



Διάλεξη 07: Σχεσιακό Μοντέλο II (Relational Data Model)

Στην ενότητα αυτή θα μελετηθούν τα εξής επιμέρους θέματα:
Εισαγωγή στις έννοιες:

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

Διδάσκων: Παναγιώτης Ανδρέου

Σχεσιακοί Κανόνες Ακεραιότητας (συν.)

- **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)

Περιορισμός Κλειδιού

- **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

Περιορισμός Κλειδιού (συν.)

- 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-2641-8db9**
 - 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.

Περιορισμός Κλειδιού (συν.)

- 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 οπότε αν μάλλον επιλέγουμε το SerialNo

Περιορισμός Ακεραιότητας Οντοτήτων

- **B) Κανόνας Ακεραιότητας Οντοτήτων (Entity Integrity)**
ορίζει ότι τα γνωρίσματα ενός πρωτεύοντος κλειδιού **PK** ΔΕΝ μπορεί να είναι **NULL**
 - δηλ., τιμή πρωτεύοντος κλειδιού $t[PK] \neq \text{NULL}$ 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

Περιορισμός Αναφορικής Ακεραιότητας

- 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)**

- Π.χ., EMPLOYEE(ssn, name, dno)

Ξένο Κλειδί
(Foreign Key)

- **Σχέση που Αναφέρεται (Referenced Relation)**

- Π.χ., DEPARTMENT(dno, name, location)

Πρωτεύων Κλειδί
(Foreign Key)

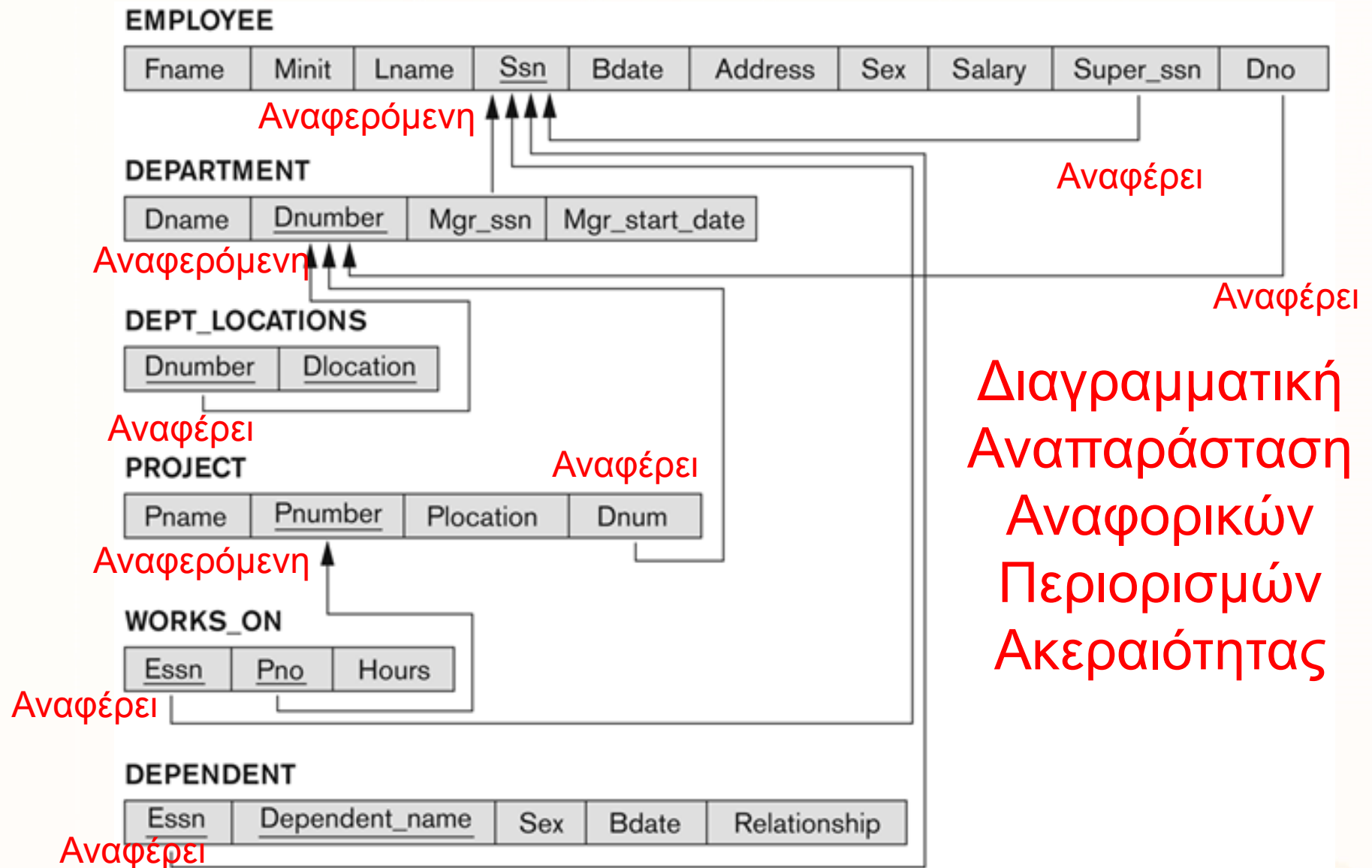
- Το **dno** της σχέσης **EMPLOYEE** ονομάζεται **ξένο κλειδί (foreign key)** και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά

- 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)

Περιορισμός Αναφορικής Ακεραιότητας (συν.)

- **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)

Περιορισμός Αναφορικής Ακεραιότητας (συν.)



Διαγραμματική
Αναπαράσταση
Αναφορικών
Περιορισμών
Ακεραιότητας

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.

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)
 - **UPDATE**: 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	75
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

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

Αναφορικός Περιορισμός

- Περιορισμός Κλειδιού / Οντοτητας

Πράξεις Ενημερώσεων στο Σχεσιακό Μοντέλο (συν.)

- *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 (συν.)

- 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 Σχεσιακό Μοντέλο (συν.)

- 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 (συν.)

- 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

Πράξεις Ενημερώσεων στο Σχεσιακό Μοντέλο (συν.)

- Μία εφαρμογή συνήθως εκτελεί περισσότερες από μία πράξεις σε μία εκτέλεση
- Το **TRANSACTION** είναι μία ομάδα εντολών (επερωτήσεων) ενημέρωσης (**INSERTs**, **UPDATEs** και **DELETEs**) και ανάκτησης δεδομένων (**SELECT**).
- Π.χ.,
BEGIN TRANSACTION
INSERT INTO EMPLOYEES...
INSERT INTO PROJECTS...
INSERT INTO WORKS_ON...
SELECT
COMMIT TRANSACTION
- Συνεπώς μπορεί να παραβιάζει όλους τους περιορισμούς