προοπτικές:

- Εξαρτήματα λογισμικού, που μετασχηματίζουν τα δεδομένα, καθώς μετακινούνται μεταξύ των μέσων Αποθήκευσης και της μνήμης εφαρμογής



- Έξαρτήματα υλικού, που μετακινούν τα δεδομένα.

Οι διαφορετικές τοπολογίες του συστήματος SAN συνδυάζουν αυτά τα εξαρτήματα, με διαφορετικούς τρόπους.

#### 4.3.1.1 Βασικό Πρότυπο SAN

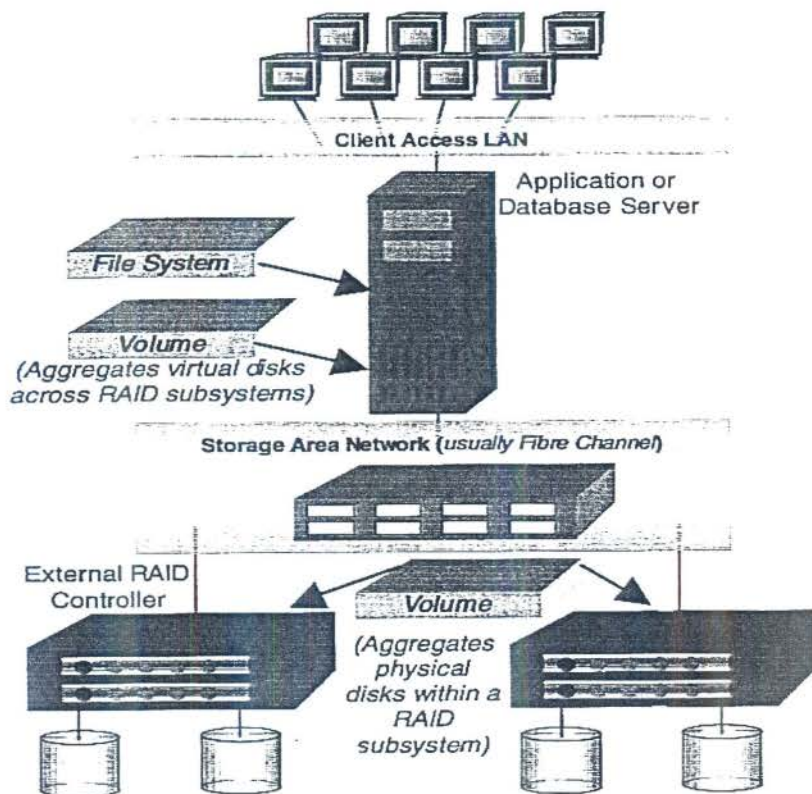
Το σχήμα 4.3 επεξηγεί το μοντέλο πρόσβασης δεδομένων για το απλό σύστημα με ένα SAN. Σε αυτό το σύστημα, το σύστημα αρχείων, «τρέχει» στο διακομιστή εφαρμογής. Η λειτουργία της Αποθηκευτικής ενότητας θα παρέχεται χαρακτηριστικά από τους εξωτερικούς ελεγκτές RAID, που συνδέονται με το SAN, ενδεχομένως, ενισχυμένοι από έναν server-based διαχειριστή Αποθηκευτικής ενότητας.

#### 4.3.1.2 Network-Attached Storage (NAS) Συσκευές

Οι Network-Attached Storage (NAS) συσκευές μπορούν να περιλάβουν το ειδικής χρήσης υλικό, που βελτιστοποιεί την πρόσβαση στα δεδομένα των δίσκων, ή μπορούν να είναι συμβατικοί διακομιστές, που αφοσιώνονται στην παροχή των υπηρεσιών αρχείων στους χρήστες. Η φυσική αποθήκευση τους μπορεί να αποτελείται από τους άμεσα συνδεδεμένους δίσκους ή από τις Αποθηκευτικές ενότητες, που παρουσιάζονται από τον ενσωματωμένο ή τους εξωτερικούς ελεγκτές RAID.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα των Network-Attached Storage (NAS) συσκευών, ανεξάρτητα από το ποια είναι η εσωτερική κατασκευή τους, είναι ότι παρέχουν τη λειτουργία του συστήματος αρχείων. Με άλλα λόγια, οι διακομιστές εφαρμογής κάνουν αιτήματα πρόσβασης αρχείων, πέρα από το Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (που είναι συνήθως σήμερα βασισμένο στα πρωτόκολλα τεχνολογίας Ethernet και IP). Η Network-Attached Storage (NAS) συσκευή ερμηνεύει και εκτελεί αυτά τα αιτήματα και λαμβάνει ή παραδίδει τα δεδομένα.

Δεδομένου ότι οι NAS συσκευές χειρίζονται τα αιτήματα πρόσβασης αρχείων, απαιτούν σαφώς διαφορετικά I/O πρωτόκολλα από τις SAN συσκευές Αποθήκευσης. Σήμερα, υπάρχουν δύο τέτοια πρωτόκολλα: το πρωτόκολλο συστήματος αρχείων δικτύου (Network File System ή NFS), που χρησιμοποιείται ευρέως στα συστήματα Unix και το



Σχήμα 4.3 Βασικό σύστημα SAN

Common Internet File System (CIFS), το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως μεταξύ των χρηστών των Windows και των διακομιστών.

Επιπλέον, δεδομένου ότι η πλειοψηφία των εφαρμογών σχεδιάζεται για τη πρόσβαση στα τοπικά αρχεία, οι NAS συσκευές απαιτούν οδηγίες από τον διακομιστή της εφαρμογής, για να κάνουν τα συστήματα αρχείων τους, να εμφανιστούν ίδια με αυτά των τοπικών συσκευών. Το λογισμικό των διακομιστών, που το κάνει αυτό, καλείται χαρακτηριστικά, χρήστης συστήματος αρχείων δικτύου ή *redirector*. Η λειτουργία του είναι, να παρεμποδίζει τα αιτήματα πρόσβασης αρχείων, που κατευθύνονται στις NAS συσκευές, να τα συμπεκνώνει σε ένα πρωτόκολλο πρόσβασης αρχείων δικτύων και να τα στέλνει στη NAS συσκευή για εκτέλεση. Μερικές NAS συσκευές στεγάζουν και τον διακομιστή και τους δίσκους Αποθήκευσης σε ανεξάρτητες κλειστές συσκευές.

#### 4.3.1.3 Επιχειρηματική Network-Attached Storage (NAS) Συσκευή

Οι συσκευές Αποθήκευσης (δίσκοι και εικονικοί δίσκοι υποσυστημάτων RAID) στην επιχειρηματική διαμόρφωση, δεν αφοσιώνονται μόνιμα σε μια μεμονωμένη NAS συσκευή. Η πρόσβαση των συσκευών SAN καθιστά δυνατό το να μεταφέρει την ιδιοκτησία των συσκευών από τη μια NAS συσκευή σε άλλη, παραδείγματος χάριν, σε περίπτωση αποτυχίας ή επανισορρόπησης της κίνηση δεδομένων των I/O. Οι επιχειρηματικές NAS συσκευές έχουν συχνά τις ίδιες απαιτήσεις με οποιοδήποτε άλλον επιχειρηματικό διακομιστή. Πρέπει να είναι ιδιαίτερα διαθέσιμες για να συναντήσουν τη μεταβαλλόμενη επιχείρηση αναγκών.

Σε μια επιχειρηματική NAS διαμόρφωση, οι δύο NAS συσκευές συνεργάζονται, για να ελέγξουν τις ίδιες φυσικές συσκευές Αποθήκευσης. Σε αυτή την διαμόρφωση, δύο NAS συσκευές συνεργάζονται ως ένα cluster. Δεδομένου ότι και οι δύο έχουν πρόσβαση στα ίδια δεδομένα, συντονίζονται για να παρουσιάσουν τις συνεπείς σταθερές εικόνες συστήματος στους χρήστες της εφαρμογής.

Ένα σύστημα αρχείων, στο οποίο οι πολλαπλές φάσεις, «τρέχουν» σε διαφορετικούς διακομιστές, συνεργάζονται για να παρουσιάσουν την ίδια εικόνα αρχείων σε όλους τους διακομιστές, ονομάζεται *cluster συστήματος αρχείων*.

#### 4.3.1.4 In-Band Συσκευή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN)

Οι συσκευές SAN αθροίζουν και εικονοποιούν τους δίσκους και τους ελεγκτές RAID και τις παρούσες Αποθηκευτικές ενότητες στους διακομιστές Βάσεων Δεδομένων ή εφαρμογής. Ονομάζουμε αυτές τις συσκευές in-band συσκευές SAN, επειδή η συσκευή βρίσκεται στη διαδρομή, που λαμβάνεται από τα δεδομένα στη διαδρομή τους, μεταξύ των μέσων host και των αποθηκευτικών μέσων.

Οι in-band συσκευές SAN κατασκευάζονται χαρακτηριστικά, χρησιμοποιώντας τους συμβατικούς υπολογιστές με τους host bus adapters και τις συσκευές Αποθήκευσης.

Οι συσκευές SAN έχουν τρία μοναδικά οφέλη:

- *Fanout*. Μια συσκευή SAN μπορεί να συνδέσει τα τεράστια ποσά της on-line Αποθήκευσης με ένα SAN. Χρησιμοποιώντας τους επιχειρηματικούς ελεγκτές RAID,

για τη φυσική Αποθήκευση, μια συσκευή SAN μπορεί να συνδέσει κυριολεκτικά τις δωδεκάδες των terabytes με ένα SAN.

- *Προστασία επένδυσης.* Επειδή αυτό είναι ουσιαστικά ένας διακομιστής, μια συσκευή SAN υποστηρίζει τις συσκευές Αποθήκευσης, που ο διακομιστής υποστηρίζει. Σε πολλές περιπτώσεις, η κατάσταση αυτή επιτρέπει τη σύνδεση των συσκευών Αποθήκευσης με σχέση δενδροειδής μορφής στο Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN).
- *Προηγμένη λειτουργία.* Επειδή είναι βασισμένες στα λειτουργικά συστήματα διακομιστών, οι συσκευές SAN μπορούν (σε γενικές γραμμές) να υποστηρίζουν τη διαχείριση της Αποθηκευτικής ενότητας και άλλα προηγμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα πρόσβασης και διαχείρισης Αποθήκευσης, που είναι χαρακτηριστικά διαθέσιμα μόνο με τους διακομιστές. Δεδομένου ότι αυτές οι λειτουργίες εκτελούνται μέσα στο κουτί, δεν καταναλώνουν κανένα εύρος ζώνης στην επιχείρηση SAN.

Οι in-band συσκευές SAN μπορούν να επεκταθούν, χρησιμοποιώντας το κανάλι Οπτικών Ινών καθώς και τη back-end σύνδεση στις συσκευές Αποθήκευσης για τη σύνδεση με τους διακομιστές εφαρμογής. Μια συσκευή SAN διαμορφώνεται χαρακτηριστικά με τους πολλαπλούς host bus adapters, μερικοί από τους οποίους συνδέονται με τις συσκευές Αποθήκευσης και άλλοι συνδέονται με τους διακομιστές εφαρμογής.

Λόγω του σχετικά πλούσιου περιβάλλοντος εκτέλεσης του λογισμικού τους, το δυνατό σημείο των συσκευών SAN είναι η ευελιξία. Παραδείγματος χάριν, μπορούν εύκολα να περιορίσουν την πρόσβαση στις Αποθηκευτικές ενότητες σε μια βάση διακομιστή προς διακομιστή. Κατά συνέπεια, οι χρήστες μιας συσκευής SAN θα μπορούσαν να είναι είτε εντελώς ανεξάρτητοι διακομιστές, είτε συνεργαζόμενα clusters διακομιστών, που μοιράζονται κοινά δεδομένα. Οι συσκευές SAN δεν παρέχουν καμία λειτουργία συστήματος αρχείων στα συστήματα, που χρησιμοποιούν αυτό το μοντέλο. Το σύστημα αρχείων «τρέχει» στο διακομιστή εφαρμογής.

#### **4.3.1.5 Out-of-Band Συσκευή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN)**

Μια άλλη κλάση των συσκευών SAN παρέχει τις υπηρεσίες Αποθηκευτικής ενότητας μέσω της συνεργασίας μεταξύ της ίδιας της συσκευής και ενός εικονικού λογισμικού χρήστη, που «τρέχει» στο host. Σε μία out-of-band συσκευή Δικτύου Αποθήκευσης

Δεδομένων (SAN), ένα μεμονωμένο SAN συνδέει τις συσκευές Αποθήκευσης άμεσα με τους διακομιστές εφαρμογής. Μία out-of-band συσκευή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) συνδέεται επίσης με το SAN, αλλά δεν είναι στη διαδρομή δεδομένων μεταξύ των εφαρμογών και των δεδομένων (ως εκ τούτου το όνομα out-of-band).

Με αυτή τη διαμόρφωση, ο ρόλος της out-of-band συσκευής Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) είναι, να είναι ενήμερη για όλες τις συσκευές και τους διακομιστές Αποθήκευσης, που συνδέονται με το SAN και να διατηρεί μια παγκόσμια αποθήκη πληροφοριών, η οποία περιγράφει ποιες συσκευές Αποθήκευσης έχουν συνδυαστεί ως σειρές και ποιοι διακομιστές έχουν το δικαίωμα να έχουν πρόσβαση σε αυτές.

Όταν μια εφαρμογή, ένας διαχειριστής Βάσεων Δεδομένων και ένα σύστημα αρχείων, ή ένας διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας σε έναν διακομιστή έχουν πρόσβαση σε έναν δίσκο στο SAN, ο εικονικός πελάτης του διακομιστή, επικοινωνεί με την out-of-band συσκευή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN), για να καθορίσει ποιες συσκευές αντιπροσωπεύουν το δίσκο. Η out-of-band συσκευή Δικτύου Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) επιστρέφει τις πληροφορίες απεικόνιση (mapping), που δείχνουν ποιες συσκευές ή συσκευές Αποθήκευσης χρησιμοποιούνται, για να πραγματοποιήσουν το ζητούμενο δίσκο. Μόλις γίνει μια σύνδεση μεταξύ ενός διακομιστή και μιας εικονικής συσκευής, η πρόσβαση των δεδομένων είναι άμεση μεταξύ του διακομιστή και της φυσικής συσκευής Αποθήκευσης.

Το πλεονέκτημα του μοντέλου out-of-band SAN είναι ότι μόλις γίνει μια σύνδεση μεταξύ μιας εικονικής συσκευής Αποθήκευσης και ενός διακομιστή, η πρόσβαση των δεδομένων εμφανίζεται σε μία άμεση διαδρομή μεταξύ του διακομιστή εφαρμογής και της συσκευής. Δεν υπάρχει κανένα πρόσθετο βήμα στη διαδρομή δεδομένων όπως με τις in-band συσκευές SAN.

Όλοι οι διακομιστές σε μια διαμόρφωση πρέπει να είναι αξιόπιστοι. Όταν δίνεται η απεικόνιση (mapping) των πληροφοριών από τη συσκευή SAN, πρέπει να μείνει αυστηρά μέσα στα όρια εκείνων των πληροφοριών απεικόνισης. Αυτή η εμπιστοσύνη επιβάλλεται από το εικονικό λογισμικό χρηστών, το οποίο παρέχεται χαρακτηριστικά από τον προμηθευτή των SAN συσκευών. Εάν εντούτοις, ένας κακόβουλος χρήστης διεισδύσει σε έναν διακομιστή, ή εάν μια παθολογική αποτυχία προκαλέσει έναν διακομιστή να γράψει τα δεδομένα στις τυχαίες διευθύνσεις SAN, τα δεδομένα θα μπορούσαν να καταστραφούν. Οι in-band λύσεις, όπως η συσκευή SAN, τα υποσυστήματα RAID και οι NAS συσκευές, χρησιμοποιούν την ίδια διαδρομή για τη

λήψη της πρόσβασης δικαιωμάτων, έχοντας πρόσβαση στα δεδομένα. Έτσι δεν υπάρχει τέτοιος κίνδυνος όταν χρησιμοποιείται το μοντέλο in-band.

#### 4.3.1.6 Σύστημα Αρχείων Cluster με τα Κεντρικά Metadata

Μερικά συστήματα αρχείων εκμεταλλεύονται τη συνδετικότητα των SANs, για να μικραίνει η διαδρομή μεταξύ των εφαρμογών και των δεδομένων, χρησιμοποιώντας τεχνικές παρόμοιες με αυτή της out-of-band συσκευής SAN.

Ένα σύστημα αρχείων οργανώνει τις ομάδες δεδομένων, που παρουσιάζονται από έναν δίσκο ή μια Αποθηκευτική ενότητα στα metadata, στα δεδομένα χρηστών και στον ελεύθερο χώρο. Καθώς ένα σύστημα αρχείων καταχωρεί διάφορους τύπους metadata, ένας ενδιαφέρον τύπος εδώ είναι η απεικόνιση, που περιγράφει ποιοι δίσκοι ή ομάδες Αποθηκευτικών ενότητων περιέχουν, τα δεδομένα χρηστών για κάθε αρχείο.

Καθώς ένα αρχείο δεν κινείται από έναν δίσκο ή Αποθηκευτική ενότητα σε έναν άλλο, ενώ χρησιμοποιείται, οποιοσδήποτε διακομιστής, που έχει πρόσβαση στα metadata των αρχείων, μπορεί να διαβάσει και να γράψει τα δεδομένα άμεσα από τον δίσκο ή την Αποθηκευτική ενότητα. Αυτή είναι η υπόσχεση του cluster συστήματος αρχείων.

Το όφελος της άμεσης πρόσβασης στα δεδομένα από τους πολλαπλούς διακομιστές είναι ιδιαίτερα ακαταμάχητο στις εφαρμογές, που έχουν σχέση με τον Ιστό όπου και η κίνηση και η αύξηση του συστήματος μπορούν, να είναι εξαιρετικά δύσκολο να προβλεφθούν. Σε αυτές τις εφαρμογές, τα αρχεία είναι ουσιαστικά πάντα ανοικτά. Έτσι η κίνηση των metadata των διακομιστών είναι μικρή και οι προσβάσεις στα δεδομένα μπορούν να κατανεμηθούν σε ολόκληρο το cluster των διακομιστών.

#### 4.3.1.7 Σύστημα Αρχείων Συμμετρικού Cluster

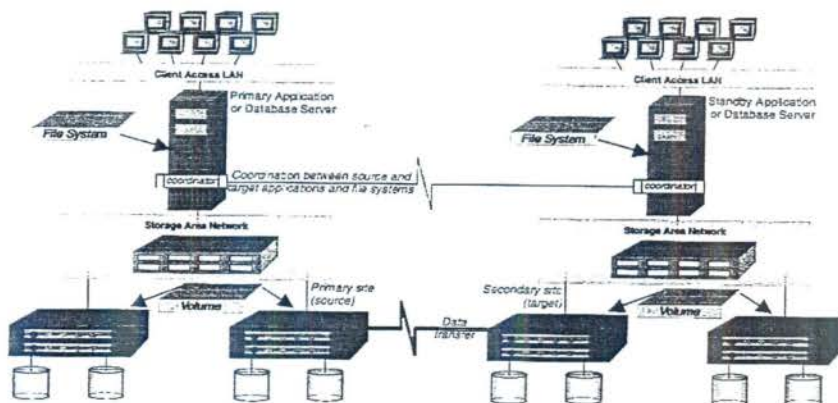
Αυτό το σύστημα αρχείων του συμμετρικού cluster προσφέρει διαχειριστική απλότητα, μειωμένο failover χρόνο και για μερικές εφαρμογές πιο εύκαμπτο scaling. Παρόλα αυτά είναι πιο σύνθετο να εφαρμοστεί από ότι το πρότυπο του μεμονωμένου διακομιστή metadata.

### 4.3.1.8 Replication Αποθηκευτικής Ενότητας, Βασισμένη σε Υποσυστήματα RAID

Τα δεδομένα μπορούν να αντιγραφούν σε μεγάλες αποστάσεις. Η αντιγραφή μπορεί να γίνει στην Αποθηκευτική ενότητα, στο αρχείο ή το επίπεδο των Βάσεων Δεδομένων με κάθε απαιτούμενες, ελαφρώς διαφορετικές τεχνικές.

Οι απαιτήσεις απάντησης της εφαρμογής συνήθως υπαγορεύουν ότι η αντιγραφή δεδομένων σε μακρινές αποστάσεις είναι ασύγχρονη, δηλαδή τα δεδομένα της εφαρμογής, που γράφουν στην αρχική περιοχή, μπορούν να καθυστερήσουν για ένα σύντομο χρονικό διάστημα, εάν το δίκτυο είναι κορεσμένο ή ένας διακομιστής είναι υπερφορτωμένος.

Το σχήμα 4.4 εξηγεί την αντιγραφή της Αποθηκευτικής ενότητας, χρησιμοποιώντας τα υποσυστήματα RAID, που εξοπλίζονται με την πρόσβαση των δικτύων. Ένα από τα υποσυστήματα RAID στέλνει τις αναπροσαρμογές των δεδομένων άμεσα στο άλλο, χωρίς τη συμμετοχή των διακομιστών.



Σχήμα 4.4 Replication δεδομένων από τη λειτουργία του ελεγκτή RAID

Στο σχήμα 4.4, οι εφαρμογές «τρέχουν» δεδομένα στο κύριο Κέντρο Δεδομένων. Κάθε εφαρμογή κάνει αίτηση σε μια replicated Αποθηκευτική ενότητα, που παγιδεύεται από τον ελεγκτή RAID και διαβιβάζεται με τα δεδομένα του, σε έναν αντίστοιχο ελεγκτή RAID στη δευτερεύουσα περιοχή ή περιοχή στόχων. Ο ελεγκτής RAID στη δευτερεύουσα περιοχή γράφει τα δεδομένα σε μια αντίστοιχη Αποθηκευτική ενότητα. Μεταξύ τους, οι ελεγκτές RAID πηγής και στόχων διαχειρίζονται τη ροή δεδομένων. Ο

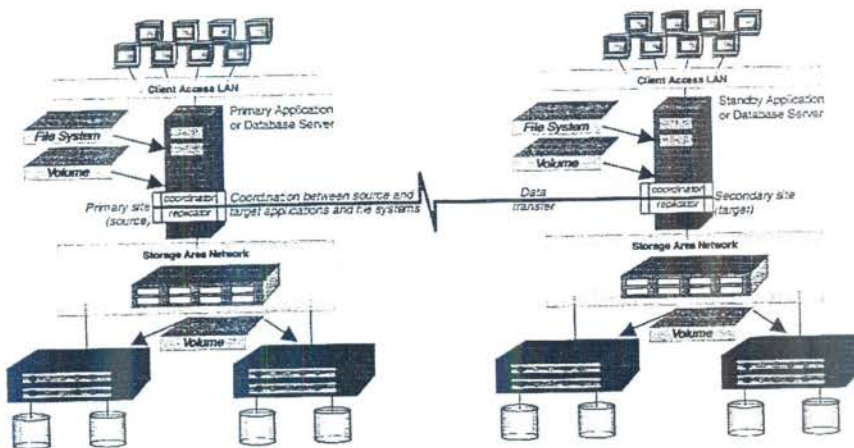
συντονισμός στο επίπεδο διακομιστών απαιτείται μόνο για να αρχίσει και να σταματήσει την αντιγραφή και για να καθιερώσει τα σημεία εφαρμογής έτσι ώστε, παραδείγματος χάριν, ένας Mirror να μπορεί να χωριστεί από μια Αποθηκευτική ενότητα στόχων, για να δημιουργήσει ένα backup.

Χωρίς τη βοήθεια των διακομιστών, ένας ελεγκτής RAID μπορεί να ξέρει πότε είναι συνεπή τα δεδομένα, στις Αποθηκευτικές ενότητες του. Για αυτόν τον λόγο, είναι δύσκολο για τις εφαρμογές σε μια δευτερεύουσα περιοχή, να χρησιμοποιούν τα δεδομένα στις αντιγραμμένες Αποθηκευτικές ενότητες, ενώ η αντιγραφή πραγματοποιείται.

#### 4.3.1.9 Replication Αποθηκευτικής Ενότητας Βασισμένη σε Διακομιστή

Η replication της Αποθηκευτικής ενότητας βρίσκεται επίσης στο επίπεδο λογισμικού διακομιστών. Το σχήμα 4.5 επεξηγεί τη βασισμένη σε διακομιστή (server-based), replication Αποθηκευτικής ενότητας.

Στο σχήμα 4.5, οι αντιγραφείς (replicators) της Αποθηκευτικής ενότητας βρίσκονται σε



Σχήμα 4.5 Server-based Replication Αποθηκευτικής ενότητας

δύο ευρέως χωρισμένους διακομιστές, που συνεργάζονται, για να αντιγράψουν τα δεδομένα στις ομάδες των server-based Αποθηκευτικών ενότητων.

Οι Αποθηκευτικές ενότητες μπορούν να είναι δίσκοι, ή πιθανότερα μπορούν να είναι



σύνολα των Αποθηκευτικών ενότητων, που παρουσιάζονται από SAN εξωτερικά υποσυστήματα RAID, όπως το σχήμα επεξηγεί.

Σε αυτό το μοντέλο ο server-based αντιγραφείας, στην αρχική περιοχή, συγκρατεί τα γραπτά αιτήματα της εφαρμογής στις αντιγραμμένες Αποθηκευτικές ενότητες και τα διαβιβάζει με τα δεδομένα τους στη δευτερεύουσα περιοχή, όπου ο server-based αντιγραφείας, γράφει τα δεδομένα στις ισοδύναμες Αποθηκευτικές ενότητες. Όπως με την αντιγραφή Αποθηκευτικής ενότητας βασισμένη σε RAID υποσυστήματα, οι server-based αντιγραφείς Αποθηκευτικής ενότητας, δεν έχουν καμία πληροφορία για τα συστήματα διαχείρισης αρχείων ή Βάσεων Δεδομένων στην κατάσταση των δίσκων. Ο συντονισμός σε επίπεδο server (server-level) απαιτείται, εάν οι εφαρμογές στη δευτερεύουσα περιοχή πρόκειται, να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα από τις αντιγραμμένες Αποθηκευτικές ενότητες, ενώ γίνεται η replication.

Η server-based αντιγραφή Αποθηκευτικής ενότητας, χρησιμοποιεί χαρακτηριστικά TCP/IP πρωτόκολλα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανακτησιμότητα σε περίπτωση καταστροφής ή, με τον server-level συντονισμό για τη δημιουργία των στιγμιότυπων των δεδομένων, για την υποβολή εκθέσεων, εξορύξεων, ή backup.

#### **4.3.1.10 Replication Δεδομένων Βασισμένη σε Αρχείο**

Μια άλλη κοινή μορφή της replication δεδομένων σε μεγάλη απόσταση είναι η αντιγραφή αρχείων. Οι αναπροσαρμογές στα επιλεγμένα αρχεία στην αρχική περιοχή, είναι παγιδευμένες και μεταδιδόμενες στις δευτερεύουσες περιοχές, όπου γράφονται μέσω του συστήματος αρχείων της. Τα αντιγραμμένα δεδομένα στις δευτερεύουσες περιοχές μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο με μερικούς περιορισμούς, ενώ η αντιγραφή είναι υπό εξέλιξη. Η replication αρχείων δεν απαιτεί συντονισμό μεταξύ των αρχικών και δευτερευόντων περιοχών διαχείρισης Αποθηκευτικής ενότητας.

Η replication των αρχείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση σε περίπτωση καταστροφής, με το να καταστήσει τα ενημερωμένα αντίγραφα των κρίσιμων δεδομένων διαθέσιμα, σε μια απομακρυσμένη περιοχή. Εντούτοις, λόγω της περιεκτικότερης κάλυψης και των χαμηλότερων γενικών εξόδων της, η replication της Αποθηκευτικής ενότητας επιλέγεται συνήθως για αυτόν το λόγο. Η αντιγραφή αρχείων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5. Αποθήκευση σε Δίκτυο

#### 5.1 Προκλήσεις για την Αποθήκευση σε Δίκτυο

Για πρώτη φορά στην ιστορία της επεξεργασίας των πληροφοριών, είναι δυνατόν να συνδεθεί η Αποθήκευση ενός Κέντρου Δεδομένων με όλους τους διακομιστές του και επομένως με όλους τους χρήστες ηλεκτρονικών πληροφοριών. Μπορούν όμως οι σημερινές συσκευές Αποθήκευσης, να προσαρμοστούν σε αυτόν τον νέο τρόπο; Εντυχώς η Αποθήκευση αποτελεί μια σχετικά απλή περιοχή για έναν ενδεχόμενο αγοραστή, να την αξιολογήσει. Υπάρχουν μόνο τρεις ενδιαφέρουσες ερωτήσεις:

- Πόσο κοστίζει για να καταχωρηθεί ένα Gigabyte δεδομένων;
- Πόσο καλά λειτουργεί η Αποθήκευση όταν οι διακομιστές έχουν πρόσβαση σε αυτή;
- Πόσο συχνά η συσκευή «καταρρέει» και πόσο χρόνο χρειάζεται για να επιδιορθωθεί;

Στην συνέχεια θα αναπτύξουμε τα παραπάνω ερωτήματα. Θα αρχίσουμε από την ερώτηση του κόστους. Και επειδή οι περισσότερες επιχειρήσεις έχουν περισσότερα disk drives από οποιοδήποτε άλλο συστατικό, θα αναφερθούμε πρώτα σε αυτά.

#### 5.2 Το Κόστος της On-line Αποθήκευσης

Η χωρητικότητα των disk drives τείνει να αυξάνεται έως 60 τοις εκατό ανά έτος, ενώ η τιμή των disk drives τείνει να μένει σταθερή. Η αυξανόμενη χωρητικότητα των disk drives για μια σταθερή τιμή είναι πρακτική για χρήστες προσωπικών υπολογιστών,

επιτρέπει τη χρήση των νέων υπολογιστικών δυνατοτήτων, όπως το downloading μουσικών κομματιών και των video clips, το παίξιμο παιχνιδιών και της σύσκευσης Διαδικτύου. Για τις επιχειρήσεις τα πλεονεκτήματα είναι ακόμη μεγαλύτερα. Το χαμηλό κόστος Αποθήκευσης επιτρέπει στις επιχειρήσεις, να εξετάζουν τους σύνθετους τύπους δεδομένων, να κρατούν τα ιστορικά δεδομένα on-line, για έτοιμη πρόσβαση και να διευθύνουν την επιχείρησή τους ηλεκτρονικά.

### **5.2.1 Το Κόστος των Δίσκων**

Η Αποθήκευση σε δίσκο είναι κάπως ακριβότερη. Η ίδια χωρητικότητα δίσκων, που κοστίζει στον χρήστη του προσωπικού υπολογιστή €200, πρόκειται να κοστίσει στο βιομηχανικό αγοραστή από €800 έως €1500. Το κόστος όμως δεν υποτίθεται, πως θα είναι χαμηλότερο σε μεγαλύτερες ποσότητες;

Το κόστος των δίσκων βρίσκεται στην εργασία. Η αγορά δίσκων για προσωπικούς υπολογιστές είναι απλή. Όσο περισσότερη είναι η χωρητικότητα τόσο καλύτερη θεωρείται. Η απόδοση δεν έχει προτεραιότητα, επειδή ο ένας χρήστης μπορεί μετά βίας να κρατήσει έναν δίσκο απασχολημένο.

Έτσι οι δίσκοι των προσωπικών υπολογιστών είναι φθηνότεροι. Οι πελάτες όμως που αγοράζουν δίσκους για τα Κέντρα Δεδομένων, απαιτούν υψηλή απόδοση και χωρητικότητα και είναι πρόθυμοι να πληρώσουν για αυτό. Έτσι οι επιχειρήσεις δίσκων κατασκευάζουν, ότι ζητείται από αυτούς τους πελάτες, δηλαδή δίσκους με υψηλές ταχύτητες, υψηλή απόδοση και μεγάλες μνήμες.

### **5.2.2 Το Κόστος Αποθήκευσης του Κέντρου Δεδομένων**

Το σημαντικότερο κόστος της on-line Αποθήκευσης βρίσκεται στη σύνδεση των συσκευών Αποθήκευσης με τους υπολογιστές. Όπως με τους δίσκους, όσο μικρότερο το σύστημα, τόσο χαμηλότερο είναι το κόστος της σύνδεσής του με την Αποθήκευσή του. Για τους προσωπικούς υπολογιστές, το κόστος σύνδεσης με τους δίσκους είναι αμελητέο. Το καλώδιο, που συνδέει μια ή δύο συσκευές Αποθήκευσης με μια ATA interface,

συμπεριλαμβάνεται στο κόστος του υπολογιστή. Οι μικροί διακομιστές, που χρησιμοποιούν τον άμεσα συνδεδεμένο δίσκο SCSI και άλλες συσκευές αποθήκευσης, περιλαμβάνουν γενικά έναν SCSI *host bus adapter* (HBA) ή ένα ενσωματωμένο κύκλωμα (ASIC), όπου μπορούν να συνδέσουν μέχρι 15 συσκευές.

Οι δίσκοι εκτός από τους δίσκους των μικρότερων διακομιστών συνδέονται συνήθως, με τους ελεγκτές RAID. Οι ελεγκτές RAID προστατεύουν ενάντια στην αποτυχία δίσκων, αυξάνουν τη συνδετικότητα Αποθήκευσης και ενισχύουν την I/O απόδοση.

Τα *single-server* Κέντρα Δεδομένων ή τα Κέντρα δεδομένων με πολλούς μικρούς, ανεξάρτητους διακομιστές διαμορφώνουν συχνά τους ενσωματωμένους ελεγκτές RAID, που συνδέονται άμεσα με τον I/O δίαυλο ενός διακομιστή (π.χ., ο δίαυλος PCI). Οι μεγαλύτεροι διακομιστές ή οι ομάδες διακομιστών διαμορφώνονται χαρακτηριστικά με τα εξωτερικά υποσυστήματα RAID, που συνδέουν ένα σύνολο συσκευών Αποθήκευσης με διάφορους διακομιστές μέσω των χωριστών θυρών host.

Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το Κέντρο Δεδομένων ( μέγιστη χωρητικότητα δίσκων, I/O απόδοση, ή συνδετικότητα host), τόσο αυξάνεται το κόστος του υποσυστήματος RAID, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και το γενικό κόστος της on-line Αποθήκευσης.

Τα τελευταία χρόνια, το λογισμικό που ελέγχει και διαχειρίζεται τα υποσυστήματα Αποθήκευσης, έχει γίνει ένα σημαντικό μέρος των συστημάτων. Τα RAID, η διαχείριση ζωνών και διαδρομών, η αναδημιουργία δίσκων, ο διαχωρισμός των mirrors, η αντιγραφή, το off-host εφεδρικό και άλλες δυνατότητες κάλυψης λογισμικού αποτελούν ένα αυξανόμενο μέρος, για τον προϋπολογισμό της Αποθήκευσης.

### 5.3 Αποθήκευση σε Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων

Οι ελεγκτές RAID και ο server-based διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας αθροίζουν τους δίσκους και παρουσιάζουν τη χωρητικότητα Αποθήκευσης τους στα συστήματα αρχείων, στους διαχειριστές Βάσεων Δεδομένων και στις εφαρμογές. Με τη συνάθροιση των δίσκων αυξάνονται οι:

**Χωρητικότητα.** Ένας διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας ή ένα υποσύστημα RAID μπορεί να συνδέσει τη χωρητικότητα διάφορων δίσκων και να παρουσιάσει το αποτέλεσμα ως ενιαίο.

**Διαθεσιμότητα.** Τα δεδομένα δύο ή περισσότερων δίσκων μπορούν να αποθηκευτούν ταυτόχρονα σε διαφορετικά σημεία ή να γίνουν σε μια σειρά RAID. Με αυτόν τον τρόπο

προστατεύουν ενάντια στην απώλεια δεδομένων ή τη διαθεσιμότητα δεδομένων, που οφείλονται στην αποτυχία δίσκων.

**Απόδοση.** Τα streams των μικρών I/O αιτημάτων μπορούν να υποδιαιρεθούν και να κατευθυνθούν σε διαφορετικούς δίσκους για παράλληλη εκτέλεση.

### 5.3.1 Δίσκοι Συνάθροισης και Εικονικοί Δίσκοι

Οι ελεγκτές RAID και οι διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας εξομοιώνουν τους δίσκους. Παρουσιάζουν μεγαλύτερους, γρηγορότερους, πιο αξιόπιστους δίσκους όπως οντότητες στα συστήματα αρχείων, στους διαχειριστές Βάσεων Δεδομένων και στις εφαρμογές. Αυτό έχει οδηγήσει στη γρήγορη και πλήρη αποδοχή της συνάθροισης δίσκων στους χρήστες. Οποιοδήποτε λογισμικό που χρησιμοποιεί δίσκους, μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει αθροισμένες Αποθηκευτικές ενότητες.

Οι δίσκοι αθροίζονται με το λογισμικό. Το λογισμικό μπορεί να «τρέξει» σε έναν ελεγκτή, σε έναν διακομιστή εφαρμογής, ή σε έναν διακομιστή ενεργώντας ως συσκευή Αποθήκευσης. Τα σύνολα δίσκων, που αθροίζονται από τους ελεγκτές RAID, καλούνται χαρακτηριστικά πίνακες. Οι συσκευές Αποθήκευσης, που παρουσιάζονται στα συστήματα αρχείων ονομάζονται LUNs (για τους αριθμούς λογικών μονάδων) ή τους εικονικούς δίσκους. Οι διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας αθροίζουν τους δίσκους, στον διακομιστή και στις συσκευές.

### 5.3.2 Συνάθροιση Δίσκων με Striping

Για να «τρέξουν» οι εφαρμογές όσο το δυνατόν γρηγορότερα, τα I/O αιτήματα πρέπει να εκτελεστούν όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Η σημαντικότερη τεχνική της συνάθροισης δίσκων για την απόδοση είναι το striping των δεδομένων σε διάφορους δίσκους. Το striping καθιστά την απόδοση διάφορων δίσκων διαθέσιμη σε όλες τις εφαρμογές, σαν να λειτουργεί μόνο μία εφαρμογή.

Οι διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας και οι ελεγκτές RAID για να κάνουν διάφορους δίσκους να δείχνουν ως ένας, πρέπει να συνδυάζουν τις χωριστά αριθμημένες ομάδες δεδομένων κάθε δίσκου, σε μια μεμονωμένη ακολουθία διευθύνσεων των ομάδων δεδομένων της Αποθηκευτικής ενότητας. Το λογισμικό διατηρεί μια αλληλεξάρτηση

μεταξύ των διευθύνσεων των ομάδων δεδομένων των δίσκων και των διευθύνσεων των ομάδων δεδομένων της Αποθηκευτικής ενότητας.

Οι εφαρμογές χρησιμοποιούν την Αποθήκευση με έναν από τους δύο διαφορετικούς τρόπους:

- Κάνουν πολλά από τα I/O αιτήματα, αλλά δε ζητούν πολλά δεδομένα σε κάθε αίτηση.
- Κάνουν σχετικά λίγες αιτήσεις, αλλά ζητούν ένα τεράστιο ποσό δεδομένων σε κάθε μία αίτηση.

Σε όλα τα κεφάλαια, αποκαλούμε τις εφαρμογές, που κάνουν πολλά I/O αιτήματα, *I/O εντατικές*. Επίσης, έτσι ονομάζουμε και τις εφαρμογές, που μετακινούν πολλά δεδομένα με κάθε εντατική αίτηση δεδομένων.

### 5.3.3 Striping και I/O για Εντατικές Εφαρμογές

Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα αιτήματα των I/O εντατικών εφαρμογών κατανέμονται τυχαία στις ομάδες δεδομένων του δίσκου ή της Αποθηκευτικής ενότητας. Ένας δίσκος μπορεί να εκτελέσει μόνο ένα I/O αίτημα σε ένα χρονικό διάστημα. Έτσι εάν μια εφαρμογή καθιστά τα I/O αιτήματα γρηγορότερα, από ότι ένας δίσκος μπορεί να τα εκτελέσει, μια I/O ουράς αναμονής (queue) ενισχύεται. Οι αιτήσεις στο τέλος της ουράς αναμονής χρειάζονται περισσότερο χρόνο, για να ολοκληρωθούν.

Οι striping Αποθηκευτικές ενότητες κάνουν και τις I/O εντατικές και data intensive εφαρμογές να αποδώσουν καλύτερα, βασικά επειδή απαιτούν περισσότερους δίσκους, λειτουργώντας ταυτόχρονα, για να ικανοποιήσουν τα I/O αιτήματα εφαρμογής.

Το striping δίσκων είναι μέρος μόνο της περιεκτικής διαχείρισης της Αποθηκευτικής ενότητας. Οι διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας και οι ελεγκτές RAID έχουν πολλές δυνατότητες κάλυψης, μία από τις οποίες είναι τα δεδομένα striping στους δίσκους. Η δυνατότητα να stripe τα δεδομένα πέρα από μια Αποθηκευτική ενότητα και να gestripe αυτά όταν επεκτείνεται η Αποθηκευτική ενότητα, είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα ελέγχου, όταν αξιολογούνται οι διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας, οι ελεγκτές RAID, ή οι συσκευές Αποθήκευσης.

### 5.3.4 Server-based και Controller-based Striping

Οι server-based διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας και οι ελεγκτές RAID εφαρμόζουν το striping δίσκων. Είναι λογικό να αναρωτηθούμε πότε ο ένας είναι προτιμότερος από τον άλλον, η απάντηση είναι, «εξαρτάται». Όταν το striping εφαρμόζεται σε έναν ελεγκτή RAID:

- Εκτελεί χωρίς να χρησιμοποιεί τη μνήμη ή την επεξεργαστική ισχύ των διακομιστών.
- Εκτελεί σε έναν επεξεργαστή (στο μικροεπεξεργαστή του ελεγκτή RAID), που συνδέεται περισσότερο με τους δίσκους από ότι ο χαρακτηριστικός διακομιστής, επιτρέποντας τον καλύτερο έλεγχο.
- Δεν είναι απαραίτητο να αναβαθμιστεί (ή τουλάχιστον να επανατοποθετείται), κάθε φορά, που υπάρχει ένας διακομιστής ή ένα λειτουργικό σύστημα αναβάθμισης.

Αφ' ετέρου, ένας server-based διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας έχει τα πλεονεκτήματα:

- Δεν απαιτεί ειδικό υλικό, έτσι είναι ένας χαμηλού κόστους τρόπος να ξεκινήσει.
- Έχει πρόσβαση στους δίσκους μέσω των οδηγών λειτουργικών συστημάτων και γενικά υποστηρίζει τις πιο εύκαμπτες διαμορφώσεις.
- Μπορεί να stripe τα δεδομένα στους εικονικούς δίσκους, που παρουσιάζονται από τους ελεγκτές RAID, αθροίζοντας την I/O απόδοση δύο ή περισσότερων υποσυστημάτων του RAID.

Τα ισχυρά σημεία των διαχειριστών Αποθηκευτικής ενότητας είναι συμπληρωματικά στα ισχυρά σημεία του striping των ελεγκτών RAID. Αυτό προτείνει ότι οι διαχειριστές πρέπει να εξερευνήσουν τις δυνατότητες για το συνδυασμό και των δύο τεχνολογιών.

### 5.4 Διατήρηση και Λειτουργία της Αποθήκευσης σε SANs

Το αίνιγμα της τοποθέτησης της Αποθήκευσης σε ένα SAN είναι ότι, ενώ επιτρέπει σε όλους τους διακομιστές, να έχουν πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα, όταν τα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα, κανένας διακομιστής δεν μπορεί να λειτουργήσει. Η σύνδεση της Αποθήκευσης με ένα SAN, έτσι ώστε όλοι οι διακομιστές να μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτή, απαιτεί ένα σχέδιο για τη συνεχή διαθεσιμότητα δεδομένων.

Η Αποθήκευση μπορεί να αποτύχει με διάφορους τρόπους:

- Οι δίσκοι μπορούν να αποτύχουν
- Η σύνδεση μεταξύ των δίσκων και των διακομιστών μπορεί να αποτύχει
- Οι ελεγκτές RAID μπορούν να αποτύχουν
- Η ισχύς μπορεί να αποτύχει, ενώ οι αναπροσαρμογές είναι υπό εξέλιξη, αφήνοντας τα δεδομένα σε μια άγνωστη κατάσταση
- Το λογισμικό διακομιστών, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργικών συστημάτων, των συστημάτων αρχείων, των διαχειριστών Βάσεων Δεδομένων και των εφαρμογών, μπορούν να αποτύχουν.

Ευτυχώς, οι διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας και οι ελεγκτές RAID προστατεύουν ενάντια στην απώλεια δεδομένων, που οφείλεται στις προηγούμενες αποτυχίες και προσφέρουν τουλάχιστον μερική βοήθεια σε όλες αυτές τις αποτυχίες.

#### 5.4.1 RAID: Προστασία ενάντια στις Αποτυχίες Δίσκων

Ο όρος RAID χρησιμοποιείται, για να δείξει μια ομάδα δίσκων, που αθροίζεται με σκοπό να βελτιώσει τη διαθεσιμότητα των δεδομένων.

Διάφορες τεχνικές RAID έχουν εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Από τη σημερινή σκοπιά, οι σημαντικότερες τεχνικές είναι:

**Mirroring.** Δύο ή περισσότερα αντίγραφα κάθε ομάδας δεδομένων διατηρούνται σε ξεχωριστούς δίσκους.

**Parity RAID.** Επίσης αποκαλούμενο RAID 5. Ένας δίσκος σε μια σειρά (ή σε έναν πίνακα) κάνει ένα checksum των δεδομένων στις αντίστοιχες ομάδες δεδομένων στους άλλους δίσκους της σειράς (ή του πίνακα). Το checksum μαζί με τις υπάρχουσες ομάδες δεδομένων, επιτρέπει στα περιεχόμενα οποιασδήποτε ομάδας δεδομένων από οποιοδήποτε δίσκο, να αναδημιουργούνται, εάν είναι απαραίτητο.

Το Mirroring καλείται μερικές φορές RAID 1, επειδή ήταν η πρώτη από τις διάφορες τεχνικές της προστασίας των δεδομένων. Εννοιολογικά, το mirroring είναι απλό. Κάθε φορά που ένα σύστημα, ένας διαχειριστής Βάσεων Δεδομένων, ή μια εφαρμογή γράφει σε μια Αποθηκευτική ενότητα, ο διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας αντιγράφει τα δεδομένα σε όλους τους δίσκους της Αποθηκευτικής ενότητας. Το μειονέκτημα του Mirroring, που οδήγησε τους ερευνητές στην αναζήτηση χαμηλότερου κόστους



εναλλακτικών λύσεων, ήταν το κόστος, που είχαν οι δίσκοι το έτος 1988. Όμως σήμερα, με χαμηλό κόστος Αποθήκευσης δίσκων, το Mirroring είναι πολύ ελκυστικό για μεγάλες ποσότητες δεδομένων, ειδικά στις on-line Βάσεις Δεδομένων, που ενημερώνονται συχνά κατά τη διάρκεια των εργασιών της επιχείρησης.

Όταν εισήχθη η parity RAID, ήταν ελκυστική στους αγοραστές επειδή το κόστος του υλικού προστασίας της ήταν χαμηλό. Προς το τέλος της δεκαετίας του '80, με την Αποθήκευση των δίσκων να κοστίζει €10 ανά megabyte, η διαφορά μεταξύ ενός δίσκου των γενικών εξόδων για να προστατεύσει τέσσερις δίσκους δεδομένων και τέσσερις δίσκους των γενικών εξόδων, για τον ίδιο σκοπό, ήταν ουσιαστική. Σήμερα, με την Αποθήκευση δίσκων να κοστίζει μερικά ευρώ ανά megabyte, το πλεονέκτημα της parity RAID σε σχέση με το Mirroring είναι λιγότερο ξεκάθαρο, ειδικά όταν κάποιος θεωρεί την απόδοση αποτελεσματική στην parity RAID.

Όταν μία εφαρμογή κάνει ένα γραπτό αίτημα σε μια Αποθηκευτική ενότητα, τουλάχιστον τέσσερις δίσκοι I/O αιτημάτων πρέπει να εκτελεστούν, για να την ικανοποιήσουν. Δεν χρειάζεται πολύς χρόνος για τα I/O δεδομένα να κορεστούν σε αυτό το ποσοστό.

Η Αποθηκευτική ενότητα της parity RAID εκτελείται, όπως οι striped Αποθηκευτικές ενότητες, όταν διαβάζονται τα δεδομένα. Κατά συνέπεια, από την άποψη της I/O απόδοσης, η parity RAID είναι ένα χρήσιμο αγαθό για εφαρμογές που είναι, συνήθως, μόνο για διάβασμα (π.χ. Web Services) και όχι τόσο καλή για εφαρμογές, που ενημερώνονται συχνά (π.χ. επεξεργασία συναλλαγής).

#### **5.4.2 Mirroring εναντίον RAID εναντίον Striping Δεδομένων**

Το mirroring και η parity RAID μπορούν να συνδυαστούν με το striping δεδομένων, για να βελτιώσουν την I/O απόδοση. Οι Αποθηκευτικές ενότητες ξεπερνούν τους μεμονωμένους δίσκους και προστατεύουν ενάντια στην απώλεια δεδομένων. Το μόνο μειονέκτημα που έχουμε, είναι αυξημένο υλικό κόστος το οποίο είναι μικρότερο στην περίπτωση της parity RAID και περισσότερο στην περίπτωση της mirrored Αποθηκευτικής ενότητας, τουλάχιστον για εφαρμογές, που διαβάζουν περισσότερο από ότι γράφουν.

Μία mirrored Αποθηκευτική ενότητα περιέχει δύο ή περισσότερα αντίγραφα των δεδομένων, που μπορούν να χωριστούν και να χρησιμοποιηθούν ξεχωριστά. Παραδείγματος χάριν, μια Βάση Δεδομένων μπορεί να χρειαστεί να είναι διαθέσιμη και υποστηριζόμενη περιοδικά. Μία mirrored Αποθηκευτική ενότητα μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη, όπου κάθε ένα να περιέχει ένα πλήρες αντίγραφο της Βάσης Δεδομένων. Ένα από τα δύο αντίγραφα μπορεί να κρατηθεί σε backup, ενώ οι εφαρμογές συνεχίζουν να επεξεργάζονται το άλλο. Όταν το backup είναι πλήρες, τα αντίγραφα είναι σε προετοιμασία για τον επόμενο backup κύκλο.

#### 5.4.3 Αποτυχίες στις Διασυνδέσεις

Οι δίσκοι δεν είναι οι μόνοι, που αποτυγχάνουν. Ο I/O διάυλος ή η σύνδεση SAN, που συνδέουν τη συσκευή Αποθήκευσης με τους διακομιστές, μπορούν επίσης να αποτύχουν, καθιστώντας τα δεδομένα απρόσιτα. Μια αποτυχία διασύνδεσης είναι ισοδύναμη με μια αποτυχία δίσκων.

Μια Αποθηκευτική ενότητα RAID μπορεί να επιζήσει από μια αποτυχία σε έναν από τους δίσκους της. Κατά συνέπεια, εάν μια αποτυχία διασύνδεσης (αποτελούμενη από τα ενσωματωμένα κυκλώματα και firmware, καθώς επίσης και τα καλώδια ή τους οπτικούς αγωγούς) αχρηστεύει μόνο έναν δίσκο, η Αποθηκευτική ενότητα RAID επιζεί. Η Αποθηκευτική ενότητα RAID έχει μια ξεχωριστή διασύνδεση με κάθε δίσκο διακομιστή ή ελεγκτή RAID. Εάν μια διασύνδεση αποτύχει, μόνο ένας δίσκος είναι απρόσιτος και η Αποθηκευτική ενότητα μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί με την αναδημιουργία των δεδομένων.

Η Αποθηκευτική ενότητα, αφ' ετέρου, μοιράζεται τη διασύνδεση μεταξύ των διάφορων δίσκων. Εάν η διασύνδεση αποτύχει, η πρόσβαση σε περισσότερους από έναν δίσκο χάνεται και η αναδημιουργία RAID δε λειτουργεί. Το συμπέρασμα είναι ότι απαιτείται προσοχή στη διαμόρφωση της Αποθηκευτικής ενότητας για τη μέγιστη ανοχή αποτυχίας. Ενώ μια Αποθηκευτική ενότητα RAID μπορεί να στηρίξει την απώλεια μόνο ενός από τους δίσκους της, οποιοσδήποτε αριθμός Αποθηκευτικής ενότητας RAID μπορεί να στηρίξει την απώλεια ενός μεμονωμένου δίσκου ξεχωριστά.

Ένα σύνολο, παραδείγματος χάριν, πέντε διασυνδέσεων είναι διαθέσιμες, αλλά κάθε διασύνδεση μπορεί να συνδέσει διαφορετικούς δίσκους. Εάν ένα κανάλι αποτύχει, ο

ένας δίσκος από κάθε Αποθηκευτική ενότητα χάνεται και όλες οι Αποθηκευτικές ενότητες πρέπει να χρησιμοποιήσουν την αναδημιουργία, για να διαβάσουν και να γράψουν τα δεδομένα. Οι πεπειραμένοι διαχειριστές εφιστούν την προσοχή τους, για να διαμορφώσουν τις RAID και τις mirrored Αποθηκευτικές ενότητες, έτσι ώστε μια μεμονωμένη αποτυχία διασύνδεσης να μην τις βγάλει εκτός επιχείρησης.

#### 5.4.4 Αποτυχίες Ελεγκτών RAID

Ο επόμενος τύπος αποτυχίας είναι η αποτυχία ενός ελεγκτή RAID. Οι ελεγκτές RAID προστατεύουν ενάντια στις αποτυχίες. Όταν ο ίδιος ο ελεγκτής RAID αποτυγχάνει, το αντίκτυπο στη διαθεσιμότητα των δεδομένων μπορεί να είναι τεράστιο. Η ανοχή αποτυχίας των ελεγκτών επιτυγχάνεται χαρακτηριστικά με δύο ή περισσότερους ελεγκτές, που συνδέονται με τους ίδιους δίσκους και τους host υπολογιστές.

Οι δύο ελεγκτές ανταλλάσσουν τα heartbeats. Ένα heartbeat είναι ένα μήνυμα, του οποίου σκοπός είναι να βεβαιωθεί ο παραλήπτης ότι, ο πομπός λειτουργεί. Ένας ελεγκτής χρησιμοποιεί την απουσία heartbeat, για να καθορίσει ότι ένας άλλος ελεγκτής έχει αποτύχει.

#### 5.4.5 Διαφανής και Αδιαφανής Ανοχή Αποτυχίας

Καθώς και οι δύο από τους ελεγκτές RAID χρησιμοποιούν την ίδια διασύνδεση, για να συνδεθούν με τους host υπολογιστές, οι Αποθηκευτικές ενότητες, που παρουσιάζουν οι ελεγκτές έχουν απαραίτητα διαφορετικές διευθύνσεις (παραδείγματος χάριν, κανάλι οπτικών ινών LUNs). Όταν ο ένας ελεγκτής αποτυγχάνει, ένας άλλος παίρνει τον έλεγχο των δίσκων του ελεγκτή, που απέτυχε και παρουσιάζει τις Αποθηκευτικές ενότητές του, στις ίδιες διευθύνσεις, που χρησιμοποιούνται από τον αποτυχημένο ελεγκτή. Με εξαίρεση τις πιθανές δευτερεύουσες δυσλειτουργίες κατά τη διάρκεια της μετάβασης, η αλλαγή στον έλεγχο είναι διαφανής στις εφαρμογές.

Αλλά αυτό έχει ένα μειονέκτημα: Εάν η υποδομή SAN αποτυγχάνει, κατόπιν όλη η πρόσβαση στα δεδομένα χάνεται. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι να συνδεθεί κάθε ελεγκτής RAID με ένα ξεχωριστό τμήμα μνήμης SAN.

Με ένα I/O υποσύστημα διαμορφωμένο με αυτόν τον τρόπο, όλα τα δεδομένα είναι ακόμα προσιτά εάν ένα τμήμα μνήμης SAN αποτυγχάνει, επειδή ο έλεγχος όλων των δίσκων μπορεί να αναληφθεί από τον ελεγκτή, του οποίου η σύνδεση host λειτουργεί ακόμα.

#### **5.4.6 Ατομικές Λειτουργίες και Ακεραιότητα Δεδομένων**

Εάν ένας ελεγκτής RAID σε μια αναπροσαρμογή χάσει την ηλεκτρική ισχύ κατά το ήμισυ, η Αποθηκευτική ενότητα μπορεί να επιστρέψει τα δεδομένα αλλοιωμένα. Παραδείγματος χάριν, εάν η ισχύς αποτύχει στο ένα αντίγραφο ενός mirrored συνόλου Βάσης δεδομένων και στο άλλο αντίγραφο δεν αποτύχει, τότε οι μελλοντικές αναγνώσεις εκείνης της Βάσης δεδομένων, μπορούν να επιστρέψουν διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με το ποιος mirrored δίσκος επιλέγεται, για να ικανοποιήσει την ανάγνωση.

Πολλοί ελεγκτές RAID χρησιμοποιούν την write-back cache, για να ενισχύσουν την I/O απόδοση. Μία write-back cache κρατά τα δεδομένα ή το parity, που πρέπει να γραφτούν στο δίσκο. Εάν ένας ελεγκτής αποτύχει χωρίς να έχουν γραφτεί ακόμη τα δεδομένα σε μια write-back cache, η ακεραιότητα της Αποθηκευτικής ενότητας του ελεγκτή, αμφισβητείται.

Η λύση σε αυτό το πρόβλημα, για τους διασυνδεδεμένους ελεγκτές RAID είναι, να επικοινωνεί το περιεχόμενο των αλλαγών με την αντίστοιχη write-back cache. Η διπλή θύρα cache, της μνήμης cache, η I/O διασύνδεση και οι ιδιωτικές διασυνδέσεις, όλα χρησιμοποιούνται για αυτόν το λόγο. Το σημαντικό γεγονός για τους χρήστες των ελεγκτών RAID είναι ότι, τα εναποθηκευμένα δεδομένα συντηρούνται σε περίπτωση αποτυχίας των ελεγκτών, έτσι ώστε τα δεδομένα να μη χάνονται.

#### **5.4.7 Μεγάλοι Ελεγκτές RAID**

Σήμερα, πολλοί χρήστες αφιερώνουν την ίδια προσοχή στην αγορά και στην επιλογή των προμηθευτών Αποθήκευσης με αυτή που αφιερώνουν, στα συστήματα υπολογιστών. Πριν δεκαπέντε χρόνια, η Αποθήκευση ήταν απομακρυσμένη από ένα μεμονωμένο σύστημα υπολογιστών. Σήμερα, διάφοροι προμηθευτές προσφέρουν υποσυστήματα

Αποθήκευσης, που μπορούν να συνδέσουν ένα μεμονωμένο σύνολο συσκευών, το οποίο είναι ανεκτικό στην αποτυχία της Αποθήκευσης, με πολλούς διακομιστές ή υποσυστήματα. Αυτό το σύνολο συσκευών συνδέει 32 host σε τουλάχιστον 10 terabytes, τα οποία είναι εύκολα διαθέσιμα. Το σύνολο συσκευών της Αποθήκευσης, μετατοπίζει τη χωρητικότητα από υπολογιστή σε υπολογιστή, ανάλογα με τις απαιτήσεις ακόμα και χωρίς ένα SAN.

Οι προμηθευτές υποσυστημάτων RAID χρησιμοποιούν τα SANs, που υποστηρίζουν τη συνεργασία μεταξύ των πολλαπλών υποσυστημάτων του RAID και τα οποία διαμορφώνουν τα clusters της Αποθήκευσης.

Οι προμηθευτές υποσυστημάτων Αποθήκευσης τείνουν, να συνδέσουν τα προϊόντα τους με πολλές συνδέσεις υπολογιστών, σε μεγάλη RAID Αποθήκευση. Οι χρήστες ίσως αναρωτηθούν, εάν αυτά τα προϊόντα παραδίδουν το ίδιο επίπεδο προστασίας ενάντια στην αποτυχία, με τα μικρότερα υποσυστήματα, στα οποία οι διπλοί περιττοί ελεγκτές RAID είναι ευπροσδιόριστοι.

Τα υποσυστήματα Αποθήκευσης είναι ανεκτικά στην αποτυχία, όπως τα μικρότερα υποσυστήματα. Εάν κάποιος είχε ερευνήσει αυτά τα μεγάλα υποσυστήματα, θα έβρισκε το ίδιο ή ακόμη και μεγαλύτερο επίπεδο πλεονασμού από ότι στα μικρότερα υποσυστήματα με τους περιττούς ελεγκτές RAID. Τα υποσυστήματα Αποθήκευσης πηγαίνουν ένα βήμα μπροστά, εντοπίζουν τα προβλήματα τους και καλούν την απαραίτητη υπηρεσία, για να ανιχνεύσουν μια υπάρχουσα ή επικείμενη αποτυχία.

#### **5.4.8 Ενσωματωμένος Ελεγκτής RAID και Ανοχή Αποτυχίας**

Υπάρχουν δύο σημαντικές περιπτώσεις, όπου οι αποτυχίες των ελεγκτών RAID και οι αποτυχίες των host πρέπει να απομονωθούν και να αντιμετωπιστούν ξεχωριστά:

- Σε έναν ενσωματωμένο ελεγκτή με μια write-back cache, το περιεχόμενο της cache πρέπει να συντηρηθεί για μια περίοδο χρόνου, εάν η ισχύς ή το σύστημα host αποτύχει. Οι περισσότεροι ενσωματωμένοι ελεγκτές RAID χρησιμοποιούν επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, που διατηρούν το περιεχόμενο της cache και επιτρέπει σ' αυτούς να επιζήσουν σε μία αποτυχία της ισχύος, ώρες ή ακόμα και ημέρες χωρίς απώλεια δεδομένων.

- Εάν ένας υπολογιστής σε ένα cluster αποτύχει, ένας άλλος υπολογιστής πρέπει να είναι σε θέση να επανεκκινήσει τις εφαρμογές του και να επεξεργαστεί τα δεδομένα του. Εάν τα δεδομένα καταχωρηθούν από έναν εξωτερικό ελεγκτή RAID, αυτό δε δημιουργεί πρόβλημα, επειδή η αποτυχία σε έναν υπολογιστή δεν έχει καμία επίδραση στο υποσύστημα Αποθήκευσης. Έτσι τα αποτυχημένα δεδομένα του υπολογιστή είναι διαθέσιμα σε έναν άλλον υπολογιστή, που αναλαμβάνει την εργασία του. Η αποτυχία ενός υπολογιστή αποσυνδέει έναν ενσωματωμένο ελεγκτή RAID, όμως ενδεχομένως, μαζί με τις στατικές πληροφορίες (π.χ. που αφορούν μερικώς ολοκληρωμένες αναπροσαρμογές) και τα δεδομένα στην cache του. Εάν ένας άλλος υπολογιστής στο cluster αναλαμβάνει τους αποτυχημένους δίσκους του υπολογιστή, τα δεδομένα σε αυτούς τους δίσκους θα μπορούσαν να είναι σε μια ασυμβίβαστη κατάσταση. Η καταστροφή των δεδομένων θα αποτελούσε αναπόφευκτο αποτέλεσμα.

Αναγνωρίζοντας το χαμηλό κόστος των ενσωματωμένων ελεγκτών RAID, μερικοί προμηθευτές έχουν αναπτύξει μηχανισμούς, όπου από έναν ενσωματωμένο ελεγκτή RAID, μπορούν να ανταλλάξουν τις στατικές πληροφορίες και να ενημερώσουν το περιεχόμενο της cache ενός ελεγκτή RAID, που ενσωματώνεται σε ένα άλλο σύστημα. Γενικά, αυτοί οι μηχανισμοί περιλαμβάνουν τη χρησιμοποίηση συνδέσεων μιας ή περισσότερων συσκευών ελεγκτών, για να ανταλλάσσονται οι πληροφορίες.

#### 5.4.9 Διαχείριση Αποθηκευτικής Ενότητας και Ανοχή Αποτυχίας

Οι server-based διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας έχουν ομοιότητες με τους ενσωματωμένους ελεγκτές RAID, επειδή εμπιστεύονται ένα λειτουργικό περιβάλλον host. Εάν η ισχύς διακομιστών αποτύχει, ή ένα λειτουργικό σύστημα συντριβεί, ταυτόχρονα αποτυγχάνει και ο διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας.

Κατά την διάρκεια μιας αποτυχίας οι ελεγκτές RAID όπως και οι server-based διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας πρέπει να αφήσουν τις επίμονες εργασίες, έτσι ώστε οι διαδικασίες, που είναι υπό εξέλιξη, να μπορούν να ανακτηθούν. Οι server-based διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας στηρίζονται στα logs των δίσκων. Προτού να αρχίσουν μια αναπροσαρμογή, γράφουν μια είσοδο log, που δείχνει την πρόθεσή τους. Όταν η λειτουργία ολοκληρώνεται, μια άλλη είσοδος γράφεται. Τα logs των

διαχειριστών Αποθηκευτικής ενότητας διαβάζονται κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης και οι αναπροσαρμογές ολοκληρώνονται ή αποσύρονται ανάλογα με την περίπτωση.

Η καταγραφή καθιστά πιθανό για τις server-based Αποθηκευτικές ενότητες, να επικολληθούν σε διάφορους συγκεντρωμένους διακομιστές, εφ' όσον ο διαχειριστής Αποθηκευτικής ενότητας ελέγχει κάθε Αποθηκευτική ενότητα. Σήμερα οι ενημερωμένοι clusters server-based διαχειριστές Αποθηκευτική ενότητας είναι διαθέσιμοι. Τέτοιοι διαχειριστές Αποθηκευτικής ενότητας εκμεταλλεύονται τη συνδετικότητα SAN, για να καταστήσουν τις Αποθηκευτικές ενότητες ταυτόχρονα διαθέσιμες σε ένα ολόκληρο cluster. Η αρχική χρήση των cluster διαχειριστών Αποθηκευτικής ενότητας είναι να υποστηρίζουν τα συστήματα αρχείων των clusters, που επιτρέπουν σε περισσότερους από έναν υπολογιστή να ανοίξουν τα ίδια αρχεία, στο ίδιο σύστημα αρχείων, ταυτόχρονα.

### 5.5 Επιλέγοντας μεταξύ των Δυνατοτήτων Αποθήκευσης

Κατά τον προγραμματισμό της Αποθήκευσης για ένα SAN, συνδέονται οι διακομιστές αρχείων με τους διακομιστές εφαρμογής (π.χ. χρησιμοποιώντας gigabit Ethernet διασύνδεση) ή τα υποσυστήματα RAID με τους διακομιστές εφαρμογής και αρχείων (π.χ. χρησιμοποιώντας το κανάλι Οπτικών Ινών ως διασύνδεση).

Οι συνετοί διαχειριστές κάνουν όμως, ερωτήσεις όπως οι ακόλουθες:

- Το υποσύστημα χρησιμοποιεί το Mirroring και το RAID, για να προστατεύουν ενάντια στην απώλεια δεδομένων, που οφείλεται στην αποτυχία δίσκων;
- Μπορούν οι RAID και οι mirrored Αποθηκευτικές ενότητες να διαμορφωθούν, για να προστατεύσουν ενάντια στη διασύνδεση, τον ανεφοδιασμό ισχύος, τις αποτυχίες ψύξης καθώς επίσης και τις αποτυχίες δίσκων;
- Το υποσύστημα προστατεύει ενάντια στον ελεγκτή ή τη βασική αποτυχία επεξεργαστών, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου της παραγωγής των δίσκων, από έναν αποτυχημένο ελεγκτή διαθέσιμο, μέσω ενός υποκατάστατου δίσκου;

Είναι εύκολο να παρουσιαστεί ένας κατάλογος ερωτήσεων σε έναν προμηθευτή υποσυστημάτων υλικού RAID. Είναι δυσκολότερο, όμως, να βρεθεί ένα ενιαίο σημείο

επαφής, για να απαντηθούν ερωτήσεις, όπως εάν το server-based λογισμικό διαχείρισης Αποθηκευτικής ενότητας και τα υποσυστήματα RAID πρόκειται να συνδυαστούν.

Η διαχείριση λογισμικού Αποθηκευτικής ενότητας μπορεί να απαιτεί εμπάθυνση, για να πάρουμε μια πλήρη εικόνα δυνατοτήτων κάλυψης, αλλά αυτό έχει μερικά ευδιάκριτα πλεονεκτήματα:

- Το λογισμικό διαχείρισης Αποθηκευτικής ενότητας, αυτά που απαιτεί, είναι μερικοί δίσκοι και host bus adapters. Το λογισμικό κάνει mirroring, RAID, failover, οικονομία, επανασυγχρονισμό, έλεγχο και ούτω καθ'εξής.
- Το λογισμικό διαχείρισης Αποθηκευτικής ενότητας υποστηρίζει περισσότερο ετερογενείς διαμορφώσεις, με διαφορετικά είδη δίσκων και διαύλων host.
- Οι διαχειριστές λογισμικού Αποθηκευτικής ενότητας, μπορούν να διαχειριστούν Αποθηκευτικές ενότητες βασισμένες σε ελεγκτές RAID. Οι Αποθηκευτικές ενότητες βασισμένες σε λογισμικό, των οποίων οι «δίσκοι» είναι εικονικοί, μπορούν να αθροίσουν την απόδοση δύο ή περισσότερων ελεγκτών RAID από τα striping δεδομένα σε αυτούς ή να αυξάνουν την ανοχή αποτυχίας με το mirroring δεδομένων σε δύο ή περισσότερους ελεγκτές RAID.

Είναι σοφό να θεωρηθεί η διαχείριση του λογισμικού της Αποθηκευτικής ενότητας ως τμήμα μιας γενικής στρατηγικής Αποθήκευσης SAN και ενδεχομένως, ως εναλλακτική λύση για τα υποσυστήματα RAID, αλλά πιθανότερα ως συμπλήρωμα σε αυτούς.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6. Οπτικές Ίνες και Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων

#### 6.1 Κανάλι Οπτικών Ινών

Το σημαντικότερο μέσο μεταφοράς για τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs) είναι το κανάλι Οπτικών Ινών. Αμφισβητήσιμα, μπορεί να ειπωθεί, ότι το κανάλι Οπτικών Ινών είναι μια τεχνολογία διασύνδεσης της οποίας οι ιδιότητες, έχουν κάνει τα SANs πραγματικότητα.

Θέματα που απασχολούν την τεχνολογία των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs) σε σχέση με τις Οπτικές Ίνες είναι:

- Η Διασύνδεση
- Οι επιλογές από πλευράς απόστασης και δαπάνης
- Το εύρος ζώνης (διασύνδεση και αποδοτικότητα πρωτοκόλλου) της σύνδεσης
- Η ανοχή αποτυχίας και η περίπτωση αποκατάστασης.

#### 6.1.2 Κανάλι Οπτικών Ινών: Τα Πρότυπα

Τα πρότυπα Κανάλια Οπτικών Ινών προσδιορίζουν τις ιδιότητες των:

- Οπτικών μέσων μεταφοράς
- Τις συμβάσεις σήματος. Όπως παραδείγματος χάριν, το πώς θα αναπαριστώνται τα δυαδικά ψηφία, πώς οι ακολουθίες δυαδικών ψηφίων συγκεντρώνονται σε λέξεις, ποια bit patterns κάνουν έγκυρες λέξεις και τι συμβαίνει στη διασύνδεση, όταν δεν διαβιβάζεται κανένα δυαδικό ψηφίο
- Τις συμβάσεις πρωτοκόλλου μεταφοράς. Όπως παραδείγματος χάριν το πώς οι λέξεις συγκεντρώνονται σε πλαίσια για τη μεταφορά και πώς τα πλαίσια συγκεντρώνονται

σε μηνύματα

- Τις συμβάσεις λειτουργικού πρωτοκόλλου, όπως παραδείγματος χάριν, η μορφοποίηση και η αλληλουχία των μηνυμάτων εντολής και μηνυμάτων δεδομένων, ο χειρισμός του σφάλματος και η αποκατάστασή του.

Τα Κανάλια Οπτικών Ινών δημιουργήθηκαν μέσα από μία ομάδα επιχειρήσεων, που ήταν αφοσιωμένες στην παραγωγή προτύπων. Ακόμα και στις έντονα ανταγωνιστικές βιομηχανίες υπολογιστών και δικτύων, οι επιχειρήσεις συνειδητοποίησαν ότι, καμία δεν κατείχε κυρίαρχη θέση, ώστε να χρησιμοποιήσει μόνη της το κανάλι Οπτικών Ινών. Η συνειδητοποίηση αυτή έγινε γιατί, προκειμένου μια τεχνολογία διασύνδεσης να πετύχει, θα πρέπει να έχει την υποστήριξη πολλών επιχειρήσεων με πολλές διαφορετικές ικανότητες. Η ανάπτυξη των καναλιών Οπτικών Ινών έχει γίνει η κυρίαρχη διαδικασία για τις νέες πρωτοβουλίες της τεχνολογίας των υπολογιστών και της βιομηχανίας επικοινωνιών.

### 6.1.3 Κανάλι Οπτικών Ινών: Τα Chips

Τα πρότυπα επιτρέπουν στις συσκευές, που είναι κατασκευασμένες από διαφορετικούς προμηθευτές, να επικοινωνούν μεταξύ τους. Επομένως, το δεύτερο βήμα, προς ένα χρήσιμο Κανάλι Οπτικών Ινών, είναι η εφαρμογή συγκεκριμένων ενσωματωμένων κυκλωμάτων (ASICs), που εφαρμόζουν τα πρότυπα. Οι επιχειρήσεις ASICs ήταν πιστές στο κανάλι Οπτικών Ινών στα πρώτα βήματά του.

### 6.1.4 Κανάλι Οπτικών Ινών: Η υποδομή

Για να πραγματοποιηθεί η υπόσχεση της πολλαπλής συνδετικότητας του καναλιού Οπτικών Ινών, είναι απαραίτητα τα κεντρικά σημεία σύνδεσης, που εκπληρώνουν έναν ρόλο παρόμοιο με αυτόν ενός συστήματος τηλεφωνικής μετατροπής.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι κεντρικών σημείων σύνδεσης καναλιών Οπτικών Ινών:

**Hubs.** Τα Hubs που χρησιμοποιούνται με τη ελεγχόμενη τοπολογία βρόγχων (arbitrated loop topology), λαμβάνουν τα σήματα, τα οποία φτάνουν στο βρόγχο από τη μια θύρα στην επόμενη.

**Switches.** Τα switches χρησιμοποιούνται με τη χρήση των συσκευών (fabric). Καθιερώνουν τις προσωρινές λογικές συνδέσεις μεταξύ των ζευγαριών των συσκευών, επιτρέποντας στις συσκευές να επικοινωνούν άμεσα. Αντίθετα από ένα hub, ένα switch συνδέει τα πολλαπλά ζευγάρια των συσκευών, συγχρόνως, με συνέπεια το μεγαλύτερο γενικό εύρος ζώνης συστημάτων.

Ένας επιπλέον τύπος σύνδεσης του καναλιού Οπτικών Ινών, που αξίζει να αναφερθεί είναι η γέφυρα ή ο δρομολογητής. Μια γέφυρα είναι ένα εξειδικευμένο switch, που πραγματοποιεί τη μετάβαση μεταξύ δύο διαφορετικών διασυνδέσεων, για παράδειγμα του καναλιού Οπτικών Ινών και του παράλληλου SCSI. Κατά συνέπεια, παραδείγματος χάριν, ένας προσαρμοστής διαύλου (bus adapter) host ενός καναλιού Οπτικών Ινών, που συνδέεται με ένα κανάλι Οπτικών Ινών σε μία γέφυρα SCSI, θα μπορούσε να επικοινωνήσει με τους δίσκους SCSI, τις ταινίες και τα υποσυστήματα RAID. Οι γέφυρες και οι δρομολογητές είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι, όταν ένα Κέντρο Δεδομένων κάνει μετάβαση στο κανάλι Οπτικών Ινών, από μια παλαιότερη τεχνολογία, όπως είναι το παράλληλο SCSI.

### 6.1.5 Χαρακτηριστικά Καναλιών Οπτικών Ινών

Η εκτενής συνδετικότητα, η μεγάλη απόσταση, η υψηλή απόδοση και η ευρωστία του καναλιού Οπτικών Ινών το καθιστούν ιδανικό, για όλα τα είδη των I/O εφαρμογών αποθήκευσης. Τα χαρακτηριστικά του καναλιού Οπτικών Ινών είναι:

**Κόστος.** Το κανάλι Οπτικών Ινών είναι ελκυστικό για τη σύνδεση των δίσκων με τους διακομιστές και τους ελεγκτές RAID. Αλλά για να είναι πρακτικό το κόστος ανά τη σύνδεση των δίσκων πρέπει επιπλέον να είναι χαμηλό. Το κόστος ελαχιστοποιείται με τη ελεγχόμενη τοπολογία βρόγχων των καναλιών Οπτικών Ινών, όταν συνδέεται μεγάλος αριθμός δίσκων με τους διακομιστές και τους ελεγκτές RAID.

**Απόδοση.** Το κανάλι Οπτικών Ινών είναι ιδανικό για τη διασύνδεση υποσυστήματος RAID με διακομιστή. Επιτρέπει την διαγώνια διασύνδεση των διακομιστών και των υποσυστημάτων RAID, με δυνατότητες αύξησης της απόδοσης καθώς επίσης και την ανοχή αποτυχίας των διαδρομών (paths). Όμως, για να είναι πρακτική η χρήση των συσκευών του καναλιού Οπτικών Ινών για αυτόν τον σκοπό, η απόδοση από τη χρήση των I/O συσκευών, πρέπει να είναι πολύ υψηλή. Δεδομένου ότι υπάρχουν λίγες

συνδέσεις υποσυστημάτων RAID και διασυνδέσεις χρηστών σε ένα χαρακτηριστικό Κέντρο Δεδομένων (σχετικά με τις συνδέσεις δίσκων), το κόστος είναι μια δευτερεύουσα εκτίμηση για αυτήν την εφαρμογή.

**Απόσταση.** Το κανάλι Οπτικών Ινών είναι ιδανικό για τη σύνδεση των tape drives, που είναι επικολημένα στα ρομποτικά μέσα χειριστών (**robotic media handlers**), στους υπολογιστές. Αυτό συμβαίνει επειδή οι αποστάσεις διασύνδεσης, που υποστηρίζει το κανάλι Οπτικών Ινών, επιτρέπουν στις εφεδρικές ταινίες για διάφορους ευρέως καταναμημένους διακομιστές εφαρμογής, να τοποθετηθούν σε ασφαλές, ελεγχόμενο περιβάλλον με επανδρωμένες επαγγελματικά ευκολίες. Πάλι ο αριθμός των συνδέσεων των ταινιών σε ένα χαρακτηριστικό Κέντρο Δεδομένων είναι σχετικά μικρός. Οπότε το κόστος αποτελεί δευτερεύον παράγοντα, για αυτήν την εφαρμογή.

**Overhead.** Φαίνεται ότι το κανάλι Οπτικών Ινών θα ήταν επίσης ιδανικό για τη διασύνδεση των διακομιστών αρχείων (File Servers) με τους διακομιστές εφαρμογής (Application Servers), επειδή τα αποδοτικά σχέδια του πρωτοκόλλου και κατά ένα μεγάλο μέρος οι εφαρμογές του υλικού, επιτρέπουν την υψηλή απόδοση I/O με χαμηλά γενικά έξοδα για την επεξεργασία των διακομιστών και των συσκευών Αποθήκευσης. Οπότε, το κανάλι Οπτικών Ινών θα πρέπει, να υποστηρίζει τα πρωτόκολλα πρόσβασης αρχείων, καθώς επίσης και το πρωτόκολλο καναλιών Οπτικών Ινών (FCP) πρόσβασης των ομάδων δεδομένων.

Έτσι λοιπόν, η υπόσχεση του καναλιού Οπτικών Ινών για παγκόσμια αλληλοσύνδεση της Αποθήκευσης με υψηλή απόδοση, αποτελεί μια πρόκληση για συνειδητοποίηση, επειδή υπάρχουν πολλές συγκρουόμενες απαιτήσεις της εφαρμογής. Έτσι εφαρμόστηκε ένα σύνολο προτύπων, που προσαρμόζει:

- Διάφορους τύπους μέσων μεταφοράς, οι οποίοι υποστηρίζουν τις αυξανόμενες μέγιστες αποστάσεις διασύνδεσης στα αυξανόμενα επίπεδα κόστους
- Τρεις τοπολογίες ή μορφές, στις οποίες τα κανάλια Οπτικών Ινών SAN μπορούν να διαμορφωθούν, μαζί με τα αυξανόμενα επίπεδα συνδετικότητας και απόδοσης στο αυξανόμενο κόστος
- Μία δομή που προσαρμόζει τα πολλαπλά πρωτόκολλα ανώτερων στρωμάτων, για να επιτρέψει την πρόσβαση στα αρχεία και την τοποθέτηση και άλλων επιπλέον πρωτοκόλλων, σε ένα δίκτυο μεταφοράς μηνυμάτων βασισμένο σε κανάλι Οπτικών Ινών.

### 6.1.6 Κανάλια Οπτικών Ινών ως μέσα μεταφοράς

Τα μέσα μετάδοσης των δικτύων είναι τα καλώδια ή τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφορών, μέσω των οποίων τα μηνύματα ταξιδεύουν πέρα από αυτά. Οι διαφορετικές εφαρμογές των δικτύων έχουν διαφορετικές απαιτήσεις στα μέσα μεταφοράς. Τα πρότυπα Κανάλια Οπτικών Ινών προσδιορίζουν 26 διαφορετικά είδη μέσων μεταφορών. Όμως τα μέσα μεταφοράς των καναλιών Οπτικών Ινών, που είναι εύκολα διαθέσιμα σήμερα είναι:

- Ηλεκτρικά μέσα μεταφοράς (συχνά αποκαλούμενα χάλκινα, επειδή γίνονται από χαλκό), που είναι ανέξοδα να κατασκευάσουν και να ενσωματωθούν στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Τα ηλεκτρικά πρότυπα των καναλιών Οπτικών Ινών προσδιορίζουν μια μέγιστη απόσταση μεταφορών των 30 μέτρων.
- Χαμηλού κόστους οπτική ίνα, η ονομαζόμενη πολύτροπη οπτική ίνα, (multimode fiber), που κοστίζει περισσότερο από τα χάλκινα μέσα μεταφοράς, αλλά, που μπορεί να υποστηρίξει την μεταφορά δεδομένων σε απόσταση έως και σε 2 χιλιόμετρα, στο κατά αποδεκτό χαμηλό ποσοστό σφάλματος.
- Υψηλού κόστους οπτική ίνα, η ονομαζόμενη μονότροπη οπτική ίνα (single-mode fiber), που μπορεί να υποστηρίξει την μεταφορά δεδομένων σε αποστάσεις μέχρι 10 χιλιομέτρων, αλλά, αυτό κοστίζει στην κατασκευή σημαντικά περισσότερο από την multimode οπτική ίνα.

Αρχικά, ο αριθμός των διαφορετικών μέσων μεταφοράς των καναλιών Οπτικών Ινών προκάλεσε ένα πρόβλημα, για τους κατασκευαστές συστημάτων. Είναι αρκετά υψηλό το κόστος, για τους κατασκευαστές συστημάτων, να έχουν τρία διαφορετικά είδη για κάθε συσκευή καναλιών Οπτικών Ινών, έτσι ώστε να υποστηρίζονται οι ανάγκες κάθε εφαρμογής. Για να λύσουν αυτό το πρόβλημα, οι προμηθευτές καναλιών Οπτικών Ινών έχουν αναπτύξει τους μετατροπείς, που μετατρέπουν μεταξύ των ηλεκτρικών σημάτων, δηλαδή των ηλεκτρονικών μέσων μεταφοράς, της multimode fiber και της single-mode fiber. Οι μετατροπείς μέσων είναι μικρές, χαμηλού κόστους συσκευές, με οπτικούς συνδέσμους από τη μία πλευρά και πρότυπες ηλεκτρονικές συνδέσεις από την άλλη. Οι μετατροπείς επιτρέπουν στους κατασκευαστές των συσκευών των καναλιών Οπτικών Ινών, να κατασκευάσουν έναν τύπο θύρας με μια πρότυπη ηλεκτρονική είσοδο και μια έξοδο. Όταν μια συσκευή διαμορφώνεται για χρήση, ο μετατροπέας την προσαρμόζει ανάλογα για μια ηλεκτρική ή οπτική εφαρμογή.

Οι πρώτοι μετατροπείς των καναλιών Οπτικών Ινών, που αναπτύχθηκαν, ονομάστηκαν Gigabit Link Modules (GLM). Ένα GLM είναι μία τυπωμένη ενότητα κυκλωμάτων με μια πρότυπη ηλεκτρική διαπροσωπεία (interface) ακροδεκτών σε μια ενότητα καναλιών Οπτικών Ινών και ένα από τα τρία μέσα συνδέσεων των τύπων μεταφορών, ως μία έξοδος. Οι διαπροσωπείες των καναλιών Οπτικών Ινών, ή οι διάυλοι προσαρμοστών χρηστών, θα περιείχαν τις πρότυπες υποδοχές με τις οποίες τα GLMs θα συνδέονται, δίνοντας στη διαπροσωπεία μια ηλεκτρική ή οπτική *προσωπικότητα*.

Στα GLMs για να επανασηματίζονται τα πεδία του εγκατεστημένου εξοπλισμού, απαιτείται τα γραφεία να προσεγγίζονται από το εκπαιδευμένο προσωπικό της υπηρεσίας. Έτσι, το κανάλι Οπτικών Ινών αποτελεί μια ακριβή τεχνολογία για κάθε επιχείρηση. Προκειμένου οι υπεύθυνοι ανάπτυξης να ασχοληθούν με αυτό το πρόβλημα και να μειώσουν περισσότερο το κόστος της συσκευής παρουσίασαν μια δεύτερη γενιά, αυτή του μετατροπέα των μέσων μεταφορών των καναλιών Οπτικών Ινών, τον μετατροπέα διαπροσωπειών Gigabit (GBIC).

Ένα GBIC συνδέεται με την ηλεκτρική θύρα μιας ενότητας καναλιών Οπτικών Ινών και μετατρέπει μεταξύ των ηλεκτρικών σημάτων του καναλιού Οπτικών Ινών και ενός από τα οπτικά πρότυπα. Τα GBICs μπορούν να εγκατασταθούν από οποιονδήποτε. Αυτό συμβαίνει γιατί, συνδέεται απλά με την ηλεκτρική έξοδο των σημάτων της συσκευής Αποθήκευσης.

Επιπλέον, τα GBICs επιτρέπουν στους προμηθευτές να κατασκευάσουν και να εξοπλίζουν ένα μοντέλο με οποιοδήποτε χαρακτηριστικό. Συγχρόνως, καθιστούν δυνατή τη χρησιμότητα των χρηστών του καναλιού Οπτικών Ινών στα SANs. Το χαμηλό κόστος των εξαρτημάτων και η εύκολη συντήρηση αποτελούν ζωτικής σημασίας χαρακτηριστικά, για την ευρεία υιοθέτηση του Καναλιού Οπτικών Ινών στα Κέντρα Δεδομένων.

### **6.1.7 Πρωτόκολλα Καναλιών Οπτικών Ινών**

Τα πρωτόκολλα είναι οι κανόνες, που διαβιβάζουν τις πληροφορίες μεταξύ δύο συσκευών. Ένα πρωτόκολλο μεταφοράς δεδομένων προσδιορίζει τα εξής:

- Τη μορφή και τη σημασία των μηνυμάτων και ποιο είδος μηνύματος μπορεί να σταλεί και σε ποιους χρόνους

- Πως τα μηνύματα ελέγχου και οι ομάδες δεδομένων των χρηστών διακρίνονται μεταξύ τους, αθροίζονται ή υποδιαιρούνται στις μονάδες για την μεταφορά και αποσυντίθενται, αναγνωρίζονται και επεξεργάζονται, όταν παραλαμβάνονται
- Πως τα σφάλματα των μεταφορών και του πρωτοκόλλου αναγνωρίζονται και ανακτώνται.

Τα πρωτόκολλα των καναλιών Οπτικών Ινών σχεδιάστηκαν με τις λειτουργίες του πρωτοκόλλου μεταφοράς δεδομένων, που διαχωρίστηκαν προσεκτικά από τα πρωτόκολλα ανώτερου στρώματος (ULPs), τα οποία χρησιμοποιούνται, για να μεταδώσουν την έννοια στα μηνύματα και στα δεδομένα, που έχουν μεταφερθεί.

Τα πρόσφατα γεγονότα φαίνονται να επικυρώνουν αυτή τη φιλοσοφία, δεδομένου ότι τα πρόσθετα πρωτόκολλα βρίσκονται σε πλεονεκτική θέση αυτή τη στιγμή. Ιδιαίτερα, το πρωτόκολλο εικονικής αρχιτεκτονικής διαπροσωπειών (Virtual Interface Architecture-VIA), το οποίο επιτρέπει την άμεση επικοινωνία μεταξύ των εφαρμογών, όπως τα συστήματα αρχείων, τις Βάσεις Δεδομένων και τις έξυπνες Αποθηκευτικές συσκευές.

#### 6.1.8 Τοπολογία: Η μορφή ενός SAN Καναλιού Οπτικών Ινών

Το κανάλι Οπτικών Ινών υποστηρίζει τρεις διαφορετικές τοπολογίες ή μορφές δικτύων:

- **Σημείο προς σημείο**, στην οποία δύο συσκευές είναι συνδεδεμένες άμεσα η μία με την άλλη με ένα καλώδιο καναλιού Οπτικών Ινών.
- **Ελεγχόμενος (arbitrated) βρόγχος**, στον οποίο ένα σύνολο από συσκευές μοιράζονται χρονικά μια ενιαία διαδρομή μεταφορών. Ένας ελεγχόμενος βρόγχος καναλιού Οπτικών Ινών μπορεί να συνδέσει μέχρι 126 συσκευές. Στην πράξη, οι διαιτητευμένοι βρόγχοι χρησιμοποιούνται συχνότερα για να συνδέσουν τις συμβολοσειρές των δίσκων με τους διαύλους προσαρμοστών χρηστών ή με τις θύρες των ελεγκτών RAID και διαμορφώνονται, συνήθως με 20 ή λιγότερες συσκευές.
- **Switched ή fabric**, στην οποία κάθε συσκευή συνδέεται άμεσα με ένα κεντρικό σημείο, που ονομάζεται switch. Το switch δημιουργεί και διακόπτει τις στιγμιαίες συνδέσεις μεταξύ των ζευγαριών των συσκευών, που πρέπει να επικοινωνήσουν η μία με την άλλη. Όπως τα switches των Ethernet, τα switches των καναλιών Οπτικών Ινών είναι συσκευές υψηλής απόδοσης, όπου μπορούν να πραγματοποιηθούν

διάφορες ενδιάμεσες ταυτόχρονες επικοινωνίες μεταξύ των ζευγαριών των συσκευών.

Το κανάλι Οπτικών Ινών χρησιμοποιείται πρώτιστα, για να συνδέσει τα υποσυστήματα RAID και τα tape drives με τα συστήματα των διακομιστών. Το πλεονέκτημά του είναι ότι επέτρεψε να υποστηριχθεί η διασύνδεση της μακρινής απόστασης. Σήμερα, το σημείο προς σημείο κανάλι Οπτικών Ινών επεκτείνεται σπάνια.

Η σημείο προς σημείο αλληλοσύνδεση των καναλιών Οπτικών Ινών παραδίδεται στις υποσχέσεις της υψηλότερης απόδοσης I/O και του μεγαλύτερου διαχωρισμού μεταξύ των διακομιστών και των συσκευών Αποθήκευσής τους. Όμως, απαιτήθηκαν οι πιο σύνθετες τοπολογίες, για να παραδοθούν στην υπόσχεση της συνδετικότητας. Προκειμένου να συνδεθούν πολλοί διακομιστές με πολλές συσκευές Αποθήκευσης, απαιτούνται τα κοινά σημεία σύνδεσης. Τα σημεία σύνδεσης των καναλιών Οπτικών Ινών παρέχονται από τα hubs και τα switches.

Τα switches και τα hubs είναι κεντρικά σημεία, που τηλεγραφούν τα σημεία με τα οποία οι διακομιστές και οι συσκευές Αποθήκευσης συνδέονται. Οι τοπολογίες διασύνδεσής τους είναι ριζικά διαφορετικές. Εντούτοις, ένα hub καναλιού Οπτικών Ινών εφαρμόζει την ελεγχόμενη τοπολογία βρόγχων. Καθοδηγεί αποτελεσματικά μια μεμονωμένη διαδρομή μεταφορών μέσω μιας συμβολοσειράς υπολογιστών και συσκευών Αποθήκευσης.

Ένα hub καναλιού Οπτικών Ινών είναι ένα κουτί πλήρες από **θύρες βρόγχων (loop port ή L-Port)**, που διασυνδέονται σε μια τοπολογία βρόγχων. Κάθε θύρα καθοδηγεί τον εισερχόμενο μεταφορέα των σημάτων της στον εξερχόμενο μεταφορέα. Η τελευταία θύρα στο hub, καθοδηγεί το εισερχόμενο σήμα, στο εξερχόμενο σήμα της πρώτης θύρας. Η ευθύνη για τη διαιτησία σε έναν βρόγχο καναλιών Οπτικών Ινών κατανέμεται μεταξύ των συσκευών, που συνδέονται με τις θύρες του βρόγχου.

Όταν δύο συσκευές επικοινωνούν, καθορίζονται από τη διαιτησία. Κάθε φορά που ένας βρόγχος είναι ελεύθερος, μια φάση διαιτησίας αρχίζει. Η διαιτησία καθορίζει ποια συσκευή παίρνει να διαβιβάσει τις εντολές ή τα επόμενα δεδομένα σε κάθε χρονική στιγμή. Αντίθετα από το παράλληλο SCSI, οι κανόνες διαιτησίας των καναλιών Οπτικών Ινών εγγυώνται ότι, κατά τη διάρκεια του χρόνου κάθε συσκευή έχει ίση πρόσβαση στο βρόγχο. Αυτό εξασφαλίζει ότι καμία συσκευή δεν έχει μείνει ανικανοποίητη για I/O, επειδή οι συσκευές υψηλής προτεραιότητας μονοπωλούν την πρόσβαση στο βρόγχο.

Το πρωτόκολλο ελεγχόμενου βρόγχου καναλιών Οπτικών Ινών απαιτεί ότι τα πλαίσια



δεδομένων «τρέχουν» εξ ολοκλήρου γύρω από το βρόγχο. Για αυτόν τον λόγο προκαλείται μια αποσύνδεση στο βρόγχο, όταν μια αποτυχημένη συσκευή θα εμποδίζει αποτελεσματικά τη μεταφορά όλων των δεδομένων στο βρόγχο.

Επομένως τα hubs των καναλιών Οπτικών Ινών έχουν μια άλλη πολύ χρήσιμη λειτουργία: Παρέχουν τα κυκλώματα παρακάμψεων, που αποτρέπουν την αποσύνδεση από το βρόγχο, εάν μια συσκευή αποτυγχάνει ή αφαιρείται. Εάν μια συσκευή αφαιρείται από έναν βρόγχο, το κύκλωμα παρακάμψεων των hubs αρχίζει κατευθείαν να καθοδηγεί τα εισερχόμενα δεδομένα άμεσα στην επόμενη θύρα του βρόγχου. Το πλεονέκτημα της ελεγχόμενης τοπολογίας βρόγχων είναι το χαμηλό κόστος της αλληλοσύνδεσης.

### 6.1.9 Τοπολογία Fabric Καναλιού Οπτικών Ινών

Μέσω μιας switched fabric τοπολογίας και με τη διαθεσιμότητα των switches πραγματοποιείται η συνδετικότητα του καναλιού Οπτικών Ινών των SANs. Επειδή τα switches είναι πιο σύνθετα από τα hubs, το κόστος των θυρών, που συνδέονται με ένα switch, είναι υψηλότερο. Όμως το γεγονός αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα για τους διακομιστές ή τα υποσυστήματα RAID, για τους οποίους το κόστος των θυρών των SAN μπορεί να εξοφληθεί από τη μεγάλη ικανότητα της επεξεργασίας πληροφοριών ή τη μεγάλη χωρητικότητα Αποθήκευσης. Παρόλα αυτά, το υψηλό κόστος των θυρών, δημιουργεί ένα πρόβλημα για τους δίσκους. Σε μερικές περιπτώσεις, το κόστος της σύνδεσης ενός δίσκου με μια switched δομή μπορεί, να υπερβεί το κόστος του ίδιου του δίσκου. Επομένως, απαιτείται μια λύση χαμηλότερου κόστους.

### 6.1.10 Σύνδεση των δίσκων με Fabric Κανάλι Οπτικών Ινών

Μία ελεγχόμενη τοπολογία βρόγχων των καναλιών Οπτικών Ινών έχει χαμηλό κόστος σύνδεσης και είναι κατάλληλη για τη σύνδεση των disk drives με ένα SAN. Η switched fabric τοπολογία είναι καλή για την επίλυση προβλημάτων αλληλοσύνδεσης με μεγαλύτερη πολυπλοκότητα. Είναι εύκολο να φανταστούμε περιστάσεις στις οποίες η σύνδεση μιας συμβολοσειράς δίσκων με μια switched fabric θα ήταν χρήσιμη. Τα συστήματα για να παρέχουν την απόδοση και τη διαθεσιμότητα του δίσκου, χρησιμοποιούν τη server-based διαχείριση της Αποθηκευτικής ενότητας.

Οι σχεδιαστές των καναλιών Οπτικών Ινών τα σχεδίασαν προσεκτικά, προκειμένου να συμφιλώσουν τα πλήρως διαφορετικά πρωτόκολλα, που χρησιμοποιούνται σε χαμηλού κόστους βρόγχους και σε υψηλής απόδοσης switches. Το αποτέλεσμα είναι ένας ειδικός τύπος θύρας, που συνδέει έναν ολόκληρο βρόγχο συσκευών σε μια μεμονωμένη θύρα, η οποία βρίσκεται σε ένα switch. Με αυτήν τη θύρα, την ονομαζόμενη fabric loop port ή FL-Ports, συμβολοσειρές δίσκων, που χρησιμοποιούν έναν χαμηλού κόστους ελεγχόμενο βρόγχο διασύνδεσης, μπορούν να συνδεθούν στις θύρες των switches. Οι FL-Ports θύρες είναι χρήσιμες και για την άμεση σύνδεση μεγάλης ποσότητας disk drives σε μια τοπολογία fabric των SANs. Επίσης, για την επέκταση των συστατικών των καναλιών Οπτικών Ινών που κατασκευάζονται, για να υποστηρίξουν την ελεγχόμενη τοπολογία βρόγχων.

## 6.2 Η ανάδυση των τεχνολογιών διασύνδεσης των SANs

Το κανάλι Οπτικών Ινών υποστηρίζει την διασύνδεση στα SANs. Με την εμφάνιση της τοπολογίας fabric των καναλιών Οπτικών Ινών, είχε υπάρξει μεγάλη ζήτηση στην αγορά, λόγω των οφελών, που υπόσχονται τα SANs:

- Αλληλοσυνδετικότητα όλων των συσκευών και των διακομιστών Αποθήκευσης σε ένα Κέντρο Δεδομένων
- Περισσότερη I/O απόδοση που παραδίδεται σε μακρινές αποστάσεις από ότι είναι δυνατό με το παράλληλο SCSI
- Δυνατότητα να μεταστραφεί η ιδιοκτησία των συσκευών Αποθήκευσης από τον έναν διακομιστή στον άλλο ή στην ταυτόχρονη ιδιοκτησία του μεριδίου μιας συσκευής Αποθήκευσης μεταξύ διάφορων συνεργαζόμενων διακομιστών.

Οι έρευνες των αναλυτών με συνέπεια δείχνουν ότι ουσιαστικά όλα τα Κέντρα Δεδομένων έχουν τουλάχιστον μια στρατηγική SAN, εάν δεν τα έχουν επεκτείνει ήδη σε SANs.

### 6.2.1 Νέα καλώδια Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων

Παρόλα αυτά το κανάλι Οπτικών Ινών είχε και κάποιες ανεπάρκειες. Συγκεκριμένα :

- Το κανάλι Οπτικών Ινών διασυνδέει συστατικά, που παραμένουν σε σχετικά υψηλά επίπεδα δαπανών
- Ενώ η υπόσχεση των SANs περιλαμβάνει τον ευρύ διαχωρισμό της περιοχής της Αποθήκευσης και των διακομιστών και των πολύ σύνθετων τοπολογιών δικτύων, το κανάλι Οπτικών Ινών είναι αργό να αναπτύξει αυτές τις ευρείες δυνατότητες κάλυψης της περιοχής.

Ο συνδυασμός αυτών των αντιληπτών ανεπαρκειών, της ελκυστικότητας της Αποθήκευσης και των Κέντρων Δεδομένων έχει κεντρίσει την ανάπτυξη των εναλλακτικών τεχνολογιών για την Αποθήκευση σε δίκτυο.

**IpStorage** (χρήση TCP/IP ως διασύνδεση της Αποθήκευσης). Διάφοροι συνασπισμοί προμηθευτών έχουν εξερευνήσει τρόπους για να χρησιμοποιηθεί το TCP/IP ως πρωτόκολλο Αποθήκευσης σε δίκτυο. Αυτές οι προσπάθειες συγκλίνουν σε μια Internet Engineering Task Force (IETF) εργαζόμενη ομάδα, η οποία αναπτύσσει ένα σύνολο προτεινόμενων προτύπων τα οποία καλούνται συλλογικά iSCSI (για Διαδίκτυο SCSI). Το iSCSI πρώτιστα επιτίθεται στα προβλήματα των μακρινών αποστάσεων και των σύνθετων τοπολογιών της Αποθήκευσης σε δίκτυο. Αλλά υπάρχει λόγος να αναμένεται, ότι θα μειωθεί το κόστος διασύνδεσης, επειδή χρησιμοποιεί τα συστατικά υλικού, που παράγονται ήδη σε υψηλές Αποθηκευτικές ενότητες για τη γενική εφαρμογή σε δίκτυο.

Η σημαντική λειτουργική έλξη του iSCSI είναι ότι, χρησιμοποιεί ως ελλοχεύουσα μεταφορά την ωριμότερη και δοκιμασμένη ακολουθία πρωτοκόλλου που υπάρχει, το TCP/IP. Το iSCSI τοποθετημένο σε στρώσεις πάνω από το TCP/IP, είχε άμεσα πρόσβαση σε όλα τα μέσα και τις τοπολογίες μεταφορών, που είναι σε χρήση σήμερα.

**Infiniband.** Αυτό είναι νέο πρότυπο, που αναπτύσσεται από την Εμπορική Οργάνωση (Infiniband Trade Association). Στοχεύει, πρώτιστα, να επιτρέψει τις γενικότερες τοπολογίες των συστημάτων των διακομιστών με ταυτόχρονη μείωση στο κόστος της παροχής υψηλής απόδοσης και αλληλοσύνδεση με χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση του I/O στους διακομιστές. Το infiniband υποστηρίζεται ιδιαίτερα από την εταιρία της Intel. Με τους στενούς δεσμούς στην εικονική αρχιτεκτονική διαπροσωπειών (VIA), το infiniband υπόσχεται να μειώσει το κόστος και να βελτιώσει την απόδοση της Αποθήκευσης σε δίκτυο μέσα στο Κέντρο Δεδομένων. Για τις μακρινότερες αποστάσεις, οι infiniband προδιαγραφές προσδοκούν τη χρήση των δρομολογητών για τη γεφύρωση μεταξύ των infiniband τεχνολογιών του δικτύου.

Λόγω της στενής σχέσης του infiniband με τη VIA, η τεχνολογία μπορεί, επίσης, να επιτρέψει μια γενιά των NAS συσκευών με την πολύ χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση πρόσβασης δεδομένων, που συμβιβάζεται με τις σημερινές συσκευές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### 7. Πλεονεκτήματα : Τι αναμένουμε από τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs)

#### 7.1 To SAN Paradigm Shift

Τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs) επιτρέπουν με διαφορετικούς τρόπους την κατασκευή συστημάτων υπολογιστών και την επεξεργασία δεδομένων.

##### 7.1.1 Οι Ιδιότητες των Δικτύων Αποθήκευσης Δεδομένων (SANs)

Οι βασικές ιδιότητες των SANs είναι:

- Η δημιουργία σύνδεσης μεταξύ της Αποθήκευσης των δεδομένων και των ηλεκτρονικών υπολογιστών
- Υψηλή ΙΟ εκτέλεση πέρα από τις αποστάσεις π.χ. πανεπιστημιούπολης
- Φυσικός διαχωρισμός του ΙΟ σε συσκευές Αποθήκευσης από την κίνηση των μηνυμάτων χρηστών.

Ακόμη ένα καλό SAN παρέχει ανοχή βλαβών και την εκτέλεση διαβάθμισης, που αναμένεται από μια επιχειρηματική δικτυακή λύση.

##### 7.1.2 Τι είναι το Paradigm Shift;

Το Paradigm Shift προέρχεται από τις βασικές ιδιότητες των SANs και είναι μία μετατόπιση από τον συμβατικό διακομιστή της κεντρικής Αποθήκευσης και επεξεργασίας των πληροφοριών.

### 7.1.3 Η Συμβατική Επεξεργασία Πληροφοριών

Σε μία συμβατική λειτουργία επεξεργασίας πληροφοριών (δηλαδή μια επεξεργασία χωρίς SAN), οι διακομιστές παρέχουν τις υπηρεσίες πρόσβασης εφαρμογής και δεδομένων στους χρήστες. Κάθε διακομιστής αποτελείται από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, μία ή περισσότερες εφαρμογές και την τοπική Αποθήκευση, για τα δεδομένα στα οποία λειτουργούν αυτές οι εφαρμογές. Στην πραγματικότητα, κάθε χρήστης είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής, που επικοινωνεί με τις εφαρμογές, οι οποίες «τρέχουν» στους διακομιστές.

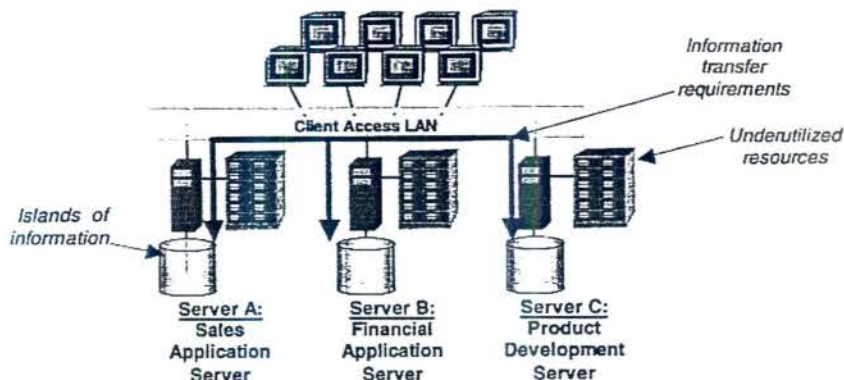
Τα πλεονεκτήματα αυτής της client/server αρχιτεκτονικής είναι, ότι οι χρήστες κρατούν ελάχιστα ή κανένα σημαντικό στοιχείο και δύσκολα αναδημιουργούν τα δεδομένα. Τα δεδομένα, που χρησιμοποιούνται για την λειτουργία της επιχείρησης, διατηρούνται σε έναν μικρότερο αριθμό διακομιστών, οι οποίοι είναι ρυθμισμένοι με σαφώς καθορισμένες αποστολές και δε διαδίδονται πέρα από αόριστα ρυθμισμένο desktop ή υπηρεσιακούς υπολογιστές διασκορπισμένους σε όλο τον οργανισμό.

Στο συμβατικό παράδειγμα client/server επεξεργασίας πληροφοριών (σχήμα 7.1), η Αποθήκευση είναι τοπική σε κάθε διακομιστή. Κάθε συσκευή Αποθήκευσης συνδέεται με έναν μόνο διακομιστή, τον αποκαλούμενο host. Μόνο ο διακομιστής, στον οποίο μια συσκευή Αποθήκευσης είναι άμεσα συνδεδεμένη, μπορεί να ανοίξει τα αρχεία, να διαβάζει και να γράφει τα δεδομένα, να δημιουργεί εφεδρικές ταινίες και να εκτελεί διαχειριστικές λειτουργίες στα δεδομένα, που καταχωρούνται στη συσκευή. Εάν υπάρχει ανάγκη πρόσβασης από άλλους διακομιστές στα τοπικά δεδομένα ενός διακομιστή, απαιτείται ένας τύπος λογισμικού πρόσβασης στα απομακρυσμένα δεδομένα.

Μια server/centric αρχιτεκτονική επεξεργασίας πληροφοριών με την τοπική Αποθήκευση οδηγεί στις αποσυνδεδεμένες περιοχές (islands) των συσκευών Αποθήκευσης. Αυτό που είναι ανήσυχο από επιχειρησιακής απόψεως, είναι οι συσκευές που κρατάνε αποσυνδεδεμένες περιοχές (islands) δεδομένων. Όλο και περισσότερο, αυτός ο τύπος στρατηγικής είναι ανεφάρμοστος στις επιχειρήσεις, ειδικά όταν αναλαμβάνουν να διευθύνουν μία επιχείρηση στο διαδίκτυο, όπου η επιχείρηση λειτουργεί 24 ώρες και ο ανταγωνισμός είναι ένα στιγμιαίο πάτημα ενός κουμπιού.

Με μια server/centric αρχιτεκτονική επεξεργασίας πληροφοριών, είναι δυνατόν να επικοινωνούν οι ενέργειες των διακομιστών, με αποστολή μηνυμάτων στο τοπικό LAN πρόσβασης χρηστών.

Αξιοσημείωτο εδώ είναι ότι ένα παράδειγμα server/centric επεξεργασίας πληροφοριών, ο οποίος χρησιμοποιεί τοπική Αποθήκευση, διατηρεί τους διακομιστές



Σχήμα 7.1 Server-centric επεξεργασία πληροφοριών

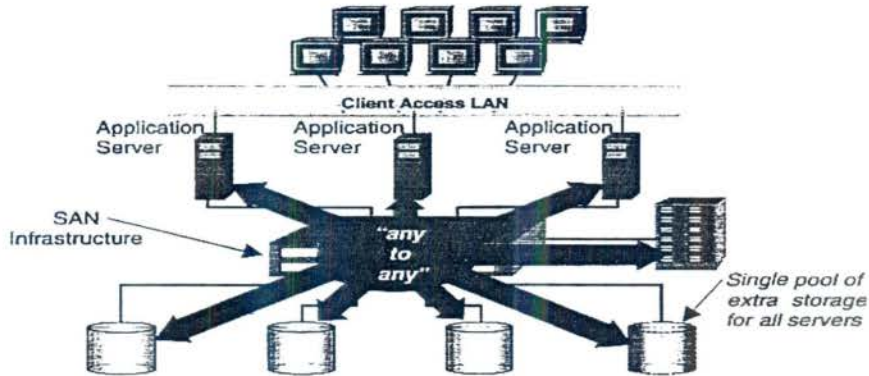
να συμβαδίζουν ο ένας με τον άλλον. Ο μόνος σκοπός αυτής της εργασίας είναι να κρατηθούν τα τοπικά αντίγραφα των διαχειριζόμενων πληροφοριών από διαφορετικούς διακομιστές, που συγχρονίζονται μεταξύ τους.

#### 7.1.4 Το Αρχικό SAN Paradigm Shift

Φανταστείτε αντ' αυτού όλοι οι διακομιστές σε μία πανεπιστημιούπολη, να μπορούσαν να έχουν άμεσα πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα. Δεν θα υπήρχε καμία ανάγκη, να διατηρηθούν πολλαπλά αντίγραφα δεδομένων, επειδή οι πολλαπλοί διακομιστές πρέπει να έχουν πρόσβαση σε αυτά. Εάν ένας διακομιστής χρειάζεται, να προσπελάσει ένα σύνολο δεδομένων, μπορεί να έχει πρόσβαση στο σύνολο άμεσα, επειδή συνδέεται φυσικά με τη συσκευή Αποθήκευσης που το κρατά. Όπως το σχήμα 7.2 δείχνει, όλοι οι διακομιστές είναι φυσικά συνδεδεμένοι με όλες τις συσκευές Αποθήκευσης.

### 7.1.5 Το Δευτερεύον SAN Paradigm Shift

Το SAN αλλάζει την επεξεργασία πληροφοριών, όπως το σχήμα 7.3 επεξηγεί. Εννοιολογικά, ένα Δίκτυο Αποθήκευσης Δεδομένων (SAN) είναι ένα πρόσθετο δίκτυο σε μια υπάρχουσα καταναμημένη υποδομή συστήματος πληροφοριών. Η



Σχήμα 7.2 Storage-centric επεξεργασία πληροφοριών

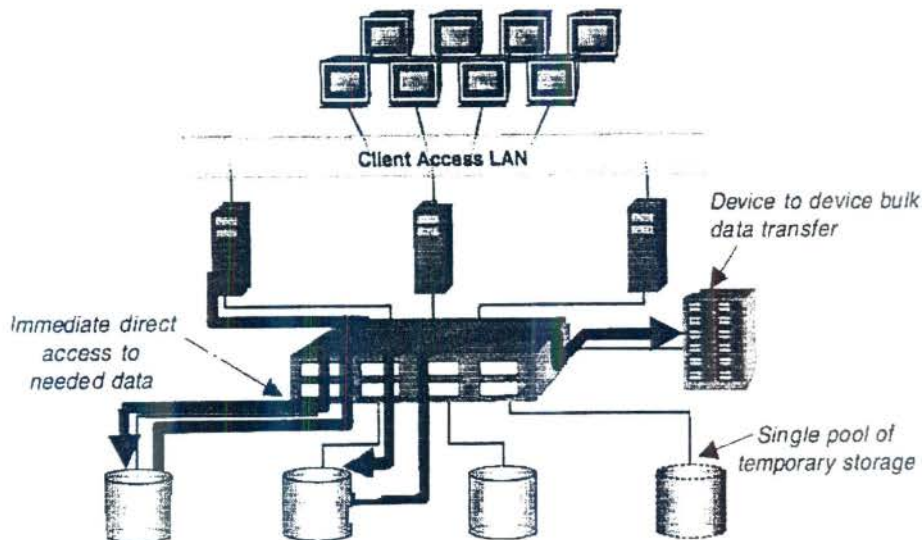
δημιουργία μιας ξεχωριστής διαδρομής για I/O μεταξύ των συσκευών Αποθήκευσης και των διακομιστών, αλλάζει τα καταναμημένα χαρακτηριστικά της απόδοσης του συστήματος:

- Το φορτίο στο δίκτυο μειώνεται σημαντικά. Η χωρητικότητα του δικτύου επεκτείνεται και αυξάνονται οι παραλλαγές της εφαρμογής
- Η απόλυτη απόδοση του I/O βελτιώνεται. Τα SAN πρωτόκολλα βελτιστοποιούνται με την υψηλή Αποθηκευτική ικανότητα και υψηλή κίνηση I/O
- Ένα SAN μειώνει τις γενικές απαιτήσεις πόρων και επιτρέπει στον οργανισμό να αφιερώσει το μεγαλύτερο ποσοστό επεξεργασίας των πληροφοριών του, στην επίλυση των προβλημάτων που αφορούν τη συμπεριφορά της επιχείρησης.

### 7.1.6 Βέλτιστες Μέθοδοι



Περισσότερη διαθέσιμη I/O απόδοση ανά πάσα στιγμή επιτρέπει στους σχεδιαστές εφαρμογών και τους διευθυντές διαδικασιών να σκέφτονται με νέους τρόπους και να δουλεύουν με βελτιστοποιημένες μεθόδους. Έτσι έχουμε:



Σχήμα 7.3 SAN, που διαχωρίζει τα μηνύματα χρηστών από το I/O του δίσκου και των ταινιών

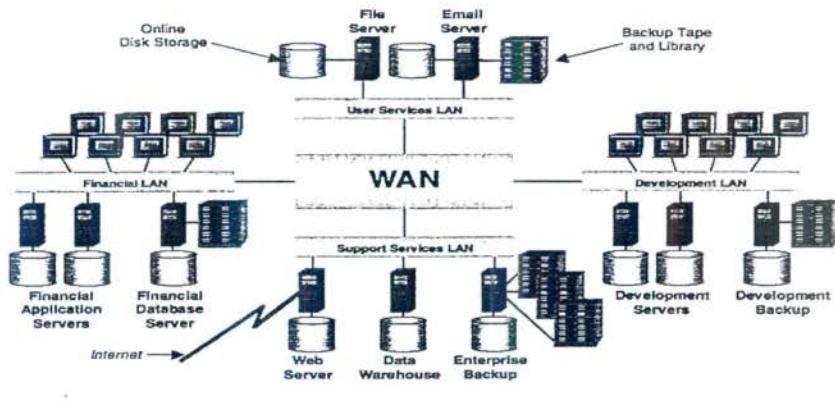
- Με περισσότερο διαθέσιμο εύρος ζώνης, γίνονται πρακτικά να εξαχθούν περισσότερα δεδομένα
- Οι πιο σύνθετες συναλλαγές που αφορούν τον πελάτη μπορούν να σχεδιαστούν καλύτερα
- Ο σχεδιασμός γίνεται απλούστερος
- Έχουμε συχνότερα εφεδρικά αντίγραφα και γρηγορότερες αποκαταστάσεις.

## 7.2 Ένα Μοντέλο για την Επεξεργασία Πληροφοριών

Για να εξηγήσουμε γιατί οι αλλαγές στην επεξεργασία των πληροφοριών, επιτρεπόμενες από το αρχικό και το δευτερεύον SAN Paradigm Shift είναι ευεργετικές, χρησιμοποιούμε ως μοντέλο την επιχείρηση μεσαίου μεγέθους, που διευκρινίζεται στο σχήμα 7.4. Το μεσαίο μέγεθος της διαμορφωμένης διαδικασίας επιλέγεται αντιπροσωπευτικά.

Το σχήμα 7.4 επεξηγεί τα ουσιαστικά συστατικά μιας μεσαίου μεγέθους κατακεντρωμένης λειτουργίας των υπηρεσιών πληροφοριών client/server από μια I/O και μια απλή Αποθήκευση δεδομένων. Η υποθετική επιχείρηση που διευκρινίζεται στο σχήμα 7.4, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, είναι μεσαίου μεγέθους. Η επεξεργασία πληροφοριών της επιχείρησης αυτής γίνεται σε τέσσερις ξεχωριστές θέσεις, οι οποίες συνδέονται από ένα δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN). Τα τοπικά δίκτυα (LANs) παρέχουν τις client/server επικοινωνίες σε κάθε μια από τις θέσεις. Τα χαρακτηριστικά του κάθε τοπικού LAN που μας ενδιαφέρουν είναι τα ακόλουθα:

1. **Οικονομικό Τοπικό Δίκτυο (Financial LAN):** Αυτό το LAN περιλαμβάνει τους διακομιστές, που «τρέχουν» τις εφαρμογές, κάθε ένας με την τοπική Αποθήκευσή του, καθώς επίσης και έναν οικονομικό διακομιστή Βάσεων Δεδομένων για την Αποθήκευση των οικονομικών Βάσεων Δεδομένων της εταιρείας. Μερικά από τα δεδομένα που κρατιούνται σε αυτό το τοπικό LAN, είναι σημαντικά και η επιχείρηση δε θα μπορούσε να λειτουργήσει χωρίς αυτά. Ο διακομιστής Βάσεων Δεδομένων είναι εξοπλισμένος με την tape streamer και τις ρομποτικές βιβλιοθήκες δεδομένων (robotic library resources) για εφεδρικά. Αυτό το τοπικό



Σχήμα 7.4 Τοπική αρχιτεκτονική επεξεργασίας client/server πληροφοριών

LAN παρέχει την πρόσβαση στα εταιρικά οικονομικά δεδομένα, σε έναν σχετικά μεγάλο αριθμό εργαζομένων χρησιμοποιώντας desktop υπολογιστές.

2. **Αναπτυσσόμενο Τοπικό Δίκτυο (Development LAN):** Οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη χρησιμοποιούν αυτό το τοπικό LAN για το προϊόν ή την ανάπτυξη συστήματος εφαρμογής. Τα χαρακτηριστικά του είναι παρόμοια με εκείνα του

Financial LAN. Κάθε διακομιστής διαχειρίζεται τα δεδομένα του, που εξυπηρετούν έναν σχετικά μεγάλο αριθμό τερματικών σταθμών, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη. Το κόστος από την απώλεια των δεδομένων σε αυτό το LAN είναι υψηλό (η ανάπτυξη της εργασίας πρέπει να ξαναγίνει). Όμως αυτό δεν είχε επιπτώσεις στην επιχειρηματική δυνατότητα να λειτουργήσει βραχυπρόθεσμα. Ο εφεδρικός διακομιστής σε αυτό το LAN χρησιμοποιείται, για να υποστηρίξει την εργασία ανάπτυξης, που γίνεται στο ίδιο το LAN. Η τοπική Αποθήκευση των δίσκων του εφεδρικού διακομιστή θα χρησιμοποιούνταν για την οργάνωση και τη διαχείριση καταλόγων tape streamers.

3. **LAN στην υπηρεσία χρηστών:** Αυτό το τοπικό LAN παρέχει υπηρεσίες, όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, σε όλους τους χρήστες της επιχείρησης. Εξυπηρετεί σχετικά λίγους τοπικούς χρήστες, παρέχοντας το μεγαλύτερο μέρος των υπηρεσιών του, για την ενσωμάτωση εταιρικών χρηστών σε άλλα τμήματα μνήμης του LAN. Επίσης, αυτό το LAN περιέχει δεδομένα ικανοποιητικά, αλλά όχι σημαντικά, όπου θα δικαιολογούνταν τοπικά εφεδρικά δεδομένα.
4. **Υπηρεσίες Υποστήριξης Τοπικού Δικτύου (LAN):** Αυτό το LAN παρέχει τις πρόσθετες εσωτερικές υπηρεσίες, καθώς επίσης και την πρόσβαση δικτύων στον εξωτερικό κόσμο (Διαδίκτυο). Μια σημαντική εκτεταμένη υπηρεσία υποστήριξης είναι ο κεντρικός εφεδρικός διακομιστής, για τους διακομιστές σε όλη την επιχείρηση, οι οποίοι δεν είναι εξοπλισμένοι, για να υποστηρίξουν τα δεδομένα τους τοπικά. Άλλη μία είναι η αποθήκη εμπορικών δεδομένων, που εξάγονται, για να αναπτύξουν τις τάσεις από την ιστορική πληροφορία. Ο διακομιστής Αποθήκευσης Εμπορικών Δεδομένων έχει μια έμφυτη ανάγκη, να επικοινωνήσει με άλλους επιχειρηματικούς διακομιστές. Όπως στο τοπικό δίκτυο (LAN) υπηρεσιών χρηστών, οι υπηρεσίες υποστήριξης τοπικού δικτύου εξυπηρετούν σχετικά λίγους τοπικούς χρήστες, αλλά παρέχουν υπηρεσίες στους desktop υπολογιστές και στους διακομιστές σε άλλα τμήματα μνήμης του τοπικού LAN.

### 7.3 Δέκα Τρόποι με τους οποίους το SAN Paradigm Shift βελτιώνει την Επεξεργασία Πληροφοριών

Θα εξετάσουμε δέκα σημαντικές αλλαγές επεξεργασίας πληροφοριών, που παρέχονται από τα SANs και πώς αυτές οι αλλαγές ωφελούν την επιχείρηση.

### 7.3.1 Αλλαγή 1: Περισσότερη Αποθήκευση με Λιγότερο Κόστος

Τα on-line δεδομένα αυξάνονται γρηγορότερα διότι, οι επιχειρήσεις και οι ανάγκες επεξεργασίας πληροφοριών τους, αυξάνονται γρηγορότερα από ότι σχεδιάστηκαν. Όταν αυτό συμβαίνει, η αποκατάσταση είναι απλή, κάποιος πρέπει να αποθηκεύσει τα πρόσθετα δεδομένα, να τα μορφοποιήσει, όπως απαιτείται και να τα ενσωματώσει σε εφαρμογές αρχείων ή Βάσεων Δεδομένων.

Η μεγαλύτερη πρόκληση για τους διαχειριστές συστήματος είναι να εντοπίζουν τις επικείμενες ελλείψεις Αποθήκευσης πριν αυτές να εμφανιστούν, έτσι ώστε η αποθήκευση να μπορεί να προστεθεί στο σύστημα και να προετοιμαστεί για τη χρήση, πριν μια έλλειψη καταστεί κρίσιμη και οι εφαρμογές αρχίσουν να αποτυγχάνουν.

Τα Κέντρα Δεδομένων, που είναι καλά σχεδιασμένα, χρησιμοποιούν τα εργαλεία διαχειριστικού λογισμικού, για να ελέγξουν τη Βάση Δεδομένων και τη χρησιμοποίηση των αρχείων. Πολλά από αυτά τα εργαλεία επιτρέπουν σε έναν χρήστη να καθορίσει τις πολιτικές, που αυτοματοποιούν τη διαχείριση Αποθήκευσης, παραδείγματος χάριν για να ανιχνεύσουν μια επικείμενη έλλειψη χώρου και να «τρέξουν» ένα διορθωτικό αρχείο εντολών, πριν το πρόβλημα να γίνει κρίσιμο. Τα διαχειριστικά εργαλεία συστήματος ελέγχουν για τέτοια γεγονότα και παίρνουν αυτόματα εντολή αποκατάστασης όταν εμφανίζονται.

Για παράδειγμα, η χωρητικότητα δίσκων είναι διαθέσιμη ακόμη και εάν απαιτείται να επεκτείνει την Αποθηκευτική ικανότητά της. Οι πεπειραμένοι διαχειριστές συστήματος διατηρούν συχνά ένα σύνολο (pool) αχρησιμοποίητων δίσκων, που συνδέονται με έναν διακομιστή και είναι έτοιμοι για τη στιγμιαία επέκταση, σε περίπτωση που προκύψει τέτοια ανάγκη. Οι πεπειραμένοι διαχειριστές συστήματος που διαχειρίζονται πολλά συστήματα, πρέπει να διατηρήσουν τέτοιες κοινοποιήσεις, μία για κάθε διακομιστή, που τρέχει μια κρίσιμη εφαρμογή.

Ο βασικός λόγος να διατηρηθεί η πρόσθετη Αποθήκευση σε κάθε κρίσιμη εφαρμογή του διακομιστή είναι ο χρόνος. Όταν η διαθέσιμη Αποθήκευση «τρέχει» αργά, είναι σημαντικό να ληφθούν μέτρα, για να αποτραπεί γρήγορα η ολοκληρωτική αποτυχία της

εφαρμογής. Δεν υπάρχει χρόνος να εγκατασταθούν οι δίσκοι όπου απαιτούνται, ενώ οι κρίσιμες εφαρμογές «τρέχουν» επικίνδυνα. Διατηρώντας επιπλέον χωρητικότητα on-line αποθήκευσης, η οποία μπορεί να επεκταθεί σε μια έκτακτη ανάγκη, «αγοράζει» τον ομαδικό χρόνο διαχείρισης συστήματος, να διαμορφώσει ακόμα περισσότερες συσκευές Αποθήκευσης πριν από την επόμενη έκτακτη ανάγκη.

Υπάρχουν δύο μειονεκτήματα στη διατήρηση μιας ξεχωριστής χωρητικότητας on-line Αποθήκευσης για κάθε διακομιστή εφαρμογής:

- Έχει μεγάλο κόστος. Τα δεδομένα Αποθήκευσης που αναμένουν την εμφάνιση μιας έκτακτης ανάγκης, κοστίζουν πολύ και δεν έχουν ιδιαίτερη αξία για την επιχείρηση
- Είναι αμετάβλητη. Δεν είναι πάντα ο διακομιστής με το μεγαλύτερο απόθεμα αποθήκευσης, που έχει τη μεγαλύτερη απροσδόκητη ζήτηση χωρητικότητας. Οι διαχειριστές συστήματος μπορεί να βρεθούν στην αδέξια κατάσταση, της κατοχής της πρόσθετης Αποθήκευσης σε μερικούς διακομιστές, ενώ μια κρίσιμη εφαρμογή σε έναν άλλο διακομιστή αποτυγχάνει λόγω έλλειψης σε Αποθήκευση.

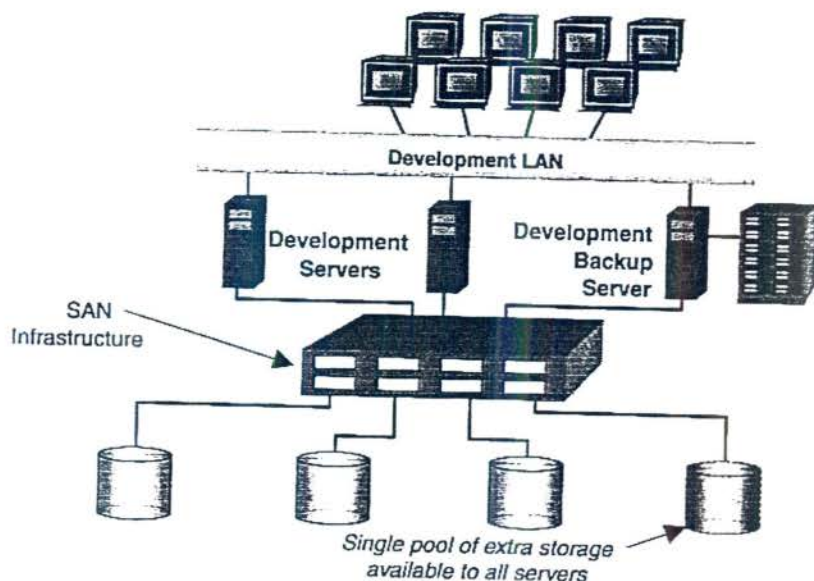
Η χρησιμοποίηση ενός SAN, για να συνδέσει την Αποθήκευση των δεδομένων, από όλους τους διακομιστές, μετριάξει και τα δύο αυτά προβλήματα. Μια μεμονωμένη περιοχή Αποθήκευσης μπορεί να συνδεθεί με το SAN και η χωρητικότητα από αυτό μπορεί να δεσμευθεί σε οποιοδήποτε διακομιστή απαιτείται.

Με τα SANs, η Αποθήκευση είναι προεγκατεστημένη στο SAN, παρά σε οποιοδήποτε άλλο συγκεκριμένο διακομιστή. Αλλά όταν ένας διακομιστής χρειάζεται περισσότερη αποθήκευση, μια απλή διαχειριστική λειτουργία δεσμεύει την πρόσθετη Αποθήκευση στους διακομιστές που την χρειάζονται. Το σύνολο της πρόσθετης Αποθήκευσης, η οποία μπορεί να συνδεθεί σε ένα SAN, και η χωρητικότητά του μπορούν να είναι διαθέσιμα σε όλους τους διακομιστές, όταν απαιτείται. Το σχήμα 7.5 επεξηγεί αυτή τη χρήση.

Συνδέοντας ένα Κέντρο Δεδομένων (wide pool) Αποθήκευσης με ένα SAN και κάνοντάς τη διαθέσιμη σε όλους τους διακομιστές στο Κέντρο Δεδομένων, λύνονται τα δύο προαναφερθέντα προβλήματα:

- *Μειώνεται η κύρια δαπάνη.* Στο παρελθόν, θα ήταν ιδιαίτερα αδύνατο για τους διακομιστές ενός ολόκληρου Κέντρου Δεδομένων, να χρησιμοποιήσουν ή να απαιτήσουν τις έκτακτες ανάγκες Αποθήκευσης συγχρόνως. Τώρα, οι διαχειριστές συστήματος μπορούν να προγραμματίσουν τη χωρητικότητα για σενάρια χειρότερων συμβάντων.

- *Είναι εύκαμπτο.* Δεν υπάρχει καμία ανάγκη το Κέντρο Δεδομένων να προγραμματίσει, για τις έκτακτες ανάγκες Αποθήκευσης. Δεδομένου ότι οι πρόσθετοι



Σχήμα 7.5 Πρόσθετη online αποθήκευση σε ένα SAN

πόροι Αποθήκευσης μπορούν να δεσμευθούν σε οποιονδήποτε διακομιστή τους χρειάζεται, η διαχείριση συστήματος πρέπει να προγραμματίσει μόνο για τη χειρότερη αναμενόμενη περίπτωση σε μια μεγάλη κεντρική Βάση Δεδομένων.

Έτσι η κεντρική Αποθήκευση επεξεργασίας πληροφοριών, που επιτρέπεται από τα SANs, παρέχει αποτελεσματικά περισσότερη διαθέσιμη Αποθήκευση στο Κέντρο Δεδομένων, με λιγότερες κύριες δαπάνες και χαμηλότερο κόστος διαχείρισης από μια προσπέλαση Αποθήκευσης ανά διακομιστή. Η κοινοποίηση της χωρητικότητας κάνει δυνατή την προσωρινή Αποθήκευση δεδομένων από διάφορους διακομιστές.

Επίσης με ένα SAN τα αρχικά κεφάλαια μπορούν να μειωθούν, προκειμένου να συγκεντρωθεί η Αποθήκευση. Ένα μεμονωμένο σύνολο συσκευών μπορεί να αφοσιώνεται, για την προσωρινή χρήση δεδομένων και να περνά από διακομιστή σε διακομιστή σύμφωνα με τις ανάγκες που δημιουργούνται.

### 7.3.2 Αλλαγή 2: Περισσότερο I/O με Λιγότερο Κόστος

Με τα SANs, οι I/O δυνατές επιδόσεις λειτουργίας μιας κατανεμημένης client/server επεξεργασίας πληροφοριών αυξάνονται με τρεις τρόπους:

- Η προσθήκη μιας υποδομής δικτύων αυξάνει τη χωρητικότητα των συστατικών μέσα στο Κέντρο Δεδομένων που επικοινωνούν
- Τα δίκτυα μηνύματος και τα δίκτυα Αποθήκευσης βελτιστοποιούνται για τους τύπους της κίνησης που υπερισχύουν. Έτσι κάθε ένας εκτελεί τη στοιχειώδη εργασία του αποτελεσματικότερα
- Η χρησιμοποίηση της μεταφοράς δεδομένων συσκευή προς συσκευή, μειώνει σημαντικά το ποσό δεδομένων, που πρέπει να μετακινηθεί για να ολοκληρώσει τις εργασίες δεδομένων.

Κατά συνέπεια, η προσθήκη ενός SAN τείνει να αυξήσει τη γενική απόδοση ενός συστήματος, πέρα από αυτό που θα αναμενόταν από το εύρος ζώνης του SAN. Αυτό δεν είναι ακριβώς το μικρότερο κόστος. Υπάρχει το μικρό θέμα της πληρωμής για την υποδομή του SAN. Σε πολλές περιπτώσεις, η βελτιωμένη απόδοση εφαρμογής είναι ένα επιπλέον όφελος.

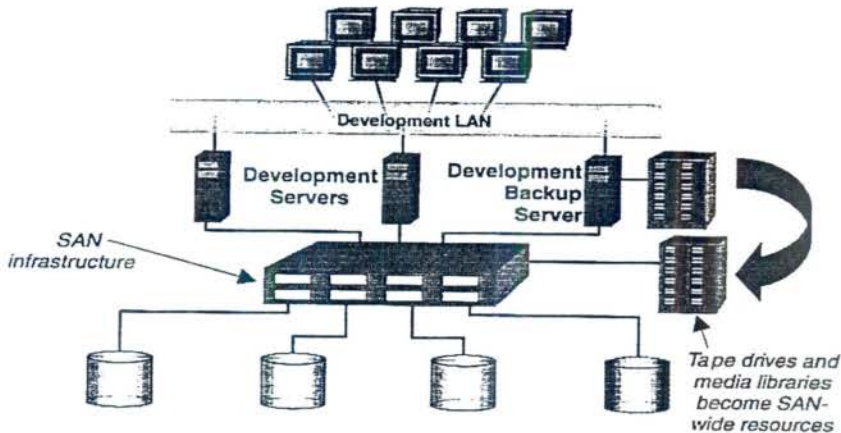
Το αποδοτικότερο I/O που έρχεται με τα SANs, έχει τρία βασικά αποτελέσματα:

- Η ρυθμοαπόδοση συναλλαγής βελτιώνεται, επειδή το I/O που υποστηρίζει τις συναλλαγές, χρησιμοποιεί περισσότερες βελτιστοποιημένες δυνατότητες των SANs
- Η προβλεψιμότητα του χρόνου απάντησης της συναλλαγής βελτιώνεται, επειδή τα μαζικά δεδομένα κίνησης δεν παρεμποδίζουν πλέον την κίνηση της συναλλαγής
- Η εξόρυξη εφεδρικών δεδομένων βελτιώνεται, επειδή χρησιμοποιούν τις βελτιστοποιημένες δυνατότητες μετακίνησης δεδομένων.

Κατά συνέπεια, προκύπτει η ερώτηση: Πώς μπορούν οι οργανισμοί επεξεργασίας πληροφοριών να εκμεταλλευτούν αυτή την αυξανόμενη I/O χωρητικότητα, για να δουλεύουν με νέους και διαφορετικούς τρόπους, ενώ η απάντηση είναι συγκεκριμένη σε κάθε περίπτωση; Υπάρχουν τρεις ευρείες κατηγορίες στις οποίες οι βελτιώσεις είναι ιδιαίτερα δυνατές για οποιοδήποτε Κέντρο Δεδομένων:

- Τα μηνύματα Συναλλαγής μπορούν να επεξεργάζονται περισσότερες συναλλαγές, παρέχοντας περισσότερες συναλλαγές και περισσότερη επιχειρησιακή αύξηση, ενώ αναβάλλουν την αύξηση από την υποδομή των δικτύων πρόσβασης των χρηστών
- Είναι δυνατόν να εμπλουτιστούν οι αλληλεπιδράσεις χρηστών

εφεδρικά προγράμματα αρχίζουν να συγκρούονται και ερωτήματα του ποιος διακομιστής πρέπει να είναι ιδιοκτήτης ποιου tape drive, γίνονται πολύ σύνθετα για να λειτουργούν χωρίς αυτοματισμό. Η αποτελεσματική χρησιμοποίηση του SAN απαιτεί έναν διαιτητή, που εγγυάται τον έλεγχο της αντιστοίχισης κάθε tape drive σε έναν και μόνο έναν εφεδρικό διακομιστή, οποιαδήποτε χρονική στιγμή.



Σχήμα 7.6 Κατανεμημένοι tape drives

Όπως με την on-line κοινοποιημένη Αποθήκευση, το πλεονέκτημα του SAN είναι η καλύτερη υπηρεσία με το λιγότερο κόστος. Όταν κάθε tape drive μπορεί να μεταφερθεί από διακομιστή σε διακομιστή, απαιτούνται λιγότερα tape drives. Επίσης, παρέχεται καλύτερη υπηρεσία, διότι όταν ένα tape drive σε μία κοινοποίηση αποτυγχάνει, αυτό σημαίνει ότι οποιοσδήποτε συγκεκριμένος διακομιστής μπορεί να κρατήσει τα δεδομένα σε backup. Καθώς οποιοδήποτε tape drive μπορεί να κατανεμηθεί σε οποιοδήποτε διακομιστή, υπάρχουν αρκετά λειτουργικά drives στα SANs, προκειμένου να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των SANs.

### 7.3.4 Αλλαγή 4: Δεδομένα Προσιτά από κάθε Υπολογιστή

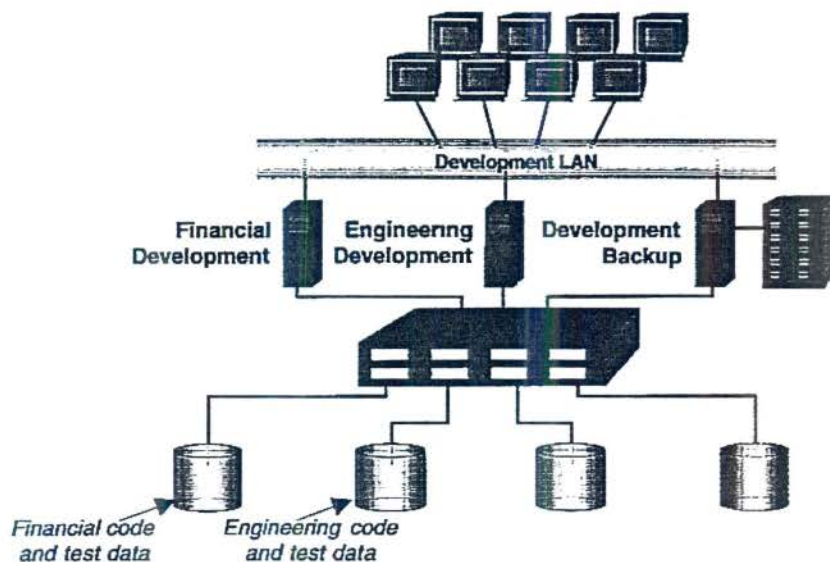
Το σημαντικότερο πλεονέκτημα ενός SAN είναι ότι τα δεδομένα είναι προσιτά από κάθε υπολογιστή (και επομένως σε κάθε χρήστη) που συνδέεται με το SAN. Για να επεξηγήσουμε αυτό το σημείο, υποθέτουμε ότι μια νέα οικονομική εφαρμογή χρειάζεται



πρόσβαση στα δεδομένα της εφαρμοσμένης μηχανικής, ίσως για την ανάλυση του κόστους των προϊόντων με τα μοντέλα τιμολόγησης ή αποδοτικότητας. Στην εποχή πριν από τα SANs οι οικονομικοί υπεύθυνοι για την ανάπτυξη συστήματος θα είχαν δύο επιλογές:

- *Αντιγραφή των απαιτούμενων δοκιμαστικών δεδομένων στην Αποθηκευτική ενότητα από το διακομιστή ανάπτυξης εφαρμοσμένης μηχανικής στο διακομιστή οικονομικής ανάπτυξης.* Αυτό θα μπορούσε να ολοκληρωθεί με τη δημιουργία εφεδρικών ταινιών ή με την άμεση αντιγραφή δίσκο προς δίσκο πάνω στο τοπικό LAN. Αυτή η επιλογή είναι απλή να εφαρμοστεί, αλλά έχει το έμφυτο προβλήματα της υψηλής κατανάλωσης πόρων και οι οικονομικοί υπεύθυνοι εφαρμογής βρίσκονται σε κίνδυνο, να εργάζονται με μη ενημερωμένα δεδομένα.
- *Δημιουργία ενός ειδικού διανεμημένου προγράμματος, για να προσεγγίζονται τα δεδομένα.* Ο χρήστης από τη δική του πλευρά, σ' αυτό το πρόγραμμα, θα «έτρεχε» στον Financial Development διακομιστή, κάνοντας αιτήματα για δεδομένα εφαρμοσμένης μηχανικής. Η πλευρά των διακομιστών θα «έτρεχε» στον Engineering Development διακομιστή ανάπτυξης εφαρμοσμένης μηχανικής, που αποκρίνεται σε εκείνα τα αιτήματα με πρόσβαση των δεδομένων και παράδοση τους στον Financial Development διακομιστή. Οι αναπροσαρμογές στα δεδομένα εφαρμοσμένης μηχανικής θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με τον ίδιο τρόπο. Το μειονέκτημα αυτής της προσέλασης είναι το μεγάλο κόστος της ανάπτυξης και της συντήρησης του ειδικού προγράμματος για την πρόσβαση των δεδομένων.

Με ένα SAN, εντούτοις, όπως το σχήμα 7.7 επεξηγεί, υπάρχει μια φυσική σύνδεση μεταξύ του Financial Development διακομιστή και των δεδομένων δοκιμής εφαρμοσμένης μηχανικής. Είναι απαραίτητο να μεταφέρεται η ιδιοκτησία των απαιτούμενων δεδομένων εφαρμοσμένης μηχανικής στον Financial Development διακομιστή κατά περιόδους. Καμία μετακίνηση δεδομένων δεν απαιτείται και ο Financial Development διακομιστής εγγυάται για τα ενημερωμένα δεδομένα. Με τα πιο περίπλοκα ενημερωμένα SANs συστήματα αρχείων, τα δεδομένα εφαρμοσμένης μηχανικής μπορούν ακόμα και να μοιραστούν ανάμεσα στους δύο διακομιστές.



Σχήμα 7.7 Καταναμημένη πρόσβαση δεδομένων

### 7.3.5 Αλλαγή 5:Λιγότερη Πολυπλοκότητα Περισσότερη Σταθερότητα

Σε ένα τυπικό συμβατικό Κέντρο Δεδομένων (π.χ. πριν από τα SANs) υπάρχει μεγάλη πολυπλοκότητα στα on-line δεδομένα. Η πολυπλοκότητα των on-line δεδομένων έχει μεγάλο κόστος από δύο απόψεις:

- Χρησιμοποιεί πόρους που πρέπει να αγοραστούν και να διατηρηθούν. Κάθε αντιγραφή από μια Βάση Δεδομένων σημαίνει, ότι χρειάζεται ένα άλλο σύνολο δίσκων για να αποθηκευτεί το αντίγραφο και αρκετό εύρος ζώνης δικτύου για να αποθηκεύσει το αντίγραφο, χωρίς να διακόψει την πραγματική εργασία.
- Μέρος του οργανισμού εργάζεται με *out-of-date* δεδομένα. Η αντιγραφή δεδομένων θέλει πολύ χρόνο, αλλά η εργασία πρέπει να συνεχίζεται, ενώ γίνεται η αντιγραφή δεδομένων. Έτσι οι χρήστες πρέπει μερικές φορές, να δουλεύουν με ότι δεδομένα έχουν, ακόμη και αν είναι *out-of-date*.

Η βασική αρχιτεκτονική SAN λύνει εγγενώς αυτό το πρόβλημα. Μια επιχείρηση με διάφορα sites επεξεργασίας πληροφοριών μπορεί, να ενοποιήσει την Αποθήκευσή της σε ένα μεμονωμένο SAN, το οποίο διαμοιράζει τα on-line δεδομένα μεταξύ των sites.

### 7.3.6 Αλλαγή 6: Παγκόσμια Δυνατότητα Πρόσβασης Δεδομένων

Η επέκταση ενός SAN αρχίζει με την εγκατάσταση ενός hub ή ενός switch Δικτύων μέσα σε ένα δωμάτιο υπολογιστών. Σε αυτήν την περίπτωση, οι συσκευές Αποθήκευσης συνδέονται με το switch. Επίσης όλοι οι διακομιστές συνδέονται με το switch.

Τα οικονομικά και αναπτυξιακά site έχουν αναβαθμιστεί στα SANs. Οι επιχειρηματικές οικονομικές πληροφορίες είναι προσιτές από όλους τους οικονομικούς διακομιστές και οι πληροφορίες ανάπτυξης είναι προσιτές από όλους τους διακομιστές ανάπτυξης.

Η σύγχρονη τεχνολογία χρησιμοποιείται, για να συνδέσει τα SANs άμεσα σε μεγάλες πανεπιστημιούπολεις και σε πόλεις με ταχύτητες των gigabits ανά δευτερόλεπτο, δημιουργώντας τα μητροπολιτικά δίκτυα (MAN). Το αποτέλεσμα είναι ότι τα δεδομένα γίνονται προσιτά σε ολόκληρη την επιχείρηση, ακόμα κι αν η επιχείρηση επεξεργάζεται τις πληροφορίες της στις ευρέως χωρισμένες θέσεις. Ακόμη υπάρχει παγκόσμια δυνατότητα πρόσβασης δεδομένων.

### 7.3.7 Αλλαγή 7: Η Εμφάνιση των Clusters

Ένα cluster είναι ένα σύνολο ανεξάρτητων ηλεκτρονικών υπολογιστών, που διασυνδέονται στην ίδια Αποθήκευση και που κατορθώνουν να παρέχουν μια μεμονωμένη, συντονισμένη υπολογιστική υπηρεσία. Τα clusters έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

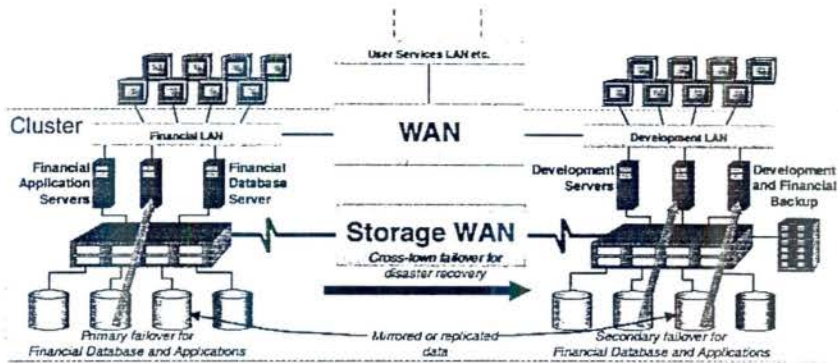
- Η διαμόρφωση των διακομιστών είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε, εάν ο ένας διακομιστής αποτυγχάνει, ένας άλλος διακομιστής να μπορεί αυτόματα να επανεκκινήσει τις εφαρμογές του και να συνεχίσει να εξυπηρετεί τους χρήστες.
- Η διαμόρφωση των διακομιστών είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε τα αιτήματα χρηστών να μπορούν να καθοδηγηθούν από τους διάφορους διακομιστές, που «τρέχουν» τις ίδιες εφαρμογές, επιτρέποντας την προσαυξητική μεταβολή τιμών στην εφαρμογή.
- Η διασύνδεση διάφορων διακομιστών που «τρέχουν» σχετικές εφαρμογές, μειώνει το γενικό διαχειριστικό κόστος.

- Η κατασκευή των clusters έξω από τα συστατικά του επικρατούμενου υπολογιστικού συστήματος σημαίνει ότι το κόστος της ιδιαίτερα διαθέσιμης ανερχόμενης επεξεργασίας δεδομένων, ακολουθεί το κόστος της επικρατούμενης επεξεργασίας δεδομένων.

Το clustering είναι μια τεχνολογία λογισμικού, που καθιστά τους διακομιστές ενήμερους, για τις εφαρμογές που «τρέχουν» σε άλλους διακομιστές και τους επιτρέπει να αναλάβουν και να επανεκκινήσουν τις εφαρμογές, εάν οι διακομιστές στους οποίους «τρέχουν» αποτυγχάνουν. Το clustering οργανώνεται έτσι ώστε εάν ο διακομιστής ανάπτυξης εφαρμοσμένης μηχανικής αποτυγχάνει, οι εφαρμογές του επανεκκινούνται στον εφεδρικό διακομιστή ανάπτυξης. Ακόμη η ανάπτυξη εφαρμοσμένης μηχανικής είναι πραγματικά σημαντική, διότι εάν ο διακομιστής αποτυγχάνει και ο εφεδρικός διακομιστής ανάπτυξης αποτυγχάνει συγχρόνως, οι εφαρμογές ανάπτυξης επανεκκινούνται στον οικονομικό διακομιστή ανάπτυξης.

#### **7.3.8 Αλλαγή 8: Αποκατάσταση σε Περίπτωση Καταστροφής: Συνεχής Επεξεργασία Πληροφοριών**

Το clustering μέσα στο Κέντρο Δεδομένων συντηρεί τις λειτουργίες, εάν ένας υπολογιστής ή άλλο κρίσιμο συστατικό εφαρμογής αποτυγχάνει. Ακόμη έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται, έτσι ώστε η επεξεργασία να συνεχίζει, εάν διάφοροι υπολογιστές αποτυγχάνουν. Αλλά τι συμβαίνει όταν ένα ολόκληρο Κέντρο Δεδομένων αποτυγχάνει; Πάλι, τα SANs δίνουν την απάντηση. Όπως το σχήμα 7.8 απεικονίζει, ένα μητροπολιτικό cluster, στο οποίο τα οικονομικά τμήματα και τα τμήματα ανάπτυξης ενώ λειτουργούν από διαφορετικά ευρέως χωρισμένα site, αποτελούν μέρος του ίδιου cluster. Λόγω προσωπικών και άλλων λογιστικών εκτιμήσεων, το τοπικό failover είναι πάντα η καλύτερη πολιτική, για το χειρισμό των τοπικών αποτυχιών. Εάν το τοπικό failover δεν υφίσταται, η διαμόρφωση cluster επιτρέπει στην οικονομική Βάση Δεδομένων και στις εφαρμογές, να επαναφέρουν τους διακομιστές στην περιοχή ανάπτυξης. Φυσικά, αυτή η διαδικασία δεν είναι απλή. Οι διακομιστές στην περιοχή ανάπτυξης πρέπει να υποδειχθούν, ως δευτερεύοντες διακομιστές failover για τις οικονομικές εφαρμογές. Η στρατηγική Αποθήκευσης δεδομένων πρέπει να εξασφαλίσει ότι υπάρχει πάντα ένα ενημερωμένο αντίγραφο δεδομένων των οικονομικών εφαρμογών στην περιοχή ανάπτυξης.



Σχήμα 7.8 Μητροπολιτικό cluster βασισμένο σε SAN

### 7.3.9 Αλλαγή 9: Η Αποταμίευση

Η αποταμίευση από την κεντρική σταθεροποίηση δεδομένων έρχεται σε τρεις μορφές:

- Λιγότερη ενισχυτική υποδομή. Είναι χαρακτηριστικά φθηνότερο να διατηρηθεί μια μεγαλύτερη επιχειρησιακή θέση από δύο μικρότερες.
- Χαμηλότερο κόστος προσωπικού. Το κόστος των χρηστών είναι συνήθως λιγότερο με τις λιγότερες θέσεις από ότι με τις περισσότερες. Το σταθερό κόστος όπως η κατασκευή της ασφάλειας, της συντήρησης και των διαδικασιών είναι χαμηλότερο με τις λιγότερες θέσεις.
- Χαμηλότερο κύριο κόστος. Η αναλογία της απαιτούμενης πρόσθετης Αποθήκευσης για να συμπληρώσει συνολικά την on-line αποθήκευση, μειώνεται όταν σταθεροποιείται η Αποθήκευση σε μια θέση.

Σημαντικότερη από το κόστος της αποταμίευσης, εντούτοις, είναι η βελτιωμένη ποιότητα της Αποθήκευσης και της υπηρεσίας εφαρμογής, επειδή η κατοχή λιγότερων περιοχών σημαίνει, ότι υπάρχουν λιγότερα «πράγματα» για να αποτύχουν.

### 7.3.10 Αλλαγή 10: Παγκόσμια Επεξεργασία Πληροφοριών για τις Παγκόσμιες Επιχειρήσεις

Η δυνατότητα της τεχνολογίας SAN να συνδεθούν οι διακομιστές με τις απόμακρες συσκευές Αποθήκευσης, παρέχει υποστήριξη για μια συνεπή όψη των δεδομένων σε μια παγκόσμια επιχείρηση. Αλλά εκεί υπάρχει ένα μικροσκοπικό πρόβλημα: ο παγκόσμιος χρόνος απάντησης. Τα SANs υπάγονται στην ταχύτητα του φωτός. Αυτό είναι το όριο

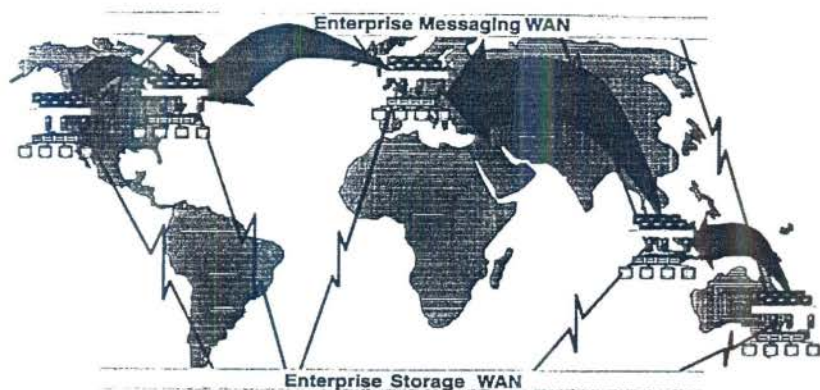
στο πώς τα δεδομένα μπορούν, να κινηθούν σε μια δεδομένη απόσταση. Μέσα σε ένα Κέντρο Δεδομένων ο χρόνος που χρειάζεται, για να μετακινηθούν τα δεδομένα, είναι αμελητέος. Η μεταφορά των δεδομένων μπορεί να πάρει τόσο όσο και ένα δέκατο ενός δευτερολέπτου, ανάλογα με τη διαδρομή. Επιπλέον, οι περισσότερες παγκόσμιες επικοινωνίες αναμεταδίδονται με διαφορετικούς χρόνους στη διαδρομή τους, με μια μικρή καθυστέρηση που εισάγεται σε κάθε βήμα. Αυτό θα γινόταν ιδιαίτερα ορατό στους χρόνους απάντησης της εφαρμογής, οι οποίοι επιβεβαιώνονται συνήθως στις I/O λειτουργίες, που ολοκληρώνονται σε μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Αλλά τι συμβαίνει με τους οργανισμούς όπως τα οικονομικά ιδρύματα ή τους προμηθευτές υποστήριξης, που πρέπει να παρέχουν τις υπηρεσίες τους, σε εικοσιτετράωρη βάση; Δεν απαιτείται μόνο η επιτυχής παγκόσμια επεξεργασία πληροφοριών από την τεχνολογία επικοινωνιών, για να συνδέσει τους υπολογιστές και την παγκόσμια Αποθήκευση, αλλά απαιτείται επίσης και το λογισμικό των SANs. Δύο τύποι λογισμικού SAN πραγματοποιούν την προκαταρκτική εργασία για την παγκόσμια επεξεργασία πληροφοριών:

- Clustering, με την προσθήκη της παγκόσμιας δυνατότητας κάλυψης Clustering
- Αντιγραφή δεδομένων (Data Replication), μια τεχνολογία παρόμοια με το mirroring, αλλά που είναι σε θέση να λειτουργήσει επιτυχώς σε μακρινές αποστάσεις, σε συνδέσεις που είναι λιγότερο αξιόπιστες.

Αυτές οι τεχνολογίες λογισμικού συνδυάζονται μαζί, για να επιτρέψουν στις επιχειρήσεις να δημιουργήσουν τις ενσωματωμένες λειτουργίες επεξεργασίας πληροφοριών, που λειτουργούν κυριολεκτικά εικοσιτέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο και σε όλο τον κόσμο. Το σχήμα 7.9 επεξηγεί τις περιοχές επεξεργασίας πληροφοριών, που κατανέμονται σε όλη τη γη και που συνδέονται με δύο ευδιάκριτα δίκτυα, ένα για τα μηνύματα χρηστών και ένα για τη μαζική μεταφορά δεδομένων μεταξύ των συσκευών Αποθήκευσης και των διακομιστών. Ενώ αυτά εμφανίζονται σαν δύο διαφορετικά δίκτυα, στην πράξη θα μοιράζονταν συχνά την ίδια τεχνολογία και πράγματι, τις ίδιες δυνατότητες.

Για να πραγματοποιηθεί η παγκόσμια επεξεργασία πληροφοριών απαιτούνται όχι μόνο αυτές οι αλληλοσυνδέσεις, αλλά επίσης το λογισμικό για να κάνει τα ευρέως χωρισμένα Κέντρα Δεδομένων να λειτουργούν ως ένα συντονισμένο σύνολο.



Σχήμα 7.9 Παγκόσμια Επεξεργασία Πληροφοριών βασισμένη στα SANs

Όπως έχουμε αναφέρει ήδη, η ταχύτητα του φωτός δεν είναι αμελητέα πέρα από τις παγκόσμιες αποστάσεις. Η καθυστέρηση μετάδοσης για κάθε I/O θα ήταν μέρος του χρόνου απάντησης για κάθε συναλλαγή. Αυτό που γίνεται αντί αυτού, είναι να αντιγράφονται ξανά οι αναπροσαρμογές στα δεδομένα.

Μόλις αντιγράφονται ξανά τα δεδομένα μεταξύ των ευρέως χωρισμένων site, έχουμε θέσει το στάδιο για ένα άλλο ισχυρό όφελος που επιτρέπεται από τα Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων, ακολουθώντας την τεχνολογία της Sun. Οι παγκόσμιες εφαρμογές είναι παγκόσμιες επειδή εξυπηρετούν τους χρήστες σε όλο τον κόσμο. Η Αποθηκευτική ενότητα συναλλαγής ενάντια σε ένα παγκόσμιο σύστημα υπολογιστών, είτε μεταφέρει χρήματα, ή παρέχει υπηρεσίες πελατών, ή παραδίδει τις Ιστοσελίδες και επεξεργάζεται τις συναλλαγές.

Η παγκόσμια επεξεργασία πληροφοριών σήμερα βρίσκεται στο πρώιμό της στάδιο. Με την τεχνολογία Αποθήκευσης σε δίκτυο, εντούτοις, η παγκόσμια επεξεργασία πληροφοριών πραγματοποιείται για πρώτη φορά. Η ιστορία της παγκόσμιας επεξεργασίας πληροφοριών είναι μία από τις πιο ακριβές τεχνολογίες, που εισάγονται στην αγορά και που αναγκάζει και οδηγεί στην περαιτέρω ανάπτυξη, τις υψηλότερες Αποθηκευτικές ενότητες και τις αισθητά μειωμένες τιμές. Τελικά, η νέα τεχνολογία δημιουργεί μια ολοκληρωμένη νέα αγορά, η οποία αποτελεί την επικρατούσα τάση. Οι μικροεπεξεργαστές, οι προσωπικοί υπολογιστές, η Αποθήκευση, η τηλεοπτική

τεχνολογία παρουσίασης, το τοπικό δίκτυο και το μεγάλης ταχύτητας Δίκτυο Ευρείας περιοχής, έχουν όλα ακολουθήσει αυτό το νέο πρότυπο.



**ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ**  
**ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ**  
**ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

**Back end**

Τα συστατικά υποστήριξης ενός συστήματος υπολογιστών. Αναφέρεται, χαρακτηριστικά, στο σύστημα διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (database management system (DBMS)), το οποίο είναι η αποθήκη δεδομένων.

**Bandwidth(BW)**

*Εύρος ζώνης.* Η περιοχή των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται σ' ένα δίαυλος επικοινωνίας εκφράζεται από τη διαφορά σε Hz, ανάμεσα στην υψηλότερη και τη χαμηλότερη συχνότητα.

**Bit pattern**

Ένα συγκεκριμένο σχεδιάγραμμα δυαδικών ψηφίων.

**Cache**

*Κρυφή μνήμη.* Ταχύτατη μνήμη ή αποθηκευτική συσκευή, η οποία χρησιμοποιείται για να μικρύνει το χρόνο προσπέλασης των δεδομένων. *Read cache*, κρατά τα δεδομένα για ενδεχόμενη ζήτηση από τον πελάτη. *Write cache*, κρατά τα δεδομένα μέχρι ο χρήστης να τα αποθηκεύσει σε ένα δίσκο ή ταινία.

**Checksum**

*Ελεγκτικό άθροισμα.* Επαληθεύει τη σωστή μεταφορά των δεδομένων ή αποθήκευσή τους.

**Cluster**

*Σύμπλεγμα.* Ομάδα τερματικών, περιφερειακών ή μικρών υπολογιστών, που συνδέονται στον ίδιο κεντρικό υπολογιστή.

**Disk striping**

Η διάδοση των δεδομένων σε πολλαπλά disk drives, για βελτίωση της απόδοσης. Το striping των δίσκων δεν παρέχει εγγενώς ανοχή βλαβών ή έλεγχο σφαλμάτων. Χρησιμοποιείται από κοινού με διάφορες άλλες μεθόδους.

**Ethernet**

*Δίκτυο Ethernet.* Τοπικό δίκτυο που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Rank Xerox. Έγινε ευρύτερα αποδεκτό σαν πρότυπο μέσω επικοινωνίας και υιοθετήθηκε από πολλές εταιρείες υπολογιστών.

**Failover**

Η διατήρηση ενός ενημερωμένου αντιγράφου μιας Βάσης Δεδομένων σε ένα εναλλακτικό σύστημα υπολογιστών για εφεδρικό. Το εναλλακτικό σύστημα λειτουργεί, εάν το αρχικό σύστημα γίνει ακατάλληλο προς χρήση.

**Firmware**

Μια κατηγορία τσιπ μνήμης, που κρατούν το περιεχόμενό τους χωρίς την ηλεκτρική ισχύ και περιλαμβάνουν τις τεχνολογίες ROM, PROM, EPROM και EEPROM.

**Host**

*Ξένιος υπολογιστής.* 1)Υπολογιστής που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση ενός ή περισσοτέρων υπολογιστών σε ένα δίκτυο.  
2)Υπολογιστής που μπορεί να εκτελεί προγράμματα γραμμένα για υπολογιστή διαφορετικού τύπου.

### **Host bus adapter**

Συσκευή που συνδέει μια ή περισσότερες περιφερειακές μονάδες με έναν υπολογιστή. Τυπικά είναι μια κάρτα επέκτασης που συνδέεται με τον διαύλο.

### **Log**

Καταγραφή της συμπεριφοράς ενός υπολογιστή και γενικότερα μιας συσκευής. Τα αρχεία logs γράφονται από το λειτουργικό σύστημα ή άλλο πρόγραμμα ελέγχου για αποκατάσταση των δεδομένων σε περίπτωση καταστροφής.

### **Mirror**

*Κατοπτρικό αρχείο.* Το ακριβές αντίγραφο ενός αρχείου. Δημιουργείται, συγχρόνως με το πρωτότυπο αρχείο, ως εφεδρικό για την περίπτωση καταστροφής του πρωτοτύπου.

### **Module**

Υλικό ή λογισμικό που αλληλεπιδρά με ένα μεγαλύτερο σύστημα. Το υλικό συνδέεται σε ένα κύριο σύστημα. Το λογισμικό σχεδιάζεται, για να χειρίζεται μία συγκεκριμένη εργασία σε ένα μεγαλύτερο πρόγραμμα.

### **Overhead**

*Επιβάρυνση.* Ο χρόνος ή οι λειτουργίες που δεν αφιερώνονται στην επεξεργασία μιας συγκεκριμένης εφαρμογής, αλλά σχετίζονται με το σύστημα, επιβαρύνοντας έτσι τη λειτουργία ή το χρόνο επεξεργασίας των εφαρμογών.

*Πλεονάζων χώρος.* Ο αχρησιμοποίητος χώρος ενός φορέα δεδομένων μετά τη χρησιμοποίησή του.

### **Port**

*Θύρα.* Προσαρμοστικό κύκλωμα παράλληλης ή σειριακής επικοινωνίας, με το οποίο γίνεται η είσοδος ή έξοδος των δεδομένων μιας λειτουργικής μονάδας.

### **Real time**

*Σε πραγματικό χρόνο.* Άμεση επεξεργασία των δεδομένων. Είσοδος των δεδομένων στον υπολογιστή τη στιγμή της δημιουργίας.

### **Replication**

*Αντιγραφή.* Αντίγραφο των δεδομένων, που διατηρείται σε άλλους διακομιστές στο δίκτυο και χρησιμοποιείται σε περίπτωση απώλειας των αυθεντικών δεδομένων.

### **Router**

*Δρομολογητής.* Συσκευή που καθορίζει τη διαδρομή ενός μηνύματος.

### **Scaling**

Η βελτίωση μιας συσκευής ή ενός συστήματος με σκοπό την επέκτασή του.

### **Standard**

Προδιαγραφή για το υλικό ή το λογισμικό που είτε χρησιμοποιείται ευρέως και γίνεται αποδεκτή είτε εγκρίνεται από μια οργάνωση προτύπων.

### **Streaming**

Τεχνική εγγραφής σε μαγνητική ταινία, η οποία εξασφαλίζει συνεχή ροή δεδομένων, αύξηση της ταχύτητας μεταφοράς τους και τη χρήση απλούστερων μηχανισμών κίνησης της ταινίας.

### **Striping**

Τμηματοποίηση των λογικών σειρών δεδομένων, όπως ένα μεμονωμένο αρχείο, έτσι ώστε τα τμήματα μνήμης να μπορούν να γραφτούν στις πολλαπλές φυσικές συσκευές (συνήθως disk drives). Αυτή η τεχνική είναι χρήσιμη εάν ο επεξεργαστής είναι ικανός να διαβάσει ή να γράφει δεδομένα γρηγορότερα από ότι ένας μεμονωμένος δίσκος μπορεί να παρέχει ή να αποδέχεται. Ενώ τα δεδομένα μεταφέρονται από τον πρώτο δίσκο, ο δεύτερος δίσκος μπορεί να εντοπίσει το επόμενο τμήμα μνήμης.

### **Write back cache**

Είναι μια κρυφή μνήμη δίσκων ή ενδιάμεση μνήμη, που υποστηρίζει την εναποθήκευση των εγγραφών. Τα δεδομένα, που κανονικά γράφονται στη μνήμη ή στο δίσκο από την CPU, γράφονται αρχικά στην ενδιάμεση μνήμη. Στη συνέχεια τα δεδομένα γράφονται από την κρυφή μνήμη στην πραγματική μνήμη ή στο δίσκο. Η **write back cache** βελτιώνει την απόδοση, επειδή η εγγραφή στη ταχύτερη κρυφή μνήμη είναι γρηγορότερη από ότι στη RAM ή στο δίσκο.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:**

1. Richard Barker-Paul Massiglia (2002), "Storage Area Network Essentials", Εκδότης John Wiley & Sons, Inc., New York.
2. Werner Feibel (2000), "Encyclopedia of Networking", Εκδότης San Fransco: Network Press.
3. Ahuja Vijay (1982), "Design And Analyze of Computer Communication Networks", Εκδότης New York: Mc Graw-Hill.
4. Π.Κ. Γαρίδης-ΕΜ. Ν. Δεληγιαννάκης (1989), "Σύγχρονο Λεξικό Πληροφορικής", Εκδόσεις Δίαυλος.
5. Σωτήρης Λεβέντης-Θάνος Παπακυριακόπουλος (Ιανουάριος-Φεβρουάριος 2002), "Δίκτυα Αποθήκευσης Δεδομένων και Τεχνολογίες τοπικής (LAN) και απομακρυσμένης (WAN) πρόσβασης", Communication Solutions.