



EPL342 –Databases

Lecture 6: ER III

ER Model + Enhanced ER Model

(Chapter 3.9, 4.1-4.4, Appendix A

Elmasri-Navathe 5ED)

Διδάσκων: Παναγιώτης Ανδρέου

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

Περιεχόμενο Διάλεξης



Κεφάλαιο 3: ER & Appendix A

- **3.9)** Συσχετίσεις Υψηλότερου Βαθμού & Εργαλεία Μοντελοποίησης Δεδομένων
- **AppA)** Εναλλακτική Σημειογραφία για ER + UML

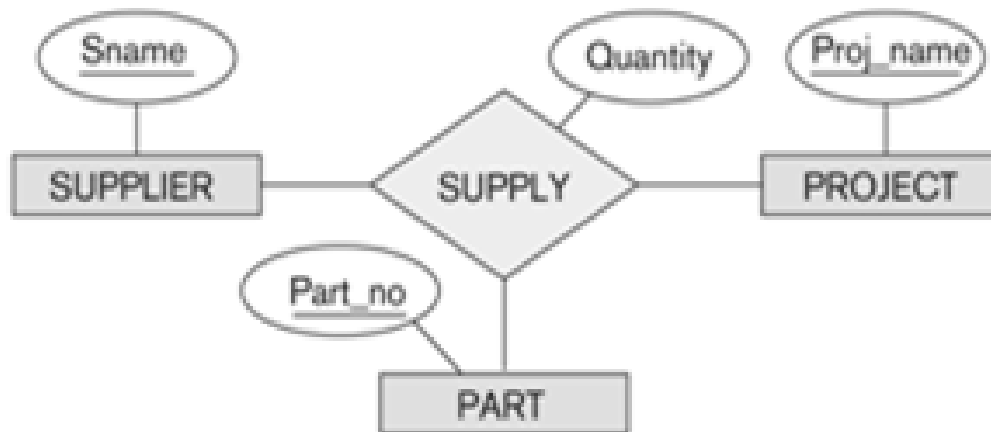
Κεφάλαιο 4: Επεκταμένο Μοντέλο ER (EER)

- **4.1-4.2)** Υποκλάσεις, Υπερκλάσεις και Κληρονομικότητα, Διαδικασίες Εξειδίκευσης και Γενίκευσης
- **4.3)** Περιορισμοί και Χαρακτηριστικά της Εξειδίκευσης/Γενίκευσης
- **4.4)** Ιεραρχίες, Πλέγματα και Πολλαπλή Κληρονομικότητα

Συσχετίσεις Υψηλότερου Βαθμού



- **Τύποι συσχετίσεων βαθμού N**
 - 2-οντότητες → **δυναδική (binary)** συσχέτιση
 - 3-οντότητες → **τριαδική (ternary)** συσχέτιση
 - ...
 - N-οντότητες → **N-αδική (n-ary)** συσχέτιση
- Η συσχέτιση **SUPPLY** ορίζει τι **PARTs** προμηθεύει ένας **SUPPLIER** σε ένα **PROJECT** (και σε τι ποσότητες)



Π.χ.,
(Supplier, Part, Project, Qty)
(Lenovo, Thinkpad T60, SensorNet,1)
(Lenovo, Thinkpad T60, Mobileware,1)
(IBM, Thinkpad T60, SensorNet,2)

Συσχετίσεις Υψηλότερου Βαθμού



- **Άλλα Παραδείγματα**

- **(3-αδική) Μάθημα: Student, Subject, Room**

- (1111, ΕΠΛ342, ΧΩΔ109)
 - (1112, ΕΠΛ342, ΧΩΔ109)
 - (1111, ΕΠΛ343, ΧΩΔ110)
 -

- **(4-αδική) Παιχνίδι: Team1, Team2, Referee, Stadium**

- (ΑΠΟΕΛ, ΟΜΟΝΟΙΑ, Ιωάννου, ΓΣΠ)
 - (ΑΝΟΡΘΩΣΗ, ΑΠΟΛΛΩΝΑΣ, Χρίστου, ΓΣΖ)
 -

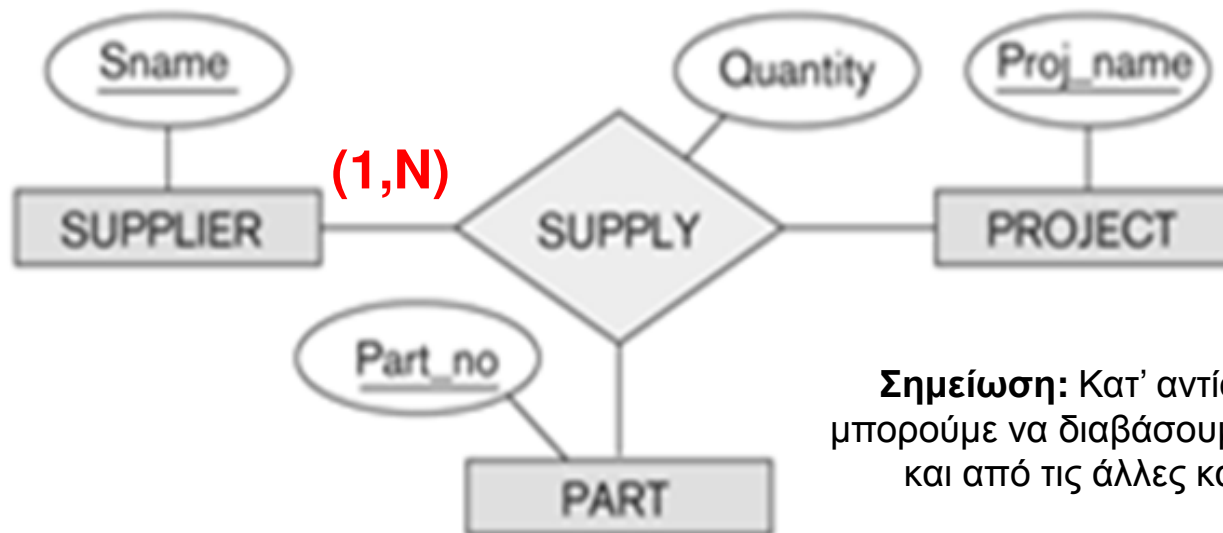
- **(5-αδική) Παιχνίδι: Team1, Team2, Referee, Stadium, Time**

- (ΑΠΟΕΛ, ΟΜΟΝΟΙΑ, Ιωάννου, ΓΣΠ, 19:00)
 - (ΑΝΟΡΘΩΣΗ, ΑΠΟΛΛΩΝΑΣ, Χρίστου, ΓΣΠ, 11:00)
 -EPL342: Databases - Demetris Zeinalipour © (University of Cyprus)

Συσχετίσεις Υψηλότερου Βαθμού ($n > 2$) (Δομικοί Περιορισμοί)



- Για την διατύπωση **δομικών περιορισμών** μιας **n -αδικής** συσχέτισης προτρέπεται η χρήση του **(min,max)**.
- **Παράδειγμα**
 - **(1,N)**: «Κάθε **SUPPLIER** συμμετέχει στη σχέση **SUPPLY** από **1** μέχρι **N** φορές», π.χ.,
 - (**Lenovo**, Thinkpad T60, SensorNet,1)
 - (**Lenovo**, Thinkpad T60, Mobileware,1)



Σημείωση: Κατ' αντίστοιχο τρόπο μπορούμε να διαβάσουμε το διάγραμμα και από τις άλλες κατευθύνσεις

Συσχετίσεις Υψηλότερου Βαθμού

(Μετατροπή σε Δυαδικές Συσχετίσεις)

Μετατροπή σε Πολλαπλές Δυαδικές Συσχετίσεις

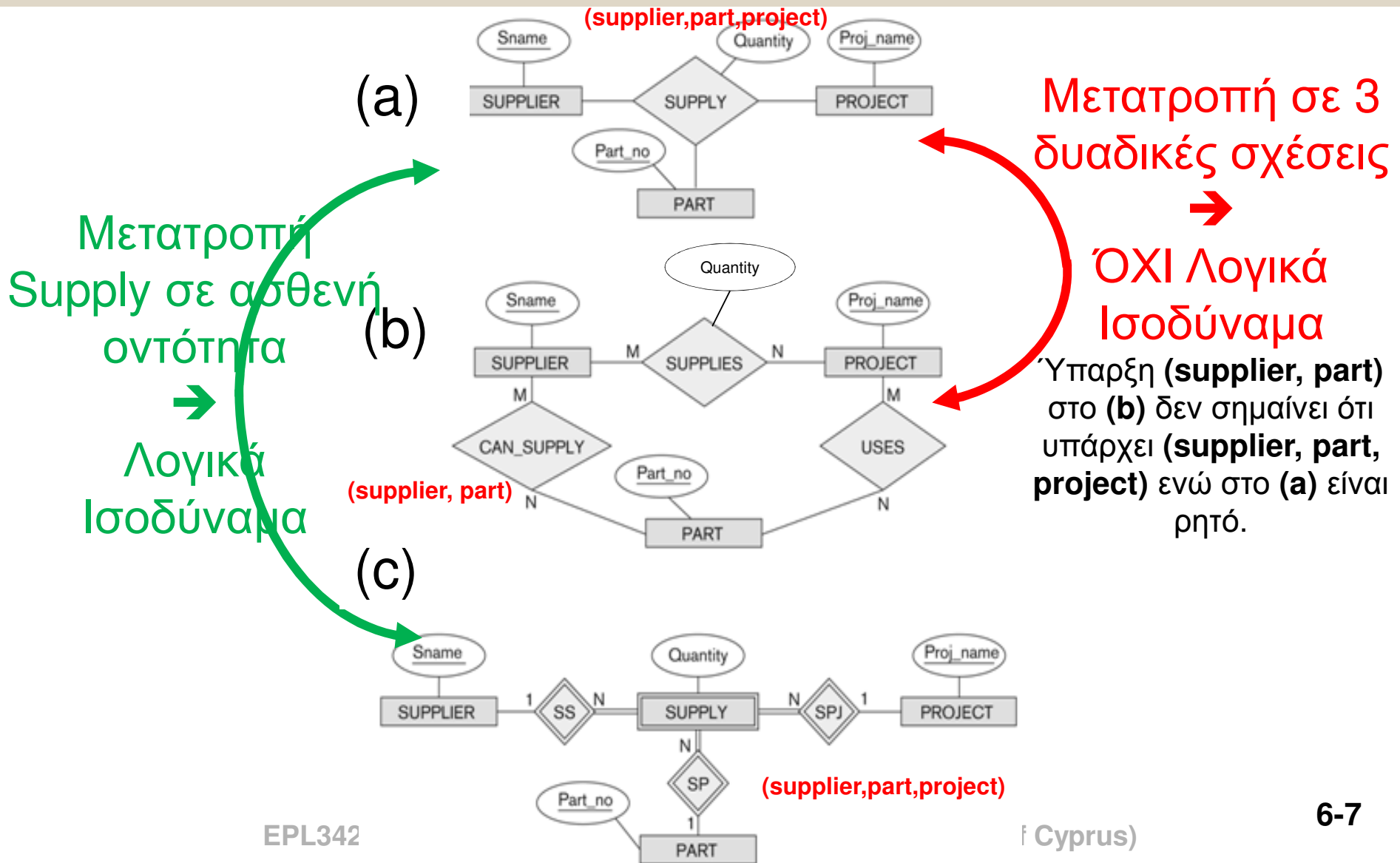
- Πολλά εργαλεία μοντελοποίησης επιτρέπουν **μόνο δυαδικές συσχετίσεις**

A. Για να είναι ευκολότερο να εκφραστούν οι **δομικοί περιορισμοί** (δηλ., λόγοι Πληθυκότητας, περιορισμοί συμμετοχής)

B. Διότι δεν υπάρχει κάποιος **προτυποποιημένος τρόπος** μετάφρασης μιας **n-αδικής** συσχέτισης σε **σχεσιακό σχήμα**

- Κάτι τέτοιο όμως θέλει προσοχή διότι το **αποτέλεσμα** μπορεί να **ΜΗΝ** είναι **λογικά ισοδύναμο**
 - π.χ., δεξ επόμενο παράδειγμα

Παράδειγμα Τριαδικής Συσχέτισης (n-αδική \leftrightarrow n Δυαδικές)

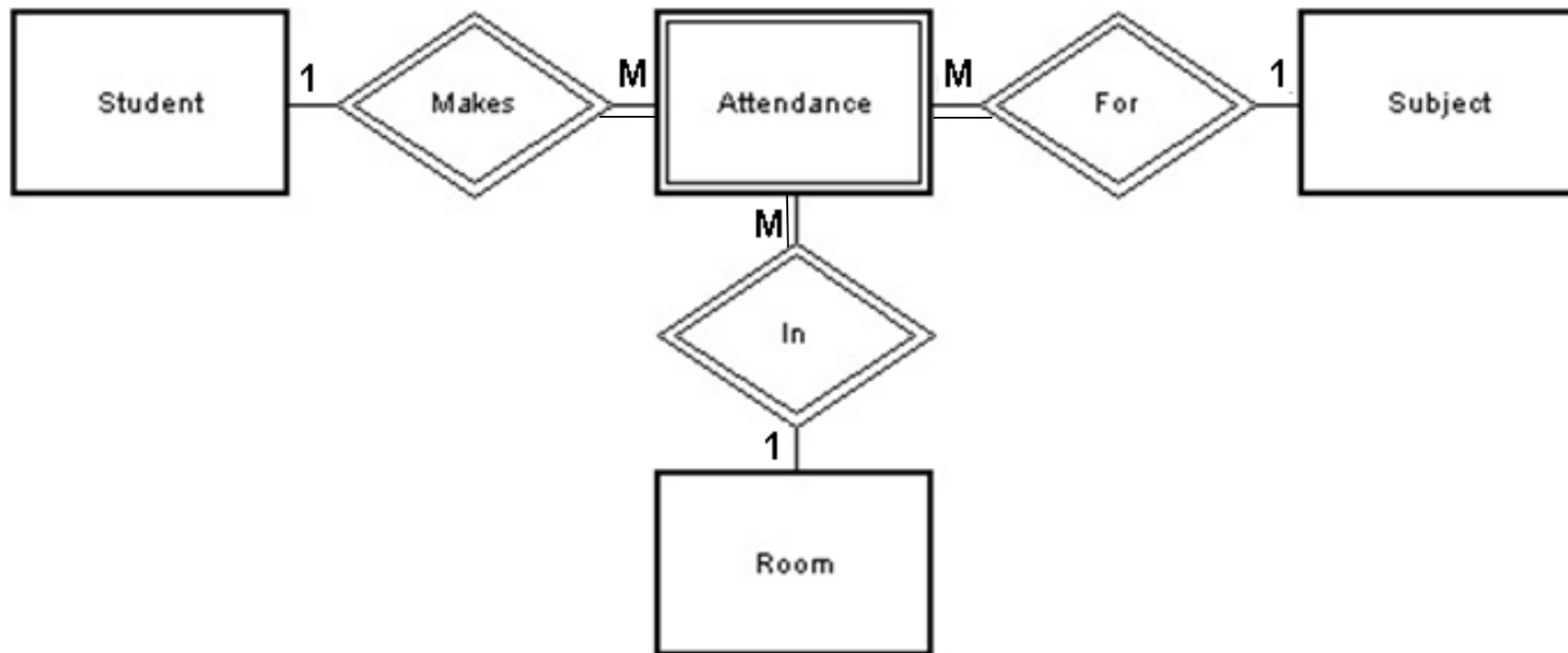


Συσχετίσεις Υψηλότερου Βαθμού ($n > 2$)

(Παρουσίαση Περιορισμένων)



Παράδειγμα Αναπαράστασης της Τριαδικής
Συσχέτισης **Attendance** με 3 Δυαδικές
Συσχετίσεις

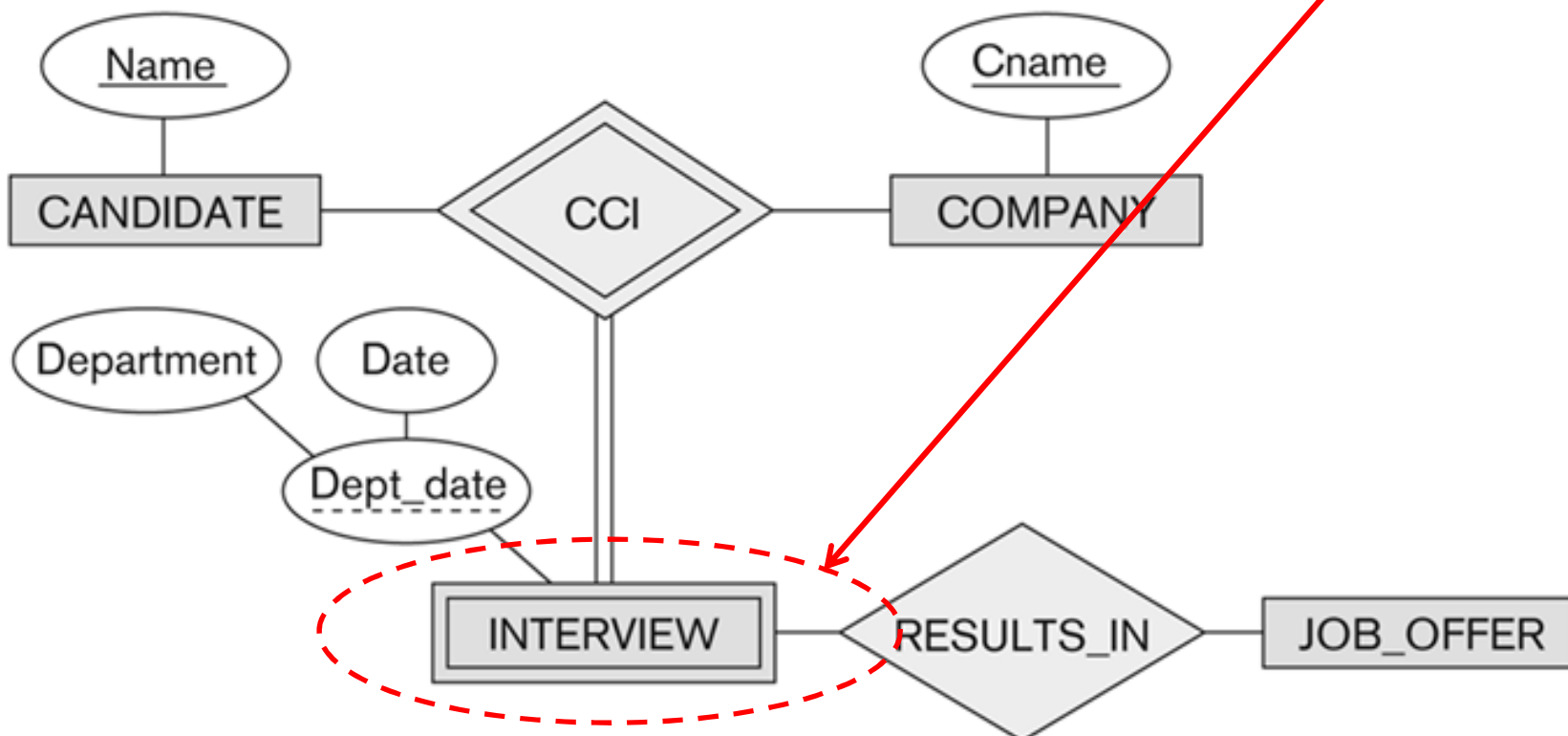


Συσχετίσεις Υψηλότερου Βαθμού ($n > 2$)

(Παρουσίαση Περιορισμένων)



- Σημειώστε ότι είναι δυνατό να υπάρχουν και **ασθενείς τύποι οντοτήτων** (π.χ., **Interview**) οι οποίες να συμμετέχουν σε συσχετίσεις βαθμού > 2

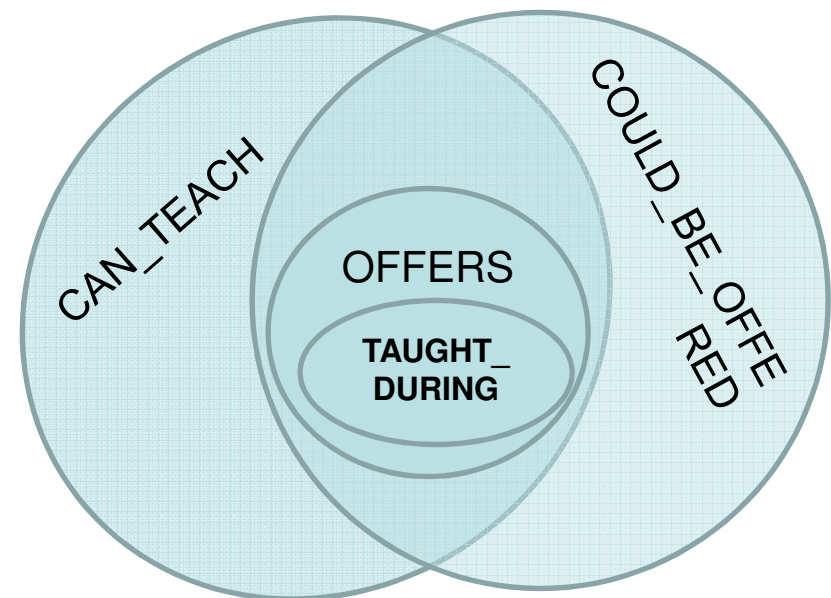
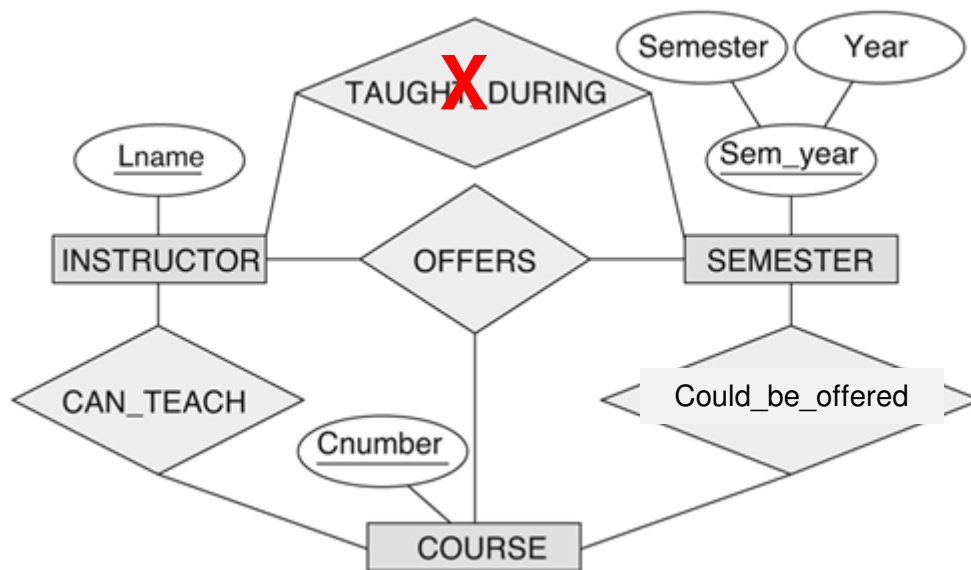


* Το Interview χαρακτηρίζεται από το **Candidate.Name**, **Company.Cname** και **Interview.Dept_date**

Συσχετίσεις Υψηλότερου Βαθμού ($n > 2$) (Δομικοί Περιορισμοί σε N-αδικές)



- Σημειώστε ότι εάν μια δυαδική συσχέτιση **απορρέει από μια υψηλότερου βαθμού σχέση** για όλες τις περιπτώσεις τότε η **δυαδική** αυτή σχέση είναι **περιττή** και μπορεί να **αφαιρεθεί**
 - π.χ., η δυαδική σχέση **TAUGHT_DURING** απορρέει απευθείας από την τριαδική συσχέτιση **OFFERS**



Διάγραμμα Venn:

Εργαλεία Μοντελοποίησης Δεδομένων

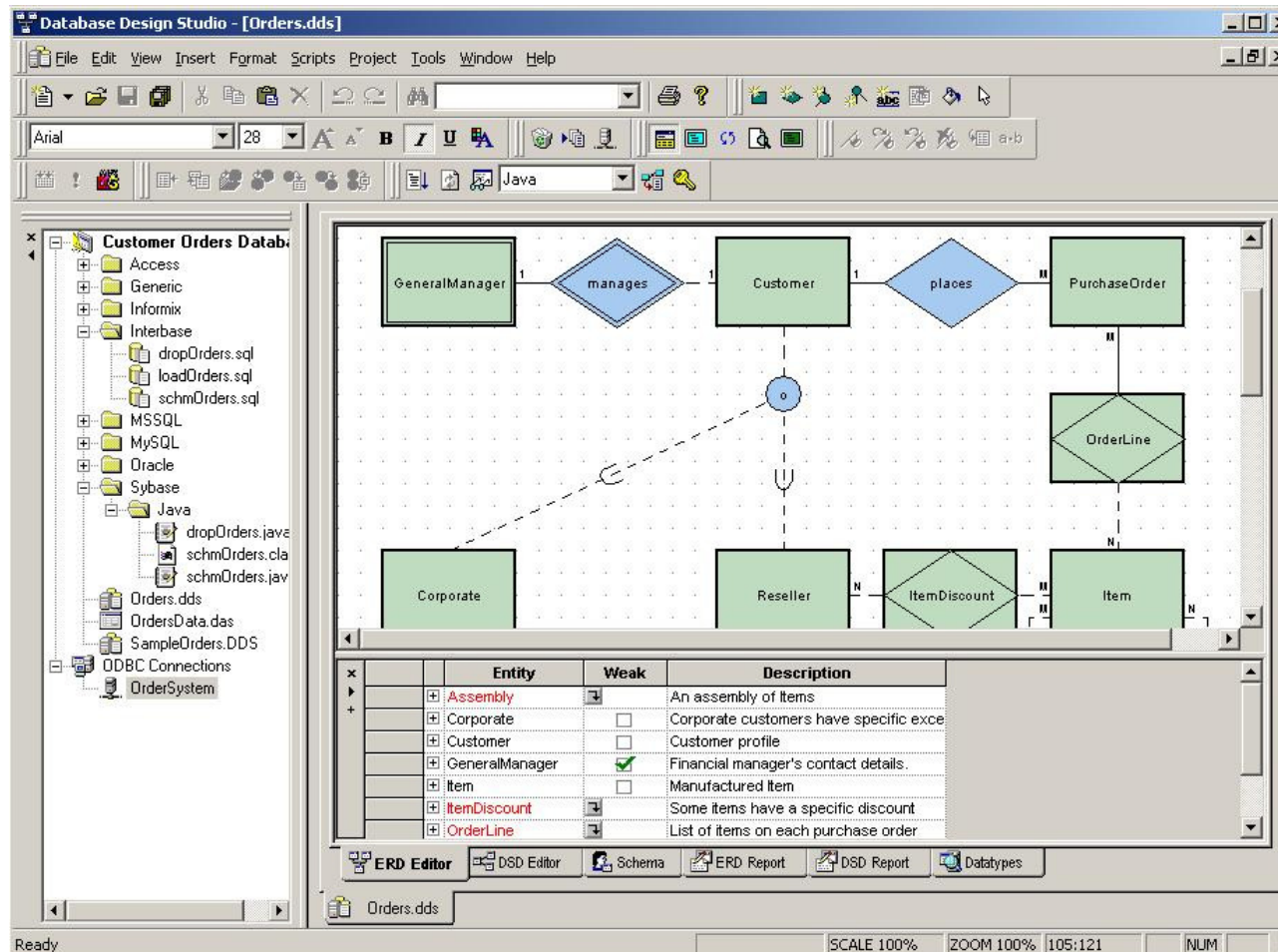
- Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την **εννοιολογική σχεδίαση** και για την **μετατροπή του σχεδίου στο σχεσιακό σχήμα**.
- **ΘΕΤΙΚΑ:**
 - **Επιταχύνουν την διαδικασία** ανάπτυξης μέσω γραφικών περιβαλλόντων ανάπτυξης.
 - Επιτρέπουν την **αυτόματη ανάπτυξη** του τελικού σχεσιακού σχήματος (**forward engineering**)
 - Επιτρέπουν την αυτόματη ανάπτυξη του **εννοιολογικού σχήματος** από το **σχεσιακό σχήμα** (**backward ή reverse engineering**)
- **ΑΡΝΗΤΙΚΑ:**
 - Δεν υπάρχει **κοινή σημειογραφία** ανάμεσα στα εργαλεία με αποτέλεσμα να απαιτείται χρόνος εξοικείωσης.
 - Τα περισσότερα εργαλεία αξιοποιούν μια **σχεσιακή αναπαράσταση** της πληροφορίας αντί της **πιο αφαιρετικής ER προσέγγισης**.

Εργαλεία για Εννοιολογική Σχεδίαση (ER και Non-ER Εργαλεία)



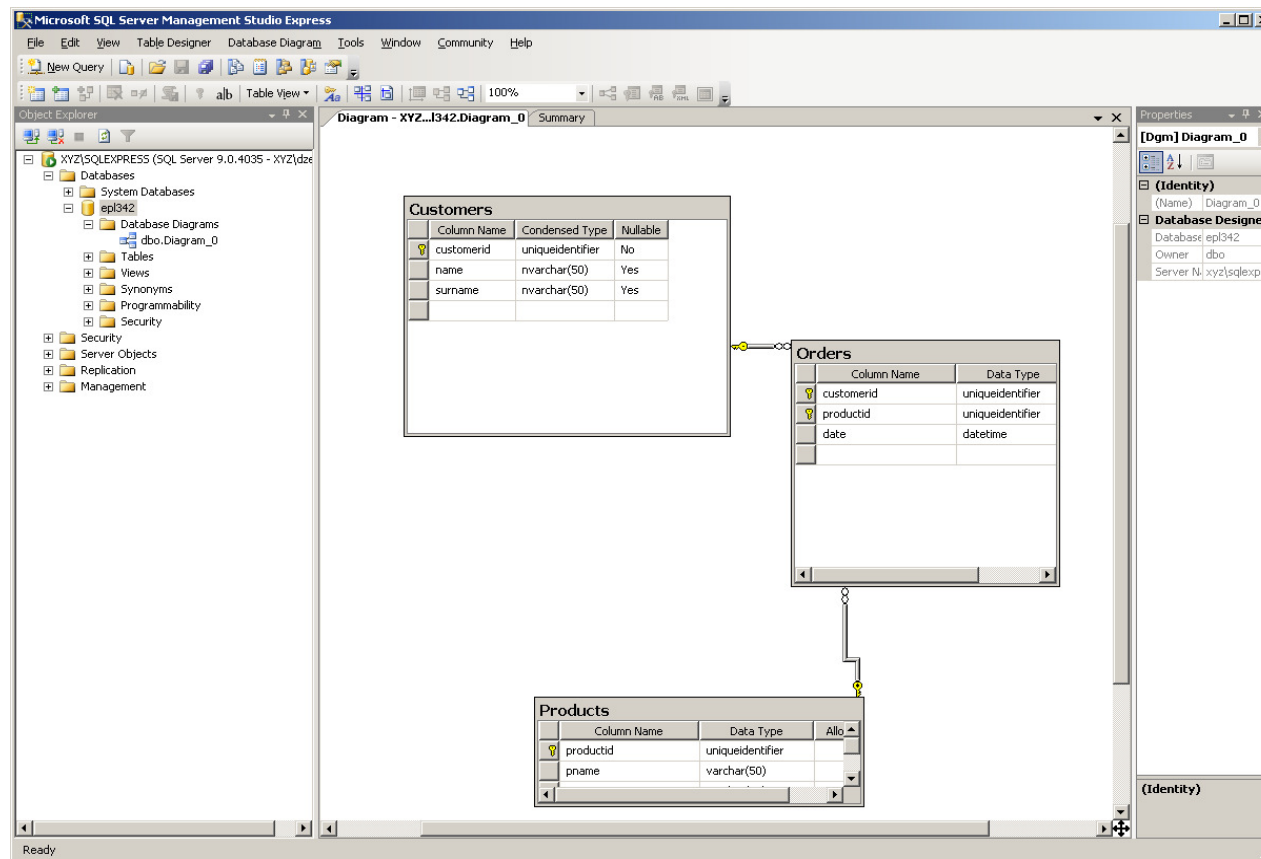
COMPANY	TOOL	FUNCTIONALITY
Embarcadero Technologies	ER Studio	Database Modeling in ER and IDEF1X
	DB Artisan	Database administration, space and security management
Oracle	Developer 2000/Designer 2000	Database modeling, application development
Popkin Software	System Architect 2001	Data modeling, object modeling, process modeling, structured analysis/design
Platinum (CA)	Enterprise Modeling Suite: Erwin, BPWin, Paradigm Plus	Data, process, and business component modeling
Persistence Inc.	Pwertier	Mapping from O-O to relational model
Rational (IBM)	Rational Rose	UML Modeling & application generation in C++/JAVA
Chillisource	Database Design Studio (DDS)	Modeling, forward engineering and Backward Engineering of relational databases Supports: Chen Entity Relationship Diagram
Sybase	Enterprise Application Suite	Data modeling, business logic modeling
Visio	Visio Enterprise	Data modeling, design/reengineering Visual Basic/C++

Εργαλεία για Εννοιολογική Σχεδίαση (ER και Non-ER Εργαλεία)



Στιγμιότυπο ER Διαγράμματος στο **Database Design Studio (DDS)**

Εργαλεία για Εννοιολογική Σχεδίαση (ER και Non-ER Εργαλεία)



Στιγμιότυπο Διαγράμματος Δομής Δεδομένων (Data Structure Diagram)
στον SQL Server Management Studio

(ουσιαστικά αναπαράσταση του σχεσιακού σχήματος)
EPL342: Databases - Demetris Zeinalipour © (University of Cyprus)

Εναλλακτική Σημειογραφία για ER (Alternative Notation for ER)

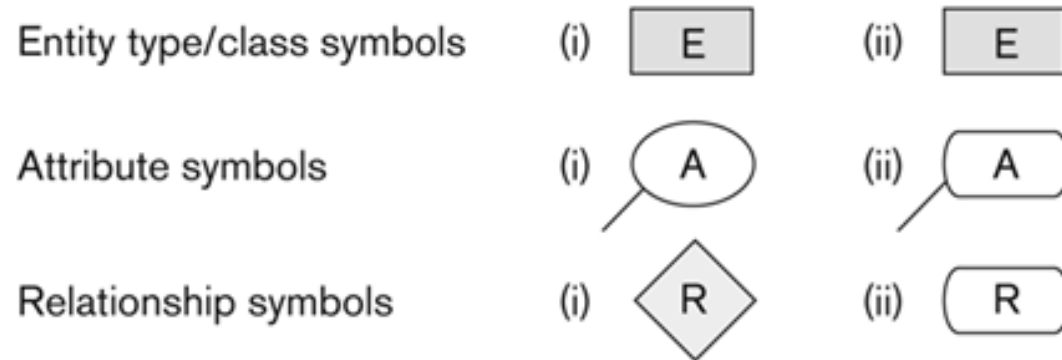


- Τα **διαγράμματα ER** (δηλ., τα Chen ER diagrams) είναι ένας **δημοφιλής** τρόπος **εννοιολογικής απεικόνισης** σχημάτων βάσεων
- Υπάρχουν πολλοί **άλλοι τρόποι** και η **ακριβής σημειογραφία** σε κάθε ένα από τα εργαλεία σχεδίασης βάσεων **ποικίλει**.
- Το **Παράρτημα A** του βιβλίου συνοψίζει αρκετές από τις εναλλακτικές αυτές σημειογραφίες.
- Τα **διαγράμματα κλάσεων UML** είναι ένας άλλος **εναλλακτικός** τρόπος για εννοιολογική σχεδίαση και χρησιμοποιείται σε αρκετά εμπορικά πακέτα (ιδίως αυτά που υποστηρίζουν **αντικειμενοστρεφείς έννοιες**)

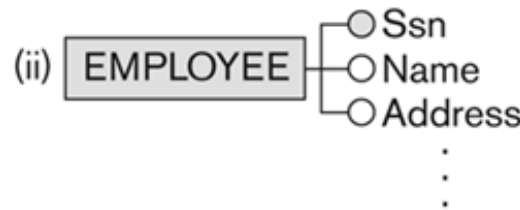
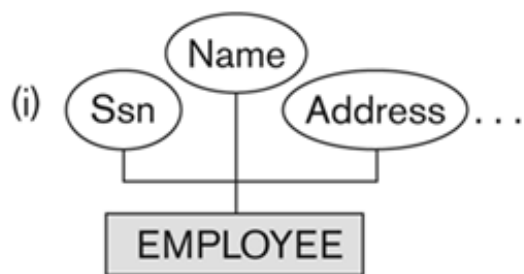
Εναλλακτική Σημειογραφία για ER (Άλλες Δημοφιλείς Σημειογραφίες)



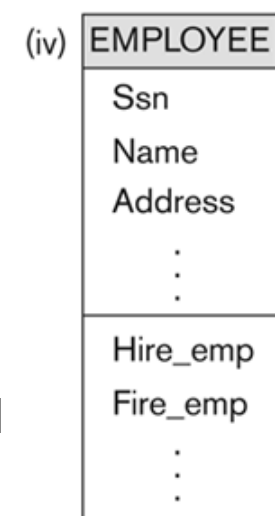
A) Οντότητες, Γνωρίσματα και Συσχετίσεις



B) Παρουσίαση Γνωρισμάτων



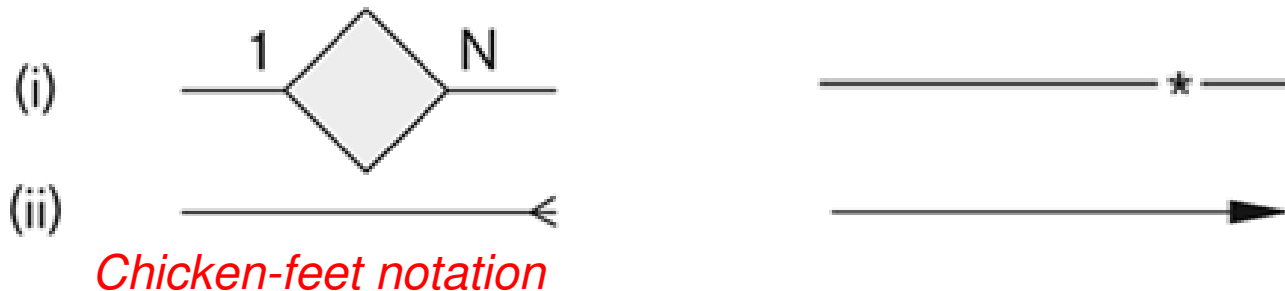
Object
Oriented
Analysis



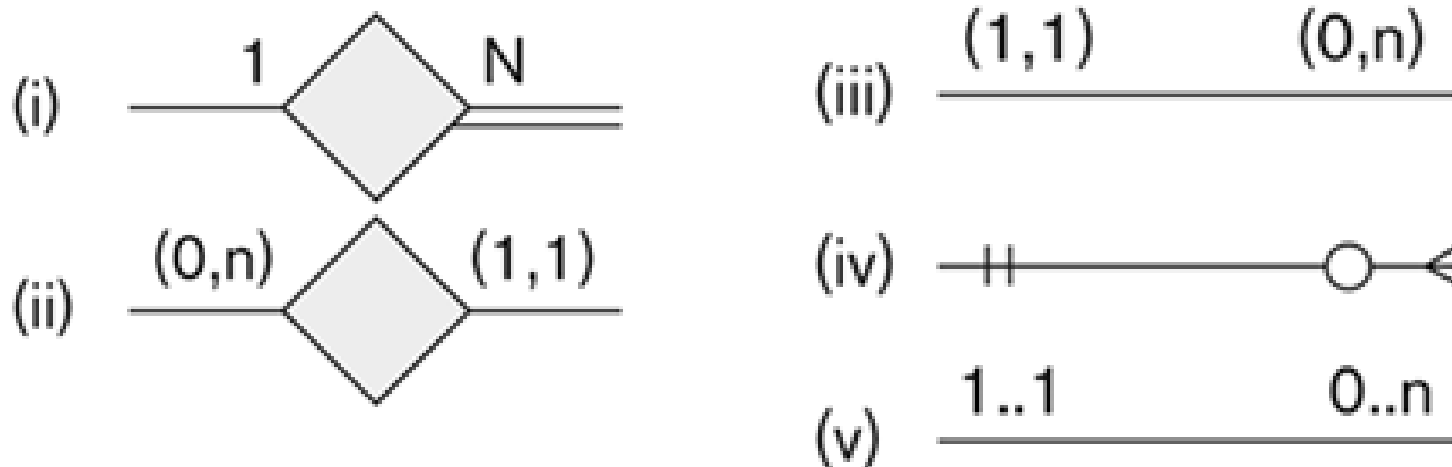
Εναλλακτική Σημειογραφία για ER (Άλλες Δημοφιλείς Σημειογραφίες)



A) Παρουσίαση Λόγων Πληθικότητας



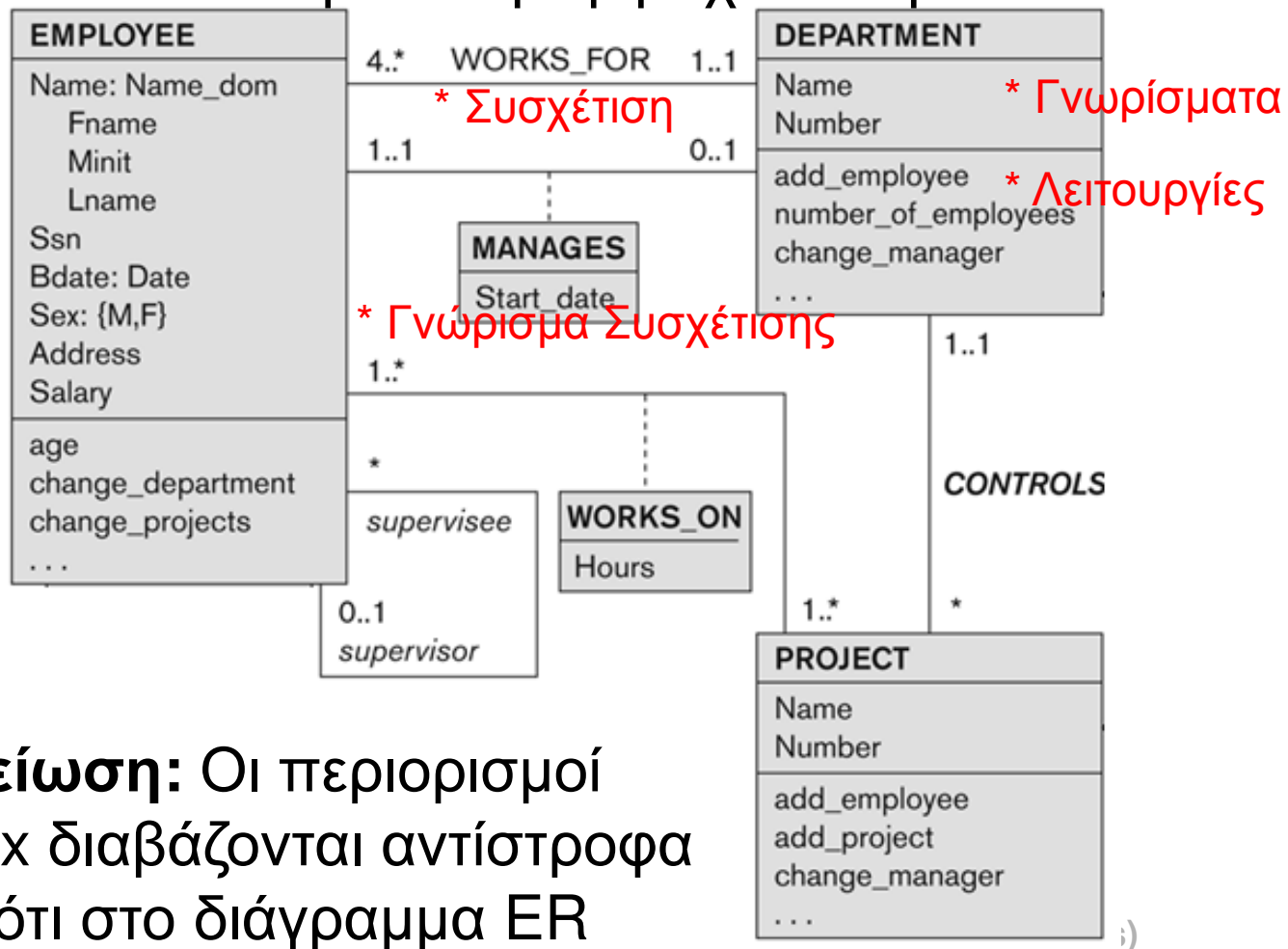
B) Παρουσίαση Δομικών Περιορισμών



Εναλλακτική Σημειογραφία για ER (Διάγραμμα Κλάσης UML)



Διαγράμματα Κλάσης **UML** χρησιμοποιούνται σε
Αντικειμενοστρεφή Σχεδίαση



Σημείωση: Οι περιορισμοί
min..max διαβάζονται αντίστροφα
απ' ότι στο διάγραμμα ER

Το Επεκταμένο ER (EER) (Enhanced ER)



- Το Διάγραμμα ER στην αρχική του μορφή δεν υποστήριζε την έννοια της **εξειδίκευσης (specialization)** και την έννοια της **γενίκευσης (generalization)**
 - π.χ., Εξειδικεύσεις **CS-Student**, **Math-Student**, κτλ. της γενικευμένης οντότητας **Student**,
- **Το Επεκταμένο ER (EER - Enhanced ER ή Extended ER)** παρέχει επεκτάσεις για πληρέστερη μοντελοποίηση των απαιτήσεων
 - Το EER συμπεριλαμβάνει **αντικειμενοστρεφείς έννοιες** όπως αυτή της **κληρονομικότητας**

Επεκταμένο ER (EER) (Υποκλάσεις και Υπερκλάσεις)

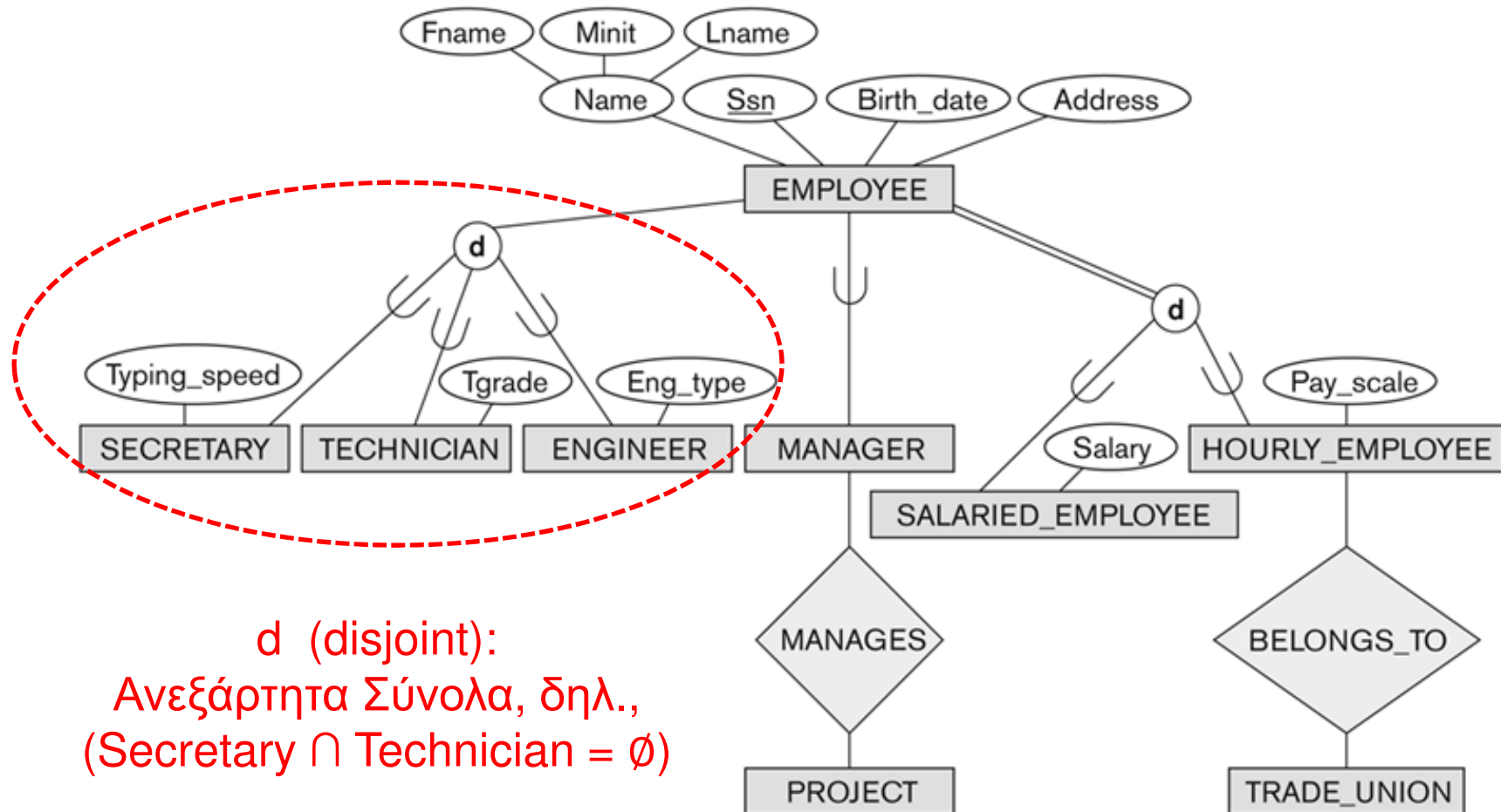


- Ένας **τύπος οντότητας** μπορεί να έχει διάφορες υποκατηγοριοποιήσεις, π.χ.,
 - **EMPLOYEE** μπορεί να χωριστεί σε:
 - Βασισμένο στον **τύπο εργασίας** ενός EMPLOYEE
 - π.χ., **SECRETARY, ENGINEER, TECHNICIAN, ...**
 - Βασισμένο στον **τρόπο πληρωμής** ενός EMPLOYEE
 - π.χ., **SALARIED_EMPLOYEE, HOURLY_EMPLOYEE**
 - Βασισμένο σε **άλλα χαρακτηριστικά**
 - Π.χ., **MANAGER**
- Τα διαγράμματα παρέχουν **επεκτάσεις** για να αναπαραστήσουν αυτές τις **υπό-ομαδοποιήσεις** οι οποίες ονομάζονται **υποκλάσεις (*subclasses*)** ή **υποτύποι (*subtypes*)**

Επεκταμένο ER (EER) (Υποκλάσεις και Υπερκλάσεις)



Υποκλάσεις της Οντότητας EMPLOYEE



d (disjoint):
Ανεξάρτητα Σύνολα, δηλ.,
($Secretary \cap Technician = \emptyset$)

Επεκταμένο ER (EER)

(Συσχετίσεις Υπερκλάσης / Υποκλάσης)



- **Συσχετίσεις Υπερκλάσης / Υποκλάσης**

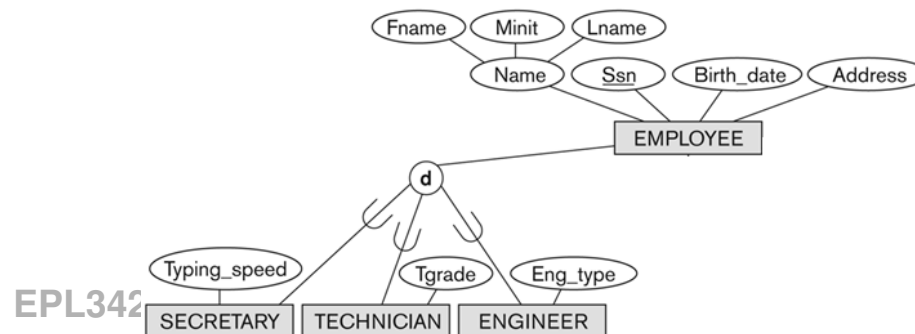
- EMPLOYEE/SECRETARY
- EMPLOYEE/TECHNICIAN
- EMPLOYEE/ENGINEER

- Οι πιο πάνω συσχετίσεις μεταξύ υπερκλάσης / υποκλάσης ονομάζονται συχνά και συσχετίσεις **IS-A (relationships)**

- Π.χ., SECRETARY IS-A EMPLOYEE, TECHNICIAN IS-A EMPLOYEE,

- Σημειώστε ότι μια **οντότητα ΔΕΝ** μπορεί να **υπάρχει** στη βάση δεδομένων **απλά** ως **μέλος της υποκλάσης**.

- Μια οντότητα **ΠΡΕΠΕΙ** να είναι και μέλος της **υπερκλάσης** (δηλαδή η υποκλάση κληρονομεί όλα τα γνωρίσματα της υπερκλάσης).

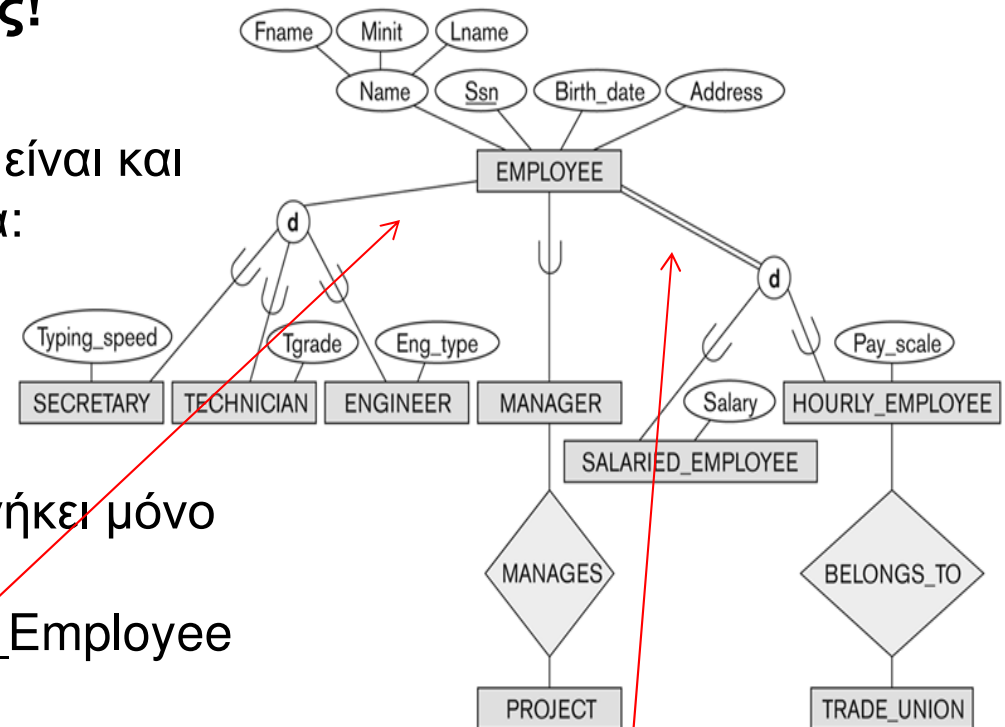


Επεκταμένο ER (EER)

(Συσχετίσεις Υπερκλάσης / Υποκλάσης)



- Μια οντότητα δεν είναι υποχρεωτικό να ανήκει σε **ΟΛΕΣ** τις υποκλάσεις!
- Παράδειγμα:
 - Ένας **salaried employee** που είναι και **engineer** ανήκει στα ακόλουθα:
 - **ENGINEER**, and
 - **SALARIED_EMPLOYEE**
 - (δεν ανήκει στο Manager)
 - Ένας συμβατικός employee ανήκει μόνο στην **υποχρεωτική** υποκλάση **Salaried_Employee** ή **Hourly_Employee** (γιατί;)



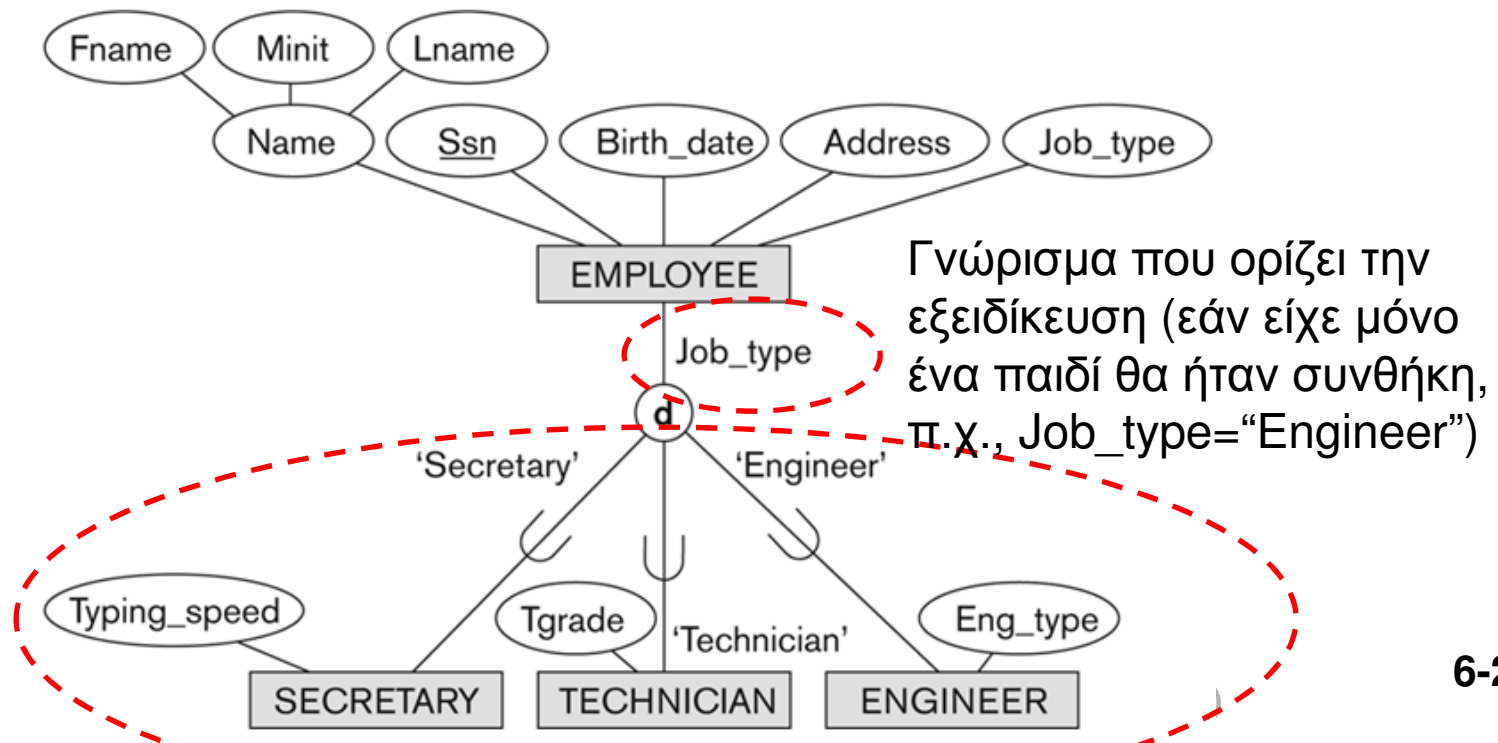
Διότι δεν είναι **ΟΛΙΚΟΣ** ο περιορισμός συμμετοχής

Είναι **ΟΛΙΚΟΣ** ο περιορισμός συμμετοχής μόνο εδώ

Εξειδίκευση σε ΕΕΡ (Specialization in ΕΕΡ)



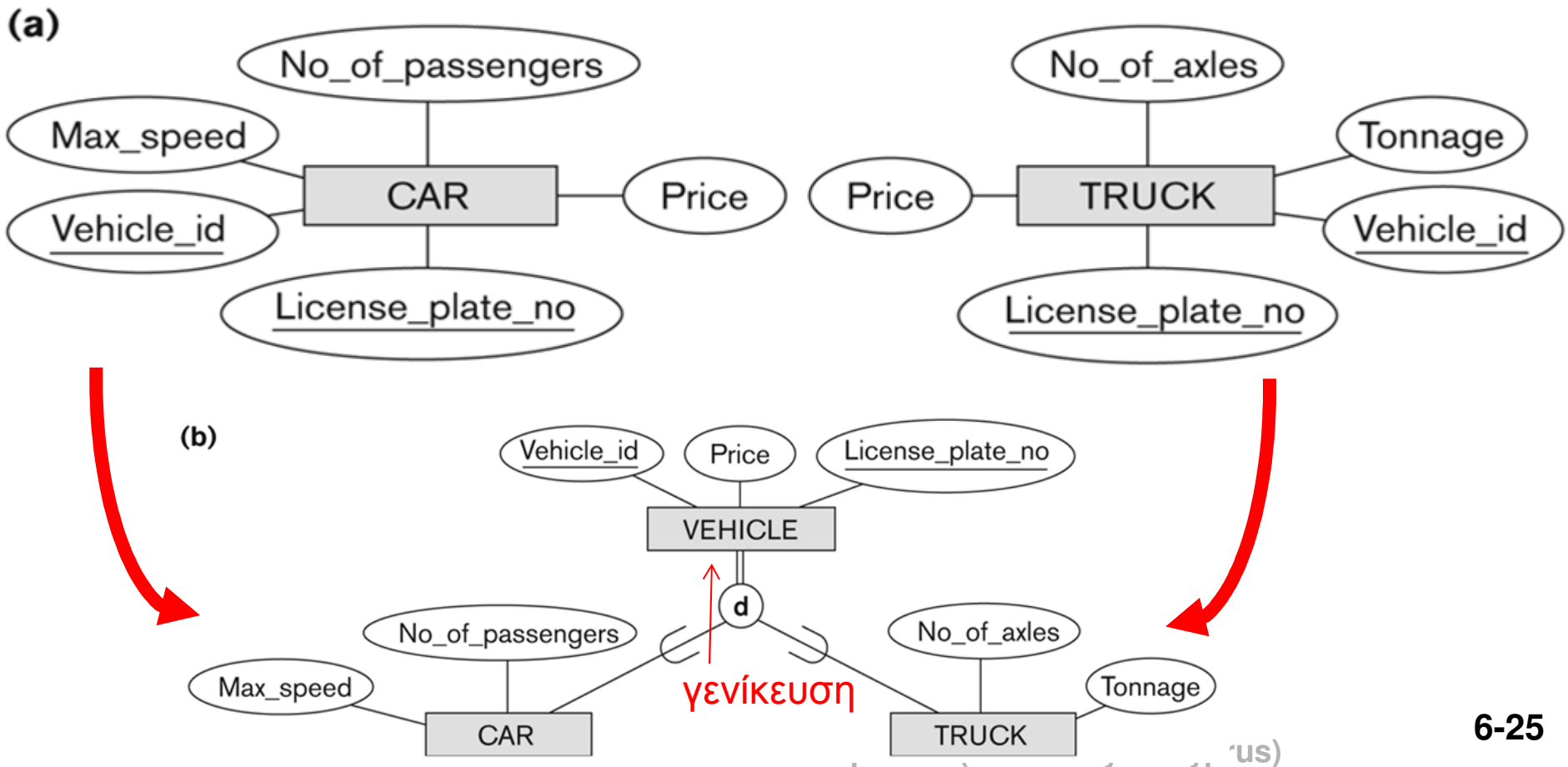
- **Εξειδίκευση:** η δήλωση του συνόλου **ΥΠΟΚΛΑΣΕΩΝ** μιας υπερκλάσης βάσει κάποιου αναγνωριστικού χαρακτηριστικού
- Π.χ., Εξειδίκευση του EMPLOYEE βάσει του *job type*.



Γενίκευση σε ΕΕΡ (Generalization in EER)



- **Γενίκευση (Generalization):** η αντίστροφη διεργασία της εξειδίκευσης (δηλ., δήλωση **υπερκλάσης** από **υποκλάσεις**)



Περιορισμοί με Γενικεύσεις/Εξειδικεύσεις (Constraints in EER)



- **Οντότητες, Εξειδικεύσεις και Γενικεύσεις** ονομάζονται **Κλάσεις (Classes)**
- Υπάρχουν δυο είδη **περιορισμών** που εφαρμόζονται σε εξειδικεύσεις/γενικεύσεις:

- **Περιορισμός Μη-Επικάλυψης (Disjointness Constraint):**

- **d (disjoint):** Μη Επικάλυψης (\cap Υποκλάσεων = \emptyset) **ή**
- **o (overlap):** Επικάλυψης ($(\cap$ Υποκλάσεων $\neq \emptyset)$)

- **Περιορισμός Πληρότητας ή Συμμετοχής (Completeness Constraint):**

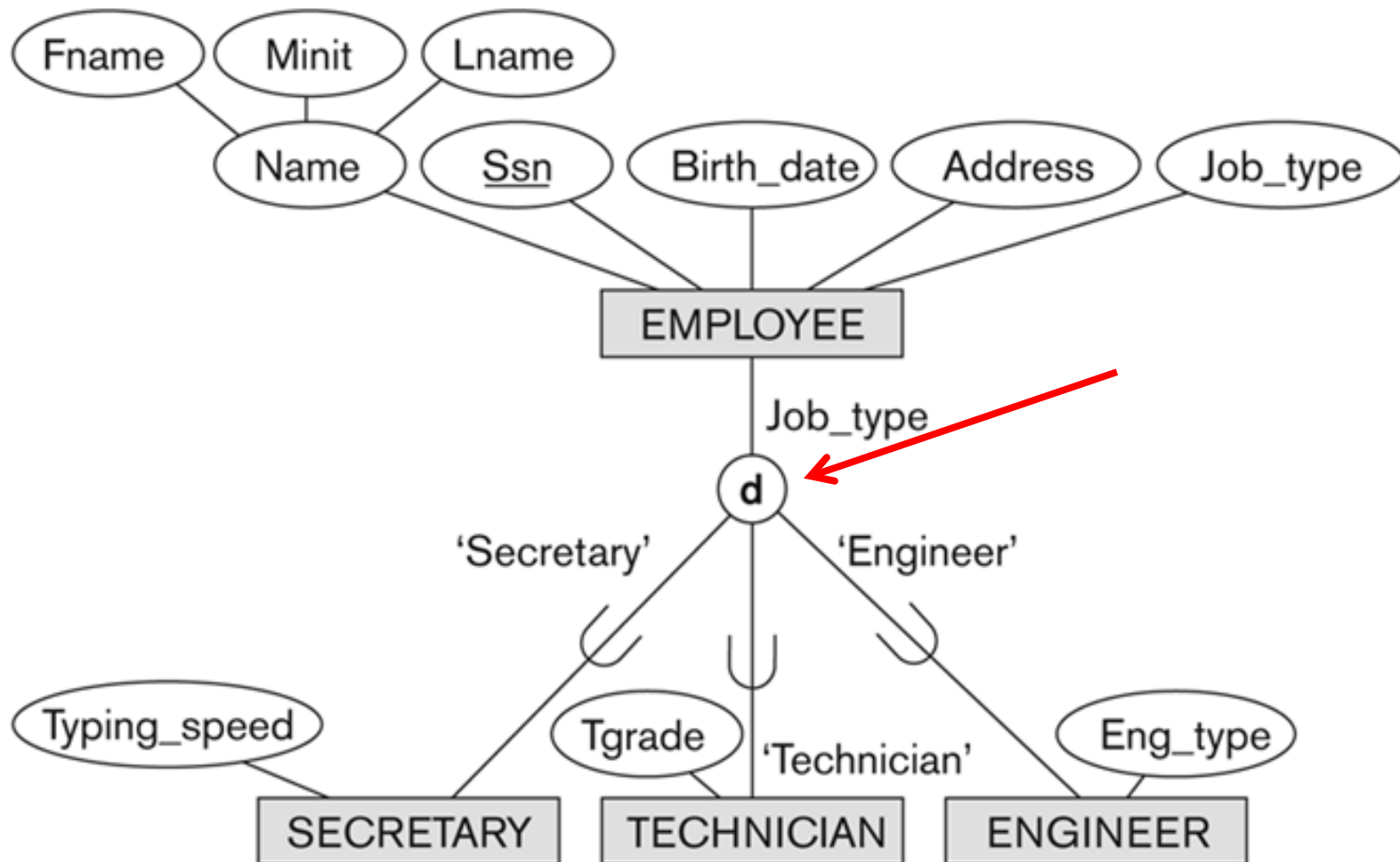
- **Ολική Συμμετοχή (Total) Υπερκλάσης **ή****
- **Μερική Συμμετοχή (Partial) Υπερκλάσης**

– Σημειώστε ότι το αντίστροφο ισχύει εξ' ορισμού: κάθε Υποκλάση έχει ολική συμμετοχή στην συσχέτιση με την υπερκλάση. 6-26

Περιορισμοί με Γενικεύσεις/Εξειδικεύσεις (Παράδειγμα Περιορισμών σε EER)



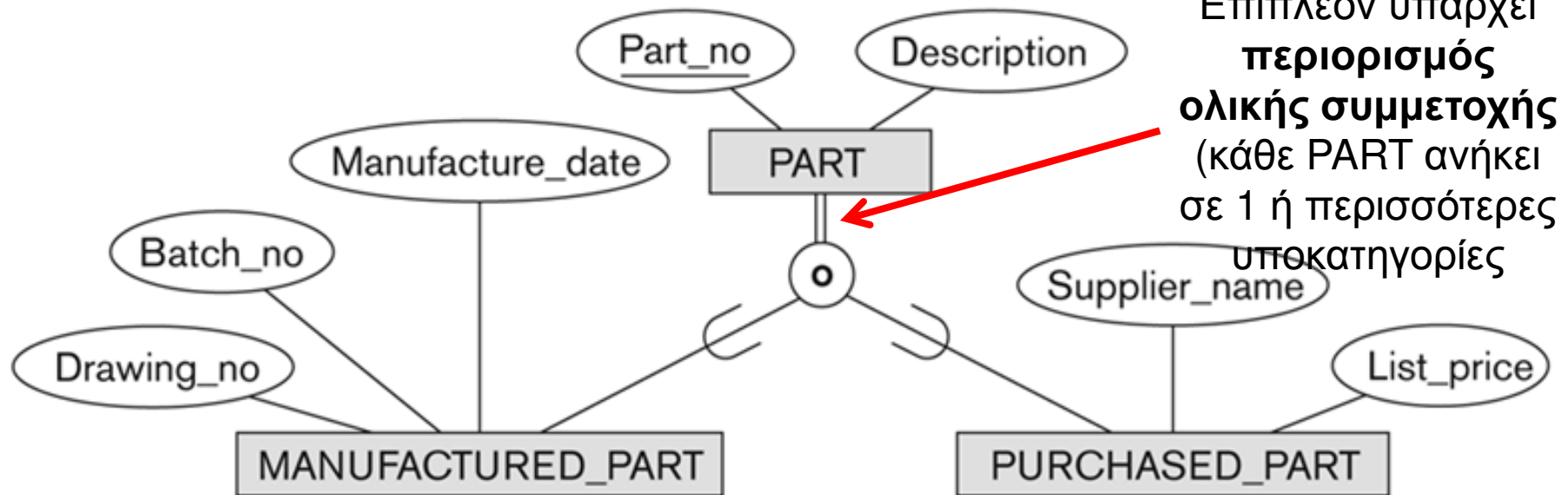
Περιορισμός Μη-Επικάλυψης (Disjointness)



Περιορισμοί με Γενικεύσεις και Εξειδικεύσεις (Παραδείγματα Επικάλυψης σε ΕΕΡ)



Περιορισμός Επικάλυψης (Overlap)



Συνεπώς, υπάρχουν τέσσερεις συνδυασμοί εξειδίκευσης/γενίκευσης:

- **Disjoint, total** (d + διπλή γραμμή)
- **Disjoint, partial** (d + μονή γραμμή)
- **Overlapping, total** (o + διπλή γραμμή)
- **Overlapping, partial** (o + μονή γραμμή)

Ιεραρχίες και Πλέγματα Εξειδίκευσης/Γενίκευσης



- Μια υποκλάση μπορεί να εξειδικεύεται περαιτέρω δημιουργώντας μια **Ιεραρχία (hierarchy)** ή **Πλέγμα (lattice)**

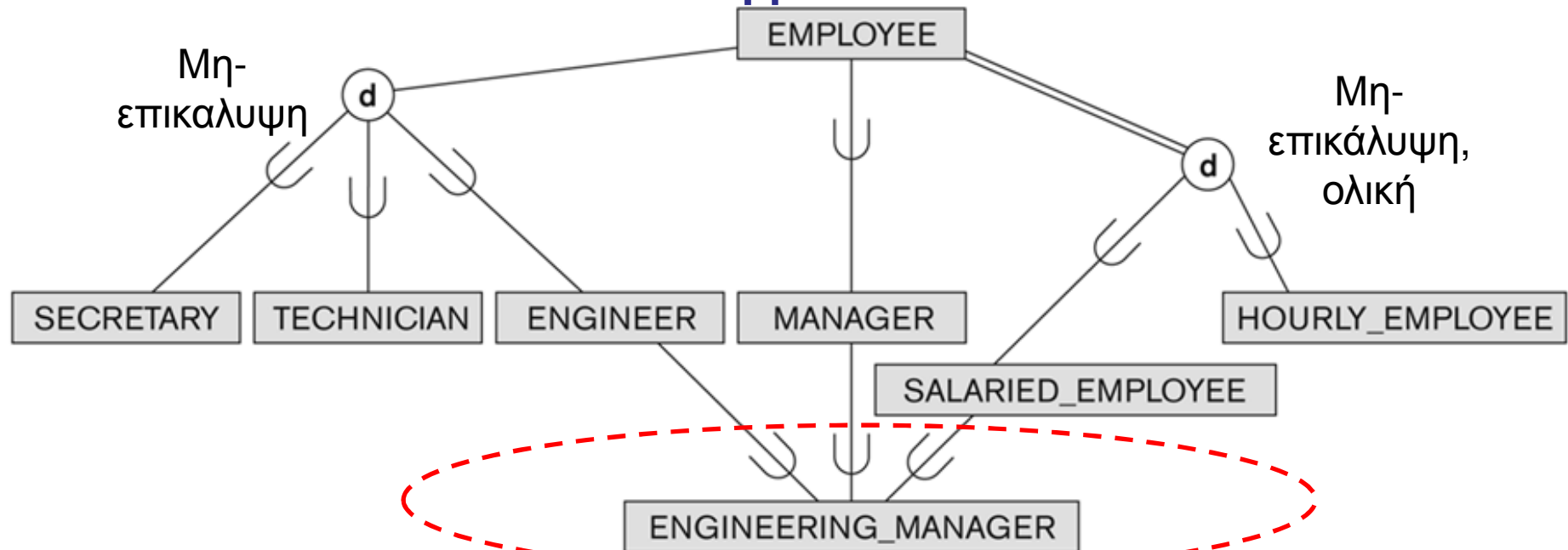
- **Ιεραρχία (Hierarchy):** Κάθε κόμβος (κλάση) έχει ένα γονέα (δηλαδή μια δενδρική ιεραρχία)
 - Μονή Κληρονομικότητα (*single inheritance*);
- **Πλέγμα (Lattice):** Κάθε κόμβος (κλάση) μπορεί να έχει πολλαπλούς γονείς (δηλαδή ένας γράφος)
 - Πολλαπλή Κληρονομικότητα (*multiple inheritance*)

Παράδειγμα Πλέγματος I (Employee)



Ένας Engineering Manager κληρονομεί γνωρίσματα από τον **Engineer**, **Manager** και **Salaried_Employee**.

Πλέγμα/Lattice



Διαμοιραζόμενη Υποκλάση (Shared Subclass)
(γνωρίσματα κληρονομούνται μόνο 1 φορά)

Παράδειγμα Πλέγματος II (University)



Πλέγμα/Lattice

