



Ειδικά Θέματα Βάσεων Δεδομένων

Ενότητα 2: Εννοιολογικά – Λογικά μοντέλα

Δρ. Τιμπίρης Αλκιβιάδης

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής ΤΕ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ενότητα 2

Εννοιολογικά – Λογικά μοντέλα

Δρ. Τσιμπίρης Αλκιβιάδης

Περιεχόμενα ενότητας

- Ανάπτυξη βάσεων δεδομένων
- Πλήρης διαδικασία ανάπτυξης DBMS
- Εννοιολογικός σχεδιασμός
- Λογικός σχεδιασμός
- Φυσικός σχεδιασμός
- E-R Μοντέλο-Δομές- Δομικοί περιορισμοί
- Γραμμικός συμβολισμός E-R μοντέλου
- Παράδειγμα E-R μοντέλου
- Γραφική αναπαράσταση τύπων οντοτήτων και συσχετίσεων
- Ρόλοι και αυτοσυσχετίσεις
- Λογικά Μοντέλα
- Λογικός σχεδιασμός
- Σχεδιασμός σχεσιακού μοντέλου
- Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο

Σκοποί ενότητας

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύουμε τα εννοιολογικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται κατά τον σχεδιασμό των βάσεων δεδομένων και ειδικότερα το μοντέλο οντοτήτων – συσχετίσεων (Entity-relationship model), το εκτεταμένο μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων (EER model) και το αντικειμενοστραφές (Object-oriented model).

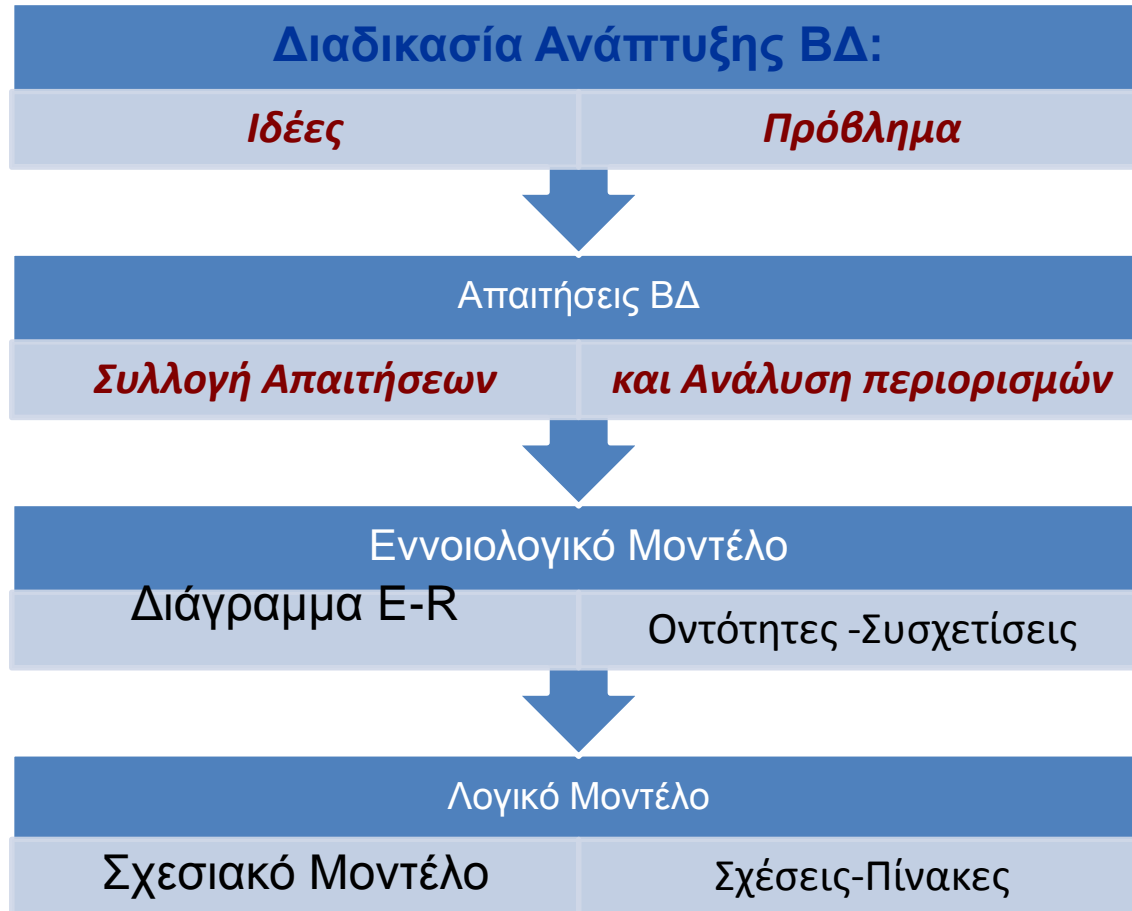
Επίσης θα αναλυθεί η χρήση των λογικών μοντέλων κατά την υλοποίηση των βάσεων δεδομένων και ειδικότερο το σχεσιακό μοντέλο (Relational Model).

Ανάπτυξη βάσεων δεδομένων

Η διαδικασία μετατροπής της γνώσης ενός πραγματικού μικρόκοσμου σε μια βάση που θα την διαχειρίζεται ένα DBMS διακρίνεται σε συνεχόμενες αυτοτελείς διαδικασίες, κάθε μια εκ των οποίων δημιουργεί ενδιάμεσες περιγραφές. Αυτές οι φάσεις είναι οι εξής:

- **Συλλογή Απαιτήσεων και Ανάλυση** (*Requirements Collection and Analysis*)
- **Εννοιολογικός Σχεδιασμός Βάσης** (*Conceptual Database Design*)
- **Λογικός Σχεδιασμός Βάσης** (*Logical Database Design*)
- **Φυσικός Σχεδιασμός Βάσης** (*Physical Database Design*)
- **Πλήρωση της Βάσης με Δεδομένα** (*Database Loading*)

Διαδικασία Ανάπτυξης ΒΔ



Διαδικασία ανάπτυξης βάσης δεδομένων

Το αρχικό στάδιο για την ανάπτυξη μίας βάσης δεδομένων είναι η εξόρυξη των απαιτήσεων της κυρίως από περιγραφές του μικρόκοσμου. Η διαδικασία είναι δύσκολη εννοιολογικά και απαιτεί εμπειρία και επιχειρηματική γνώση.

Περιγραφές
Μικρόκοσμου



Απαιτήσεις
της βάσης

Διαδικασία ανάπτυξης βάσης δεδομένων

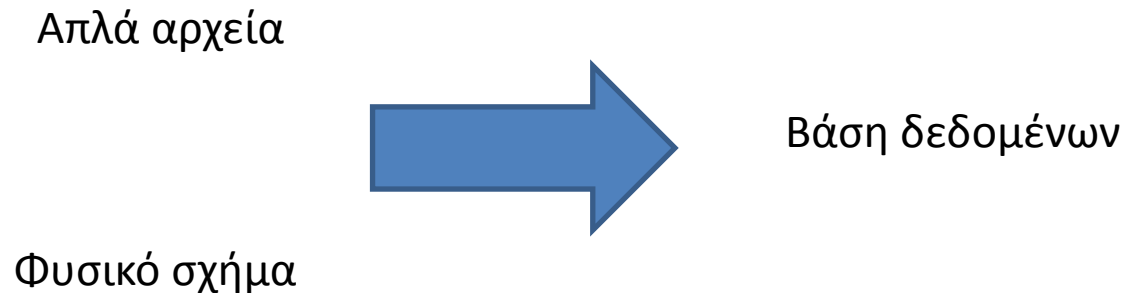
Η διαδικασία συνεχίζεται με τον σχεδιασμό της βάσης. Σχεδιασμός είναι η διαδικασία δημιουργίας του σχήματος χρησιμοποιώντας ένα επιλεγμένο μοντέλο. Υπάρχουν τρεις αυτοτελείς σχεδιασμοί που δημιουργούν σχήματα:

- Εννοιολογικός σχεδιασμός
- Λογικός σχεδιασμός
- Φυσικός σχεδιασμός

Διαδικασία ανάπτυξης βάσης δεδομένων

Η τελική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί για την ανάπτυξη της βάσης δεδομένων είναι :

- Η πλήρωση της ΒΔ με δεδομένα (data loading)



ΣΧΟΛΙΟ: Σε όλα τα μεγάλα DBMS υπάρχουν προγράμματα για την μαζική πλήρωση.

Εννοιολογικός σχεδιασμός

Ο εννοιολογικός σχεδιασμός είναι :

- η προσπάθεια για την διαχώριση των εννοιών.
- η εύρεση και η καταγραφή των οντοτήτων της βάσης των μεταξύ τους συσχετίσεων όπως και τον εννοιολογικών κανόνων.

Λογικός σχεδιασμός

Ο Λογικός σχεδιασμός είναι :

- Η διαδικασία μετατροπής ενός εννοιολογικού μοντέλου σε τυπικά σχήματα εκφρασμένα στο επιλεγόμενο μοντέλο δεδομένων.

Φυσικός σχεδιασμός

Ο Φυσικός σχεδιασμός είναι :

- Η διαδικασία προδιαγραφών των δομών μνήμης που υλοποιούν τον λογικό σχεδιασμό και τον οργανώσεων αυτών καθώς επίσης και των δομών ευρετηρίων που αποτελούν το εσωτερικό σχήμα.

Μοντέλο οντοτήτων συσχετίσεων

Το μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων E-R έγινε γενικά αποδεκτό (στην δεκαετία του 80) από τους ερευνητές για την:

- Απλότητα του
- Την σαφήνεια του
- Τον γραφικό συμβολισμό του

Το E-R μοντέλο είναι ένα διαισθητικό μοντέλο που επιδιώκει να προσδιορίσει αφαιρετικά τις πληροφορίες που αποθηκεύει και οργανώνει μία βάση δεδομένων.

E-R Μοντέλο-Δομές

Υπάρχουν δύο βασικές έννοιες:

- **Οντότητες** → Συγκεκριμένα αντικείμενα που υπάρχουν και μπορούν να αναπαρασταθούν στις Βάσεις δεδομένων.
- **Συσχετίσεις** → Ειδικά αντικείμενα που αντιστοιχούν σε δύο ή περισσότερες ξεχωριστές οντότητες με ένα συγκεκριμένο νόημα.

E-R Μοντέλο-Δομές

Οι οντότητες και οι συσχετίσεις μπορούν να έχουν **ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ / ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (ATTRIBUTES)**, που είναι οι ιδιότητες που τα χαρακτηρίζουν.

Παράδειγμα: Ένας εργαζόμενος έχει γνωρίσματα(Όνομα, Επίθετο, Ηλικία).

Συνήθως τα γνωρίσματα των συσχετίσεων προσδιορίζουν τρία πράγματα:

- Ποιος έκανε την συσχέτιση
- Πότε την έκανε την συσχέτιση
- Πότε παύει να ισχύει

E-R Μοντέλο-Δομές

Πεδία τιμών είναι σύνολα τιμών (DOMAINS) για τα γνωρίσματα.

Παράδειγμα: Domain of name= το σύνολο των ονομάτων

Είδη γνωρισμάτων:

ΑΠΛΑ: μια οντότητα έχει ατομική τιμή

ΣΥΝΘΕΤΑ: το γνώρισμα αποτελείται από περισσότερες τιμές

ΠΛΕΙΟΤΙΜΑ (MULTI-VALUED): το γνώρισμα έχει πολλαπλές τιμές

Δομικοί περιορισμοί-Συσχετίσεις

Ιδιότητες των τύπων συσχετίσεων:

- Περισσότεροι του ενός τύποι συσχετίσεων μπορεί να υπάρχουν μεταξύ των ιδίων τύπων οντοτήτων (multiple relationships).
- Μια συσχέτιση μπορεί να συνδέει δύο οντότητες που ανήκουν στον ίδιο τύπο οντοτήτων (αποκαλείται, ένας αναδρομικός τύπος συσχετίσεων - recursive relationship type).
- Ένας τύπος Συσχετίσεων έχει ΒΑΘΜΟ (relationship degree):
 - 2 τύποι οντοτήτων ---> binary relationship
 - 3 τύποι οντοτήτων ---> ternary relationship
 - N τύποι οντοτήτων ---> N-ary relationship
- **Περιορισμός Ύπαρξης** (existence dependency) ορίζει αν η συμμετοχή μιας οντότητας στον τύπο συσχέτισης είναι ΟΛΙΚΗ ή ΜΕΡΙΚΗ (total or partial).

Δομικοί περιορισμοί-Γνωρίσματα

Ιδιότητες των τύπων γνωρισμάτων:

- Ένα **γνώρισμα** (ή σύνολο Γνωρισμάτων) ενός **τύπου οντοτήτων/ συσχετίσεων** για το οποίο **κάθε οντότητα / συσχέτιση** στο σύνολο πρέπει να έχει **μοναδική τιμή** (*unique value(s)* είναι **κλειδί** (key) (ή superkey).
- Ένα **υποψήφιο κλειδί** (candidate key) είναι ένα **ελάχιστο** (*minimal*) **κλειδί** (δηλαδή, κανένα υποσύνολο των γνωρισμάτων του δεν είναι και αυτό κλειδί).
- Το **κύριο κλειδί** (primary key) είναι ένα από τα υποψήφια κλειδιά που ορίζεται σαν αναγνωριστής (*identifier*) για τον τύπο οντοτήτων / συσχετίσεων
- Ένα **ξένο κλειδί** (foreign key) είναι ένα σύνολο ενός ή περισσότερων γνωρισμάτων ενός τύπου οντοτήτων (ή συσχετίσεων) που αντιστοιχεί σε ένα **κύριο κλειδί** για κάποιον άλλο τύπο οντοτήτων (ή συσχετίσεων).

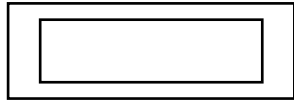
Άλλες έννοιες για το E-R μοντέλο

- Αδύναμοι τύποι οντοτήτων (ή εξαρτώμενοι): είναι ένας τύπος χωρίς κλειδί.
- Η συσχέτιση γενίκευση: η θεώρηση ενός συνόλου τύπων οντοτήτων ως ένα γενικευμένο τύπο.
 - Το βασικό πλεονέκτημα αυτού είναι η ιδιότητα της **ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ** (Inheritance) των Γνωρισμάτων.
 - Τα Γνωρίσματα που είναι κοινά για όλα τα αντικείμενα και δεν χρειάζεται να τα επαναλάβουμε για να κληρονομούνται παίρνουν αυτήν την ιδιότητα.

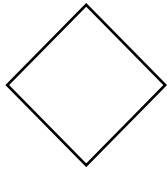
Συμβολισμός E-R μοντέλου



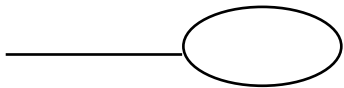
ENTITY SET



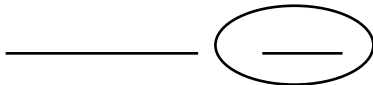
WEAK
ENTITY SET



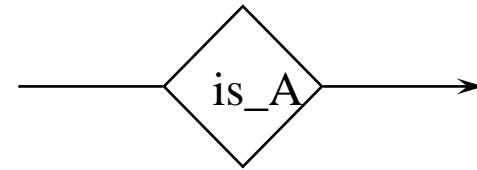
RELATIONSHIP
SET



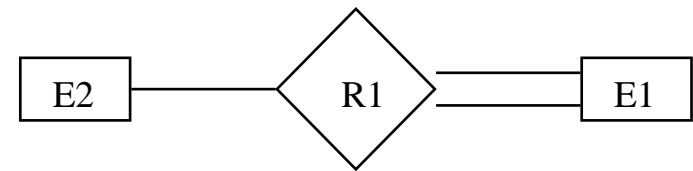
ATTRIBUTE



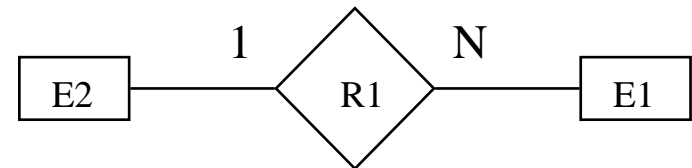
PRIMARY KEY



GENERALIZATION

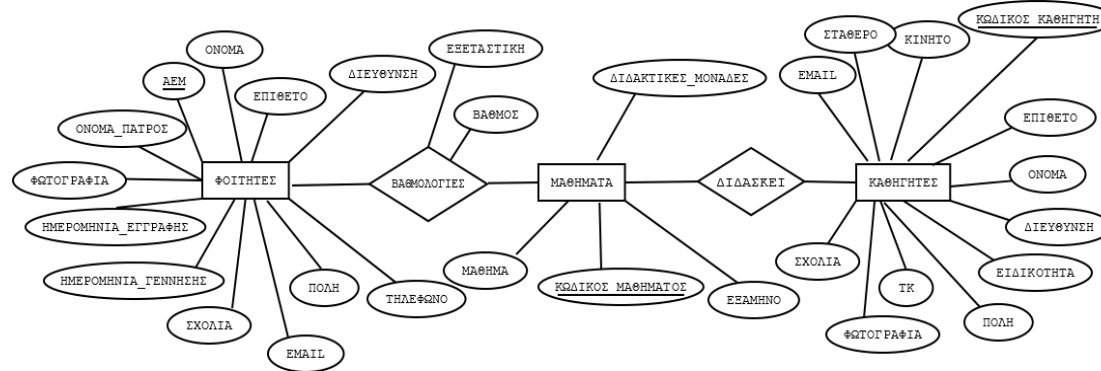


Total PARTICIPATION of E1 in R1



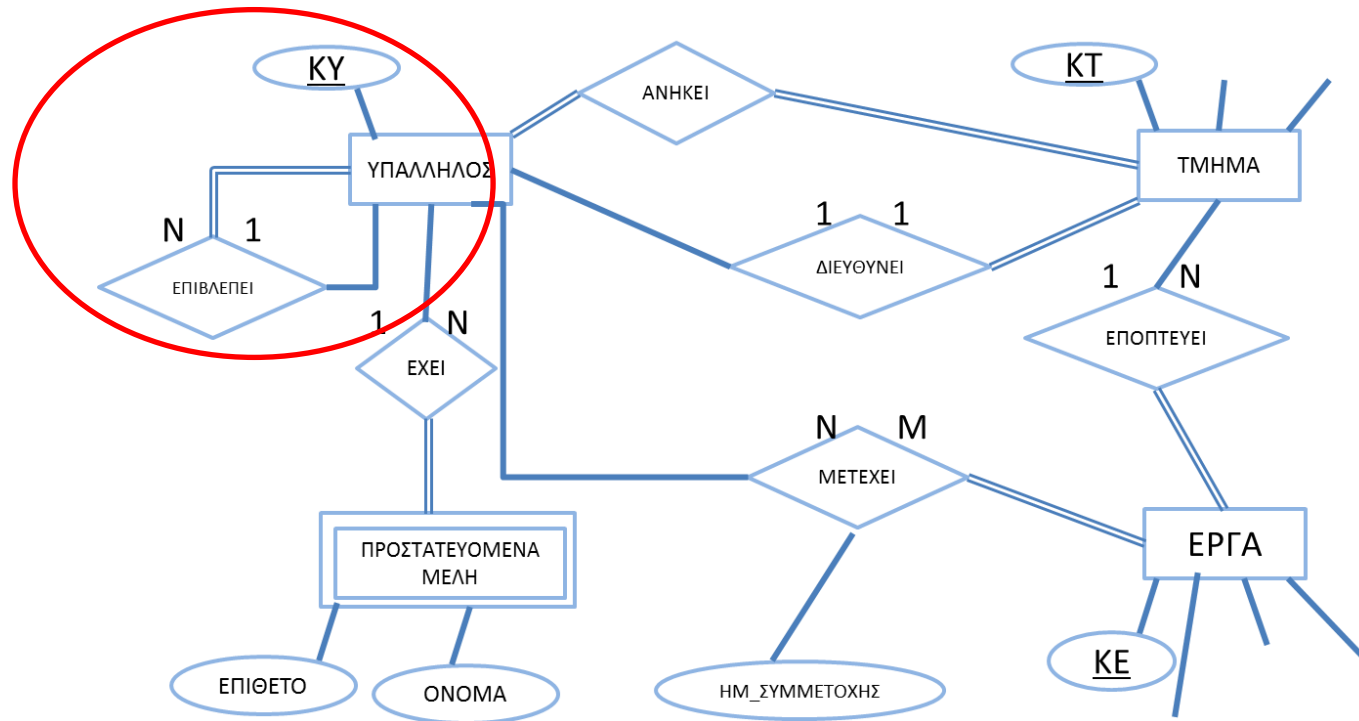
Cardinality ratio 1:N for E2:E1 in R1

Παράδειγμα E-R μοντέλου



- Παραλληλόγραμμα για τύπους οντοτήτων
- Ελλείψεις για γνωρίσματα
 - Διπλές ελλείψεις για πλειότιμα γνωρίσματα.
 - Διακεκομμένες ελλείψεις για παραγόμενα γνωρίσματα.
 - Υπογράμμιση για πρωτεύοντα κλειδιά
 - Ρόμβοι για τύπους συσχετίσεων
- Ακμές για σύνδεση τύπων οντοτήτων με τα γνωρίσματα και τύπους συσχετίσεων

Ρολόι και αυτοσυσχετίσεις



Με τον όρο **ρολόι** εννοούνται οι ταμπέλες που τοποθετούνται στις ακμές ενός τύπου συσχέτισης για ναδειχθεί η σημασία της συμμετοχής ενός τύπου οντοτήτων στον εν λόγω τύπο συσχετίσεων.

Σχεδιασμός σχεσιακού μοντέλου

Για τον σχεδιασμό ενός σχεσιακού-λογικού μοντέλου υπάρχουν **οι εξής προσεγγίσεις:**

- Από εννοιολογικό σχεδιασμό (E-R) σε σχεσιακό σχεδιασμό.
- Δημιουργία του σχεσιακού μοντέλου από το μηδέν.
 - Καθολική σχέση που τα περιέχει όλα
 - Αποσύνθεση σε περισσότερες σχέσεις με βάση τη θεωρία κανονικοποίησης.

Λογικός σχεδιασμός

Εξάρτηση από το DBMS: Το βασικό μοντέλο για την μετατροπή ενός σχήματος E-R είναι το σχεσιακό , μία δεύτερη επιλογή είναι η αντικειμενοστραφές . Παλαιότερα τα μοντέλα που χρησιμοποιούνταν ήταν το μοντέλο δικτύου και το ιεραρχικό.



Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο

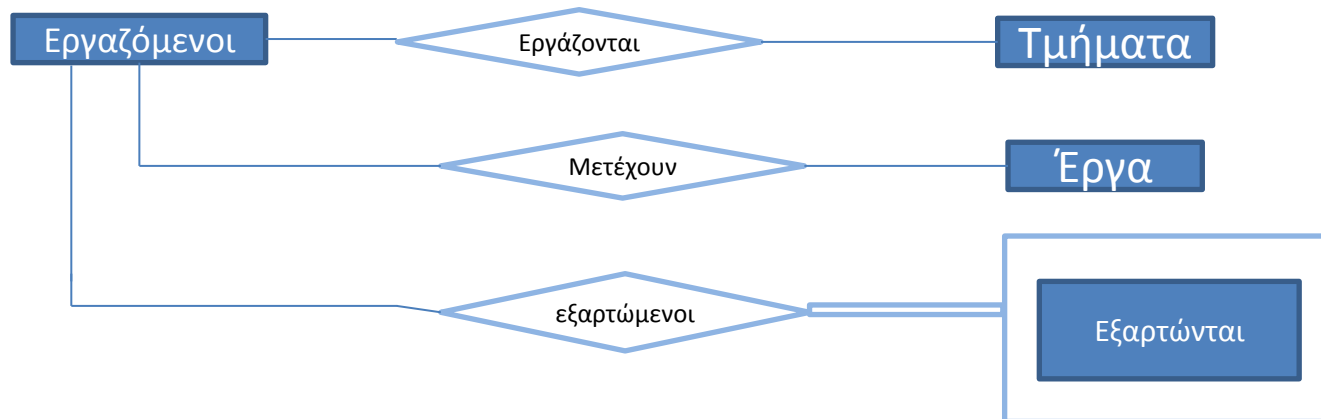
Για την **μετατροπή** του E-R σε σχεσιακό μοντέλο υπάρχει ένας **γενικός κανόνας**: Για τον κάθε τύπο συσχετίσεων και για τον κάθε τύπο οντοτήτων δημιουργείται ένα σχήμα σχέσης που παίρνει το όνομα του αντίστοιχου τύπου.

Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο

Οντότητες:

Για κάθε τύπο οντοτήτων E δημιουργείται ένα σχήμα R με τα ίδια γνωρίσματα. Ένα για κάθε απλό γνώρισμα του E.

Παράδειγμα:



Σχόλιο! Οι οντότητες είναι οι **εργαζόμενοι**, τα **τμήματα** και τα **έργα**.

Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο

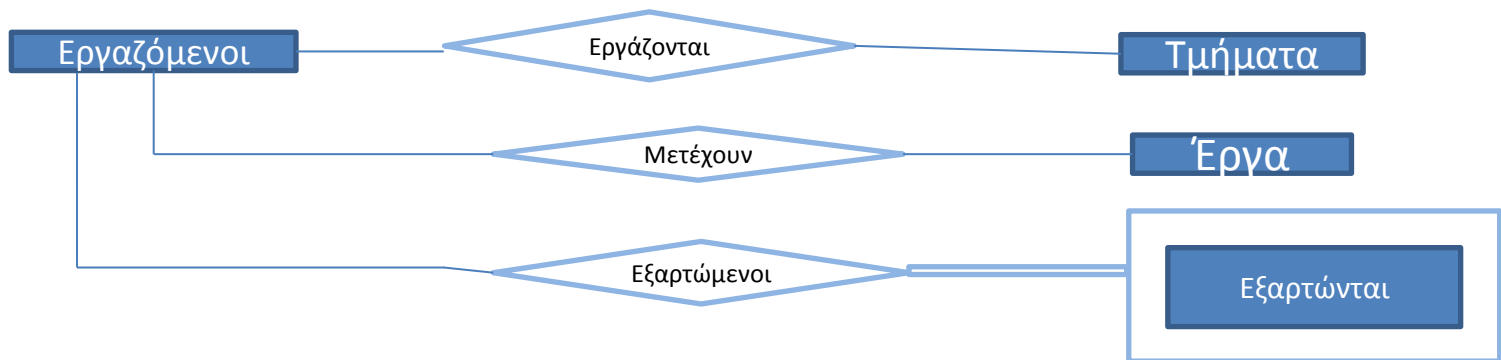
Οντότητες:

Για κάθε (ασθενές) τύπο οντοτήτων A που εξαρτάται από τον ισχυρό τύπο οντοτήτων B δημιουργείται ένα σχήμα R με τα εξής γνωρίσματα:

- Τα γνωρίσματα του A
- Τα γνωρίσματα του πρωτεύον κλειδιού του B

Στην ουσία δημιουργείται ξένο κλειδί.

Παράδειγμα:



Σχόλιο! Το ξένο κλειδί που δημιουργείται είναι το **εξαρτώμενοι**.

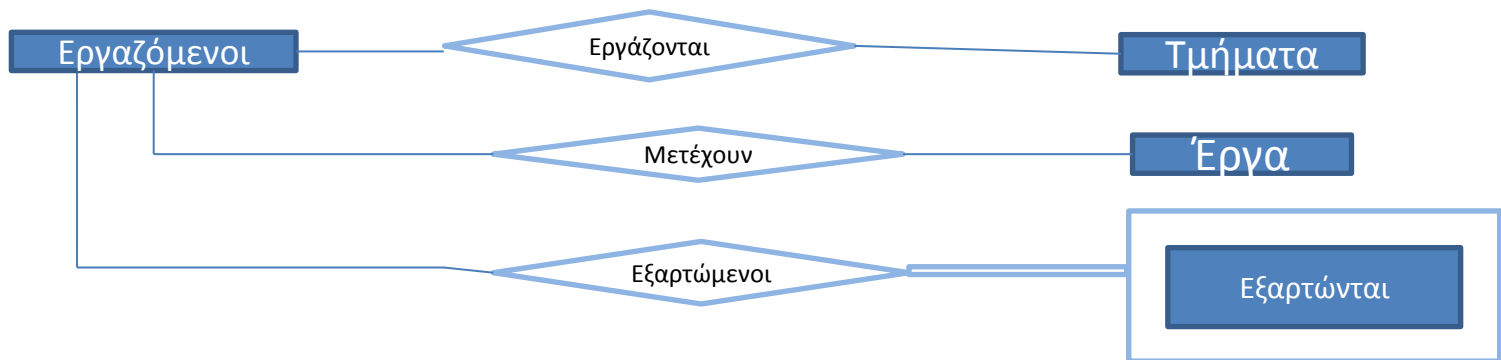
Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο

Συσχετίσεις:

Για μία συσχέτιση R μεταξύ n τύπων οντοτήτων που αντιστοιχούν στις σχέσεις $K_1 \dots K_n$ δημιουργείται μία νέα σχέση R με τα εξής γνωρίσματα:

- Τα γνωρίσματα του πρωτεύοντος κλειδιού που συμμετέχουν σε κάθε σχέση K .
- Τα γνωρίσματα της συσχέτισης R (αν υπάρχουν).

Παράδειγμα:



Σχόλιο! Παράδειγμα συσχέτισης **εργάζονται**.

Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο

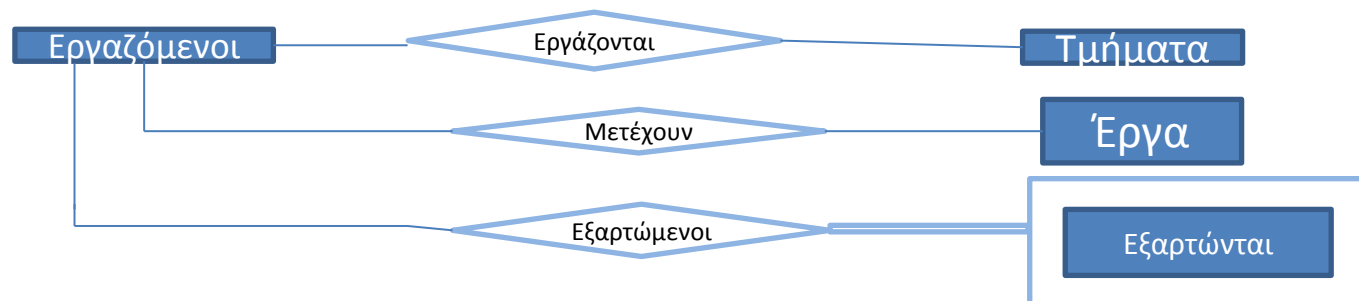
Συσχετίσεις-ειδικές περιπτώσεις:

- Δυαδική (μη ασθενής) συσχέτιση πληθικότητας 1-1:

Για κάθε δυαδική συσχέτιση R πληθικότητας 1-1 μεταξύ δύο τύπων οντοτήτων του E-R που αντιστοιχούν στις σχέσεις T και S υπάρχουν τα εξής γνωρίσματα:

- Επιλέξτε μία από τις σχέσεις ή την T ή την S. Έστω της S.
- Αφού επιλέξετε το πρωτεύον κλειδί της S αυτό γίνεται το ξένο κλειδί της T.

Παράδειγμα:



Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο

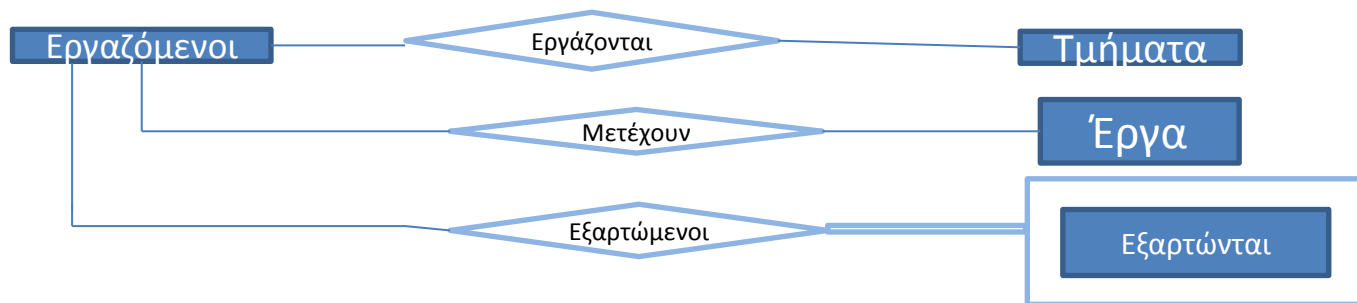
Συσχετίσεις-ειδικές περιπτώσεις:

- Δυαδική συσχέτιση πληθικότητας 1-N:

Για κάθε δυαδική συσχέτιση R πληθικότητας 1-N μεταξύ δύο τύπων οντοτήτων του E-R που αντιστοιχούν στις σχέσεις T και S υπάρχουν τα εξής γνωρίσματα:

- Επιλέξτε μία από τις σχέσεις ή την T ή την S. Έστω της S από την μία πλευρά.
- Αφού επιλέξετε το πρωτεύον κλειδί της S αυτό γίνεται το ξένο κλειδί της T.

Παράδειγμα:



Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο


Είδη γνωρισμάτων:

- Απλά: Ένα γνώρισμα τύπου οντοτήτων ή συσχετίσεων γίνεται γνώρισμα πίνακα στο σχεσιακό μοντέλο.
- Σύνθετα: Ένα γνώρισμα για κάθε απλό γνώρισμα που απαρτίζει το σύνθετο
- Πλειότιμα: Για κάθε γνώρισμα κατασκευάζεται μία σχέση R με τα εξής γνωρίσματα
 - Το γνώρισμα A (ή τα γνωρίσματα του A αν τον A είναι σύνθετο).
 - Τα γνωρίσματα (ξένο κλειδί) του πρωτεύοντος κλειδιού της σχέσης που παριστάνει τον τύπο οντοτήτων η συσχετίσεων του οποίου γνώρισμα είναι το A.


Μετατροπή E-R σε σχεσιακό μοντέλο

Άλλες περιπτώσεις:

- Δεν είναι πλήρης ή έχει επικαλύψεις: Δεν υπάρχει δηλαδή οντότητα που να ανήκει σε κάποια γενίκευση αλλά ούτε ανήκει σε κάποια εξειδίκευση. Επίσης υπάρχει οντότητα που συμμετέχει ταυτόχρονα σε πάνω από δύο εξειδικεύσεις της ίδιας γενίκευσης
- Πλήρης και χωρίς επικαλύψεις



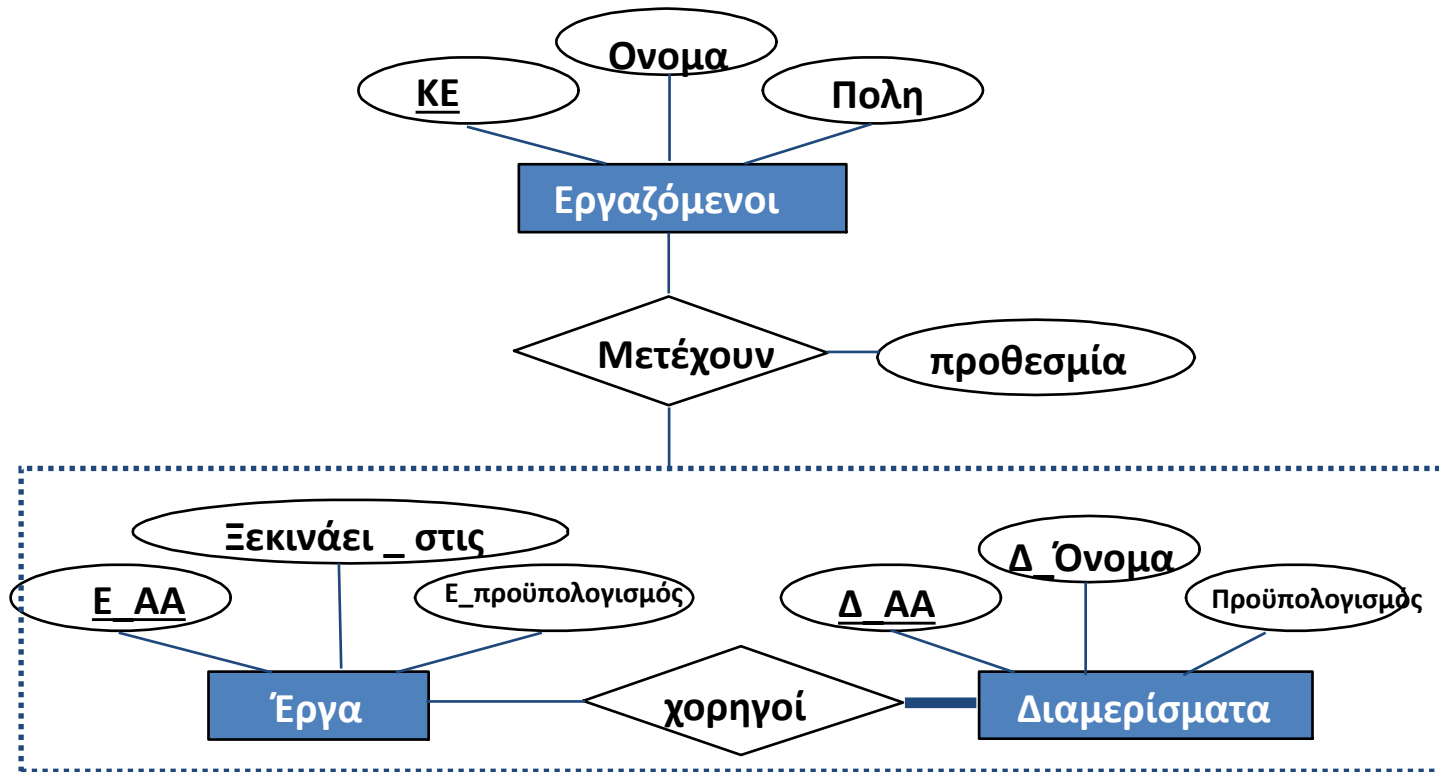
Σε αυτήν την περίπτωση προκύπτουν N σχέσεις για κάθε υπό-τύπο οντοτήτων οι οποίες κληρονομούν και τα γνωρίσματα της γενίκευσης



Σε αυτήν την περίπτωση προκύπτουν $N+1$ σχέσεις για την γενίκευση και για κάθε υπό-τύπο οντοτήτων (με τα γνωρίσματα του και το πρωτεύον κλειδί της σχέσης το οποίο αντιπροσωπεύει το ξένο κλειδί

Συσώρευση

Η συσώρευση επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας τύπος συσχετίσεων σαν τύπος οντοτήτων για λόγους συμμετοχής σε άλλες συσχετίσεις.



Συσσώρευση

Άλλες περιπτώσεις:

- Συσσώρευση: Είναι μία συσχέτιση μεταξύ ενός τύπου οντοτήτων και ενός τύπου συσχετίσεων όμως με διαφορετική αντιμετώπιση γιατί δεν υποστηρίζεται από το μοντέλο E-R



- Νέα σχέση (εάν η συσχέτιση είναι M:N)
- Προσκόλληση στη μία από τις δύο σχέσεις που αντιπροσωπεύουν τις δύο πλευρές της συσχέτισης (εάν η συσχέτιση είναι 1:1 ή N:1 ή 1:N)

Επανάληψη

- Τύπος οντοτήτων ➡ Σχέση (οντοτήτων)
- Τύπος συσχέτισης 1:1 ή 1:N ➡ Ξένο κλειδί ή Σχέση (συσχέτισης)
- Τύπος συσχέτισης M:N ➡ Σχέση (συσχέτισης) με 2 (γενικά, n) ξένα κλειδιά
-
- Απλό γνώρισμα ➡ Γνώρισμα
- Σύνθετο γνώρισμα ➡ Σύνολο από γνωρίσματα
- Πλειότιμο γνώρισμα ➡ Σχέση και ξένο κλειδί

Επανάληψη

Γενίκευση is_A (πλήρης και χωρίς επικαλύψεις) \Rightarrow N Σχέσεις που «κληρονομούν» και τα γνωρίσματα της γενίκευσης

Γενίκευση is_A (αλλιώς) \Rightarrow $N+1$ Σχέσεις, οι N Σχέσεις με ξένο κλειδί

Συσώρευση \Rightarrow Ό,τι ισχύει και για τον Τύπο συσχέτισης