



ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

9^ο Εξάμηνο 2025

Ενότητα 3 Μοντέλα Δεδομένων Σχεσιακό Μοντέλο

Θεμιστοκλής Διαμαντόπουλος
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Ηλεκτρονικής και Υπολογιστών Α.Π.Θ.

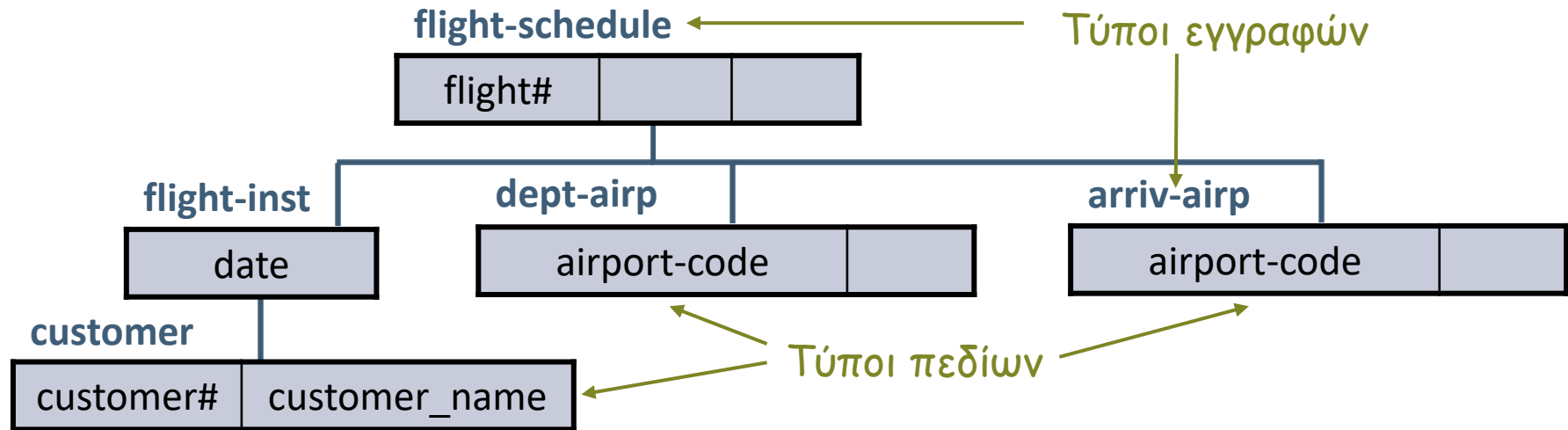
Περιεχόμενα Ενότητας

- ▶ Στόχοι – Πλεονεκτήματα Σχεσιακού Μοντέλου
- ▶ Βασικές Έννοιες ΣΜ (για να μπορούμε να επικοινωνούμε)
- ▶ Τι είναι οι Ιδιότητες – Γνωρίσματα
- ▶ Πώς βάζουμε Περιορισμούς
 - ▶ Μέσω των πεδίων ορισμών και μέσω των κλειδιών (PK,FK)
- ▶ Πώς χρησιμοποιούμε τα ξένα κλειδιά (FK)
 - ▶ Πότε χρησιμοποιούνται για να δείξουν μία συσχέτιση
- ▶ Επιλέγοντας πρωτεύον κλειδί: φυσικό ή υποκατάστατο
- ▶ Περιορισμοί ακεραιότητας
- ▶ Μετατροπή μοντέλου Ο/Σ σε Σχεσιακό

Μοντέλα Δεδομένων

- ▶ **Μοντέλα βασισμένα σε αντικείμενα (object based models)**
 - ▶ Αντικειμενοστραφές
 - ▶ Οντοτήτων-Συσχετίσεων (E/R)
- ▶ **Μοντέλα βασισμένα σε εγγραφές (record based models)**
 - ▶ Ιεραρχικό
 - ▶ Δικτυακό
 - ▶ Σχεσιακό

Ιεραρχικό Μοντέλο (1/2)

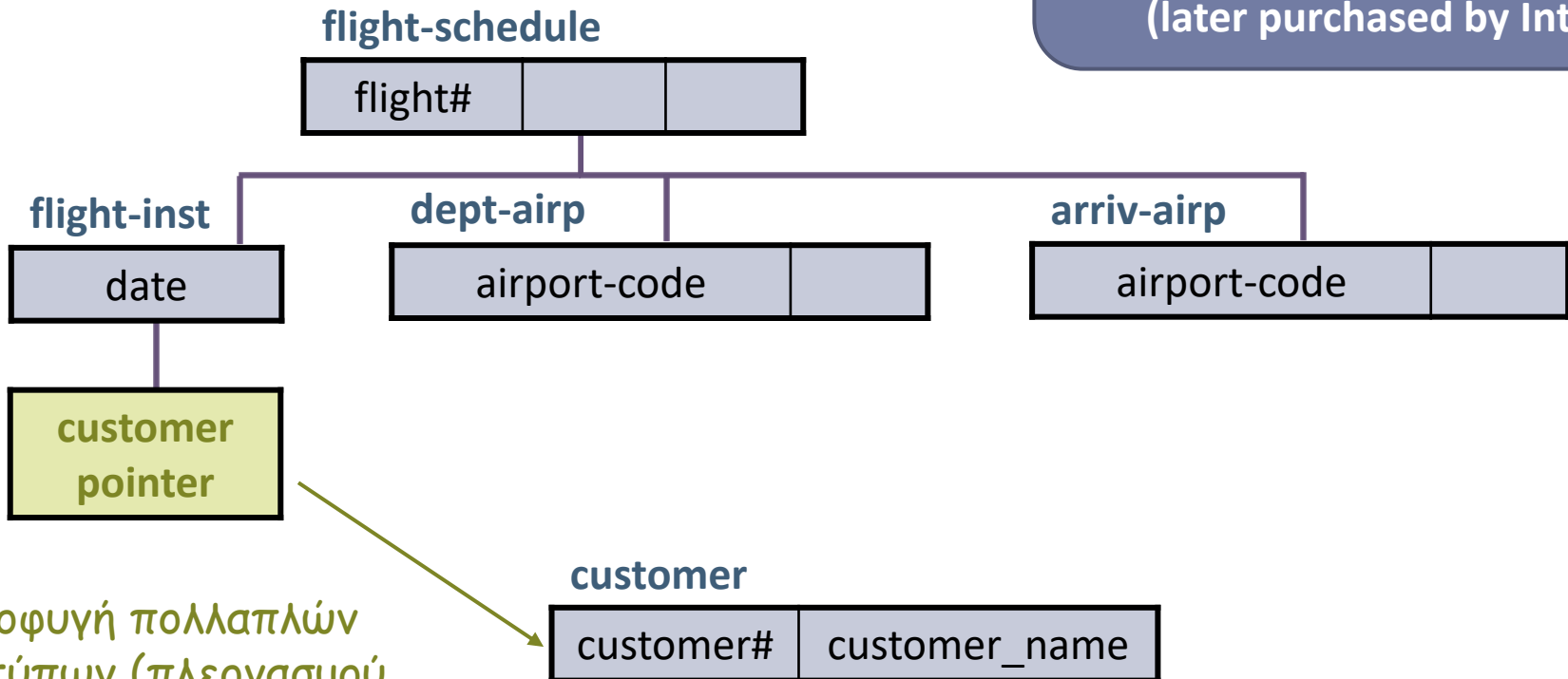


- ▶ **Τύποι συσχετίσεων πατέρα-παιδιού (parent-child) → Μόνο 1:N**
 - ▶ (flight-schedule, flight-inst), (flight-inst, customer)
- ▶ Ένας τύπος εγγραφής είναι η **ρίζα**, όλοι οι άλλοι τύποι είναι **παιδιά** ενός πατέρα
- ▶ Σημαντικός πλεονασμός δεδομένων (π.χ. customers)
- ▶ Ασύμμετρη αναπαράσταση συσχετίσεων τύπου M:N

Ιεραρχικό Μοντέλο (2/2)

Εμπορικά συστήματα:

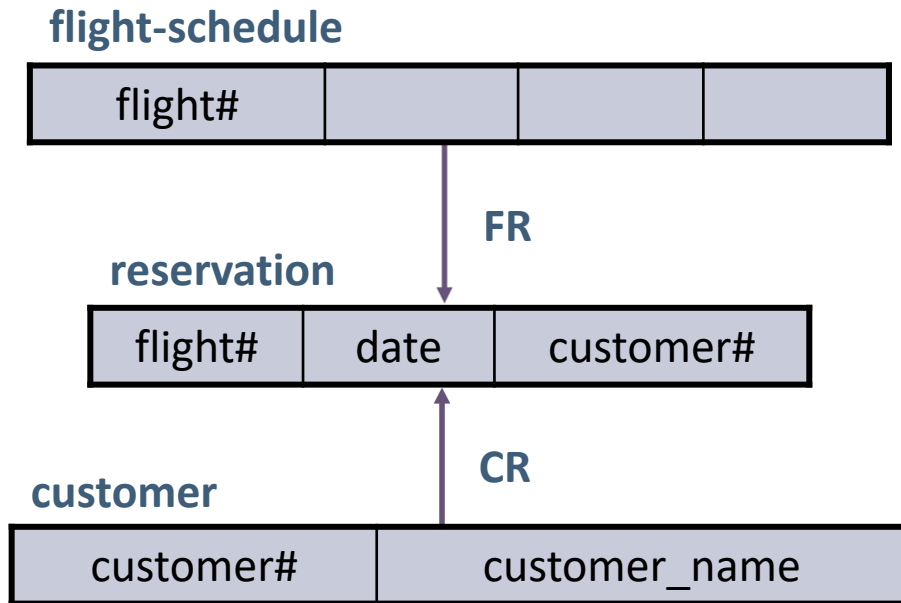
- IBM's IMS
- MRI's System-2000
(later purchased by Intel)



Αποφυγή πολλαπλών
αντιτύπων (πλεονασμού
δεδομένων) με τη
χρήση δεικτών

Δικτυακό Μοντέλο

Διάγραμμα Τύπων Bachman Diagram

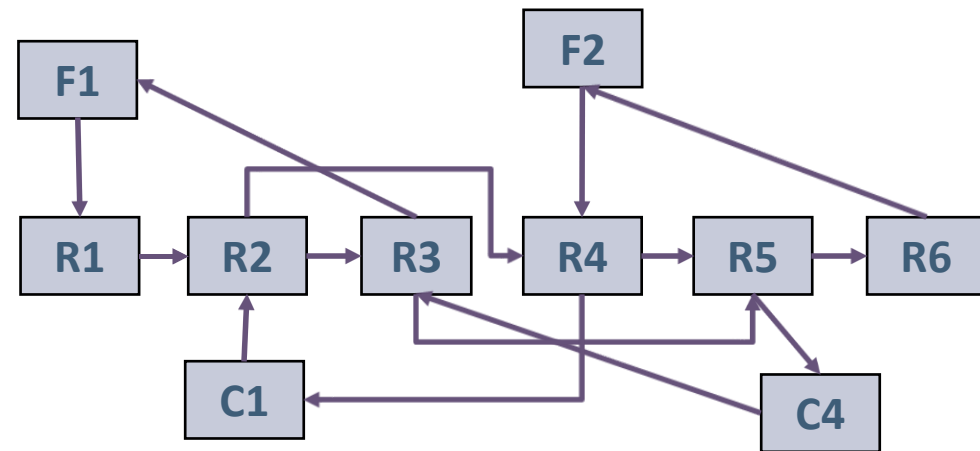


Βασισμένο στο CODASYL-DBTG 1971

Εμπορικά συστήματα:

- CA-IDMS
- DMS-1100

Διάγραμμα Στιγμιοτύπων Εξ ου και Spaghetti Model



- ▶ Το δικτυακό μοντέλο επεκτείνει το ιεραρχικό
 - ▶ συσχετίσεις M:N μπορούν να υλοποιηθούν, αλλά δεν απεικονίζονται άμεσα
- ▶ Η «πλοήγηση» (προσπέλαση των δεδομένων) είναι περίπλοκη
 - ▶ απαιτείται η χρήση (πιθανόν πολλαπλών αντίγραφων) δεικτών τρέχουσας χρήσης

Εισαγωγή - Σχεσιακό Μοντέλο

- ▶ Προτάθηκε το 1970 από τον Codd
- ▶ Τεράστια απήχηση λόγω της απλής και κατανοητής δομής του
- ▶ Βασικό πλεονέκτημα:
 - ▶ Μαθηματική περιγραφή με τη Θεωρία Συνόλων (Set Theory) ή την Κατηγορηματική Λογική (Predicate Logic)
- ▶ Πολλά εμπορικά ΣΔΒΔ υποστηρίζουν το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων ή επεκτάσεις του

Στόχοι του Σχεσιακού Μοντέλου

- ▶ Ανεξαρτησία δεδομένων
 - ▶ Δυνατότητα αλλαγών στη φυσική δομή και οργάνωση της ΒΔ χωρίς αλλαγές στα προγράμματα εφαρμογής
- ▶ Χωρίς πλεονασμό δεδομένων
- ▶ Ακεραιότητα και συνέπεια δεδομένων
- ▶ Υποστήριξη της ανάπτυξης γλωσσών DDL-DML (αφού βασίζεται στη θεωρία συνόλων)
 - ▶ Εύκολη διατύπωση ερωτημάτων προς το ΣΔΒΔ

Βασικές Έννοιες

- ▶ Μία ΒΔ αποτελείται από σύνολο **Σχέσεων**
- ▶ Κάθε σχέση παρίσταται από έναν **Πίνακα**
- ▶ **Πλειάδα**: μία γραμμή μιας σχέσης (μία εγγραφή)
- ▶ Στήλες είναι τα **γνωρίσματα** της εγγραφής
- ▶ **Πεδίο ορισμού**: σύνολο επιτρεπτών τιμών
 - ▶ Data type & format
- ▶ **Βαθμός**: πλήθος γνωρισμάτων σχέσης
- ▶ **Πληθικότητα**: πλήθος πλειάδων

FLIGHT-SCHEDULE

<u>FLIGHT#:</u>	AIRLINE:	WEEKDAY:	PRICE:
integer	char(20)	char(2)	dec(6,2)

Όνομα πεδίου ορισμού

Όνομα σχέσης

FLIGHT-SCHEDULE

<u>FLIGHT#</u>	AIRLINE	WEEKDAY	PRICE
101	delta	Mo	156
545	american	We	110
912	scandin	Fr	450
242	usair	Mo	231

Πλειάδα

Όνομα γνωρίσματος

DEPT-AIRPORT

<u>FLIGHT#</u>	AIRPORT-CODE
101	atl
912	cph
545	lax

π.χ.

Flight-Schedule, Βαθμός= 4 πληθικότητα=4
Dept-Airport, Βαθμός=2, πληθικότητα=3

Ιδιότητες Σχέσεων

- ▶ Κάθε σχέση έχει **μοναδικό όνομα**
- ▶ Κάθε πλειάδα είναι διαφορετική από τις άλλες
 - ▶ Πλειάδα = γραμμή
 - ▶ Δεν μπορούν δύο γραμμές να έχουν ακριβώς τις ίδιες τιμές
- ▶ Κάθε γνώρισμα (στήλη) έχει **μοναδικό όνομα** μέσα στη σχέση
 - ▶ Γνωρίσματα διαφορετικών σχέσεων μπορούν να έχουν ίδιο όνομα
- ▶ Η τιμή ενός γνωρίσματος είναι **ατομική**
 - ▶ Κάθε τιμή σε μια σχέση δεν μπορεί να διασπαστεί περαιτέρω
- ▶ Οι τιμές ενός γνωρίσματος ανήκουν στο ίδιο πεδίο ορισμού
- ▶ Η σειρά των πλειάδων στον πίνακα δεν έχει σημασία
- ▶ Η σειρά των γνωρισμάτων στον πίνακα δεν έχει σημασία

Παράδειγμα Relational & Non Relational Model

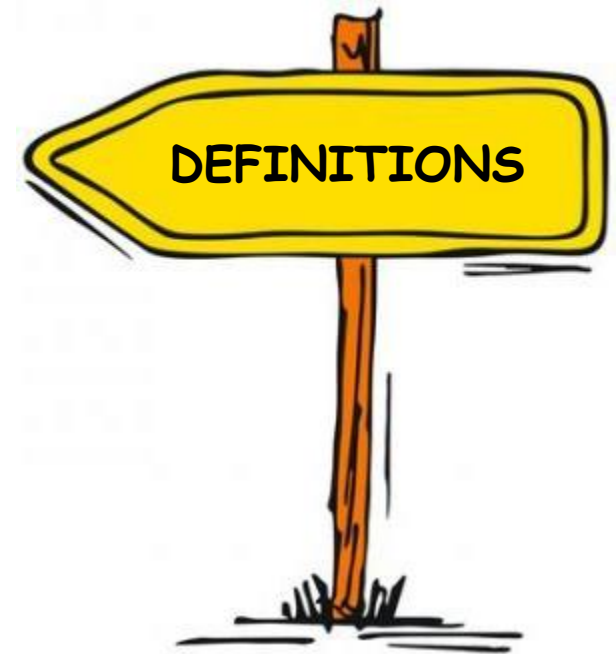
FLIGHT#	AIRLINE	WEEKDAY	PRICE
101	delta	Mo	156
545	american	We	110
912	scandinavian	Fr	450

FLIGHT#	AIRLINE	WEEKDAY	PRICE
101	delta	Mo, We	156
545	american	We	110
912	scandinavian	Fr	450
545	american	We	110

All relations are tables but all tables are not relations!!!

Συνώνυμα

- ▶ Σχέση = Πίνακας
 - ▶ Relation = Table
- ▶ Γραμμή = Εγγραφή = Πλειάδα
 - ▶ Row = Record = Tuple
- ▶ Στήλη = Γνώρισμα
 - ▶ Column = Attribute



ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Περιορισμοί στο Σχεσιακό Μοντέλο

► Περιορισμοί Πεδίου Ορισμού

- Η τιμή κάθε γνωρίσματος A_i θα πρέπει να είναι αδιαίρετη (ατομικότητα)

► Περιορισμοί Κλειδιών

- Ορίζονται κλειδιά
 - Υπερκλειδιά (superkeys)
 - Υποψήφια κλειδιά (candidate keys)
 - Πρωτεύοντα κλειδιά (primary keys)

Σχέσεις – Πεδία Ορισμού

- ▶ Έστω τα (όχι απαραίτητα ξένα μεταξύ τους) σύνολα $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ ατομικών τιμών

Η **σχέση (relation) R** , ορισμένη πάνω στα $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$, είναι ένα υποσύνολο του συνόλου των διατεταγμένων n -πλειάδων (n tuples) $\{ \langle d_1, d_2, d_3, \dots, d_n \rangle \mid d_i \in D_i, i=1, \dots, n \}$

- ▶ Τα $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ ονομάζονται **πεδία ορισμού (domains)**
- ▶ Ο αριθμός n είναι ο **βαθμός (arity)** της σχέσης
 - ▶ πχ: απλή (unary), δυαδική (binary), τριαδική (ternary) ή βαθμού n (n -ary)
- ▶ Ο αριθμός πλειάδων $|R|$ στην R είναι η **πληθικότητα (cardinality)** της R

Γνωρίσματα

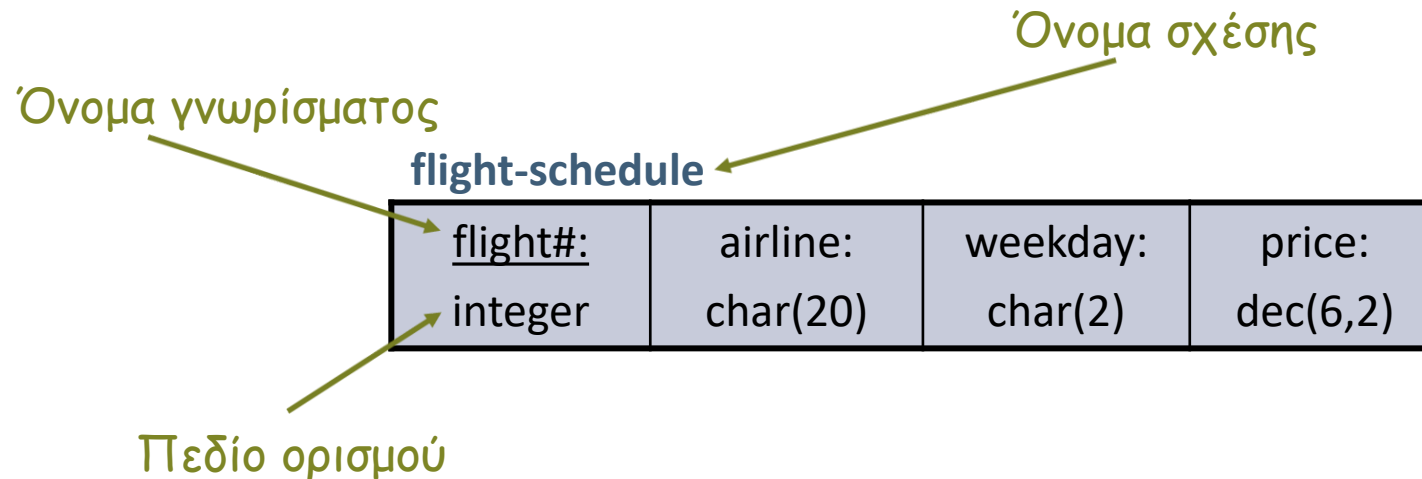
- ▶ Το **όνομα γνωρίσματος (attribute name)**
 - ▶ χρησιμοποιείται για αναφορά σε μια θέση στην πλειάδα με όνομα αντί για διεύθυνση
 - ▶ σηματοδοτεί τον ρόλο του πεδίου ορισμού σε μια σχέση
- ▶ Τα ονόματα των γνωρισμάτων πρέπει να είναι **μοναδικά** σε μια σχέση
- ▶ Ο ορισμός της σχέσης, επομένως, έχει ως εξής:

$$\mathbf{R (A_1:D_1, A_2:D_2 , \dots, A_n:D_n)}$$

Χρησιμοποιώντας ονόματα γνωρισμάτων δεν χρειάζεται να θυμόμαστε τη σειρά των πεδίων στις πλειάδες

Σχεσιακό Μοντέλο

- ▶ Πεδία ορισμού (domains)
- ▶ Γνωρίσματα ή ιδιότητες (attributes)
- ▶ Σχέσεις (relations)



- ▶ Βαθμός: το πλήθος των γνωρισμάτων
- ▶ Πλειάδες: οι γραμμές της σχέσης (εκτός της επικεφαλίδας)
- ▶ Πληθικότητα: ο αριθμός των πλειάδων

Παράδειγμα

Βαθμός: 4

Πληθικότητα: 3

FLIGHT#	AIRLINE	WEEKDAY	PRICE
101	delta	Mo	156
545	american	We	110
912	scandinavian	Fr	450

- Στιγμιότυπο: Σύνολο από πλειάδες

Παράδειγμα Σχεσιακού Σχήματος

AIRPORT

<u>airportcode</u>	name	city	state
--------------------	------	------	-------

FLT-SCHEDULE

<u>flt#</u>	airline	dtype	from-airportcode	atime	to-airportcode	miles	price
-------------	---------	-------	------------------	-------	----------------	-------	-------

FLT-WEEKDAY

<u>flt#</u>	<u>weekday</u>
-------------	----------------

FLT-INSTANCE

<u>flt#</u>	<u>date</u>	plane#	#avail-seats
-------------	-------------	--------	--------------

AIRPLANE

<u>plane#</u>	plane-type	total-#seats
---------------	------------	--------------

CUSTOMER

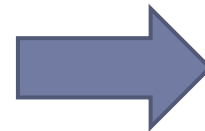
<u>cust#</u>	first	middle	last	phone#	street	city	state	zip
--------------	-------	--------	------	--------	--------	------	-------	-----

RESERVATION

<u>flt#</u>	<u>date</u>	<u>cust#</u>	seat#	check-in-status	ticket#
-------------	-------------	--------------	-------	-----------------	---------

Κλειδιά

- ▶ Unique Keys & Foreign Keys
 - ▶ **Foreign Keys**
- ▶ Απλά και Σύνθετα
- ▶ Επιλογή κλειδιού
 - ▶ **Natural/Surrogate**
- ▶ **Περιορισμοί Κλειδιών**
 - ▶ Ορίζονται κλειδιά
 - ▶ Υπερκλειδιά (superkeys)
 - ▶ Υποψήφια κλειδιά (candidate keys)
 - ▶ Πρωτεύοντα κλειδιά (primary keys)



Unique

Κλειδιά και Ταυτότητες (Keys and Identifiers)

- ▶ Τα **κλειδιά** είναι περιορισμοί μοναδικότητας και ενεργούν ως ταυτότητες των εγγραφών
 - ▶ Π.χ. **ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ** (ΑΡ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ, ΕΠΙΘΕΤΟ, ΟΝΟΜΑ, ΤΜΗΜΑ)
 - ▶ Αν το **FLIGHT#** είναι κλειδί στο **FLIGHT-SCHEDULE**, υποχρεωτικά όλες οι τιμές στο πεδίο **FLIGHT#** θα είναι μοναδικές στο **FLIGHT-SCHEDULE**

FLIGHT-SCHEDULE

<u>FLIGHT#</u>	AIRLINE	WEEKDAY	PRICE
101	delta	Mo	156
545	american	We	110
912	scandinavian	Fr	450
242	usair	Mo	231

Περιορισμοί – Κλειδιά

► Υπερκλειδί (superkey)

- Για οποιεσδήποτε διακριτές πλειάδες t_1, t_2 στην R ισχύει:

$$t_1[SK] \neq t_2[SK]$$

όπου το υπερκλειδί SK είναι υποσύνολο των γνωρισμάτων της R

- Ένα γνώρισμα (ή σύνολο γνωρισμάτων) ενός πίνακα λέγεται **κλειδί** αν διαχωρίζει τις γραμμές του πίνακα
- Το επιλεγόμενο κλειδί καλείται **πρωτεύον** (primary), ενώ τα υπόλοιπα καλούνται **δευτερεύοντα** (secondary) ή **υποψήφια** (candidate) ή **εναλλακτικά** (alternative)
- Ένα κλειδί είναι **σύνθετο** (composite) όταν αποτελείται από περισσότερα του ενός γνωρίσματα

► Υποψήφιο κλειδί

- Το ελάχιστο υπερκλειδί
- Αν αφαιρεθεί ένα τυχαίο γνώρισμα από το υποψήφιο κλειδί ($SK - \{A_i\}$), τότε αυτό παύει να είναι υποψήφιο κλειδί
- Ένας πίνακας μπορεί να έχει πολλά υποψήφια κλειδιά
- Το **πρωτεύον κλειδί (PK)** επιλέγεται από τα υποψήφια κλειδιά

Παράδειγμα επιλογής κλειδιών 1

- ▶ Πίνακας Book(BookId, BookName, Author)

BookId	BookName	Author
B1	To Kill a Mockingbird	Harper Lee
B2	Pride and Prejudice	Jane Austen
...

- ▶ Υπερκλειδιά:

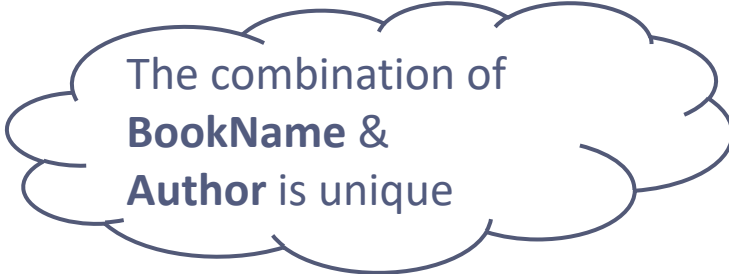
- ▶ (BookId)
- ▶ (BookId, BookName)
- ▶ (BookId, BookName, Author)
- ▶ (BookId, Author)
- ▶ (BookName, Author)

- ▶ Υποψήφια κλειδιά:

- ▶ (BookId)
- ▶ (BookName, Author)

- ▶ Πρωτεύον κλειδί:

- ▶ (BookId)



The combination of
BookName &
Author is unique

Παράδειγμα επιλογής κλειδιών 2

CAR	<u>LicenseNumber</u>	EngineSerialNumber	Make	Model	Year
	Texas ABC-739	A69352	Ford	Mustang	96
	Florida TVP-347	B43696	Oldsmobile	Cutlass	99
	New York MPO-22	X83554	Oldsmobile	Delta	95
	California 432-TFY	C43742	Mercedes	190-D	93
	California RSK-629	Y82935	Toyota	Camry	98
	Texas RSK-629	U028365	Jaguar	XJS	98

► Υπερκλειδιά

- {LicenseNumber, Make}
- {LicenseNumber, EngineSerialNumber, Make, Model}
- {LicenseNumber, Make, Model}
- {LicenseNumber}
- {EngineSerialNumber}
- ...

**LicenseNumber &
EngineSerialNumber**
are unique

► Υποψήφια κλειδιά

- {LicenseNumber}
- {EngineSerialNumber}

► Πρωτεύον κλειδί

- {LicenseNumber}

Παράδειγμα επιλογής κλειδιών 3

► Υποθέσεις:

- Το όνομα του ηθοποιού είναι μοναδικό
- Ο τίτλος μιας ταινίας δεν είναι μοναδικός, αλλά υπάρχει μόνο μια ταινία με τον ίδιο τίτλο κάθε χρόνο
- Σε μια ταινία μπορεί να παίζουν πολλοί ηθοποιοί και ένας ηθοποιός μπορεί να παίζει σε πολλές ταινίες

ΤΑΙΝΙΑ

<u>ΤΙΤΛΟΣ</u>	<u>ΕΤΟΣ</u>	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ
---------------	-------------	----------	-------

ΗΘΟΠΟΙΟΣ

<u>ΟΝΟΜΑ</u>	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΕΤΟΣ ΓΕΝΝΗΣΗΣ
--------------	-----------	---------------

ΠΑΙΖΕΙ

<u>ΟΝΟΜΑ</u>	<u>ΤΙΤΛΟΣ</u>	<u>ΕΤΟΣ</u>
--------------	---------------	-------------

Παράδειγμα επιλογής κλειδιών 4

- ▶ Έστω το παρακάτω στιγμιότυπο μιας σχέσης R (A, B, C, D)

A	B	C	D
5	4	2	2
8	4	4	2
1	4	4	6
1	5	9	6

Ποια είναι τα διάφορα κλειδιά της R;

- ▶ **Υπερκλειδιά:** (A,B), (A,C), (A,B,C), (A,B,D), (A,B,C,D), (B,C,D), (C,D)
- ▶ **Υποψήφια κλειδιά:** (A,B), (A,C), (C,D)

Επιλογή κατάλληλων κλειδιών

► Avoid “Smart” keys

- Κλειδιά τα οποία περιέχουν τμήματα που έχουν φυσικό νόημα (π.χ. US zip codes)
- May become obsolete/convoluted (e.g. California zip codes begin with 90 and 91)

► Use “Natural” keys

- Κλειδιά που υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο (π.χ. ΑΦΜ)
- Μοναδικά και σχεδόν απίθανο να αλλάξουν
 - Όταν υπάρχουν, συνήθως προτιμώνται
- Η αναζήτηση σε αυτά πρέπει να υποστηρίζεται ακόμα κι αν δεν επιλεγούν ως πρωτεύοντα

► Use “Surrogate” keys

- Κλειδιά που δεν έχουν φυσικό νόημα
- Don’t naturalize surrogate keys
 - they are not meant to be used this way



More at: <http://www.agiledata.org/essays/keys.html>

Περιορισμοί Ακεραιότητας

► Κενές τιμές (null values)

- Όταν δεν γνωρίζουμε την τιμή ενός γνωρίσματος
- Κάποια γνωρίσματα δεν μπορούν να πάρουν την τιμή null
- Κανένα πρωτεύον κλειδί δεν μπορεί να είναι null γιατί χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της πλειάδας



► Ακεραιότητα οντοτήτων (entity integrity)

- Κάθε γραμμή του πίνακα προσδιορίζεται μοναδικά από το πρωτεύον κλειδί

► Ακεραιότητα αναφορών (referential integrity)

- Αν το κλειδί K ενός πίνακα A αποτελεί γνώρισμα ενός άλλου πίνακα B, τότε το K αποτελεί ξένο κλειδί (foreign key) για τον πίνακα B

► Σημασιολογικοί περιορισμοί (semantics)

- Συνθήκη αποθηκευμένων δεδομένων (π.χ. ηλικία_φοιτητή>17)

Ακαθόριστες τιμές (null values)

- ▶ Μια ακαθόριστη τιμή (null) σημαίνει ότι δεν υπάρχουν δεδομένα
 - ▶ Πρακτικά ένα άδειο κελί στον πίνακα
 - ▶ Δεν είναι το ίδιο με το 0, ή το κενό string ή άλλα input (π.χ. tab character)
- ▶ Μια null τιμή μπορεί να σημαίνει πολλά πράγματα, όπως:
 - ▶ Η τιμή της στήλης δεν ορίζεται για τη συγκεκριμένη εγγραφή
 - ▶ Η τιμή της στήλης δεν έχει ακόμα αποφασιστεί
 - ▶ Η τιμή της στήλης είναι άγνωστη

Ακαθόριστες τιμές (null values)

CUSTOMER

CUSTOMER#	NAME	MAIDEN NAME	SEX
123-45-6789	Lisa Smith	Jones	2
234-56-7890	George Foreman	null (unknown)	1
345-67-8901	Microsoft	null (inapplicable)	null (inapplicable)

- ▶ Η τιμή **null (unknown)** σημαίνει πως το γνώρισμα έχει νόημα αλλά η τιμή του δεν είναι, προς το παρόν, γνωστή **That's ok!**
- ▶ Η τιμή **null (inapplicable)** σημαίνει πως το γνώρισμα δεν έχει νόημα στην παρούσα πλειάδα **That's bad!**

Ξένα κλειδιά & Αναφορική Ακεραιότητα

Περιορισμοί Αναφορικής Ακεραιότητας

► Ξένα Κλειδιά (Foreign keys)

- Οι πλειάδες στην **referencing relation** R_1 έχουν **ξένο κλειδί** (FK) που συσχετίζεται με το πρωτεύον κλειδί (PK) της **referenced relation** R_2

AIRPORT

<u>airportcode</u>	name	city	state
--------------------	------	------	-------

FLT-SCHEDULE

<u>flt#</u>	airline	dtime	from-airportcode	atime	to-airportcode	miles	price
-------------	---------	-------	------------------	-------	----------------	-------	-------

FK

FK

- Η πλειάδα t_1 της R_1 λέμε ότι αναφέρεται στη πλειάδα t_2 της R_2 αν $t_1[\text{FK}] = t_2[\text{PK}]$
- Οι τιμές του ξένου κλειδιού στην R_1 **πρέπει να ταιριάζουν** με τις τιμές του πρωτεύοντος κλειδιού στην R_2

Περιορισμοί Αναφορικής Ακεραιότητας

- ▶ Καθορίζονται **συσχετίσεις (relationships)** μεταξύ των σχέσεων (relations), έτσι ώστε να:
 - ▶ δηλώνονται τα τυχόν κοινά γνωρίσματα μεταξύ δύο σχέσεων
 - ▶ δημιουργούνται μονοπάτια επικοινωνίας μεταξύ των σχέσεων
 - ▶ διασφαλίζεται η **ακεραιότητα των δεδομένων** που εμφανίζονται σε περισσότερες από μια σχέσεις
- ▶ Κάθε πλειάδα t_1 σε μια σχέση R_1 που σχετίζεται με κάποια πλειάδα t_2 σε άλλη σχέση R_2 πρέπει να εξασφαλίζει την ύπαρξη της t_2
 - ▶ R_1 : **referencing relation**
 - ▶ R_2 : **referenced relation**

Σχεσιακό σχήμα για τη ΒΔ FLIGHTS

AIRPORT

<u>airportcode</u>	name	city	state
--------------------	------	------	-------

FLT-SCHEDULE

<u>flt#</u>	airline	dtime	from-airportcode	atime	to-airportcode	miles	price
-------------	---------	-------	------------------	-------	----------------	-------	-------

FLT-WEEKDAY

<u>flt#</u>	<u>weekday</u>
-------------	----------------

FLT-INSTANCE

<u>flt#</u>	<u>date</u>	plane#	#avail-seats
-------------	-------------	--------	--------------

AIRPLANE

<u>plane#</u>	plane-type	total-#seats
---------------	------------	--------------

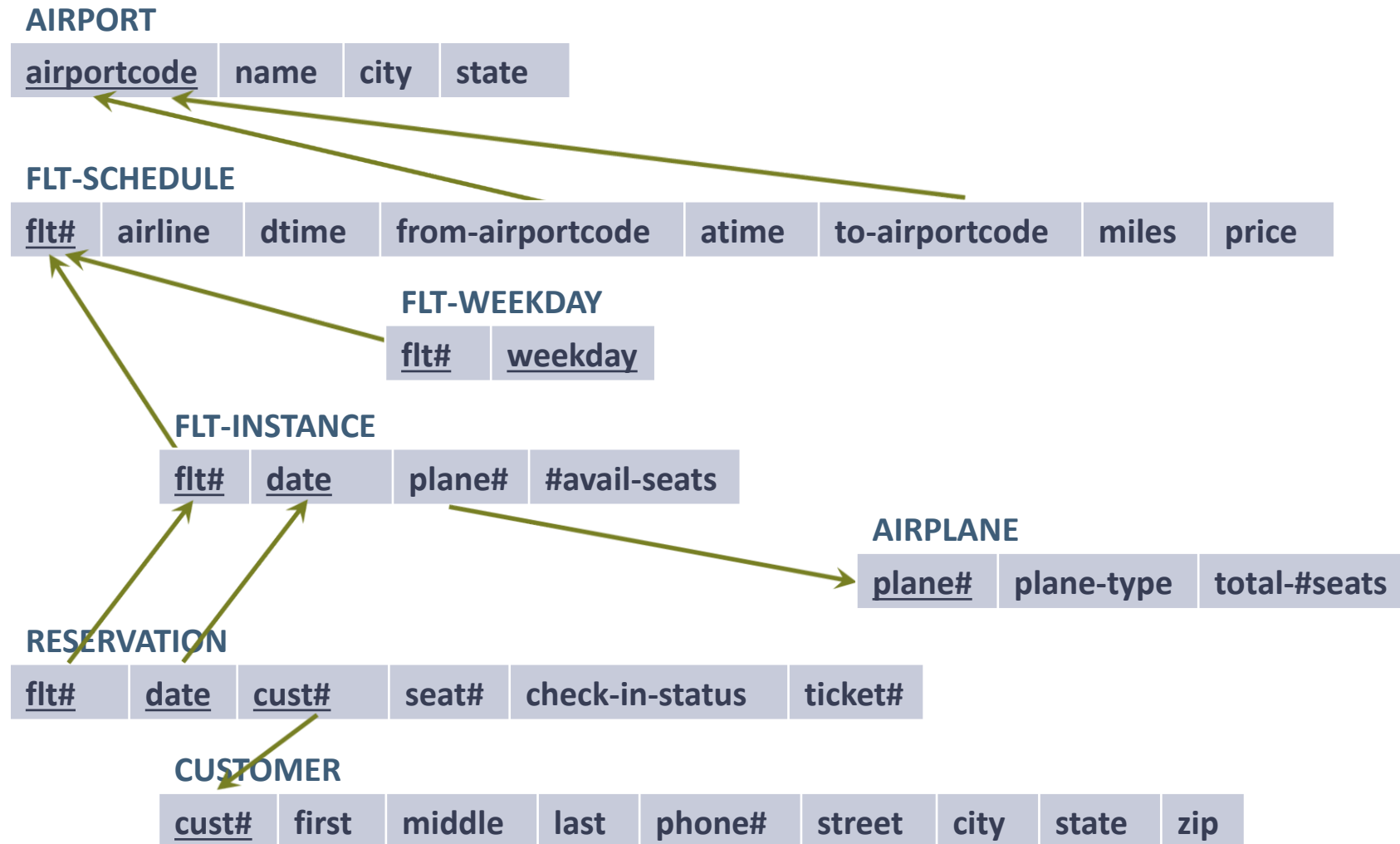
RESERVATION

<u>flt#</u>	<u>date</u>	<u>cust#</u>	seat#	check-in-status	ticket#
-------------	-------------	--------------	-------	-----------------	---------

CUSTOMER

<u>cust#</u>	first	middle	last	phone#	street	city	state	zip
--------------	-------	--------	------	--------	--------	------	-------	-----

Περιορισμοί αναφορικής ακεραιότητας για το σχεσιακό σχήμα της ΒΔ FLIGHTS



Το σχεσιακό σχήμα για τη ΒΔ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ

ΟΝΟΜΑ	ΑΡΧ_ΠΑΤ	ΕΠΙΘΕΤΟ	<u>ΑΡ_ΤΑΥΤ</u>	ΗΜ_ΓΕΝ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΦΥΛΟ	ΜΙΣΘΟΣ	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ	ΑΡΙΘΜ_ΤΜΗΜ
-------	---------	---------	----------------	--------	-----------	------	--------	--------------	------------

ΤΜΗΜΑ

Τ_ΟΝΟΜΑ	<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜΑΤΟΣ</u>	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	ΗΜΕΡ_ΕΝΑΡΞΗΣ
---------	---------------------	------------	--------------

ΤΟΠΟΘ_ΤΜΗΜΑ

<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜΑΤΟΣ</u>	<u>Τ_ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>
---------------------	--------------------

ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ

<u>ΕΡΓ_ΑΡ_ΤΑΥΤ</u>	<u>Κ_ΕΡΓΟΥ</u>	ΩΡΕΣ
--------------------	----------------	------

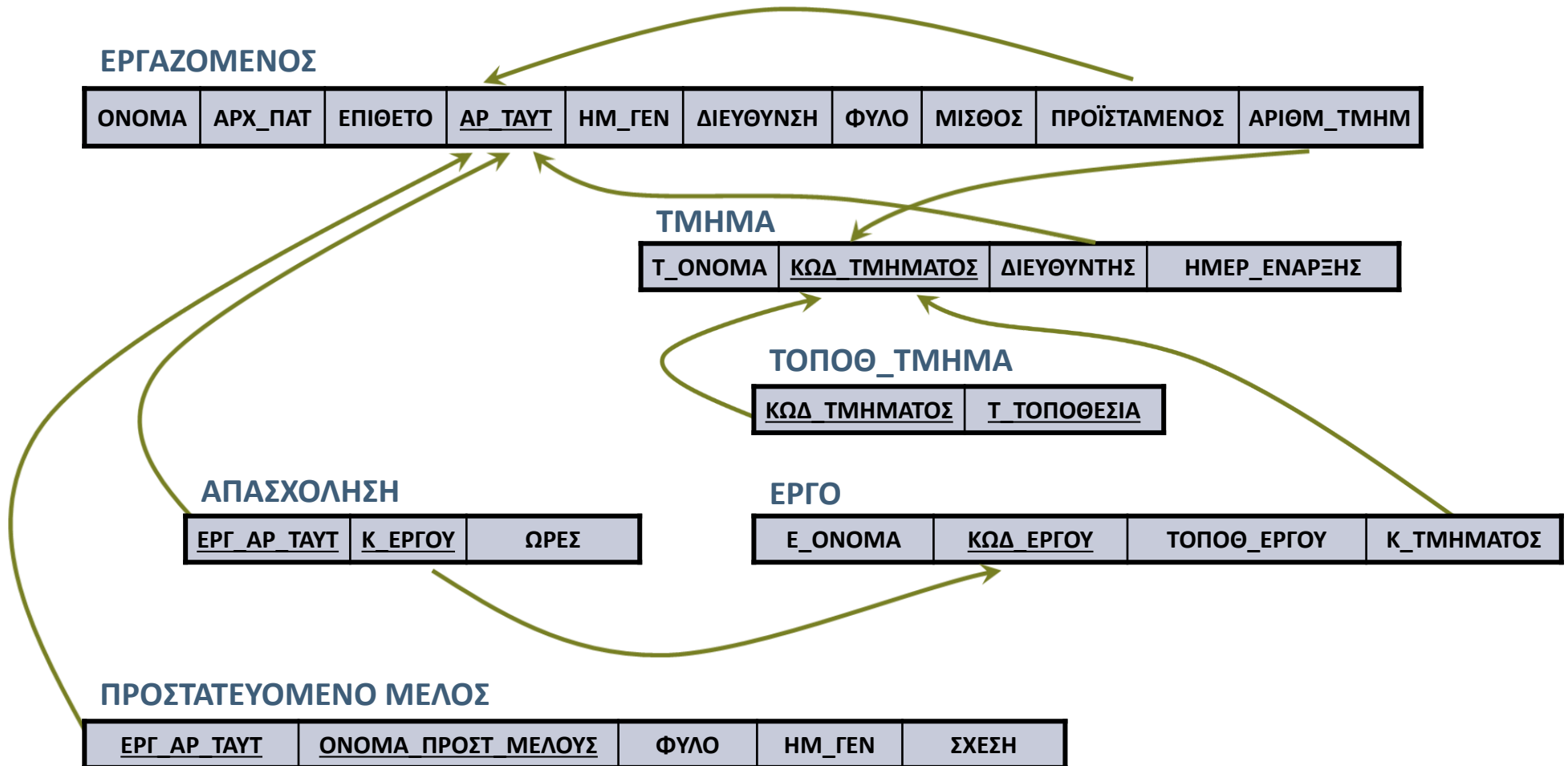
ΕΡΓΟ

Ε_ΟΝΟΜΑ	<u>ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ</u>	ΤΟΠΟΘ_ΕΡΓΟΥ	Κ_ΤΜΗΜΑΤΟΣ
---------	------------------	-------------	------------

ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΟ ΜΕΛΟΣ

<u>ΕΡΓ_ΑΡ_ΤΑΥΤ</u>	<u>ΟΝΟΜΑ_ΠΡΟΣΤ_ΜΕΛΟΥΣ</u>	ΦΥΛΟ	ΗΜ_ΓΕΝ	ΣΧΕΣΗ
--------------------	---------------------------	------	--------	-------

Περιορισμοί αναφορικής ακεραιότητας για το σχεσιακό σχήμα της ΒΔ ΕΤΑΙΡΕΙΑ



Περιορισμοί Αναφορικής Ακεραιότητας

- ▶ Οι περιορισμοί ακεραιότητας ελέγχονται:
 - ▶ πριν την εισαγωγή δεδομένων,
 - ▶ πριν τη διαγραφή δεδομένων, και
 - ▶ πριν την ενημέρωση δεδομένων
- ▶ Αν παραβιάζεται κάποιος περιορισμός, τότε η λειτουργία δεν γίνεται αποδεκτή

Μετατροπή Μοντέλου Ο/Σ σε Σχεσιακό

Μετάβαση από το Ο/Σ στο Σχεσιακό

- ▶ Δημιουργία πινάκων για κάθε οντότητα
 - ▶ Κάθε πίνακας θα έχει ένα μοναδικό όνομα και ένα σύνολο από γνωρίσματα που θα περιγράφουν την οντότητα
- ▶ Προσδιορισμός του Πρωτεύοντος Κλειδιού
- ▶ Προσδιορισμός των ιδιοτήτων των γνωρισμάτων
 - ▶ Data type
 - ▶ Null values
 - ▶ Default values (if any)
 - ▶ Data constraints (if any)
- ▶ Normalization... we will talk about it later

Μοντέλο Ο/Σ σε Σχεσιακό

► Ισχυρές Οντότητες

- Μετατροπή οντοτήτων σε σχέσεις/πίνακες
- Αναπαράσταση συσχετίσεων με τη χρήση **ξένων κλειδιών**
- Για κάθε ισχυρή οντότητα δημιουργούμε ένα πίνακα με τα γνωρίσματα της που αποτελούν τις στήλες του πίνακα
- Επιλέγω το **πρωτεύον κλειδί** και το υπογραμμίζω

► Ασθενείς Οντότητες

- Δημιουργώ ένα πίνακα στον οποίο αποθηκεύω και το πρωτεύον κλειδί της ισχυρής οντότητας
- Το πρωτεύον κλειδί είναι ο **συνδυασμός του μερικού κλειδιού και του πρωτεύοντος από την ισχυρή οντότητα**

Μοντέλο Ο/Σ σε Σχεσιακό

► Συσχετίσεις 1:1

- Για κάθε συσχέτιση προσδιορίζω τις οντότητες που συμμετέχουν στη συσχέτιση. Επιλέγω μία και συμπεριλαμβάνω ως **ξένο κλειδί** το πρωτεύον κλειδί της άλλης. Συνήθως επιλέγω εκείνη με ολική συμμετοχή
- Προσθέτω τα γνωρίσματα της συσχέτισης

► Συσχετίσεις 1:N

- Συμπεριλαμβάνω στην οντότητα από την πλευρά N, ως **ξένο κλειδί** το πρωτεύον της 1
- Προσθέτω στην οντότητα από την πλευρά N τα γνωρίσματα της συσχέτισης

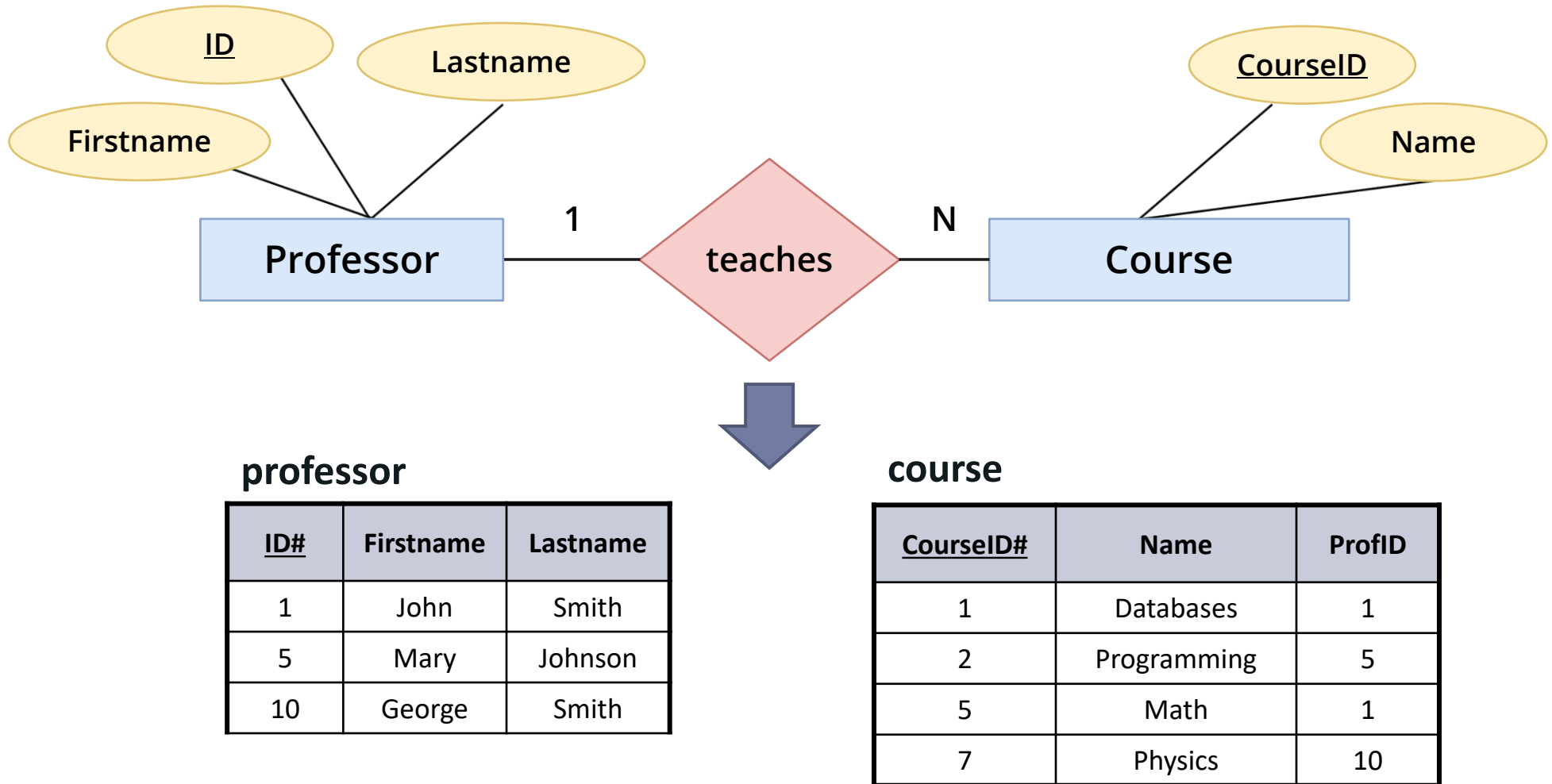
► Συσχετίσεις M:N

- Δημιουργώ ένα νέο πίνακα με γνωρίσματα τα πρωτεύοντα κλειδιά των οντοτήτων που συμμετέχουν στη συσχέτιση. Πρωτεύον κλειδί ο συνδυασμός τους
- Προσθέτω τυχόν γνωρίσματα της συσχέτισης

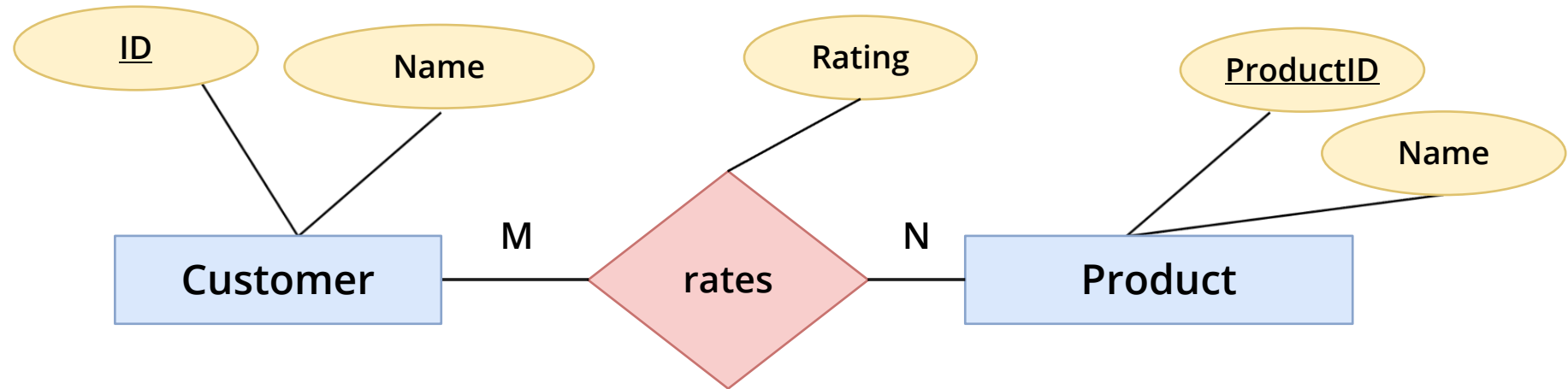
Μοντέλο Ο/Σ σε Σχεσιακό

- ▶ Αναδρομικές συσχετίσεις
 - ▶ Ισχύουν κανονικά οι κανόνες των 1:1, 1:N, M:N
- ▶ Συσχετίσεις IS-A
 - ▶ Μετατροπή οντοτήτων σε σχέσεις/πίνακες
 - ▶ Επιλέγω το **πρωτεύον κλειδί** που είναι κοινό σε όλους τους πίνακες και το υπογραμμίζω
 - ▶ Το πρωτεύον κλειδί κάθε υπο-οντότητας είναι και **ξένο κλειδί** που δείχνει στον πίνακα της υπερ-οντότητας
- ▶ Ολική Συμμετοχή
 - ▶ Τοποθέτηση του FK στην ολική συμμετοχή
 - ▶ Περιορισμός ώστε το FK να είναι NOT NULL

Παράδειγμα Μετατροπής Συσχέτισης 1:N



Παράδειγμα Μετατροπής Συσχέτισης M:N



customer

<u>ID</u>	Name
101	John
102	Mary
104	Erica

rates

Cust_ID	ProductID	Rating
101	1	10
102	1	9
104	2	4
101	5	5

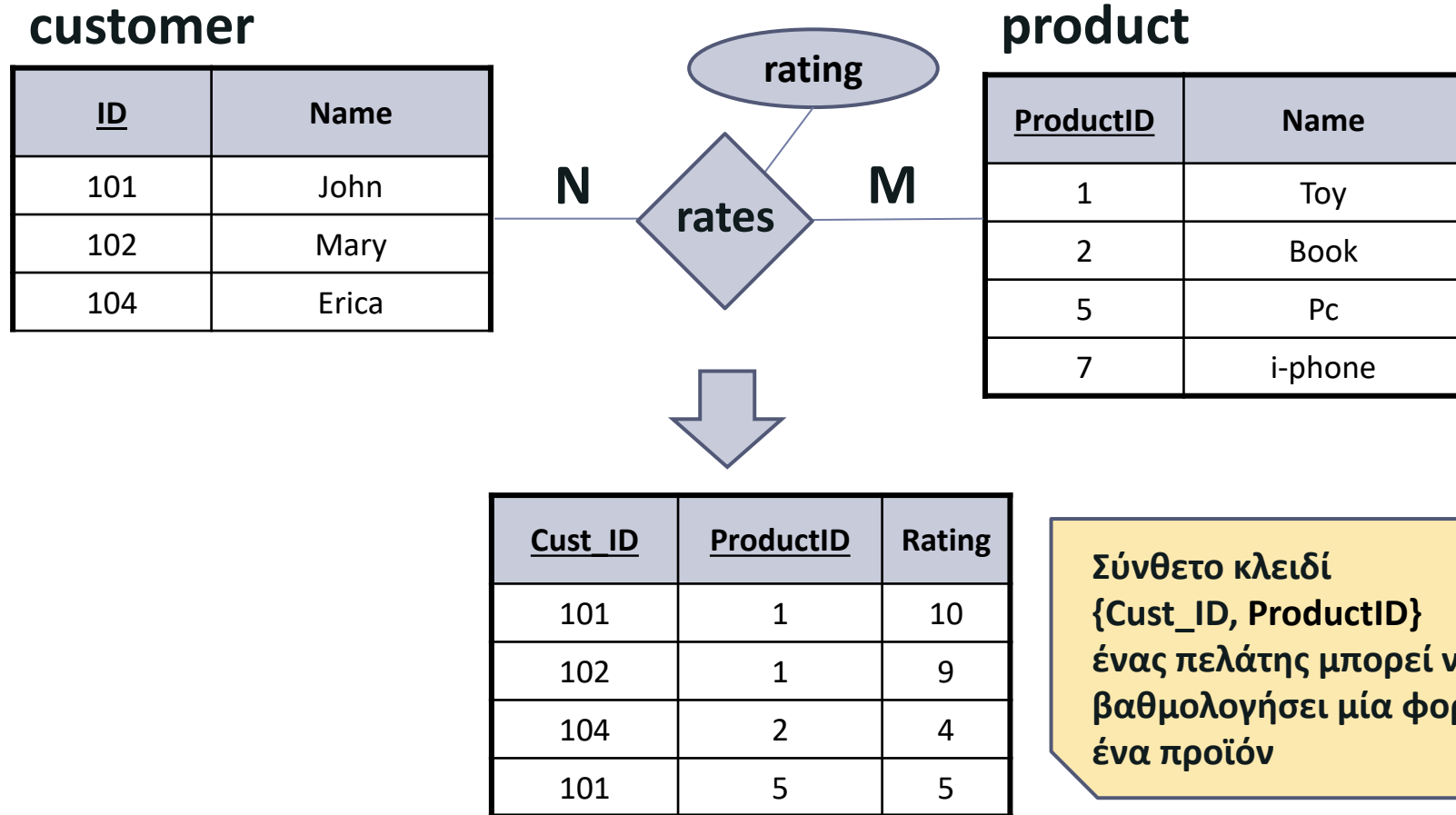
product

<u>ProductID</u>	Name
1	Toy
2	Book
5	Pc
7	i-phone

Surrogate Keys & Associative Entities

- ▶ Όταν ένας πίνακας συσχέτισης χρησιμοποιεί ένα σύνθετο πρωτεύον κλειδί που αποτελείται από τα πρωτεύοντα κλειδιά των πινάκων της συσχέτισης, κάθε ζεύγος τιμών μπορεί να εμφανιστεί **μόνο μία φορά** στον πίνακα συσχέτισης
- ▶ Όταν ένας πίνακας συσχέτισης χρησιμοποιεί ένα **υποκατάστατο κλειδί**, κάθε ζεύγος τιμών μπορεί να εμφανιστεί πολλές φορές στην ομαδοποιημένη οντότητα (επειδή το πρωτεύον κλειδί δεν χρησιμοποιείται στη σύνθεση των ξένων κλειδιών)

Surrogate Keys & Associative Entities

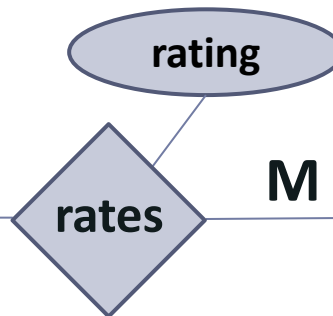


Surrogate Keys & Associative Entities

customer

<u>ID</u>	Name
101	John
102	Mary
104	Erica

N



M

product

<u>ProductID</u>	Name
1	Toy
2	Book
5	Pc
7	i-phone



<u>rating_ID</u>	Cust_ID	ProductID	Rating
1	101	1	10
2	102	1	9
3	104	2	4
4	101	5	5

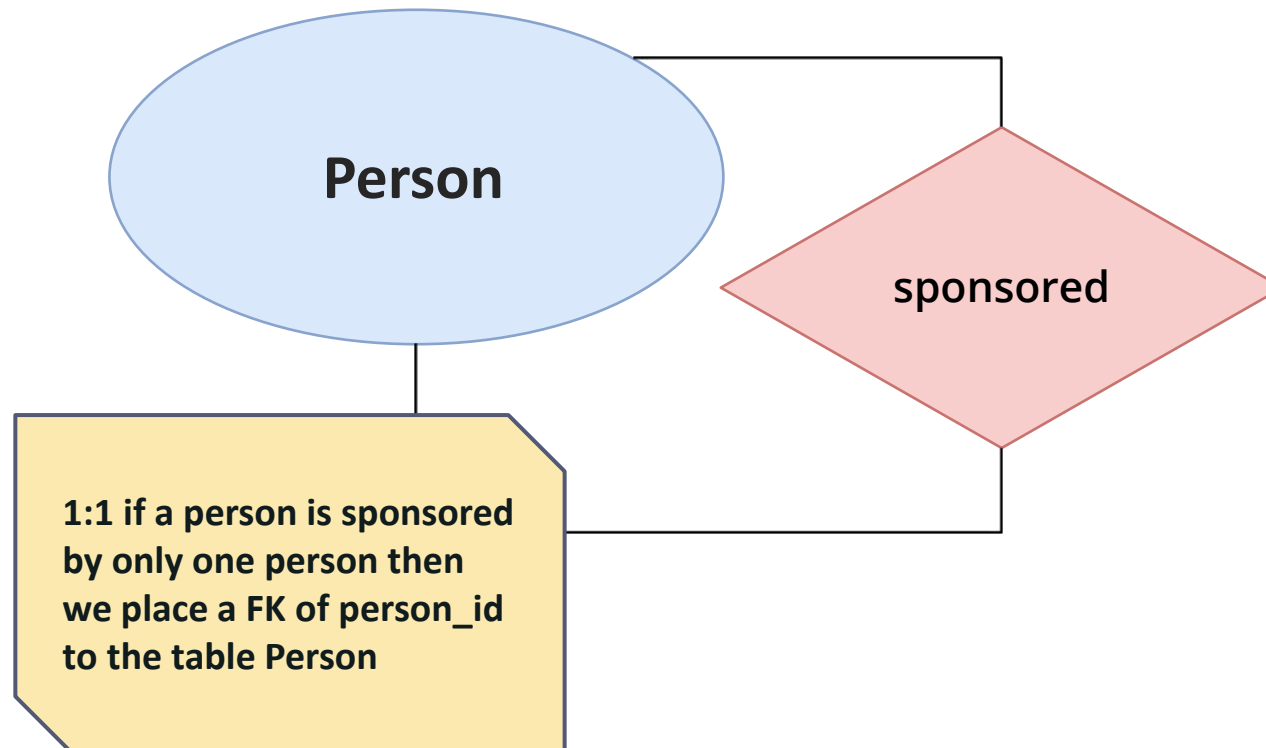
Surrogate key

{rating_ID}

ένας πελάτης μπορεί να
βαθμολογήσει ένα προϊόν
πάνω από μία φορές

Αναδρομική Συσχέτιση

- ▶ Εφαρμόζουμε τους κανόνες 1:1, 1:N, N:M



Πλεονεκτήματα του Σχεσιακού Μοντέλου

▶ Απλότητα

- ▶ Το ΣΜ έχει μια μόνο δομή δεδομένων

▶ Ανεξαρτησία δεδομένων

- ▶ Οι λεπτομέρειες του φυσικού μοντέλου και της προσπάθειας στα δεδομένα δεν χρειάζεται να είναι γνωστές στον χρήστη

▶ Συμμετρία

- ▶ Ενιαία παράσταση των πλειάδων σε μια σχέση

▶ Ισχυρό θεωρητικό υπόβαθρο

- ▶ Το ΣΜ βασίζεται στη μαθηματική θεωρία των σχέσεων και των συνόλων

▶ Απλές γλώσσες ερωτήσεων

▶ Εύκολος χειρισμός των σχέσεων

Διαχείριση Σχεσιακού Μοντέλου

- ▶ **Data Description Language (DDL)**

- ▶ Περιγραφή του λογικού μοντέλου και των δεδομένων

- ▶ **Data Manipulation Language (DML)**

- ▶ Χειρισμός δεδομένων και υποβολή ερωτημάτων (query language)

Ορισμός σχήματος της ΒΔ ΕΤΑΙΡΕΙΑ (1/2)

► Ορισμός Βάσης

```
CREATE SCHEMA      ΕΤΑΙΡΕΙΑ;
```

► Ορισμός Πεδίων Ορισμού

```
CREATE DOMAIN      AP_TAYT_ATOM      AS CHAR(9) NOT NULL;
CREATE DOMAIN      ONOMA_ATOM        AS VARCHAR(15);
CREATE DOMAIN      APXIKA_ATOM       AS CHAR(1);
CREATE DOMAIN      ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ      AS DATE;
CREATE DOMAIN      ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ      AS VARCHAR(35);
CREATE DOMAIN      ΦΥΛΟ_ATOMΟΥ      AS CHAR(1) CHECK (VALUE IN ('M', 'F'));
CREATE DOMAIN      ΜΙΣΘΟΣ_ATOM      AS DECIMAL(10, 2);
CREATE DOMAIN      ΚΩΔΙΚΟΙ_TMΗΜ      AS INTEGER CHECK (VALUE BETWEEN 1 AND 10);
CREATE DOMAIN      ONOMA_TMΗΜ        AS VARCHAR(20);
```

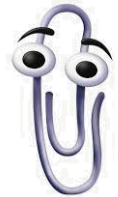
Ορισμός σχήματος της ΒΔ ΕΤΑΙΡΕΙΑ (2/2)

► Ορισμός Σχέσεων

```
CREATE TABLE ΕΤΑΙΡΕΙΑ.ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ (  
    ΟΝΟΜΑ                ΟΝΟΜΑ_ΑΤΟΜ,  
    ΑΡΧ_ΠΑΤ              ΑΡΧΙΚΑ_ΑΤΟΜ,  
    ΕΠΙΘΕΤΟ              ΟΝΟΜΑ_ΑΤΟΜ,  
    ΑΡ_ΤΑΥΤ              ΑΡ_ΤΑΥΤ_ΑΤΟΜ PRIMARY KEY,  
    ΗΜ_ΓΕΝ               ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ,  
    ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ           ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ,  
    ΦΥΛΟ                 ΦΥΛΟ_ΑΤΟΜΟΥ,  
    ΜΙΣΘΟΣ               ΜΙΣΘΟΣ_ΑΤΟΜ,  
    ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ        ΑΡ_ΤΑΥΤ_ΑΤΟΜ,  
    ΑΡΙΘΜ_ΤΜΗΜ           ΚΩΔΙΚΟΙ_ΤΜΗΜ,  
    FOREIGN KEY (ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ) REFERENCES ΕΤΑΙΡΕΙΑ.ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ(ΑΡ_ΤΑΥΤ),  
    FOREIGN KEY (ΑΡΙΘΜ_ΤΜΗΜ) REFERENCES ΕΤΑΙΡΕΙΑ.ΤΜΗΜΑ(ΑΡΙΘΜ_ΤΜΗΜ)  
);
```

Is this valid SQL?
Can it run in MySQL?

It is valid SQL according to the
ISO/IEC 9075:2023 standard. It
requires changes to run in
MySQL (e.g. CREATE DOMAIN)
is not supported.



Λειτουργίες

- ▶ Τύποι σχεσιακών **Data Manipulation Languages (DMLs)**:
 - ▶ σχεσιακή άλγεβρα (π.χ. ISBL)
 - ▶ σχεσιακός λογισμός πλειάδας (π.χ. QUEL, SQL)
 - ▶ σχεσιακός λογισμός πεδίου ορισμού (π.χ. QBE)
- ▶ Μια σχεσιακή DML με την ίδια “δύναμη ανάκλησης δεδομένων” με τη σχεσιακή άλγεβρα λέγεται **σχεσιακά πλήρης**
- ▶ Όλες οι σχεσιακές DMLs παρέχουν την κατάλληλη σύνταξη για:
 - ▶ αλλαγές → εισαγωγή, διαγραφή, ενημέρωση (insert, delete, update)
 - ▶ ερωτήσεις (queries)
 - ▶ ανάκληση (retrieval)

Λειτουργίες – Προσπέλαση

- ▶ Οι **λειτουργίες** υποστηρίζουν την προσπέλαση και την ενημέρωση της βάσης

```
SELECT FLIGHT#, WEEKDAY  
FROM FLIGHT-SCHEDULE  
WHERE AIRLINE='delta';
```

FLIGHT-SCHEDULE

FLIGHT#	AIRLINE	WEEKDAY	PRICE
101	delta	Mo	156
545	american	We	110
912	scandinavian	Fr	450
242	usair	Mo	231
97	delta	Tu	258

DEPT-AIRPORT

FLIGHT#	AIRPORT-CODE
101	atl
912	cph
545	lax
97	atl

Λειτουργίες – Εισαγωγή (1/2)

FLT-SCHEDULE

<u>flt#</u>	airline	dtime	from-airportcode	atime	to-airportcode	miles	price
-------------	---------	-------	------------------	-------	----------------	-------	-------

- Οι δομές για εισαγωγή δεδομένων είναι αρκετά απλές:

```
INSERT INTO FLT-SCHEDULE
```

```
VALUES ("OA901", "OLYMPIC", "07:15", "ATH", "08:05", "SKG", 185, 189.00);
```

```
INSERT INTO FLT-SCHEDULE ( FLT#, AIRLINE )
```

```
VALUES ("OA901", "OLYMPIC");
```


Λειτουργίες – Εισαγωγή (2/2)

FLT-WEEKDAY

<u>flt#</u>	<u>weekday</u>
-------------	----------------

FLT-INSTANCE

<u>flt#</u>	<u>date</u>	plane#	#avail-seats
-------------	-------------	--------	--------------

FLT-SCHEDULE

<u>flt#</u>	airline	dtime	from-airportcode	atime	to-airportcode	miles	price
-------------	---------	-------	------------------	-------	----------------	-------	-------

- ▶ Εισαγωγή στην FLT-INSTANCE όλων των προγραμματισμένων πτήσεων για την Παρασκευή 09/11/12

```
INSERT INTO FLT-INSTANCE ( flt#, date )
```

```
(
```

```
    SELECT  S.flt#, "2012-11-09"
```

```
    FROM    FLT-SCHEDULE S, FLT-WEEKDAY D
```

```
    WHERE   S.flt# = D.flt# AND weekday="FR"
```

```
);
```

Εισάγονται οι πλειάδες
που προκύπτουν από
το ερώτημα

Λειτουργίες – Διαγραφή & Ενημέρωση

FLT-WEEKDAY

<u>flt#</u>	<u>weekday</u>
-------------	----------------

- ▶ Οι δομές διαγραφής και ενημέρωσης είναι πολύ απλές:

- ▶ Διαγραφή των πτήσεων της Πέμπτης

DELETE

FROM FLT-WEEKDAY

WHERE weekday="TH";

- ▶ Αλλαγή ημέρας πτήσης από Πέμπτη σε Παρασκευή

UPDATE FLT-WEEKDAY

SET weekday="FR"

WHERE weekday="TH";

Σύνοψη Σχεσιακού Μοντέλου

- ▶ Σχεσιακό μοντέλο – Συλλογή σχέσεων
 - ▶ Ο χρήστης μπορεί να ανακαλεί, εισάγει, διαγράφει δεδομένα
- ▶ Το σχήμα – λογικό διάγραμμα
 - ▶ Στιγμιότυπο: αναφέρεται στο σύνολο των πλειάδων τη δεδομένη στιγμή
- ▶ Κλειδιά
 - ▶ Υπερκλειδί
 - ▶ Πρωτεύον κλειδί
 - ▶ Ξένο κλειδί
- ▶ Λειτουργίες

Κανόνες Μετατροπής Μοντέλου Ο/Σ σε Σχεσιακό Μοντέλο

Ισχυρή Οντότητα

Μετατρέπω σε πίνακα όπου τα γνωρίσματα της οντότητας αποτελούν τις στήλες του πίνακα. Επιλέγω το πρωτεύον κλειδί και το υπογραμμίζω.

Ασθενής Οντότητα

Μετατρέπω σε πίνακα όπου αποθηκεύω και το πρωτεύον κλειδί της ισχυρής οντότητας. Το πρωτεύον κλειδί είναι ο συνδυασμός του μερικού κλειδιού και του πρωτεύοντος από την ισχυρή οντότητα.

Συσχέτιση 1:1

Προσδιορίζω τις οντότητες που συμμετέχουν στη συσχέτιση. Επιλέγω μία και συμπεριλαμβάνω ως ξένο κλειδί το πρωτεύον κλειδί της άλλης. Συνήθως επιλέγω εκείνη με ολική συμμετοχή. Προσθέτω τα γνωρίσματα της συσχέτισης.

Συσχέτιση 1:N

Συμπεριλαμβάνω στην οντότητα από την πλευρά N, ως ξένο κλειδί το πρωτεύον της 1. Προσθέτω στην οντότητα από την πλευρά N τα γνωρίσματα της συσχέτισης.

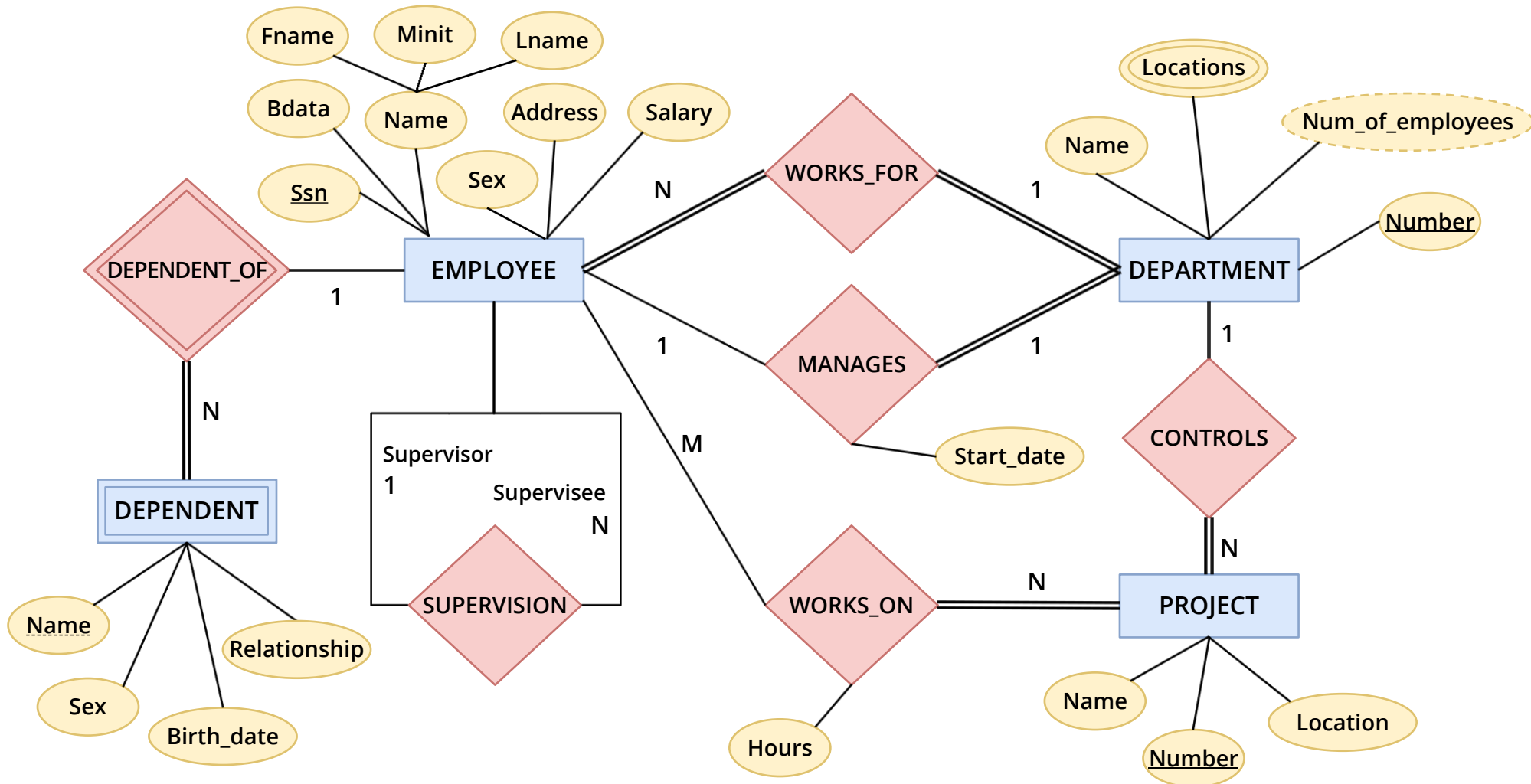
Συσχέτιση M:N

Δημιουργώ ένα νέο πίνακα με γνωρίσματα τα πρωτεύοντα κλειδιά των οντοτήτων που συμμετέχουν στη συσχέτιση. Θέτω ως πρωτεύον κλειδί το συνδυασμό τους. Προσθέτω τυχόν γνωρίσματα της συσχέτισης.

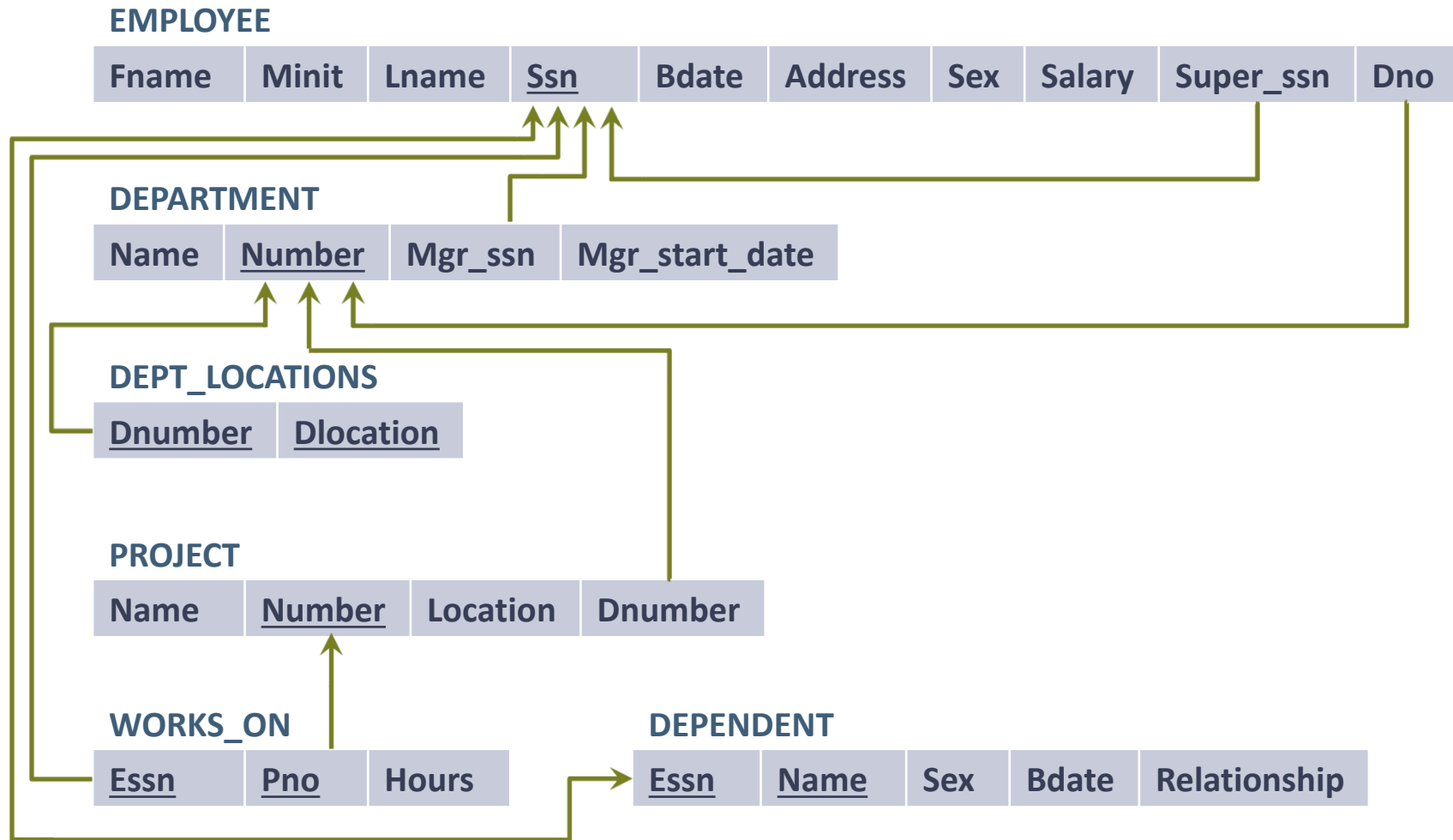
Παράδειγμα μετατροπής μοντέλου Ο/Σ σε Σχεσιακό

ΒΔ Εταιρίας

Μοντέλο E/R



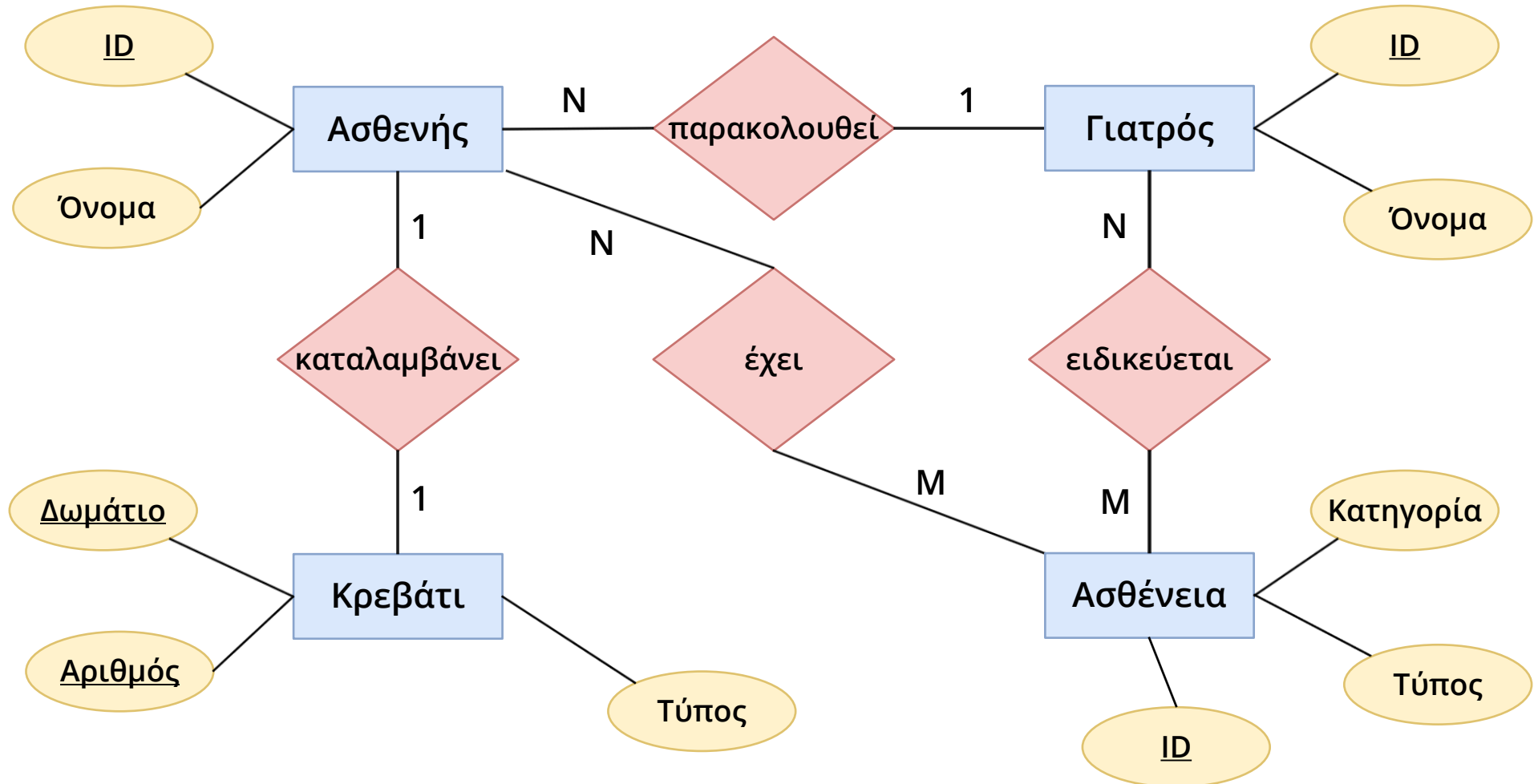
Σχεσιακό Μοντέλο



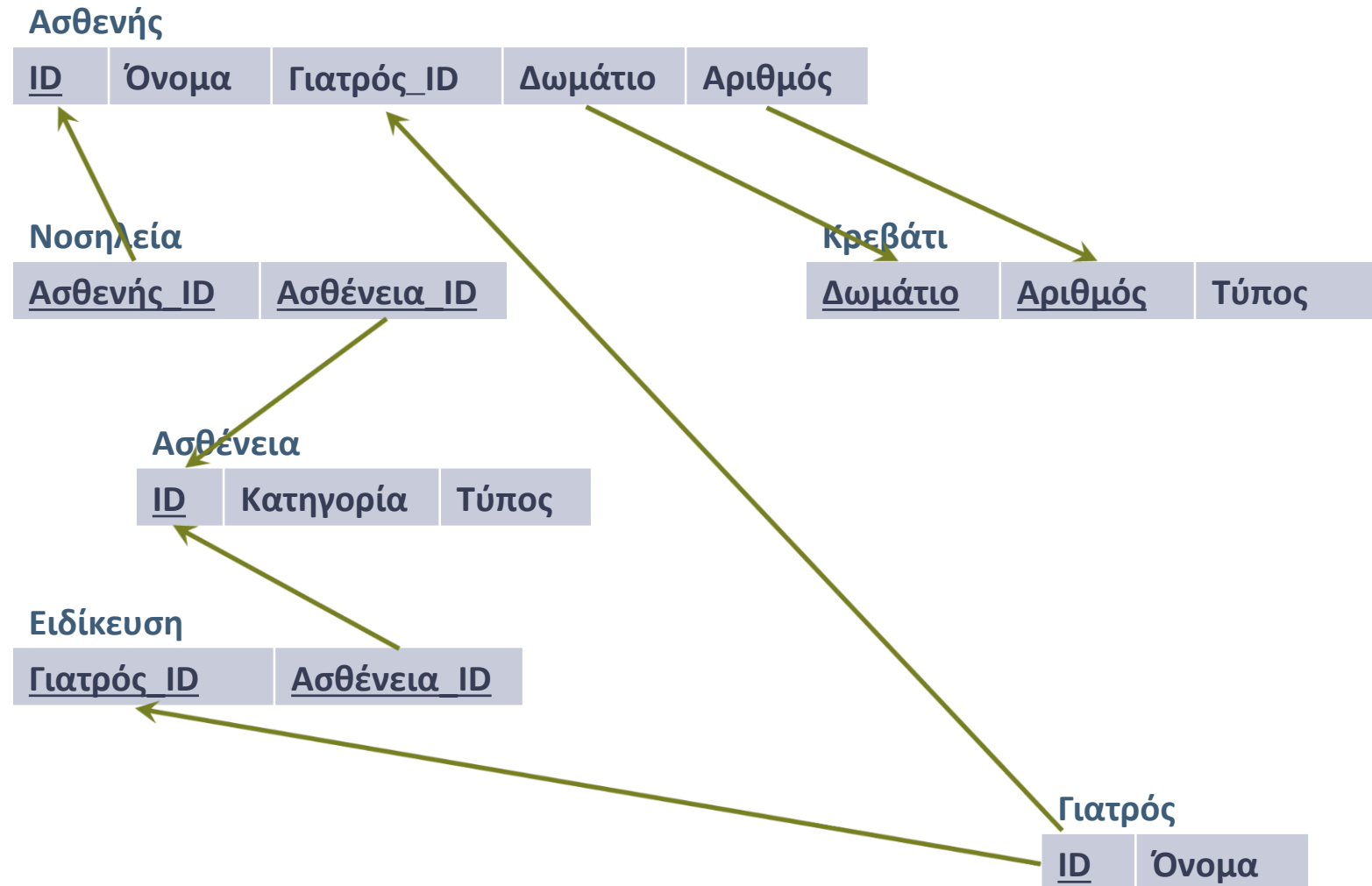
Παράδειγμα μετατροπής μοντέλου Ο/Σ σε Σχεσιακό

ΒΔ Νοσηλείας Ασθενών σε Νοσοκομείο

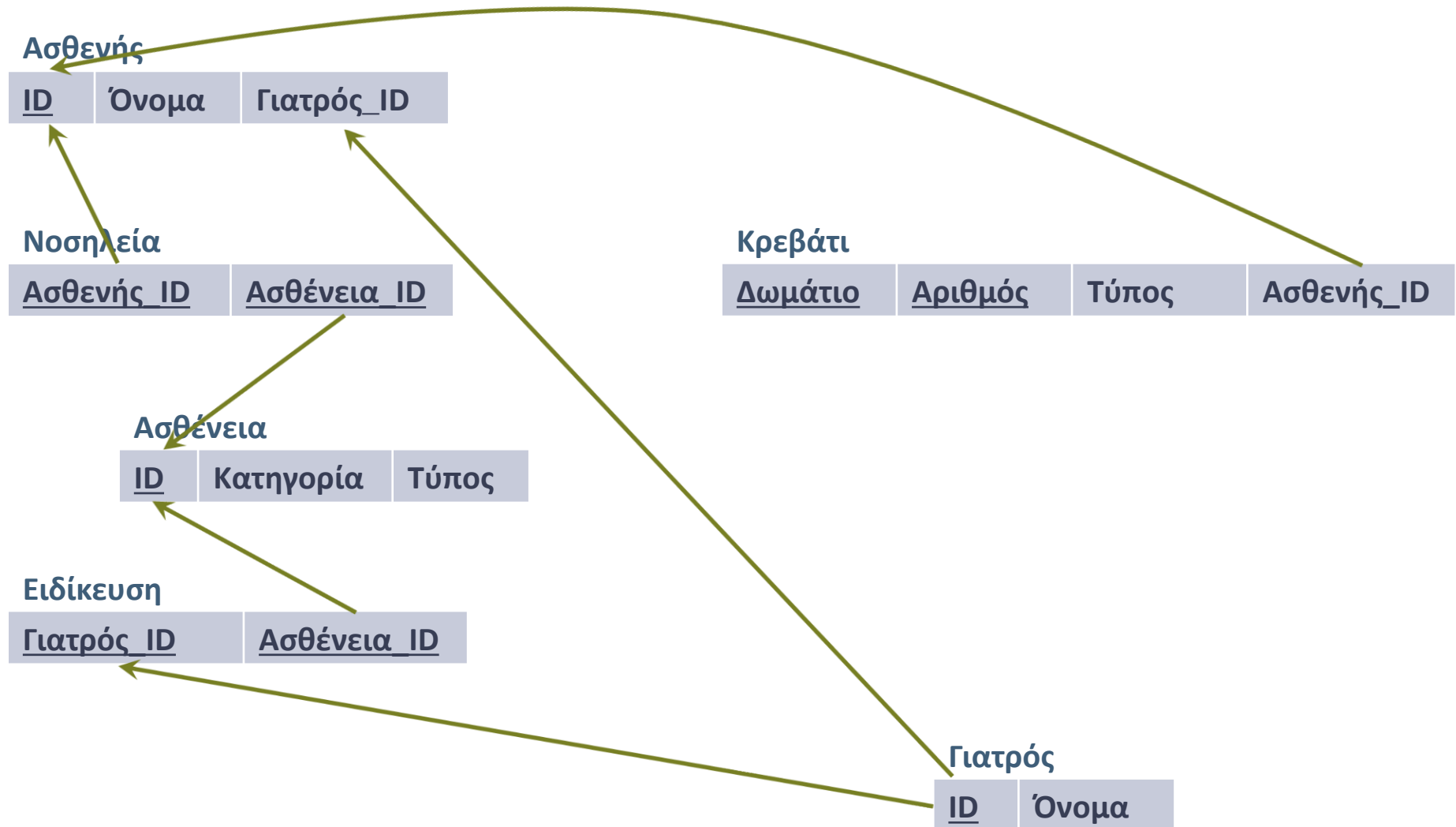
Μοντέλο E/R



Σχεσιακό Μοντέλο 1



Σχεσιακό Μοντέλο 2





ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

9^ο Εξάμηνο 2025

Τέλος ενότητας 3

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!