



## **EPL342 –Databases**

# **Lecture 8: RM II**

## **Relational Model**

(Chapter 5.2-5.3)

**Διδάσκων: Παναγιώτης Ανδρέου**

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



# Περιεχόμενο Διάλεξης

## **Κεφάλαιο 5: Το Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων**

- **Περιορισμοί Σχεσιακού Μοντέλου και Σχεσιακά Σχήματα**
- **Πράξεις Ενημερώσεων και Αντιμετώπιση Παραβιάσεων των Περιορισμών**

# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας (Relational Integrity Constraints)



- Μέχρι τώρα είδαμε διάφορους **ορισμούς** και τα **χαρακτηριστικά** τα οποία αφορούν μια **Σχέση**.

Diagram illustrating the structure of a relation. The **Relation Name** is **STUDENT**. The **Attributes** are **Name**, **Ssn**, **Home\_phone**, **Address**, **Office\_phone**, **Age**, and **Gpa**. The data is presented in a table with 5 rows of **Tuples**.

Name	Ssn	Home_phone	Address	Office_phone	Age	Gpa
Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	NULL	19	3.21
Chung-cha Kim	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	NULL	18	2.89
Dick Davidson	422-11-2320	NULL	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
Rohan Panchal	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	NULL	19	3.25

- Σε μια **Σχεσιακή Βάση** ωστόσο υπάρχουν **πολλές Σχέσεις**
  - Θυμηθείτε τις οντότητες και τις συσχετίσεις του ER Μοντέλου οι οποίες αναπαριστώνται και οι δυο σαν Σχέσεις (Πίνακες) στο Σχεσιακό Μοντέλο.
- Σε μια σχεσιακή βάση υπάρχουν επίσης **πολλοί τύποι περιορισμών**, οι οποίοι αναφέρονται
  - Σε μια **σχέση** (π.χ., περιορισμός κλειδιού, πεδίου ορισμού και οντότητας)
  - Σε **πολλαπλές σχέσεις** (π.χ., περιορισμός αναφορικής ακεραιότητας)

# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας (Relational Integrity Constraints)



- **Σχεσιακοί Περιορισμοί (Relational Constraints)** είναι συνθήκες οι οποίες πρέπει να ισχύουν για κάθε **έγκυρη κατάσταση σχέσης (state)**.
- Στο σχεσιακό μοντέλο υπάρχουν τρεις τύποι **περιορισμών**:
  - A. Κλειδιού (Key constraints)**
    - **Άτυπα**: Κάθε σχέση έχει ένα πρωτεύων κλειδί.
  - B. Ακεραιότητας Οντοτήτων (Entity integrity constraints)**
    - **Άτυπα**: Το πρωτεύων Κλειδί δεν μπορεί να είναι NULL
  - C. Αναφορικής Ακεραιότητας (Referential integrity constraints)**
    - **Άτυπα**: Εάν μια πλειάδα A αναφέρεται σε άλλη πλειάδα B τότε η B πρέπει να υπάρχει.
- Τέλος, υπάρχει και ο **Περιορισμός Πεδίου Ορισμού (Domain Constraint)** ο οποίος εξυπακούεται.
  - Η τιμή κάθε πλειάδας πρέπει να ορίζεται στο **αντίστοιχο της πεδίο ορισμού** (ή μπορεί να είναι **NULL**, εάν επιτρέπεται για το εν λόγω γνώρισμα)

# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας

## Περιορισμοί Κλειδιού (Key Constraints)

- **Κλειδί Σχέσης (Relation Key):** Ο ελάχιστος αριθμός γνωρισμάτων που προσδιορίζει μοναδικά μια πλειάδα κάποιας σχέσης  $R$ .
  - Π.χ., **SSN** ή **StudentID** για **Student**.
- Εναλλακτικά (και πιο αυστηρά):
  - **Υπερκλειδί της  $R$  (Superkey of  $R$ ):** Ένα σύνολο γνωρισμάτων **SK** της  **$R$**  για τα οποία ισχύει το ακόλουθο:
    - Σε κάθε έγκυρη κατάσταση βάσης  $r(R)$ , δυο διαφορετικές πλειάδες  $t_1 \neq t_2$  έχουν διαφορετικές τιμές στα γνωρίσματα **SK**.
    - δηλ., για  $t_1 \neq t_2$  στο  $r(R)$ ,  $t_1[SK] \neq t_2[SK]$
  - **Κλειδί της  $R$  (Key of  $R$ ):**
    - Ένα «ελάχιστο» υπερκλειδί

# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας

## Περιορισμοί Κλειδιού (Key Constraints)

- Παράδειγμα: Θεωρήστε την Σχήμα Σχέσης CAR :
  - **CAR(State, Reg#, SerialNo, Make, Model, Year)**
  - Το CAR έχει δυο κλειδιά:
    - **Key1 = {State, Reg#}**, π.χ., (CA,7D873A) ή (MA,7D873A),
    - **Key2 = {SerialNo}**, π.χ., a612-a496-4a66-b83a-2641-5845-8db9
    - Και τα δυο είναι κλειδιά και υπερκλειδιά του CAR
  - **{SerialNo, Make}** είναι **υπερκλειδί** αλλά όχι **κλειδί** (δεν είναι ελάχιστο)
- Γενικά:
  - Κάθε **κλειδί** είναι **υπερκλειδί** (αλλά όχι το αντίθετο)
  - Οποιοσδήποτε συνδυασμός γνωρισμάτων περιλαμβάνει **ένα κλειδί** είναι **υπερκλειδί**.
  - Ένα **ελάχιστο υπερκλειδί** είναι και κλειδί.



# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας

## Περιορισμοί Κλειδιού (Key Constraints)

- Εάν μια σχέση έχει πολλαπλά **Εναλλακτικά Κλειδιά (candidate keys)**, τότε ένα από αυτά επιλέγεται από τον σχεδιαστή ως το **Πρωτεύων Κλειδί (Primary key)**.
  - Τα γνωρίσματα ενός πρωτεύων κλειδιού υπογραμμίζονται.
- **A) Κανόνας Πρωτεύοντος Κλειδιού:** Κάθε Σχέση έχει ένα (1) Πρωτεύων Κλειδί.
- Παράδειγμα: Θεωρήστε την Σχήμα Σχέσης CAR :
  - **CAR(State, Reg#, SerialNo, Make, Model, Year)**
  - Το πρωτεύων κλειδί SerialNo χρησιμοποιείται
    - A) Για να ξεχωρίζει **μοναδικά** κάθε πλειάδα στη σχέση (η ταυτότητα της)
    - B) Για να αναφερόμαστε σε άλλες σχέσεις από μια πλειάδα.
- **Γενικός Κανόνας:** Επιλέξτε ως πρωτεύων κλειδί το **μικρότερο** εκ' των εναλλακτικών κλειδιών (σε άποψη μεγέθους).
  - Π.χ., (**State, Reg#**) αντί **SerialNo** (ο οποίος είναι πολύ μεγαλύτερος σε μέγεθος). Βέβαια στο παράδειγμα, SerialNo είναι 1 πεδίο ενώ το (**State, Reg#**) δυο πεδία οπότεν μάλλον επιλέγουμε το SerialNo

# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας

## Ακεραιότητα Οντοτήτων (Entity Integrity)



- **B) Κανόνας Ακεραιότητας Οντοτήτων (Entity Integrity)** ορίζει ότι τα γνωρίσματα ενός πρωτεύοντος κλειδιού **PK** ΔΕΝ μπορεί να είναι **NULL**
  - δηλ., τιμή πρωτεύοντος κλειδιού **t[PK]≠NULL** για οποιαδήποτε πλειάδα **t** που ανήκει στο **r(R)**
  - Εάν το **PK** είναι σύνθετο, τότε το **NULL** δεν επιτρέπεται σε **KANENA** από τα γνωρίσματα του **PK**
  - Π.χ., **WORKS\_ON(ESSN, PNO, Hours)**//PK είναι σύνθετο
    - (123, 4, 5) OK
    - (123, 4, NULL) OK
    - (NULL, 4, 5) ERROR



# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας

## Αναφορική Ακεραιότητα (Referential Integrity)



- Θεωρήστε την **N:1** συσχέτιση μεταξύ **Employee-Department** (χωρίς περιορισμούς συμμετοχής)



- Είχαμε αναφέρει ότι σε **N:1** συσχετίσεις το κλειδί της οντότητας στη πλευρά του **1** γίνεται **γνώρισμα** στη πλευρά του **N**, συνεπώς:
  - Σχέση που **Αναφέρει (Referencing Relation)** → Ξένο Κλειδί (Foreign Key)
    - Π.χ., EMPLOYEE(ssn, name, **dno**)
  - Σχέση που **Αναφέρεται (Referenced Relation)** → Πρωτεύων Κλειδί (Foreign Key)
    - Π.χ., DEPARTMENT(**dno**, name, location)
- Το **dno** της σχέσης **EMPLOYEE** ονομάζεται **ξένο κλειδί (foreign key)** και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά
  - A) Έχει το **ίδιο πεδίο ορισμού** με το αντίστοιχο πεδίο του **DEPARTMENT**
  - B) Έχει **τιμή** ή είναι **NULL** (εάν επιτρέπεται κάτι τέτοιο από το σχήμα)

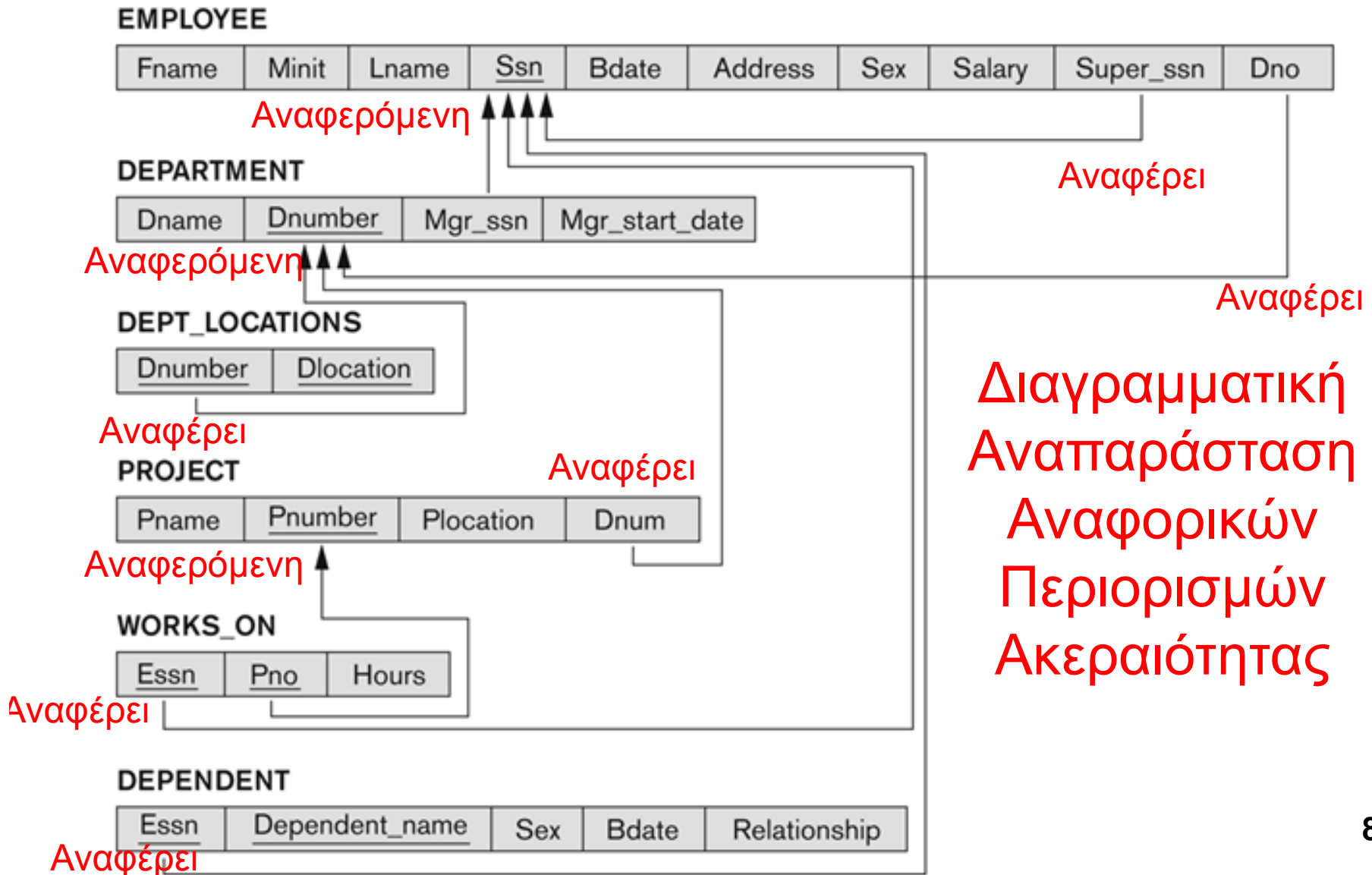
# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας

## Αναφορική Ακεραιότητα (Referential Integrity)

- **Γ) Κανόνας Αναφορικής Ακεραιότητας (Referential Integrity)** ορίζει ότι τα **ξένα κλειδιά (FK)** πρέπει να είναι **είτε υπαρκτά ή NULL**
  - Π.χ., EMPLOYEE(SSN, Fname, Lname, **Dno**)
    - (123, Costas, Ioannou, 5) **OK** (υπάρχει το 5)
    - (123, Costas, Ioannou, NULL) **OK** (εφόσον επιτρέπεται NULL)
    - (123, Costas, Ioannou, 1000) **ERROR** (ΔΕΝ υπάρχει το 1000)
- Νοείται, ότι στη περίπτωση που το **FK** είναι μέρος του **PK** μιας σχέσης ( $FK \subseteq PK$ ), τότε το **FK** δεν μπορεί να είναι **NULL** (κανόνας πρωτεύοντος κλειδιού)
  - Π.χ., DEPENDENT(ESSN, Dname, Sex, Bdate, Relation)

# Σχισιακοί Κανόνες Ακεραιότητας

## Αναφορική Ακεραιότητα (Referential Integrity)



Διαγραμματική  
Αναπαράσταση  
Αναφορικών  
Περιορισμών  
Ακεραιότητας

# Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας

## Άλλοι Περιορισμοί (Other Constraints)

- **Κανόνες Σημασιολογικής Ακεραιότητας (Semantic Integrity Constraints):**

- Στηρίζονται σε έννοιες που **σχετίζονται** με την **εφαρμογή** **όχι το μοντέλο** και τα οποία **ΔΕΝ** μπορούν να διατυπωθούν από το **Σχεσιακό Μοντέλο**

- Π.χ., «Ο μέγιστος αριθμός ωρών ενός υπαλλήλου σε ένα project είναι 56»

- Για την διατύπωση αυτών των περιορισμών χρειάζονται **εξειδικευμένες εκφράσεις**.

- Η **SQL-99** επιτρέπει την χρήση **ελέγχων (CHECK)**, **σκανδαλών (triggers)** και **βεβαιώσεων (assertions)**

- **CREATE TABLE ( .... integer hours; CHECK hours<=56;)**

- Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις μιας σχέσης.

- **CREATE ASSERTION CHECK (NOT EXIST (....))**

- Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις πολλαπλών σχέσεων.

- **CREATE TRIGGER a BEFORE INSERT ON EMP sendmail();**

- Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις επιθυμίας αντίδρασης σε διάφορα γεγονότα.

# Σχεσιακό Σχήμα Βάσης (Relational Database Schema)



- **Σχεσιακό Σχήμα Βάσης:**

- Ένα **σύνολο S** σχημάτων σχέσεων τα οποία ανήκουν στην ίδια **βάση δεδομένων**.

- S είναι το όνομα του σχήματος ολόκληρης της βάσης (**database schema**)

- **$S = \{R_1, R_2, \dots, R_Z\}$**

- **$R_1, R_2, \dots, R_Z$**  είναι τα ονόματα των επί μέρους σχημάτων σχέσεων μέσα στο **S**

- Ακολουθεί παράδειγμα με του σχεσιακού σχήματος βάσης COMPANY η οποία περιλαμβάνει 6 σχήματα σχέσεων

# Σχισιακό Σχήμα Βάσης (Παράδειγμα)



## EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	<u>Ssn</u>	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
-------	-------	-------	------------	-------	---------	-----	--------	-----------	-----

## DEPARTMENT

Dname	<u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
-------	----------------	---------	----------------

## DEPT\_LOCATIONS

<u>Dnumber</u>	<u>Dlocation</u>
----------------	------------------

## PROJECT

Pname	<u>Pnumber</u>	Plocation	Dnum
-------	----------------	-----------	------

## WORKS\_ON

<u>Essn</u>	<u>Pno</u>	Hours
-------------	------------	-------

## DEPENDENT

<u>Essn</u>	<u>Dependent_name</u>	Sex	Bdate	Relationship
-------------	-----------------------	-----	-------	--------------

# Πράξεις Ενημερώσεων στο Σχεσιακό Μοντέλο



- Μια βάση δεδομένων έχει μια **συνεπή αρχική κατάσταση**
  - Συγκεκριμένα, **πληρούνται όλοι οι περιορισμοί** όπως ορίστηκαν από τον σχεδιαστή.
- Όποτε η βάση αλλάζει προκύπτει μια νέα της **κατάσταση**.
- Οι **βασικές πράξεις** για αλλαγή της κατάστασης μιας βάσης δεδομένων είναι :
  - **INSERT: Εισαγωγή** νέας πλειάδας στη σχέση.
  - **DELETE: Διαγραφή** Υφιστάμενης(ων) Πλειάδας(ων)
  - **MODIFY: Τροποποίηση** πεδίων συγκεκριμένης(ων) πλειάδων
- Η επόμενη διαφάνεια δείχνει την **αρχική κατάσταση της UNIVERSITY DB** που θα χρησιμοποιηθεί στη συζήτηση
  - Θεωρήστε ότι ισχύουν οι κανόνες ακεραιότητας (κλειδιού, οντότητας, και αναφοράς) που συζητήθηκαν νωρίτερα.

# Αρχική Κατάσταση Βάσης UNIVERSITY



## EMPLOYEE

\* Περιορισμός Κλειδιού / Οντοτητας

Fname	Minit	Lname	<u>Ssn</u> *	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

## DEPARTMENT

Αναφορικοί Περιορισμοί

Dname	* <u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

## DEPT\_LOCATIONS

<u>Dnumber</u> *	<u>Dlocation</u>
1	Houston
4	Stafford
5	Bellaire
5	Sugarland
5	Houston



# Αρχική Κατάσταση Βάσης UNIVERSITY



EMPLOYEE (SSN)

WORKS\_ON

<u>Essn</u>	* <u>Pno</u>	Hours
123456789	1	32.5
123456789	2	7.5
666884444	3	40.0
453453453	1	20.0
453453453	2	20.0
333445555	2	10.0
333445555	3	10.0
333445555	10	10.0
333445555	20	10.0
999887777	30	30.0
999887777	10	10.0
987987987	10	35.0
987987987	30	5.0
987654321	30	20.0
987654321	20	15.0
888665555	20	NULL

PROJECT

<u>Pname</u>	* <u>Pnumber</u>	Plocation	Dnum
ProductX	1	Bellaire	5
ProductY	2	Sugarland	5
ProductZ	3	Houston	5
Computerization	10	Stafford	4
Reorganization	20	Houston	1
Newbenefits	30	Stafford	4

Αναφορικός  
Περιορισμός

\* Περιορισμός Κλειδιού / Οντοτητας

DEPENDENT

<u>Essn</u>	* <u>Dependent_name</u>	Sex	Bdate	Relationship
333445555	Alice	F	1986-04-05	Daughter
333445555	Theodore	M	1983-10-25	Son
333445555	Joy	F	1958-05-03	Spouse
987654321	Abner	M	1942-02-28	Spouse
123456789	Michael	M	1988-01-04	Son
123456789	Alice	F	1988-12-30	Daughter
123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	Spouse

# Πράξεις Ενημερώσεων στο Σχισιακό Μοντέλο



- **Τι γίνεται σε περιπτώσεις παραβίασης των κανόνων ακεραιότητας από μια πράξη;**
  - A) (Default Πράξη) Ακύρωση πράξης. NO ACTION**
  - B) Επιτρέπεται η πράξη (σπάνια) αλλά ενημερώνεται ο χρήστης**
    - Μπορεί να συμβεί σε άπλες περιπτώσεις μόνο (π.χ., εάν υπάρχει περιορισμός **TELEPHONE NOT NULL**).
    - Δεν μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις **κανόνων ακεραιότητας** (κλειδιού, οντότητας, αναφοράς) και γενικά δεν υποστηρίζεται.
  - Γ) Εκτέλεση επιπλέον λειτουργιών. Π.χ., Στην SQL υπάρχει η έννοια του CASCADE, SET NULL, SET DEFAULT.**
    - Π.χ., **CREATE TABLE EMPLOYEE ( ....  
CONSTRAINT MGR  
FOREIGN KEY(Super\_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(ssn)  
ON DELETE SET NULL ON UPDATE CASCADE**
    - Εάν σβηστεί ο Supervisor τότε ο Emp.Super\_ssn γίνεται NULL
    - Εάν ενημερωθεί το SSN του Supervisor τότε ο Emp.Super\_ssn (σχέσεων που την αναφέρουν) ενημερώνεται επίσης.

# Πράξεις Ενημερώσεων στο Σχεσιακό Μοντέλο



- Το **INSERT** μπορεί να παραβιάζει όλους τους περιορισμούς:
  - Πεδίου Ορισμού:
    - π.χ., **EMPLOYEE(SSN:integer)**: εισαγωγή (**123.3**)  
(πραγματικού αριθμού)
  - Κλειδιού:
    - π.χ., **EMPLOYEE(SSN)**: εισαγωγή (**123**), όπου η σχέση EMPLOYEE περιέχει ήδη το 123, π.χ., {1,2,4,**123**,300}
  - Αναφορικής Ακεραιότητας:
    - π.χ., **EMPLOYEE(SSN, DNO)**: εισαγωγή (**123, 1000**), θεωρώντας ότι το **DNO 1000** δεν υπάρχει.
  - Οντότητας:
    - π.χ., **EMPLOYEE(SSN, Name)**: εισαγωγή (**NULL, "Costas"**)

# Πράξεις Ενημερώσεων στο Σχισιακό Μοντέλο



- Το **DELETE** μπορεί να παραβιάζει τους ακόλουθους περιορισμούς:
  - Πεδίου Ορισμού: **ΟΧΙ**
  - Κλειδιού: **ΟΧΙ**
  - Αναφορικής Ακεραιότητας:
    - Π.χ., εάν η εγγραφή που διαγράφεται αναφέρεται από άλλη σχέση.
    - Όπως αναφέραμε ήδη, η αναφορική ακεραιότητα μπορεί να επιβληθεί στην SQL με χρήση των επιπλέον ενεργειών: **CASCADE**, **SET NULL**, **SET DEFAULT**
  - Οντότητας: **ΟΧΙ**

# Πράξεις Ενημερώσεων στο Σχεσιακό Μοντέλο



- Το **UPDATE** από→προς μπορεί να παραβιάζει τους ακόλουθους περιορισμούς:
  - Πεδίου Ορισμού:
    - π.χ., **EMPLOYEE(SSN:integer)**: ενημέρωση 121→123.0 (πραγματικού αριθμού)
  - Κλειδιού:
    - Π.χ., **EMPLOYEE(SSN)**: ενημέρωση 121→123, όπου η σχέση περιέχει ήδη το 123, π.χ., {1,2,4,123,300}
  - Αναφορικής Ακεραιότητας:
    - π.χ., **EMPLOYEE(SSN, DNO)**: ενημέρωση (1,5)→(1,1000), θεωρώντας ότι το **DNO 1000** δεν υπάρχει ενώ το **5** υπάρχει.
  - Οντότητας:
    - Π.χ., **EMPLOYEE(SSN)**: ενημέρωση 1→NULL