



EPL342 –Databases

Lecture 3: Introduction III

System Concepts and Architecture

(Chapters 2.2-2.7, Elmasri-Navathe 7ED)

Demetris Zeinalipour

<http://www.cs.ucy.ac.cy/courses/EPL342>

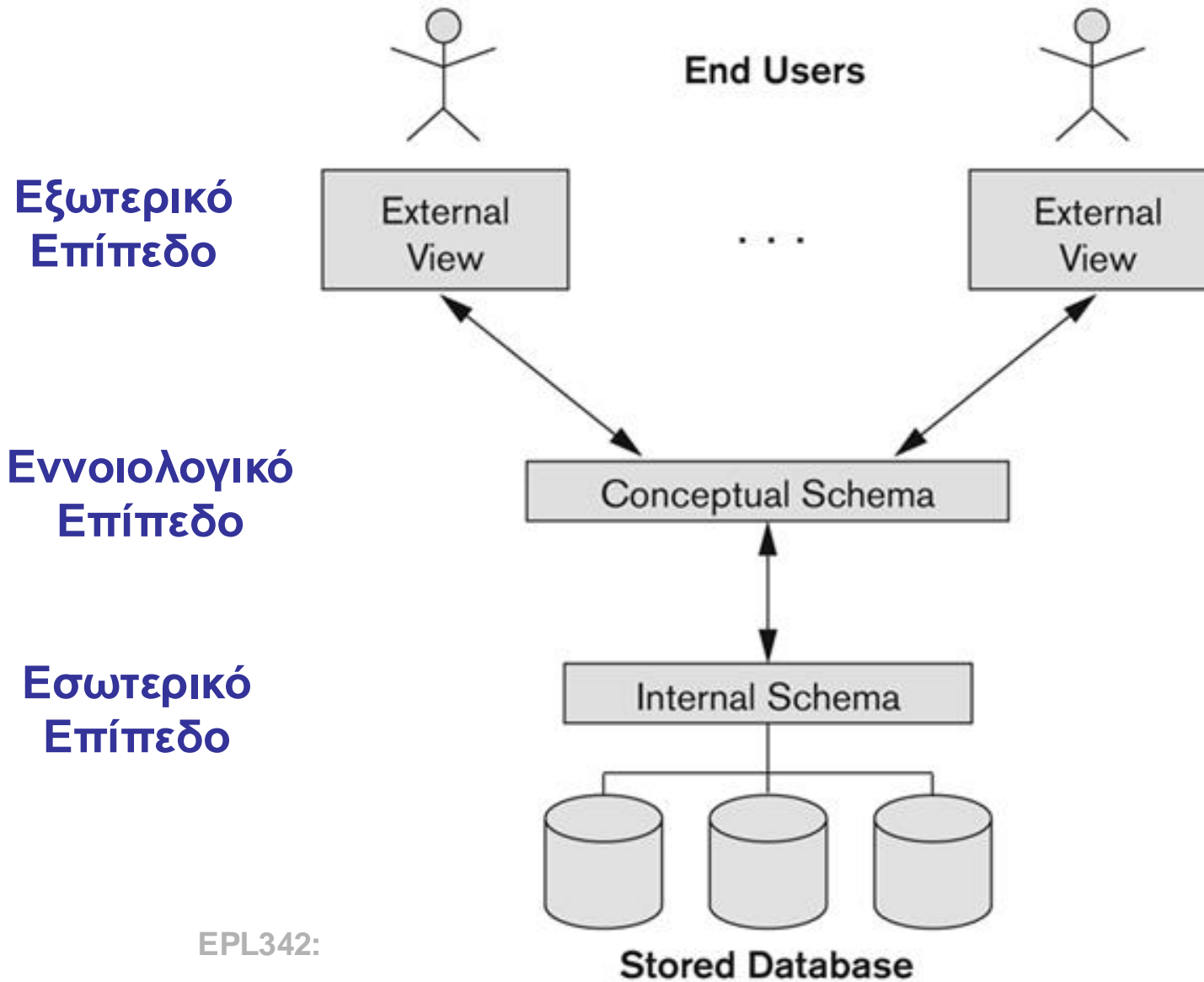
Περιεχόμενο Διάλεξης



Κεφάλαιο 2

- 2.2) Αρχιτεκτονική Τριών Σχημάτων και Ανεξαρτησία Δεδομένων
- 2.3) Γλώσσες και Διεπαφές Βάσεων Δεδομένων
- 2.4-2.6) Περιβάλλον & Αρχιτεκτονικές Συστημάτων Διαχ. Βάσεων Δεδ.
 - Διασύνδεση Συσκευών Αποθήκευσης
 - Συγκεντρωτικές
 - Πελάτη-Εξυπηρετητή (2-επιπέδων & N-επιπέδων)
 - Κατανεμημένες

Αρχιτεκτονική Τριών-Σχημάτων



Ανεξαρτησία Δεδομένων



- **Λογική Ανεξαρτησία Δεδομένων (Logical Data Independence)**

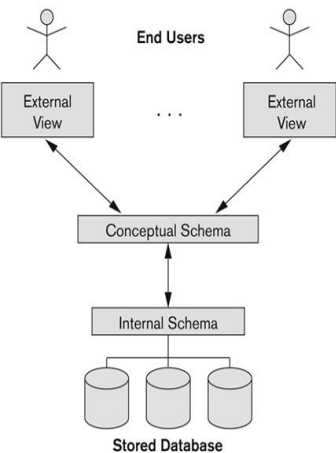
- Η δυνατότητα αλλαγής του **εννοιολογικού σχήματος** χωρίς να απαιτείται να αλλάξει το **εξωτερικό σχήμα** (αυτό που βλέπει ο χρήστης)

- **Φυσική Ανεξαρτησία Δεδομένων (Physical Data Independence)**

- Η δυνατότητα αλλαγής του **εσωτερικού σχήματος** χωρίς να απαιτείται να αλλάξει το **εννοιολογικό σχήμα**.

- **Παράδειγμα:** Θεωρήστε ότι οι εγγραφές της οντότητας **STUDENTS** είναι αποθηκευμένες στο δίσκο σε **τυχαία διάταξη**

Εάν προστεθεί ένα **ευρετήριο (index)** το οποίο μας επιτρέπει να βρίσκουμε γρηγορότερα τους φοιτητές βάσει της **ηλικίας** τους τότε θα έχει **αλλάξει το φυσικό σχήμα**.



Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων

- Όταν ολοκληρωθεί η φάση της **εννοιολογικής μοντελοποίησης** των απαιτήσεων του χρήστη τότε ένας DBA ή DB Designer προχωρεί στην υλοποίηση της βάσης δεδομένων με τα ακόλουθα:

A) Γλώσσα Ορισμού (Δομής) Δεδομένων

- **Data Definition Language (DDL)**,
- Χρησιμοποιείται από τον DBA και τον DB Σχεδιαστή για τον ορισμό του **Εννοιολογικού Σχήματος (Αναπαραστατικού Μοντέλου)** μιας βάσης.

B) Γλώσσα Χειρισμού (Επεξεργασίας) Δεδομένων

- **Data Manipulation Language (DML)**, π.χ.,
- Χρησιμοποιείται στον ορισμό **ανακτήσεων (retrievals)** και **ενημερώσεων (updates)**

Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων

- **A) Γλώσσα Ορισμού Δεδομένων [Data Definition Language (DDL)]:**

- Παράδειγμα σε SQL-DDL*:

```
CREATE TABLE products (  
    product_no integer,  
    name text,  
    price numeric );
```

* Δημιουργεί ένα πίνακα *products* με 3 πεδία (γνωρίσματα)

- Σε πολλές DBMSs, το DDL χρησιμοποιείται επίσης για τον ορισμό των **εσωτερικών** (π.χ., indexes) και **εξωτερικών σχημάτων** (π.χ., views).

Π.χ., **CREATE VIEW** expensive_products AS

```
SELECT name, price  
FROM products  
WHERE price>100;
```

* Δημιουργεί ένα νοητό πίνακα που περιλαμβάνει μόνο τα ακριβά προϊόντα

Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων

- **Γλώσσα Χειρισμού Δεδομένων [Data Manipulation Language (DML)]:**

- Παράδειγμα SQL-DML*:

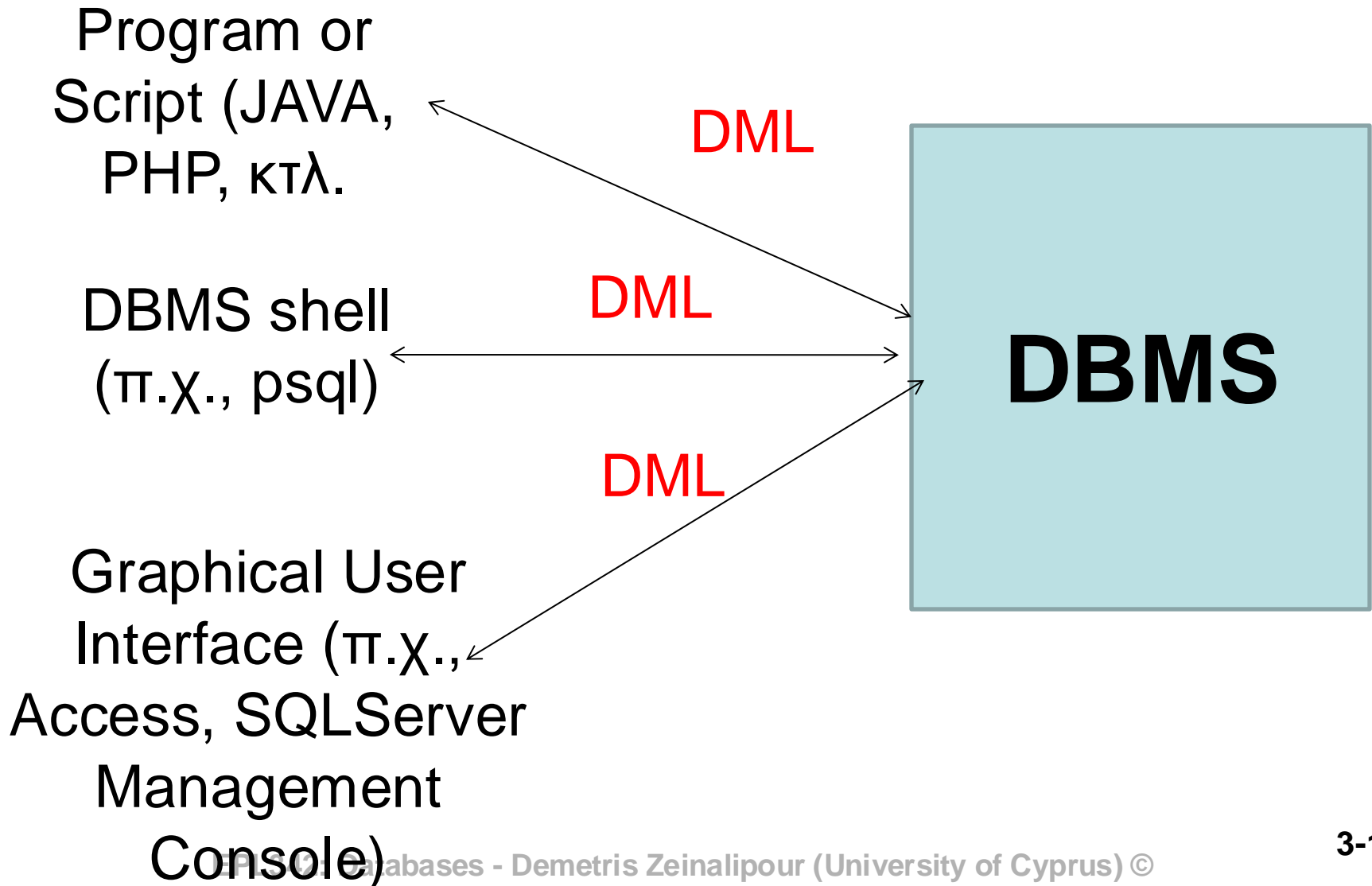
- `SELECT * FROM products;`

- * Επιστρέφει όλα τα προϊόντα στον πίνακα products;

- Οι εντολές DML (υπόγλωσσα δεδομένων) μπορούν να ενσωματωθούν σε μια **γλώσσα προγραμματισμού** (π.χ., C, C++, C#, Java, κτλ.).

- Εναλλακτικά, μπορούμε να εκτελέσουμε τέτοιες εντολές απευθείας από τη γραμμή εντολών κάποιου **κελύφους SQL (psql/PostgreSQL, SQL*Plus/Oracle, SQLCMD/SQLServer κτλ)** ή ακόμα και μέσω γραφικού περιβάλλοντος διαπροσωπείας

Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων



Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων

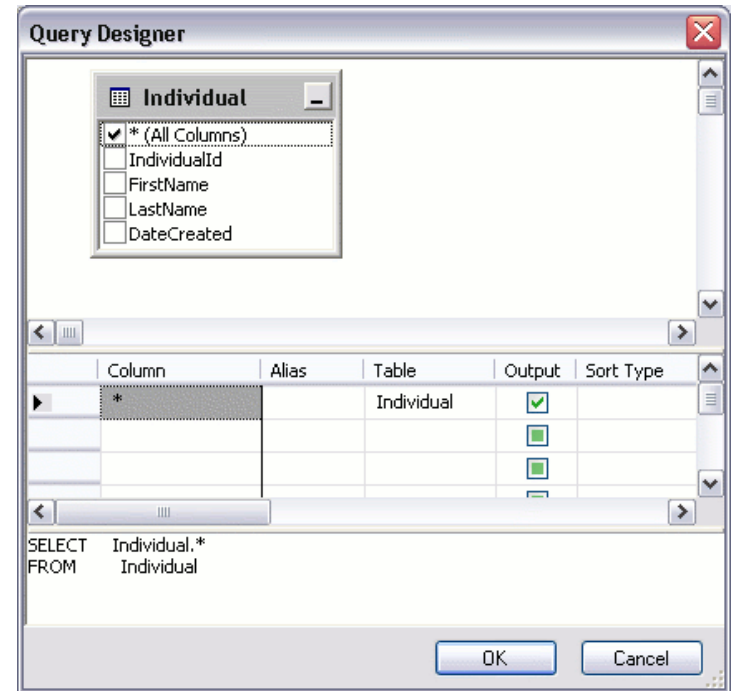


```
SQL Shell (psql)
Server [localhost]:
Database [postgres]:
Port [5432]:
Username [postgres]:
psql (8.4.0)
WARNING: Console code page (737) differs from windows code page
8-bit characters might not work correctly. See psql ref
page "Notes for windows users" for details.
Type "help" for help.

postgres=# \dt;
          List of relations
 schema | Name      | Type | Owner
-----|-----|-----|-----
 public | customer | table | postgres
(1 row)

postgres=# SELECT * FROM customer;
 first_name
-----
 costas
(1 row)
```

To psql
(PostgreSQL)
DBMS shell



SQL Query Builder
στον SQL Server
Management Studio

Τύποι DML



• Υψηλού Επιπέδου ή Μη-διαδικαστικές (δηλωτικές):

- Π.χ., η SQL είναι μια τέτοια γλώσσα.
- **Συνολοστρεφείς (“set”-oriented)**
 - *Επιστρέφουν τα αποτελέσματα σε σύνολα και όχι μια-πλειάδα-κάθε-φορά (record-at-a-time)*
- **Δηλωτικές (declarative)**
 - Ο χρήστης δηλώνει **ΤΙ** θέλει να ανακτήσει και όχι **ΠΩΣ** θέλει να το ανακτήσει., Π.χ., `SELECT * FROM product;`

• Χαμηλού Επιπέδου ή Διαδικαστικές (imperative):

- **Εγγραφοστρεφείς (“tuple”-oriented)**
 - Ανακτούν τα δεδομένα μια-εγγραφή-κάθε-φορά (record-at-a-time)
- Παρέχουν βρόχους επανάληψης, εντολές επιλογής, λογικές παραστάσεις, κτλ μαζί με δείκτες πλοήγησης (cursors).
- Προεκτάσεις της SQL (δηλ., η SQL3) παρέχουν τέτοιες δυνατότητες
 - Π.χ., ANSI **SQL/PSM (Persistent Stored Modules)**, **PL/SQL (Oracle)**, **TSQL (Microsoft SQL Server)**, **SPL (Informix)**, **PL/pgSQL (PostgreSQL)**

Τύποι DML



- Παράδειγμα Χαμηλού Επιπέδου (Διαδικαστικής) SQL (με χρήση του PL/pgPSM στη PostgreSQL)

** Δεν χρειάζεται να καταλάβετε την ακριβή λειτουργία του πιο κάτω κώδικα*

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION hello(uid integer)
```

```
RETURNS varchar AS
```

```
$$
```

```
BEGIN
```

```
  DECLARE real_name varchar;
```

```
  -- Get real name
```

```
  SET real_name = (SELECT name  
                   FROM Users  
                   WHERE Users.uid = hello.uid);
```

```
  RETURN 'Hello, ' || real_name;
```

```
END;
```

```
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

```
SELECT hello(123);
```

Ένα τέτοιο πρόγραμμα θα καταχωρείται απευθείας στη βάση δεδομένων

Η Εκτέλεση του θα γινόταν με αποστολή μιας εντολής SQL, π.χ.,
`SELECT hello(123);`

Εργαλεία Ωφελιμότητας Βάσεων (Database System Utilities)



- Τέτοια εργαλεία συνοδεύουν τα εμπορικά και μη ΣΔΒΔ, και εκτελούν λειτουργίες όπως:
 - **Φόρτωση Δεδομένων** (συμπεριλαμβανομένου και της μετατροπής μεταξύ διαφορετικών τύπων βάσεων).

- **Αντιγραφή/Επαναφορά
(Backup/Restore)**

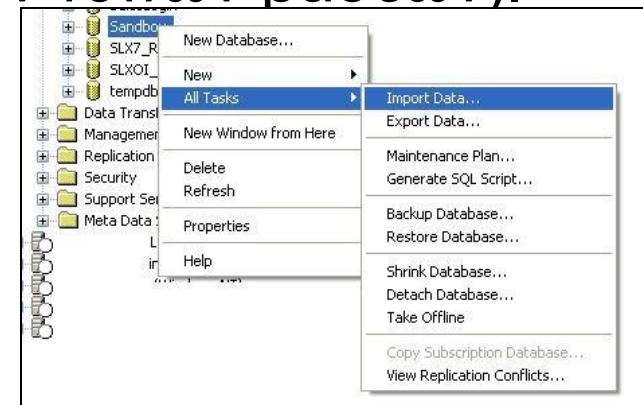
- **Αναδιοργάνωση Αρχείων, κτλ.**

- (π.χ., Shrink, Detach)

- **Κτλ..**

- Πολλά **επιπλέον utilities** προσφέρονται ως **επεκτάσεις** σε μια DBMS (π.χ., SQL Server Management Studio).

Τέτοιες προεκτάσεις συμπερ.: Αναφορές, Έλεγχος Επίδοσης, Έλεγχος Χρηστών, Συμπύεση Πινάκων, κτλ)



System Utilities στον SQL Server

Εργαλεία Ωφελιμότητας Βάσεων (Database System Utilities)



The screenshot displays the Microsoft SQL Server Management Studio Express interface. The Object Explorer on the left shows the server structure for XYZ\SQLEXPRESS. The central pane shows a query window with the following SQL code:

```
SELECT [optname]
      ,[value]
      ,[major_version]
      ,[minor_version]
      ,[revision]
      ,[install_failures]
FROM [master].[dbo].[MSreplication_options]
```

The Messages pane below the query window shows the execution plan for the query. The plan includes a 'Table Scan' operation with the following statistics:

Operation	Cost
Table Scan	Scan rows from a table.
Physical Operation	Table Scan
Logical Operation	Table Scan
Estimated I/O Cost	0,0032035
Estimated CPU Cost	0,0000818
Estimated Operator Cost	0,0032853 (100%)
Estimated Subtree Cost	0,0032853
Estimated Number of Rows	3
Estimated Row Size	156 B
Ordered	False
Node ID	0

The Object List pane at the bottom shows the output of the query, listing the columns: optname, value, major_version, minor_version, revision, and install_failures.

Ανάλυση Εκτέλεσης Επερωτήσεων στον SQL Server 2008 (SQL Server Management Studio)

Αρχιτεκτονικές DBMS



Θα μελετήσουμε τρία επί μέρους θέματα:

1. Διασύνδεση Συσκευών Αποθήκευσης (Δίσκων)
2. Διασύνδεση Πελάτη και DBMS
3. Διασύνδεση μεταξύ DBMS

Αρχιτεκτονικές DBMS



1) Διασύνδεση Συσκευών Αποθήκευσης

- **Απ' ευθείας** σύνδεσης μέσω κάποιας διεπαφής (αλλά όχι μέσω δικτύου) (π.χ., SCSI, SATA, κτλ.)
 - Π.χ., **Direct Attached Storage (DAS)**
- Σύνδεση μέσω Δικτύου με σύστημα αποθήκευσης
 - **Network attached storage (NAS)**
 - Χρησιμοποιείται σήμερα και σε μικρές επιχειρήσεις, οικίες με χρήση πρωτοκόλλων όπως TCP/IP, κτλ.



- Σύνδεση μέσω (οπτικού) κόμβου (switch) με αποθηκευτές



- **Storage area network (SAN)**
- Για μεγάλες επιχειρήσεις με πολλά

TB δεδομένων (σήμερα υπάρχουν και λύσεις πάνω από 17
TCP/IP το οποίο οδηγεί στη σύγκλιση NAS/SAN)

Αρχιτεκτονικές DBMS



1) Διασύνδεση Συσκευών Αποθήκευσης

- **RAID***: Είδος **DAS** όπου γίνεται διάταξη πολλαπλών δίσκων το οποίο δίνει την εντύπωση ενός **μεγάλου δίσκου υψηλών αποδόσεων!**
- **Στόχοι:**
 - Αύξηση **Επίδοσης**
 - Γιατί; Οι δίσκοι έχουν μηχανικά συστατικά → είναι αργοί!
 - Αύξηση **Αξιοπιστίας**
 - Γιατί; Μηχανικά και Ηλεκτρονικά Συστατικά έχουν σφάλματα!

RAID*: Redundant Array
of Independent*
(Inexpensive) Disks

*(Εφεδρικές Συστοιχίες
Ανεξαρτήτων Δίσκων)*



Αρχιτεκτονικές DBMS

2) Διασύνδεση Πελάτη και DBMS



A) Κεντροποιημένη (Centralized) DBMS:

- Συνδυάζει τα πάντα σε ένα ενιαίο σύστημα
 - Συμπεριλαμβανομένου: Λογισμικού DBMS, υλικού, προγραμμάτων εφαρμογών και λογισμικό αλληλεπίδρασης χρήστη.
- Οι Χρήστες συνδέονται μέσω **τερματικών** και η επεξεργασία γίνεται **κεντροποιημένα**.

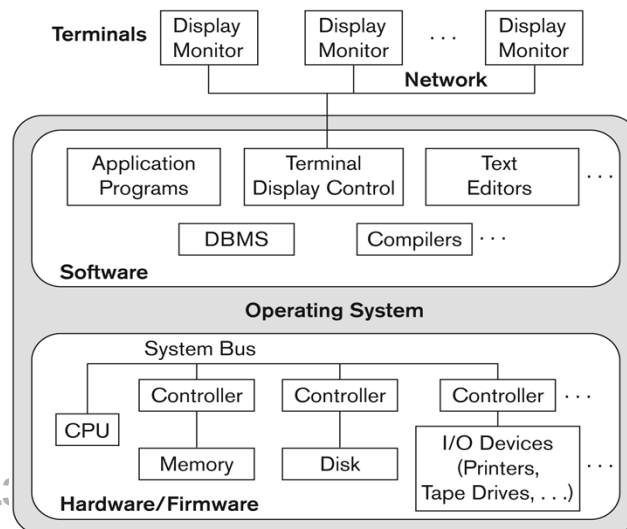


Figure 2.4
A physical centralized architecture.

Mainframe Databases

Αρχιτεκτονικές DBMS



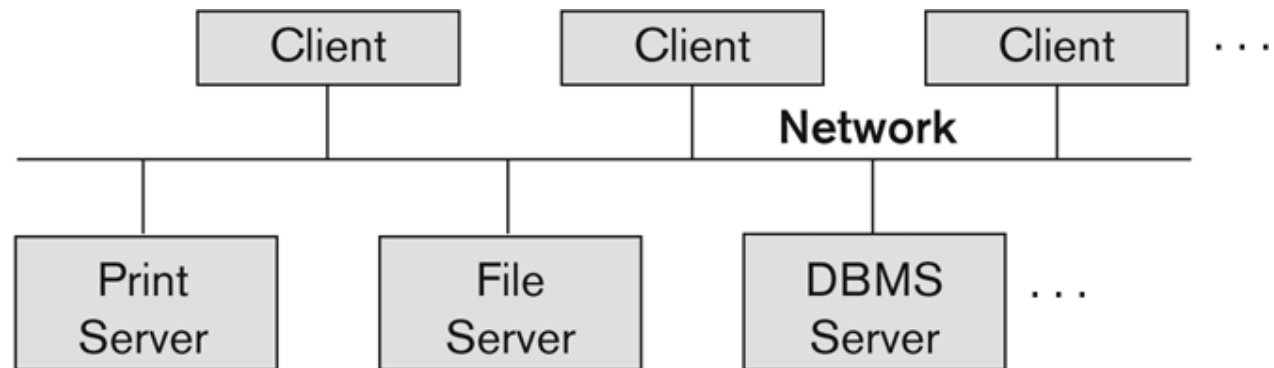
2) Πελάτη/Εξυπηρετητή 2-επιπέδων

B) Βασική Αρχιτ. Πελάτη-Εξυπ. 2-επιπέδων

- **2-επιπέδων:** Το λογισμικό είναι καταναμημένο πάνω από **δύο συστήματα:** τον **πελάτη** και τον **εξυπηρετητή**
- Οι πελάτες ζητούν **υπηρεσίες** από τους εξυπηρετητές (διακομιστές) όπως απαιτείται.
 - Π.χ, Print servers, File servers, DBMS servers, Web servers, Email servers, κτλ.

Figure 2.5

Logical two-tier client/server architecture.



- Θα ορίσουμε τώρα τι είναι πελάτης και τι διαθέτης....

Αρχιτεκτονικές DBMS



2) Πελάτη/Εξυπηρετητή 2-επιπέδων

Πελάτης (Client): Εάν πληροί τα ακόλουθα:

- **Προϋπόθεση Α:** Διαθέτουν κάποιας μορφής τοπικής **μονάδας επεξεργασίας**
 - Π.χ., **PC, Workstations, Smartphones** αλλά ακόμη και **μηχανές χωρίς δευτερεύουσα μνήμη** τα οποία τρέχουν το λογισμικό του «Πελάτη»
 - Δεν είναι δηλαδή απλά τερματικά (γιατί θα ήταν Κεντριοποιημένη Αρχ.)
- **Προϋπόθεση Β:** Συνδεδεμένα με τους εξυπηρετητές μέσω κάποιου είδους **δικτύου**.
 - LAN, WIFI, κτλ.
- **Προϋπόθεση Γ:** Διαθέτουν **διεπαφές (interfaces)** στο χρήστη μέσω των οποίων μπορεί να έχει **πρόσβαση στις υπηρεσίες** του εξυπηρετητή.

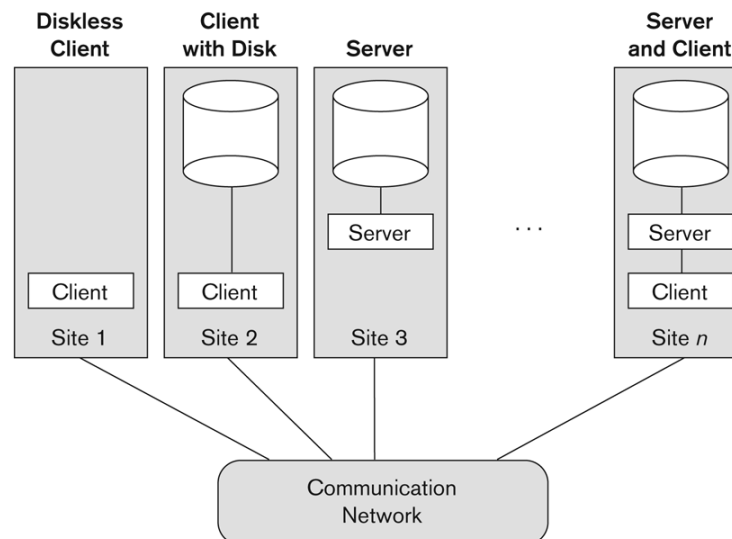
Αρχιτεκτονικές DBMS

2) Διαθέτης DBMS



- **Διαθέτης (Server) ή Διακομιστής:** Ένα σύστημα το οποίο παρέχει το **υλικό** και το **λογισμικό** για την **παροχή υπηρεσιών** προς τους **πελάτες**.
 - **Υπηρεσίες:** Εκτέλεση Επερωτήσεων και Δοσοληψιών
- Ένα μηχάνημα μπορεί να φέρει ένα ή περισσότερους ρόλους, π.χ.,:

Figure 2.6
Physical two-tier
client/server
architecture.



Αρχιτεκτονικές DBMS



2) Διαθέτης DBMS

- Οι **Σχεσιακοί (Relational) DBMS servers** ονομάζονται συχνά και **SQL servers, query servers, ή transaction servers**
- Οι εφαρμογές των πελατών κάνουν χρήση κάποιας **βιβλιοθήκης (Application Program Interface - API)** για να συνδεθούν με ένα εξυπηρετητή με κάποιο προτυποποιημένο τρόπο:
 - **ODBC: Open Database Connectivity** standard (υλοποιήσεις για όλα τα Λειτουργικά Συστήματα)
 - **JDBC: JAVA DB Connectivity** για πρόσβαση από προγράμματα JAVA (η JAVA είναι cross-platform)
- Τόσο ο πελάτης όσο και ο εξυπηρετητής πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με **κατάλληλο λογισμικό** για χρήση των πιο πάνω **standards** (ακολουθεί παράδειγμα)

Αρχιτεκτονικές DBMS



2) Παράδειγμα Σύνδεσης Πελάτη-Εξυπηρετητή

- Παράδειγμα χρήσης **JDBC driver** σε ένα πελάτη γραμμένο σε **JAVA** για σύνδεση με βάση **PostgreSQL** εγκατεστημένη στο **ίδιο μηχάνημα**.

```
import java.sql.*; // Αντίστοιχος Μηχανισμός στο .NET Framework

public static void main (String[] args) {
    Class.forName("org.postgresql.Driver");
    Connection conn = DriverManager.getConnection(
        "jdbc:postgresql:test", "some-user", "some-password");
    String query = "SELECT * FROM EMPLOYEE WHERE employeed=";
    query += "14;" // παράδειγμα δυναμικής SQL (παράγεται διαφορετική
    εντολή SQL ανάλογα με την ροή εκτέλεσης του προγράμματος)
    Statement stmt = conn.createStatement();
    ResultSet rs =; stmt.executeQuery(query)
    while ( rs.next() ) { ....} // Επεξεργασία αποτελεσμάτων στη JAVA
}
```

Αρχιτεκτονικές DBMS



2) Πελάτη-Εξυπηρετητή 2-επιπέδων

- Ένα πρόγραμμα πελάτη μπορεί να συνδέεται με πολλαπλά DBMSs, τα οποία ονομάζονται κάποτε **πηγές δεδομένων**

- **Πηγές Δεδομένων (Data Sources)** μπορεί να είναι από απλά αρχεία μέχρι δεδομένα εξειδικευμένου λογισμικού το οποίο διαχειρίζεται δεδομένα (όχι απαραίτητα DBMS)
 - Π.χ., Αρχεία Excel, Αρχεία Κειμένου, XML, κτλ.

- Τα DBMSs ξεκίνησαν ως **κεντροποιημένα**, στη συνέχεια αποκεντρώθηκε το **UI** και οι **εφαρμογές**. Η εκτέλεση **επερωτήσεων (queries)** και οι **δοσοληψίες** παρέμειναν στο διαθέτη.
 - Η **SQL** μπορεί να **θεωρηθεί ότι είναι το «πρωτόκολλο»** μεταξύ του **πελάτη** και του **εξυπηρετητή** (αυτό με το οποίο ζητά λειτουργίες ο πελάτης από την εξυπηρετητή)

Αρχιτεκτονικές DBMS



2) Πελάτη/Εξυπηρετητή 3-επιπέδων

Γ) Πελάτη-Εξυπ. 3-επιπέδων

- Η έννοια αυτή **δημιουργήθηκε** με την εξέλιξη του **Web**.
- **3-επιπέδων**: Το λογισμικό είναι κατανεμημένο πάνω από 3 συστήματα: τον **Πελάτη**, τον **Application Server (Διαθέτης Εφαρμογών** ή Web Server) και τον **Εξυπηρετητή**
- Οι πελάτες **ζητούν υπηρεσίες** από τους **Application Servers**, αυτοί με την **σειρά τους** από τους **εξυπηρετητές**.
- Οι **Application Servers** επιβάλλουν διάφορους υψηλού επιπέδου **περιορισμούς** που επιβάλλει **ένας οργανισμός** (π.χ., διαδικασίες, κανονισμούς, κτλ) και κυρίως **ασφάλεια**
 - Ένας πελάτης **ΔΕΝ** μπορεί να έχει **άμεση πρόσβαση στη DBMS!**
 - Π.χ, IBM Websphere Server, Oracle Weblogic Server, .NET Framework, Adobe's JRUN, Apple's WebObjects, SAP Netweaver,

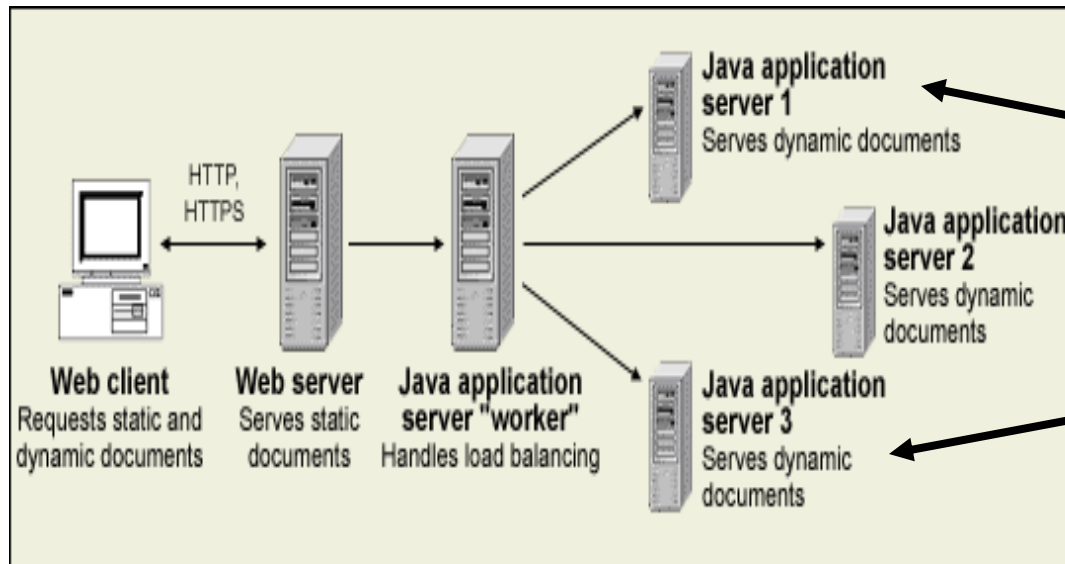
Αρχιτεκτονικές DBMS



2) Πελάτη/Εξυπηρετητή 3-επιπέδων

Παράδειγμα Αρχιτεκτονικής 3-επιπέδων
με πολλαπλούς Διαθέτες Εφαρμογών

**Server
(DBMS)**



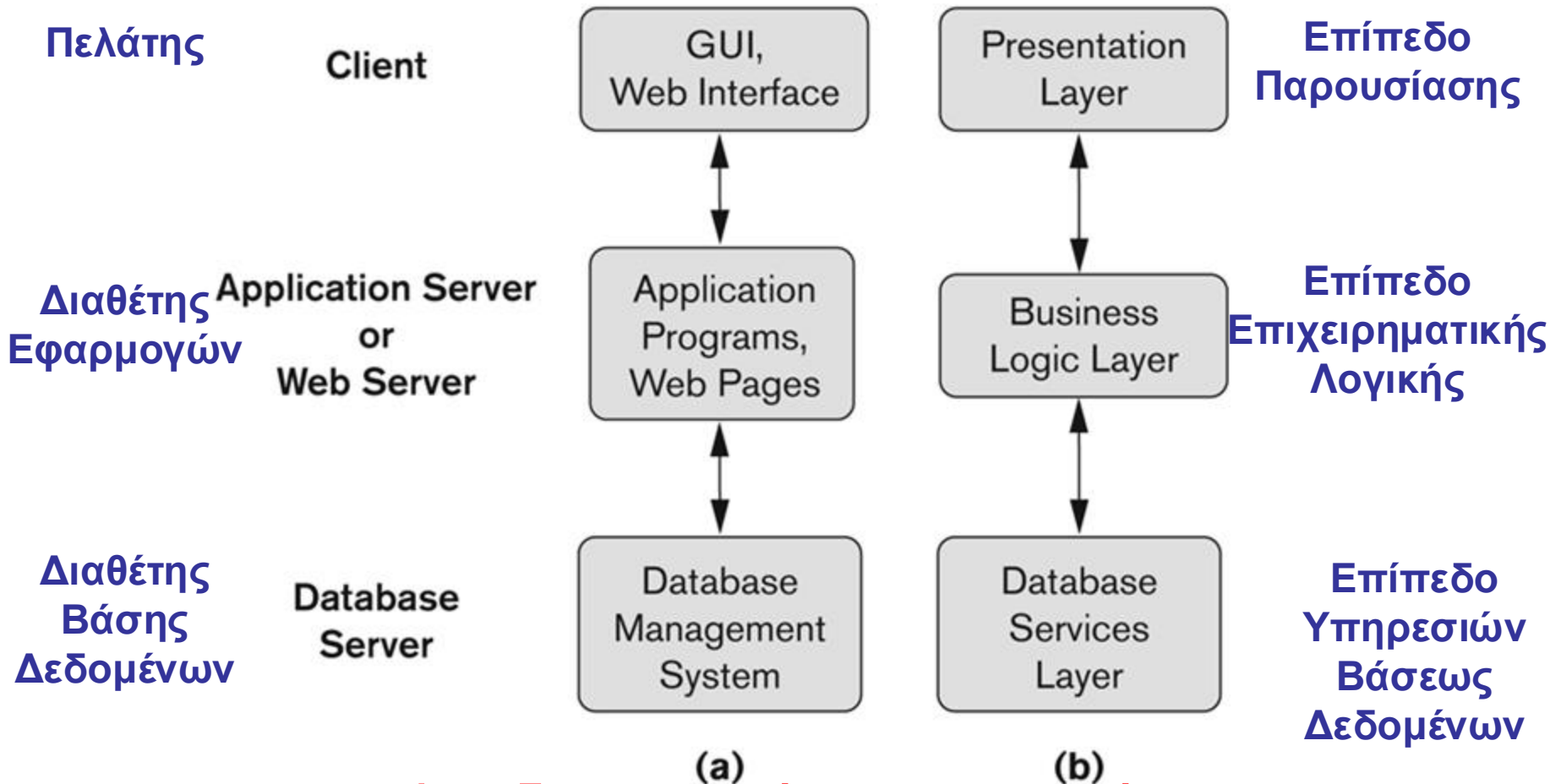
Client

Application Server

Αρχιτεκτονικές DBMS



2) Πελάτη/Εξυπηρετητή 3-επιπέδων



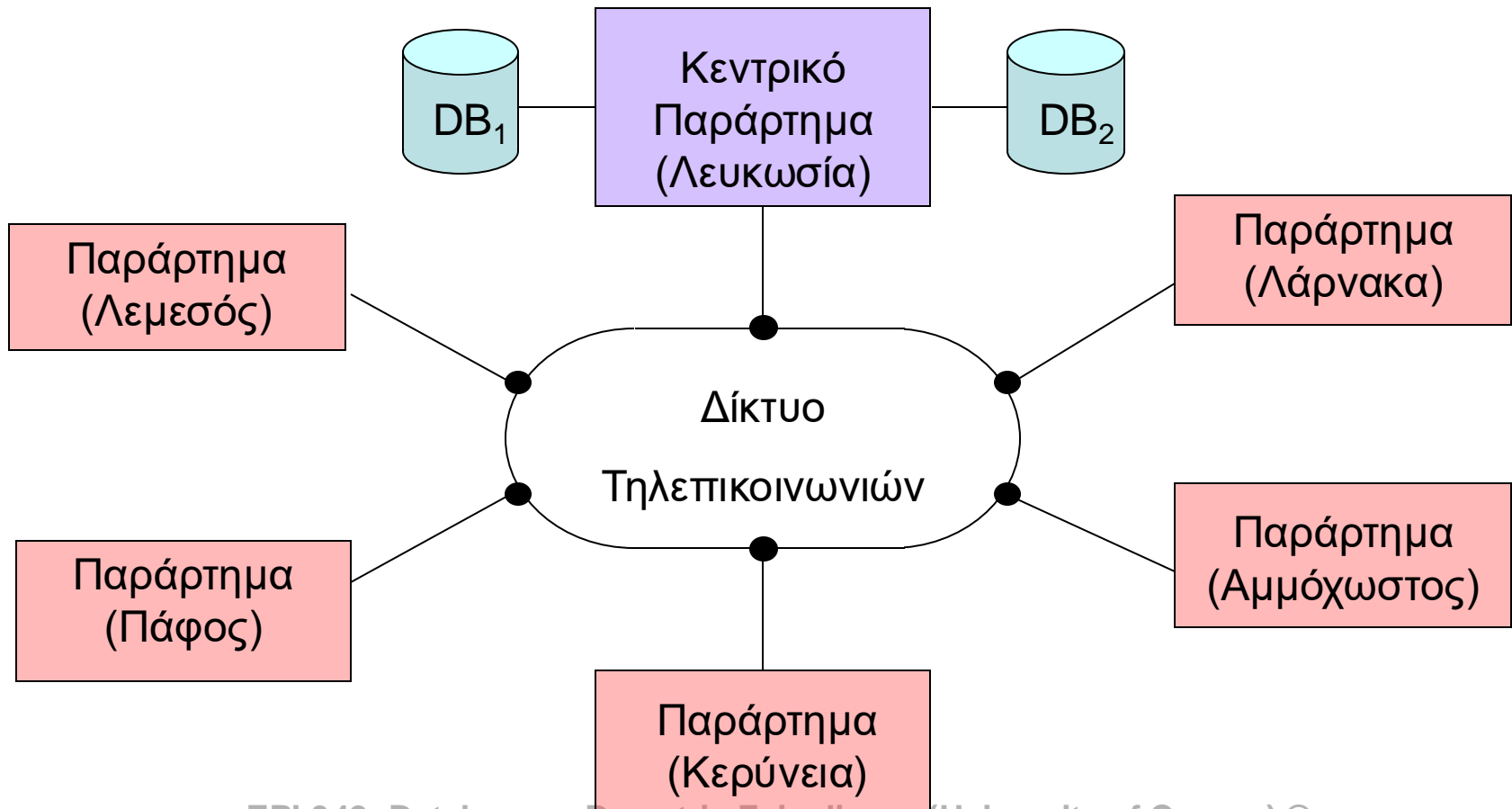
Δυο διαφορετικές αναπαράστασεις της
αρχιτεκτονικής 3 επιπέδων

Αρχιτεκτονικές DBMS

3) Διασύνδεση μεταξύ DBMS



Τυπική Αρχιτεκτονική Client/Server ή Centralized

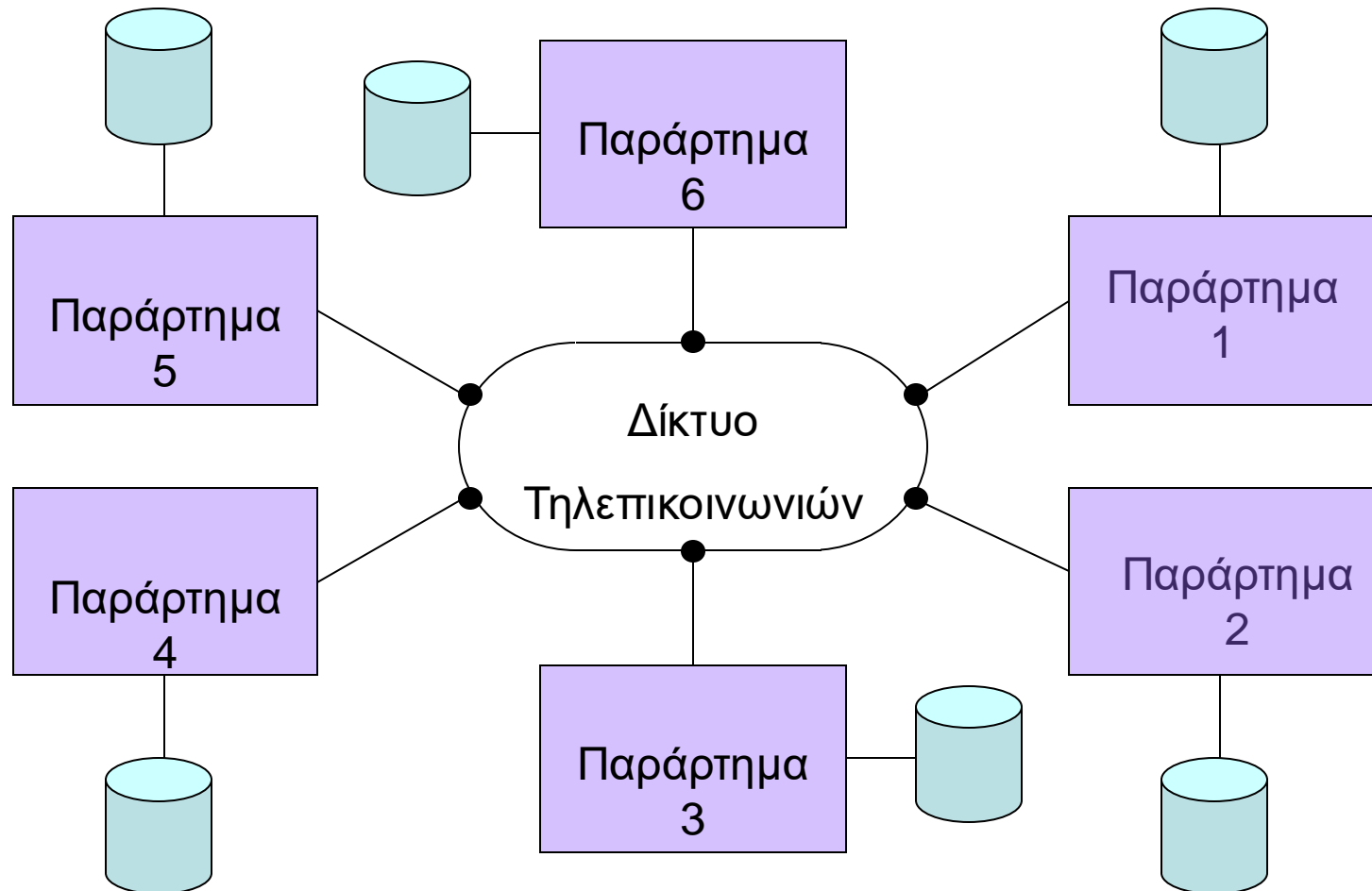


Αρχιτεκτονικές DBMS

3) Διασύνδεση μεταξύ DBMS



Κατανεμημένη Αρχιτεκτονική



Αρχιτεκτονικές DBMS

3) Διασύνδεση μεταξύ DBMS



- **Κατανεμημένη Βάση (DDB)**

- Μια **συλλογή** από **λογικά** συσχετιζόμενες αλλά **ανεξάρτητες** βάσεις δεδομένων προσβάσιμες πάνω από ένα **δίκτυο υπολογιστών**.

- **Κατανεμημένο Συσ. Διαχ. Βασ. Δεδ. (DDBMS)**

- Α **γενικό λογισμικό σύστημα** το οποίο διαχειρίζεται κατανεμημένες βάσεις κάνοντας την **κατανομή** (δεδομένων, φόρτου, κτλ.,) **διαφανή** στο **χρήστη**.

- Οι περισσότερες βάσεις (εμπορικές και μη) **προσφέρουν** κάποιου είδους **δυνατότητες/επεκτάσεις** για να μετατραπεί η βάση σε **κατανεμημένη βάση δεδομένων**.
- **Βασικό Πρόβλημα:** Η έλλειψη κοινών αποδεκτών προτύπων (δηλ., η κατανομή περιορίζεται κυρίως μεταξύ ομογενών (όμοιων) βάσεων)

Αρχιτεκτονικές DBMS

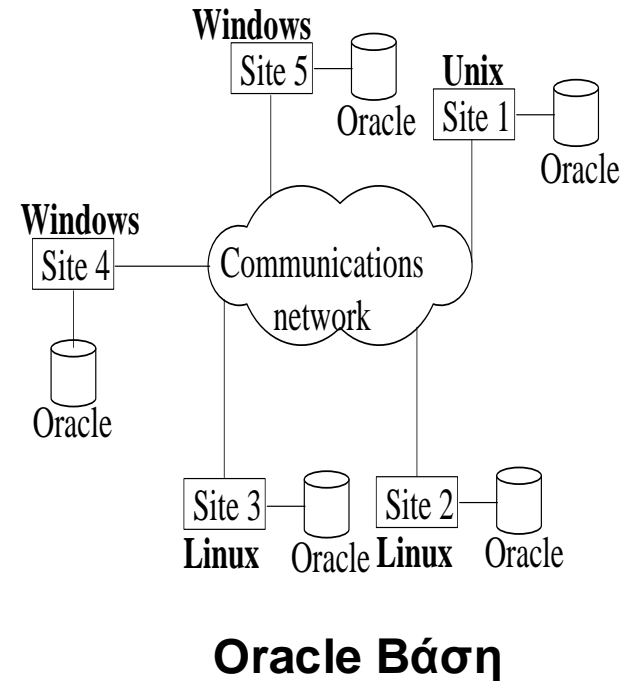
3) Διασύνδεση μεταξύ DBMS



Ομογενής (Homogeneous): Κάθε site τρέχει την **ίδια DBMS** (π.χ., όλες είναι εφοδιασμένες με Oracle)

– Το Λειτουργικό Σύστημα **μπορεί ωστόσο να διαφέρει μεταξύ των sites:**

- Π.χ., ΌΛΑ τα sites τρέχουν **Oracle** χωρ **DB2**, χωρ **Sybase** χωρ κάποιο άλλο DBMS.
- Τα Λειτουργικά Συστήματα των κόμβων μπορεί να είναι ένα κράμα από **Linux**, **Window**, **Unix**, etc.



Αρχιτεκτονικές DBMS

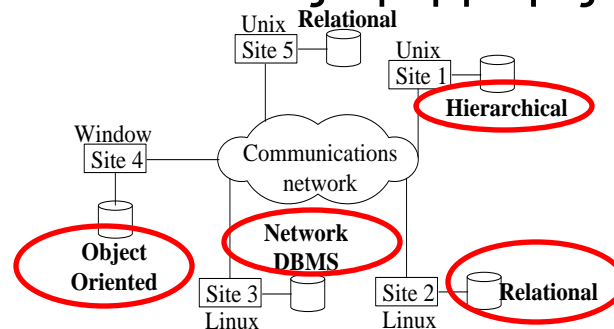
3) Διασύνδεση μεταξύ DBMS



Ετερογενής (Heterogeneous): Διαφορετικά sites τρέχουν διαφορετικά DBMSs (ή ακόμη non-relational DBMSs).

- **Τύποι Ετερογενών Βάσεων**

- **Ομόσπονδα (Federated): Ένα Σχήμα.** Κάθε site μπορεί να τρέχει διαφορετικό DBMS αλλά η πρόσβαση στη πληροφορία οργανώνεται μέσω ενός ενιαίου σχήματος (schema)
 - Υπάρχει κεντριοποιημένη διαχείριση ασφάλειας.
 - Δεν υπάρχει πολύ τοπική αυτονομία σε κάθε βάση.
- **Πολλαπλών Βάσεων (Multidatabase): Καθόλου Σχήμα.** Δεν υπάρχει ένα καθολικό εννοιολογικό σχήμα. Για πρόσβαση στη πληροφορία οργανώνεται από τις εφαρμογές.



Παράδειγμα Πολλαπλών Βάσεων (Multidatabase)

Αρχιτεκτονικές DBMS

3) Διασύνδεση μεταξύ DBMS



- Στις κατανεμημένες βάσεις σημαντικό είναι το θέμα της **Κατάτμησης (Fragmentation)** και **Αντίγραφα (Replication)**
 - Π.χ., Οι πίνακες **EMPLOYEE**, **PROJECT**, and **WORKS_ON** μπορεί να **κατατμηθούν οριζόντια (fragmented horizontally)** και να **αντιγραφούν (replication)** για αύξηση **επίδοσης, αξιοπιστίας**, κτλ. ΟΠΩΣ ΠΙΟ ΚΑΤΩ:

