

BAZE DE DATE

CURS 3

Modelarea entitate-relație (continuare).

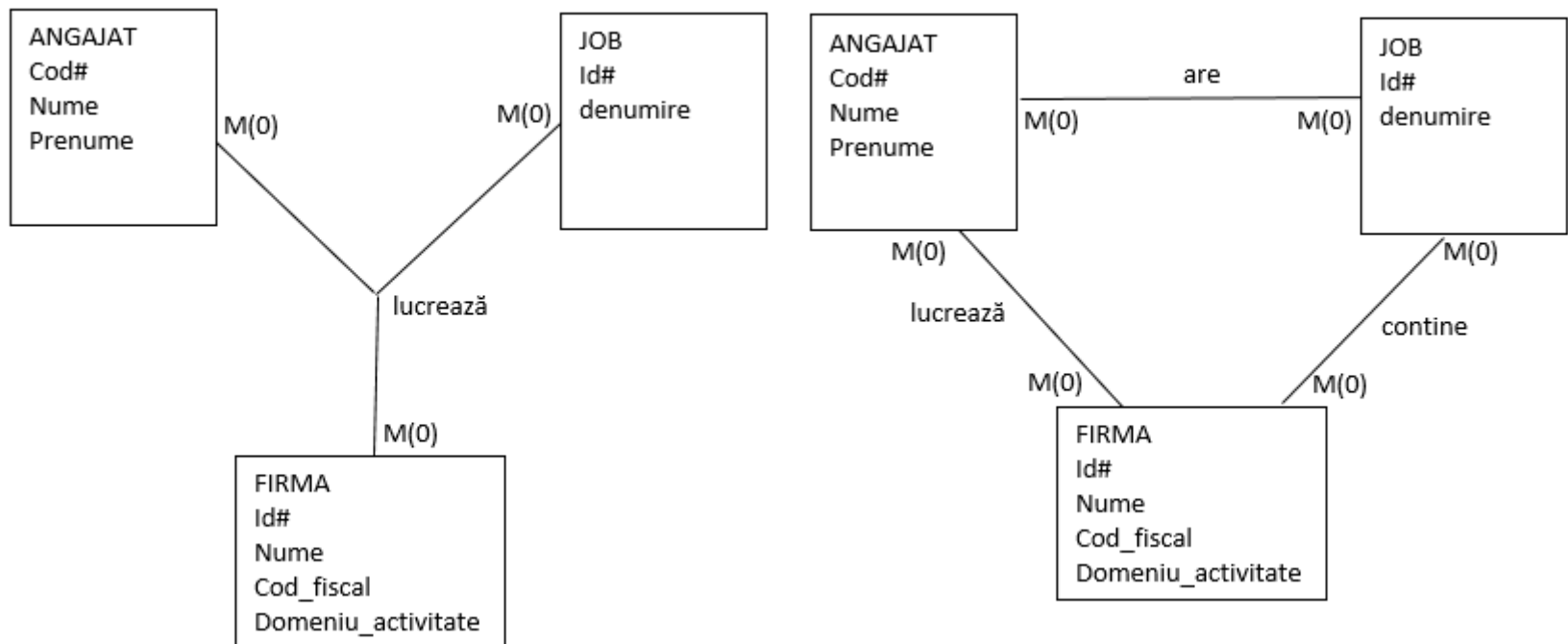
Modelul relațional.

Observații temă

- Cardinalitățile se pun **la ambele capete** ale relației (nu doar la mijloc).
- În anumite reprezentări, există "**roluri**" ale relației => regăsim verbe la ambele capete => OK (dar se recomandă notația de la curs).
- Aceeași observație pentru alte reprezentări alternative, precum foot-crow. Nu o folosim, ci recurgem la **reprezentarea cu cardinalitate maximă și minimă!**
- Greșeli la cardinalitate (valorile au fost inversate între capete).
- Regulile modelului trebuie să reflecte cât mai bine realitatea.
- **CNP** nu trebuie folosit drept cheie primară – nu este o alegere adecvată din 2 motive: nu este ușor de folosit și reprezintă o informație confidențială!
- Observație referitoare la dinamica modelului: depinde de relevanța intervalului de timp pentru care proiectăm! Vezi exemplul de la laborator: este important acolo să știm istoricul angajaților în companie dar nu avem un istoric al șefilor de departamente (daca nu cumva se poate deduce acest lucru tot din istoricul job-urilor)
 - Ce relație ar pune între entitățile PASAGER și AUTOBUZ? Dar STUDENT-CAMERA?
- Validez întotdeauna punând întrebări modelului !

Relație de tip 3 - exemplu

- Presupunem că o persoana poate fi angajată la mai multe firme, putând avea câte un job diferit la fiecare dintre acestea. De ce diagramele de mai jos nu sunt echivalente? Demonstrați pe baza unui contraexemplu.



Exemplul 1

Gestiunea activităților de împrumut dintr-o bibliotecă

- **Entitățile și relațiile** care intervin în acest model sunt următoarele:
 - **CARTE** (entitate independentă) – orice carte care se găsește în inventarul bibliotecii. Cheia primară este atributul *cod_carte*.
 - **CITITOR** (entitate independentă) – orice cititor care poate împrumuta cărți. Cheia primară este atributul *cod_cititor*.
 - **DOMENIU** (entitate independentă) – domeniul căruia îi aparține o carte. Cheia primară este atributul *cod_domeniu*.
 - **IMPRUMUTA** – relație care leagă entitățile CITITOR și CARTE.
 - **APARTINE** – relație care leagă attributele CARTE și DOMENIU.

Obs: S-a presupus (restrictiv) că într-o zi un cititor nu poate împrumuta de mai multe ori aceeași carte -> regulă a modelului.
- **Ce cardinalități au cele două relații?**
- **Reprezentați diagrama E/R a acestui model.**

Exemplul 2

Gestiunea campionatelor de fotbal ale diferitelor țări

- **Entitățile** modelului sunt următoarele:
 - **ECHIPA, SPONSOR, MECI, ETAPA, CAMPIONAT**
- Precizați relațiile care există între aceste entități și cardinalitatea lor.
- Reprezentați diagrama E/R a acestui model.

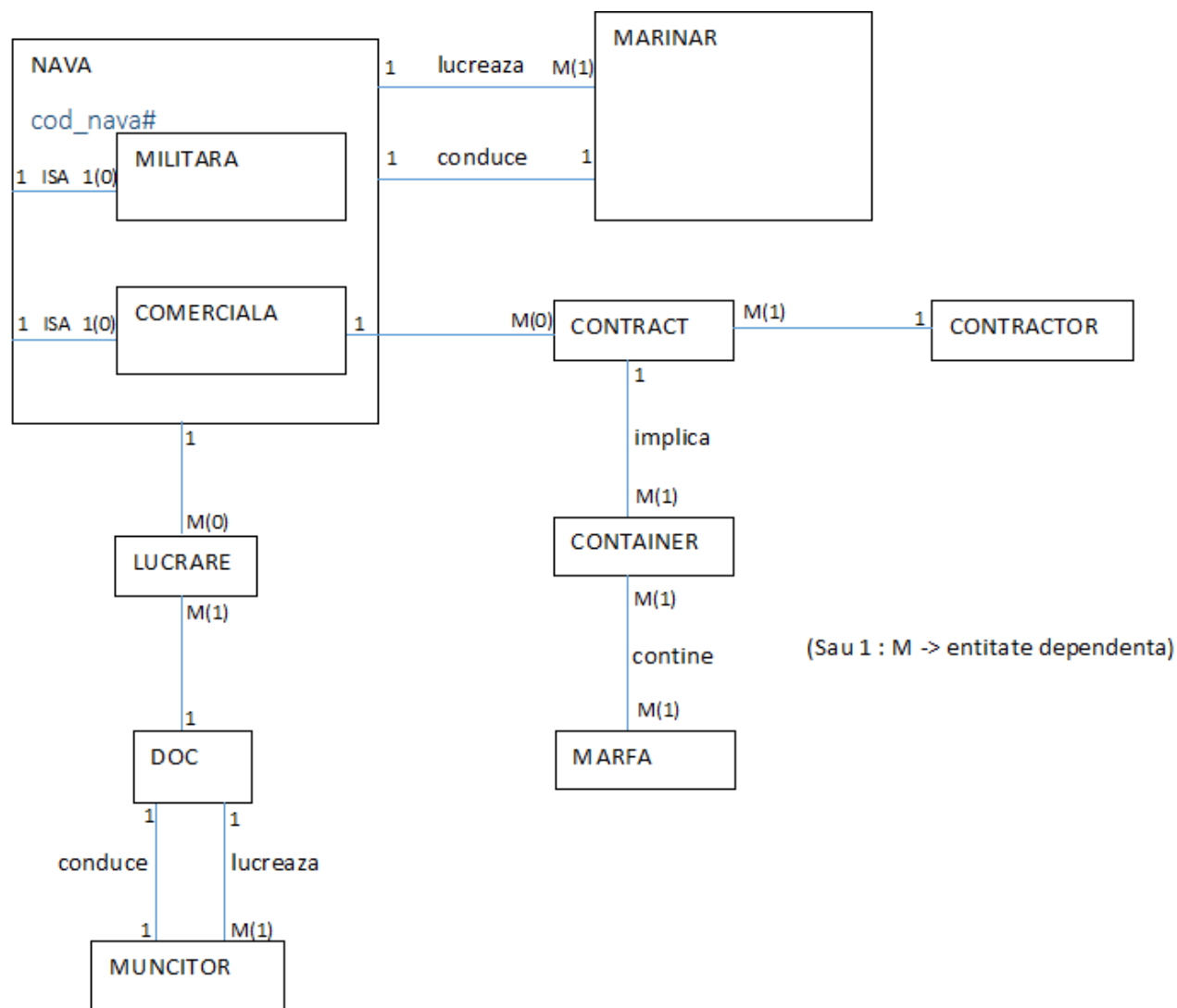
Exemplul 3

Gestiunea activităților dintr-un port referitoare la servirea navelor

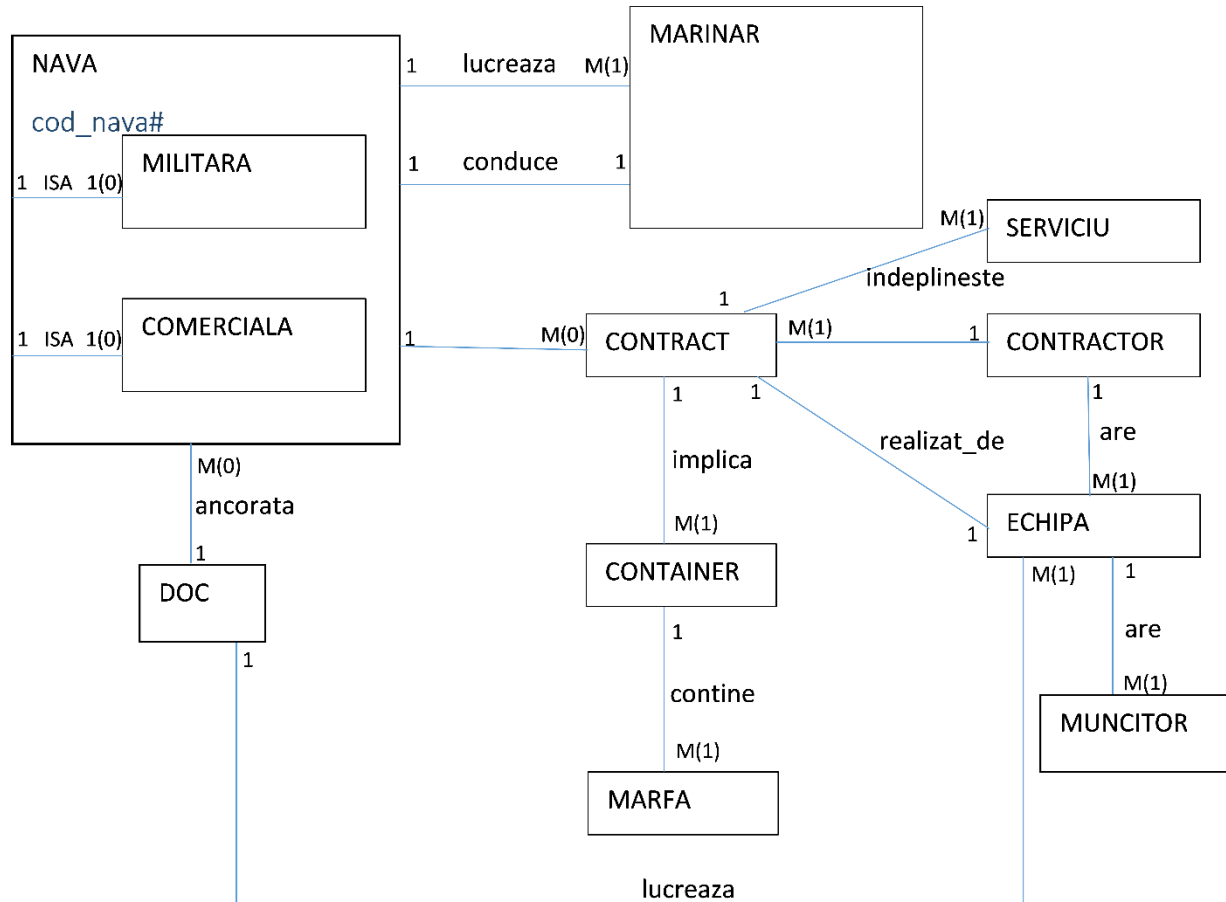
- Întrebări al căror răspuns trebuie să se regăsească în descrierea și regulile de funcționare ale modelului:
 - Ce tipuri de nave există?
 - Ce servicii pot fi oferite navelor (tipuri de lucrări)?
 - Ce atribute are entitatea DOC?
 - Ce tipuri de personal pot intra în componența diferitelor echipe?
 - Etc .
 - Exemple de specificații:
 - ☐ Pentru nave sunt semnate contracte de încărcare/descărcare cu contractori
 - ☐ Marfa ajunge în port în containere
 - Dați exemple de alte întrebări al căror răspuns trebuie specificat în descriere și reguli.
- **Reprezentați diagrama E/R a unui model ce tratează cel puțin aspectele de mai sus.**

Exemplul 3 (continuare)

Care dintre
variantele
următoare este
corectă? Corectați.



Exemplul 3 (continuare)



PROIECTAREA BAZELOR DE DATE RELAȚIONALE



Modelarea entitate-
relație (E/R)



Diagrame entitate-
relație

Modelul relațional

Modelul relațional



Modelul relațional

- Conceput și dezvoltat de E.F. **Codd**
- Model formal de organizare conceptuală a datelor, destinat reprezentării legăturilor dintre date, bazat pe **teoria matematică a relațiilor**.
- **Modelul relațional este alcătuit numai din relații** și prin urmare, orice interogare asupra bazei de date este tot o relație.
- Cercetarea în domeniu → 3 mari proiecte (*System R, INGRES, PRTV*)

Modelul relațional

- **Calități:**
 - este **simplu**;
 - **riguros** din punct de vedere matematic;
 - **nu este orientat** spre sistemul de calcul.
- **Definirea unui SGBD relațional presupune:**
 - prezentarea datelor în **tabele** supuse anumitor operații de tip **proiecție, selecție, reuniune, compunere, intersecție** etc.
 - un sistem de baze de date ce suportă un limbaj de tip **SQL** – *Structured Query Language*;
 - un sistem de baze de date care respectă **principiile modelului relațional** introdus de E.F. Codd.

Modelul relațional

- **Caracteristicile** unui model relațional:

- **structura** relațională a datelor;
- **operatorii** modelului relațional;
- **regulile de integritate** care guvernează folosirea cheilor în model.

➤ Aceste trei elemente corespund celor trei componente ale ingineriei *software*:

➤ **informație**

➤ **proces**

➤ **integritate.**

Modelul relațional

Structura datelor

- Definirea noțiunilor de **domeniu**, **relație**, **schemă relațională**, **valoare null** și **tabel vizualizare** (*view*).
- Conceptele utilizate pentru a descrie **formal**, **uzual** sau **fizic** elementele de bază ale organizării datelor:

Formal	Uzual	Fizic
Relație	Tabel / tabelă	Fișier
Tuplu	Linie	Înregistrare
Atribut	Coloană	Câmp
Domeniu	Tip de date	Tip de date

Modelul relațional

- **Domeniu** – mulțime de valori care poate fi definită fie enumerând elementele componente, fie definind o proprietate distinctivă a domeniului valorilor.
- Fie D_1, D_2, \dots, D_n domenii finite, nu neapărat disjuncte. **Produsul cartezian** $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ al domeniilor D_1, D_2, \dots, D_n este definit de mulțimea **tuplurilor** (V_1, V_2, \dots, V_n) , unde $V_1 \in D_1, V_2 \in D_2, \dots, V_n \in D_n$. Numărul n definește **aritatea tuplului**.
- O **relație** R pe mulțimile D_1, D_2, \dots, D_n este o **submulțime a produsului cartezian** $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$, deci este o **mulțime de tupluri**.
- Caracteristicile unei relații → comentat curs!

Modelul relațional

- Definirea unei relații se referă la **mulțimi care variază în timp**.
- Este necesar un **element invariant** în timp: **structura relației** (**schema relațională**).
- **Mulțimea numelor atributelor corespunzătoare unei relații R definește schema relațională a relației respective.**
- Vom nota schema relațională prin **$R(A_1, A_2, \dots, A_n)$** . Exemplu!
- Putem reprezenta o relație printr-un **tabel bidimensional**.
 - O **coloană** corespunde de fapt unui **atribut**.
 - Numărul atributelor definește **gradul** relației, iar numărul de tupluri din relație definește **cardinalitatea** relației.

Modelul relațional

Exemplu (crearea unui tabel în SQL):

```
CREATE TABLE salariat (  
    cod_salariat      NUMBER(4) PRIMARY KEY,  
    nume              VARCHAR2(25),  
    prenume           VARCHAR2(20),  
    salariu           NUMBER(8, 2),  
    sef               NUMBER(4),  
    job_cod            VARCHAR2(6),  
    cod_departament   NUMBER(3));
```

Modelul relațional

Valoare *null*

- Când se inserează tupluri într-o relație, de multe ori un atribut este **necunoscut** sau **neaplicabil**.
- Pentru a reprezenta acest atribut a fost introdusă o valoare convențională în relație, și anume valoarea *null*.
- Este necesară o aritmetică și o logică nouă care să cuprindă acest element.
 - Rezultatul operatorilor aritmetici sau logici este *null* când unul din argumente este *null*. Comentat excepții!
 - Prin urmare, „*null* = *null*” are valoarea *null*, iar $\neg \text{null}$ este *null*.

Modelul relațional

- Tabelele de adevăr pentru operatorii AND și OR:

AND	T	F	Null
T	T	F	Null
F	F	F	F
Null	Null	F	Null

OR	T	F	Null
T	T	T	T
F	T	F	Null
Null	T	Null	Null

Modelul relațional

Tabelul vizualizare

- **View**, filtru, relație virtuală, vedere
- constituie un filtru relativ la unul sau mai multe tabele, care conține numai informația necesară unei anumite abordări sau aplicații.
 - Securitate, reactualizări → comentat la curs!
- Vizualizarea este **virtuală** deoarece datele pe care le conține nu sunt în realitate memorate într-o bază de date. Este memorată numai **definiția** vizualizării.
 - Vizualizarea nu este definită explicit, ca relațiile de bază, prin mulțimea tuplurilor componente, ci **implicit**, pe baza altor relații prin intermediul unor expresii **relaționale**.
 - Stabilirea efectivă a tuplurilor care compun vizualizarea se realizează prin **evaluarea expresiei** atunci când utilizatorul se referă la această vizualizare.

Modelul relațional

Exemplu (crearea unei vizualizări în *SQL*):

```
CREATE VIEW programator(nume,departament)
    AS SELECT      nume, cod_departament
        FROM      salariat
        WHERE      job_cod='IT_PROG';
```

Modelul relațional

Reguli de integritate

→ **asertiuni** pe care datele conținute în baza de date trebuie să le satisfacă.

➤ Trebuie făcută **distincția** între:

- **regule structurale** inerente modelării datelor;
- **regule de funcționare** specifice unei aplicații particulare.
- Există **trei tipuri de constrângeri structurale**:

- de cheie
- de referință
- de entitate

constituie **mulțimea minimală de reguli de integritate** pe care **trebuie** să le respecte un SGBD relațional

Restricțiile de integritate minimale sunt definite în raport cu **noțiunea de cheie a unei relații**.

Modelul relațional

- O **mulțime minimală** de attribute ale căror valori **identifică unic** un tuplu într-o relație reprezintă o **cheie** pentru relația respectivă.
 - Fiecare relație are cel puțin o cheie.
 - Una dintre **cheile candidat** va fi aleasă pentru a identifica efectiv tupluri și ea va primi numele de **cheie primară**.
 - Cheia primară nu trebuie să fie reactualizată.
 - Attributele care reprezintă cheia primară sunt **fie subliniate, fie urmate de semnul #** în diagrama E/R și în schemele relaționale.

Modelul relațional

- O **cheie** identifică linii și este diferită de un **index** care localizează liniile.
- O **cheie secundară** este folosită ca index pentru a accesa tupluri.
- Un grup de atribute din cadrul unei relații care conține o **cheie** a relației poartă numele de **supercheie**.
- Fie schemele relaționale **$R1(P1\#, S1)$** și **$R2(S1\#, S2)$** , unde **$P1$** este cheie primară pentru **$R1$** , **$S1$** este cheie secundară pentru **$R1$** , iar **$S1$** este cheie primară pentru **$R2$** . În acest caz, vom spune că **$S1$** este **cheie externă** (cheie străină) pentru **$R1$** .

$R1(P1\#, S1)$



$R2(S1\#, S2)$

Modelul relațional

Modelul relațional respectă **trei reguli de integritate structurală**.

- **Regula 1 – unicitatea cheii**. Cheia primară trebuie să fie **unică** și **minimală**.
- **Regula 2 – integritatea entității**. Atributele cheii primare trebuie să fie **diferite de valoarea null**.
- **Regula 3 – integritatea referirii**. O cheie externă trebuie să fie ori **null în întregime**, ori să corespundă unei **valori a cheii primare asociate**.

Proiectarea modelului relațional

Proiectarea modelului relațional

Transformarea entităților

- **Entitățile independente** devin **tabele independente**.
 - Cheia primară nu conține chei externe.
- **Entitățile dependente** devin **tabele dependente**.
 - Cheia primară a entităților dependente conține cheia primară a entității de care depinde (cheie externă) **plus** unul sau mai multe attribute adiționale.
- **Subentitățile** devin **subtabele**.
 - Cheia externă se referă la supertabel, iar cheia primară este această cheie externă (cheia primară a subentității PROGRAMATOR este *cod_salariat* care este o cheie externă).

Proiectarea modelului relațional

Transformarea relațiilor (1/2)

- Relațiile **1:1** și **1:n** devin **chei externe**.
 - Relația **1:1** plasează cheia externă **în tabelul cu mai puține linii**.
 - Relația **1:n** plasează cheia externă **în tabelul corespunzător cardinalității *many***.
 - Relația *conduce* devine coloană în tabelul DEPARTAMENT, iar relația *lucreaza_in* devine coloană în tabelul SALARIAT.
 - Simbolul „**x**” indică plasamentul cheii externe, iar simbolul „**x**” exprimă faptul că această cheie externă este conținută în cheia primară.

Proiectarea modelului relațional

Transformarea relațiilor (2/2)

- Relația **m:n** devine un tabel special, numit **tabel asociativ**, care are **două chei externe** pentru cele două tabele asociate.
 - Cheia primară este compunerea acestor două chei externe **plus eventuale coloane adiționale**.
 - Tabelul se desenează punctat.
- Relațiile **de tip trei** devin **tabele asociative**.
 - Cheia primară este compunerea a trei chei externe plus eventuale coloane adiționale.

Proiectarea modelului relațional

Transformarea atributelor

- **Un atribut singular** devine o **coloană**.
- **Atributele multiple** devin **tabele dependente** ce conțin cheia primară a entității și atributul multiplu.
 - Cheia primară este o cheie externă, **plus** una sau mai multe coloane adiționale.
- Ce devin **atributele relațiilor**?
 - Pentru relații **1:1** și **1:n**, atributele relațiilor vor aparține **tabelului care conține cheia externă**
 - Pentru relații **m:n** și **de tipul trei**, atributele vor fi plasate **în tabelele asociative**.

Proiectarea modelului relațional

- Cele patru tipuri de tabele (**independente**, **dependente**, **subtabele** și **asociative**) se deosebesc prin structura cheii primare.

Tabel	Reprezintă	Cheie primară
Independent	Entitate independentă	Nu conține chei externe
Subtabel	Subentitate	O cheie externă
Dependent	Entitate dependentă	O cheie externă și una sau mai multe coloane adiționale
	Atribut multiplu	
Asociativ	Relație m:n	Două sau mai multe chei externe și (opțional) coloane adiționale
	Relație de tip 3	

- **Diagramele conceptuale pentru proiectarea modelelor relaționale comentate vor fi construite din diagramele E/R prin adăugarea tabelelor asociative și prin marcarea cheilor externe.**

Exemplu

- Proiectați diagrama E/R pentru repartizarea studenților în căminele universității.

TEMĂ

- Proiectați diagrama E/R și diagrama conceptuală pentru baza de date a unui site de stagii pentru studenți (*internship-uri*). Specificați schemele relaționale corespunzătoare diagramei conceptuale obținute.
 - Lista minimală a entităților și atributelor care vor apărea în model este următoarea: angajator, persoana de contact, universitate, facultate, student, domeniu de studiu, an de studiu, stagiu, competente necesare, coordonator stagiu, interviu.
- Observații:
 - Va fi creat un assignment Teams prin intermediul căruia vor fi trimise soluțiile până pe 30 martie 2024, ora 23:59
 - Diagramele vor respecta notațiile folosite la curs.

Bibliografie

- Popescu, I., Velcescu, L., ***Proiectarea bazelor de date***, Editura Universității din București, 2008 – Capitolele 2, 3
- Connolly, T.M., Begg, C.E., Database Systems: ***A Practical Approach to Design, Implementation and Management***, 6th edition, Pearson Education, 2015 – Capitolele 16, 17