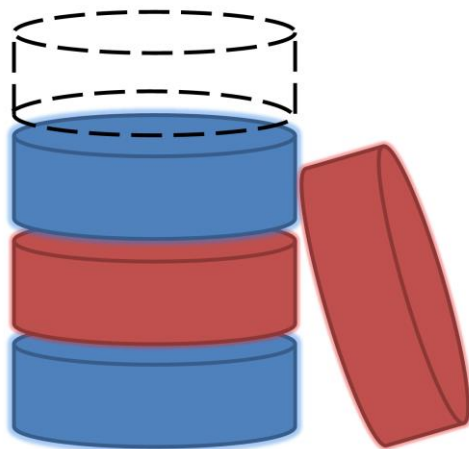


# Forme normale

continuare



# Dependențe multivaloare

<b>course</b>	<b>teacher</b>	<b>book</b>
alg101	Green	Alg Basics
alg101	Green	Alg Theory
alg101	Brown	Alg Basics
alg101	Brown	Alg Theory
logic203	Green	Logic B.
logic203	Green	Logic F.
logic203	Green	Logic intro.

relația e în BCNF

# Dependențe multivaloare

■ Fie  $\alpha, \beta$  două submulțimi de attribute din  $R$ . Dependența multivaloare  $\alpha \twoheadrightarrow \beta$  este respectată de  $R$  dacă, pentru fiecare instanță validă  $r$  a lui  $R$ , fiecare valoare  $\alpha$  este asociată cu o mulțime de valori pentru  $\beta$  și această mulțime valori este independentă de valorile altor attribute.

■ Formal: dacă  $\alpha \twoheadrightarrow \beta$  e respectată de  $R$  și  $\gamma = R - \alpha\beta$ , următoarea afirmație e adevărată pentru orice instanță validă  $r$  a lui  $R$ :

$$t_1, t_2 \in r \text{ și } \pi_\alpha(t_1) = \pi_\alpha(t_2) \Rightarrow \\ \exists t_3 \in r \text{ a.î. } \pi_{\alpha\beta}(t_1) = \pi_{\alpha\beta}(t_3) \text{ și } \pi_\gamma(t_2) = \pi_\gamma(t_3)$$

Ca și consecință, pentru  $t_2$  și  $t_1$  se poate deduce că există și  $t_4 \in r$  a.î.  $\pi_{\alpha\beta}(t_2) = \pi_{\alpha\beta}(t_4)$  și  $\pi_\gamma(t_1) = \pi_\gamma(t_4)$

# Dependențe multivaloare

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
$t_1$ →	a	$b_1$	$c_1$
$t_2$ →	a	$b_2$	$c_2$
$t_3$ →	a	$b_1$	$c_2$
$t_4$ →	a	$b_2$	$c_1$

$\forall t_1, t_2 \in r$  și  $\pi_X(t_1) = \pi_X(t_2) \Rightarrow$   
 $\exists t_3 \in r$  astfel încât  
 $\pi_{XY}(t_1) = \pi_{XY}(t_3),$   
 $\pi_Z(t_2) = \pi_Z(t_3)$

Reguli adiționale:

**Complementare:**  $X \twoheadrightarrow Y \Rightarrow X \twoheadrightarrow R - XY$

**Augumentare:**  $X \twoheadrightarrow Y, Z \subseteq W \Rightarrow WX \twoheadrightarrow YZ$

**Tranzitivitate:**  $X \twoheadrightarrow Y, Y \twoheadrightarrow Z \Rightarrow X \twoheadrightarrow Z - Y$

**Replicare:**  $X \rightarrow Y \Rightarrow X \twoheadrightarrow Y$

**Fuzionare:**  $X \twoheadrightarrow Y, W \cap Y = \emptyset, W \rightarrow Z, Z \subseteq Y \Rightarrow X \rightarrow Z$

# A patra formă normală (4NF)

**Definiție.** Fie  $R$  o schemă relațională și  $F$  o mulțime de dependențe funcționale și multivaloare pe  $R$ .

Spunem că  $R$  este în a patra forma normală NF4 dacă este în 3NF și pentru orice dependență multivaloare  $X \twoheadrightarrow Y$ :

- $Y \subseteq X$  sau
- $XY = R$  sau
- $X$  e super-cheie

# A patra formă normală (4NF)

<b>course</b>	<b>teacher</b>	<b>book</b>
alg101	Green	Alg Basics
alg101	Green	Alg Theory
alg101	Brown	Alg Basics
alg101	Brown	Alg Theory
logic203	Green	Logic B.
logic203	Green	Logic F.
logic203	Green	Logic intro.

course  $\twoheadrightarrow$  teacher

Relatia se poate descompune in:

(Course, Teacher)

si (Course, Book)

<b>course</b>	<b>teacher</b>
alg101	Green
alg101	Brown
logic203	Green

<b>course</b>	<b>book</b>
alg101	Alg Basics
alg101	Alg Theory
logic203	Logic B.
logic203	Logic F.
logic203	Logic intro.

# Dependența *Join*

■ Spunem ca R satisface dependența *join*

$\otimes\{R_1, \dots, R_n\}$  dacă

$R_1, R_2, \dots, R_n$

este o descompunere cu joncțiuni fără pierderi a lui R.

O dependență multivaloare  $X \twoheadrightarrow Y$  poate fi exprimată ca o dependență *join*:

$\otimes\{XY, X(R-Y)\}$ .

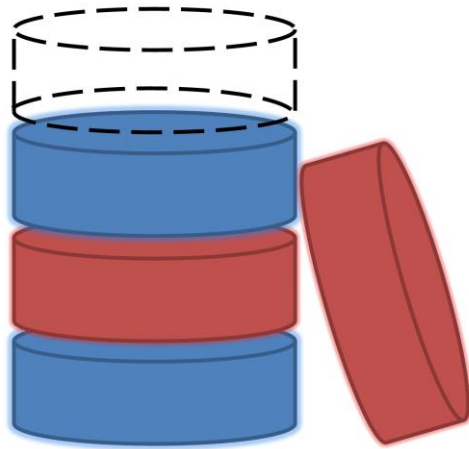
## A cincea formă normală (5NF)

O relație  $R$  este în NF5 dacă și numai dacă pentru orice dependență *join* a lui  $R$ :

- $R_i = R$  pentru un  $i$  oarecare, sau
- dependența este implicată de o mulțime de dependențe functionale din  $R$  în care partea stângă e o cheie pentru  $R$



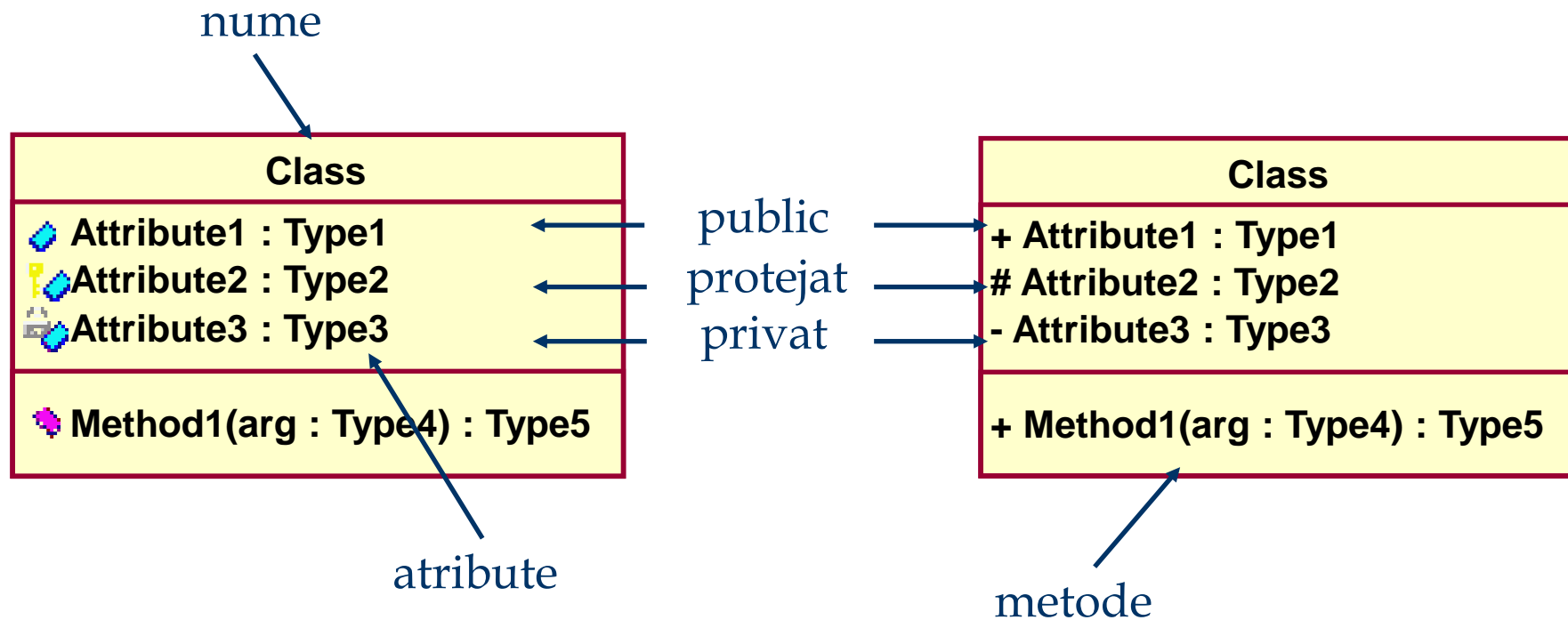
# Proiectarea bazelor de date



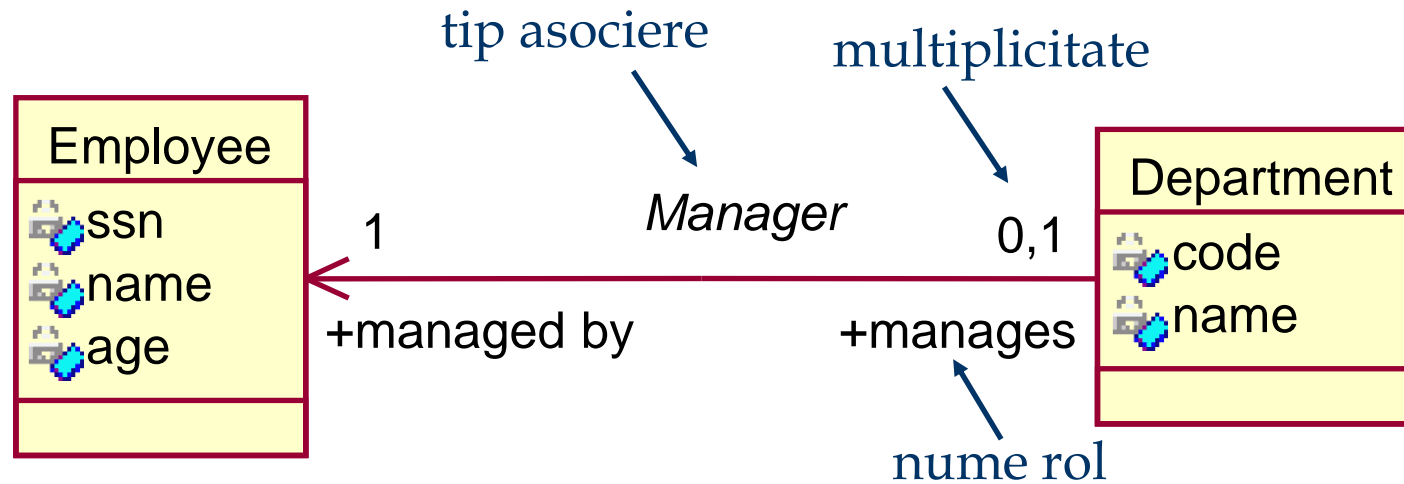
# Proiectarea bazelor de date

- **Proiectare conceptuală** (ex. diagrama de clase)
  - Identificarea entităților și a relațiilor dintre ele
- **Proiectarea logică**
  - Transformarea modelului conceptual într-o structură de baze de date (relațională sau nu)
- **Rafinarea bazei de date (normalizare)**
  - Eliminarea redundanțelor și a problemelor conexe
- **Proiectare fizică și eficientizare**
  - Indexare
  - De-normalizare!

# Diagrama de clase UML - Clase



# Diagrama de clase UML - Asocieri



## ■ Multiplicități:

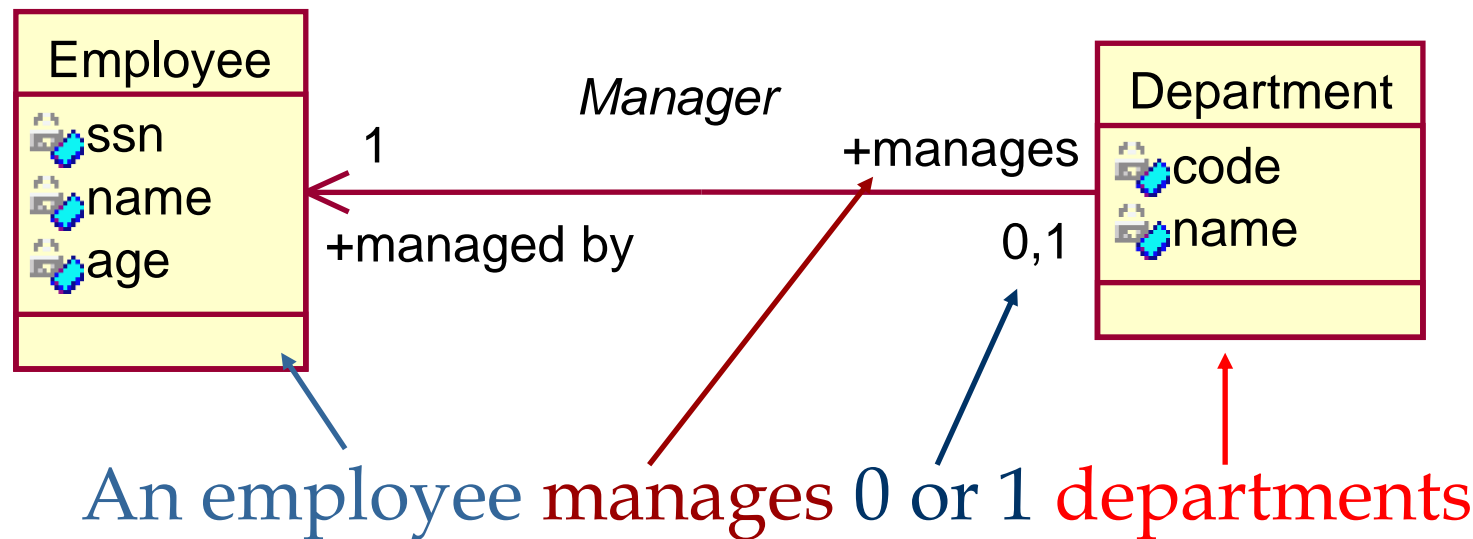
- valori: 4,5
- intervale: 1..10
- nedefinit: \*

## ■ Navigabilitatea asocierii:

- un sens
- bidirectional

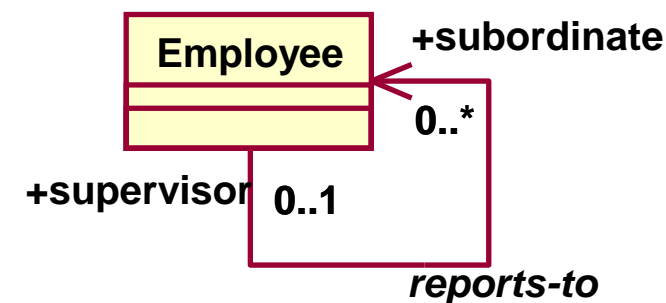
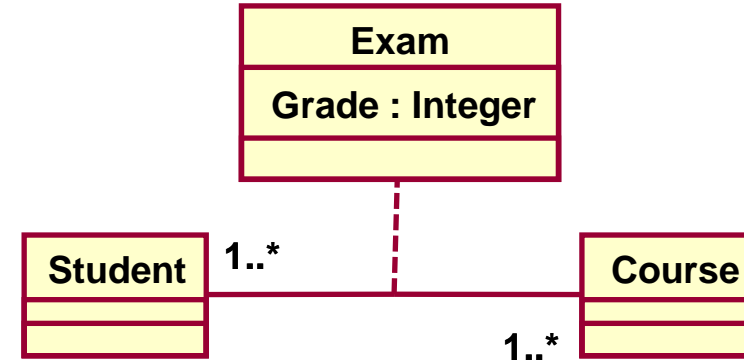
# Diagrama de clase UML - Asociieri

- Citirea numelor de rol

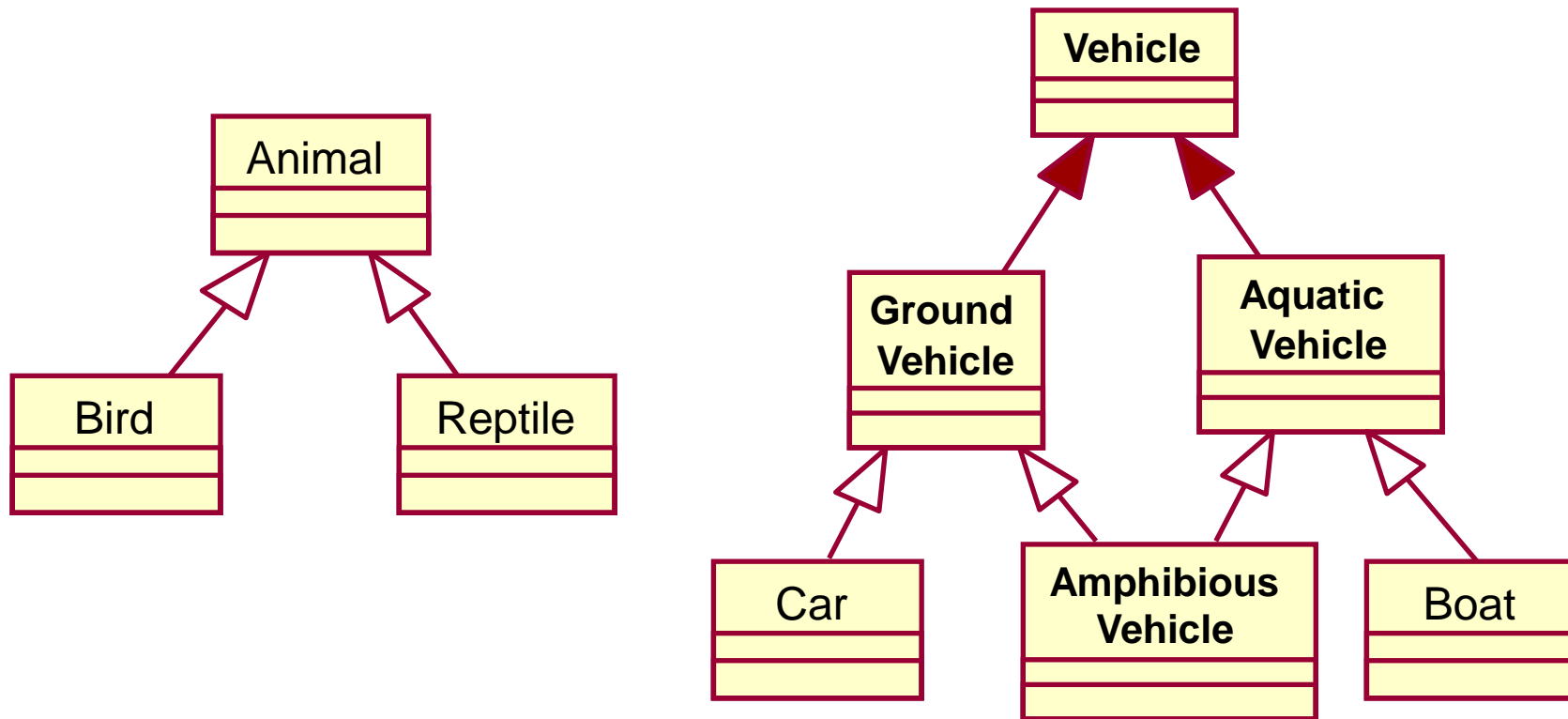


# Diagrama de clase UML - Asociieri

- Agregare
  - asociere parte-intreg
- Compunere
  - “weak entities”
- Clasa asociere
  
- Asociere reflexiva



# Diagrama de clase UML - Mostenire



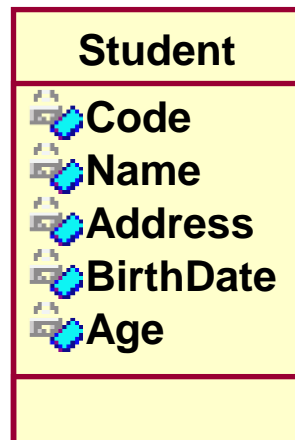
# Modelul conceptual $\Rightarrow$ bază de date relațională

- Transformare 1:1 a claselor în tabele:
  - Prea multe tabele – pot rezulta mai multe tabele decât este necesar
  - Prea multe op. join – consecință imediată a faptului că se obțin prea multe tabele
  - Tabele lipsă – asocierile m:n între clase implică utilizarea unei tabele speciale (*cross table*)
  - Tratarea necorespunzătoare a moștenirii
  - Denormalizarea datelor – anumite date se regăsesc în mai multe tabele



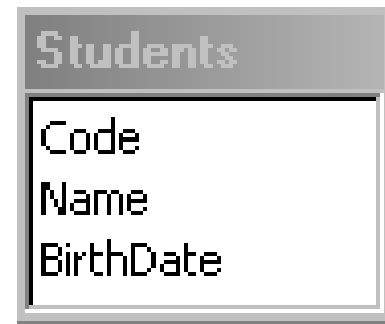
# Transformarea claselor în tabele

- Numele tabelii reprezintă pluralul numelui clasei
- Toate atributele simple sunt transformate în câmpuri
- Atributele compuse devin tabele de sine stătătoare
- Atributele derivate nu vor avea nici un corespondent în tabelă



Students (Code, Name, BirthDate)

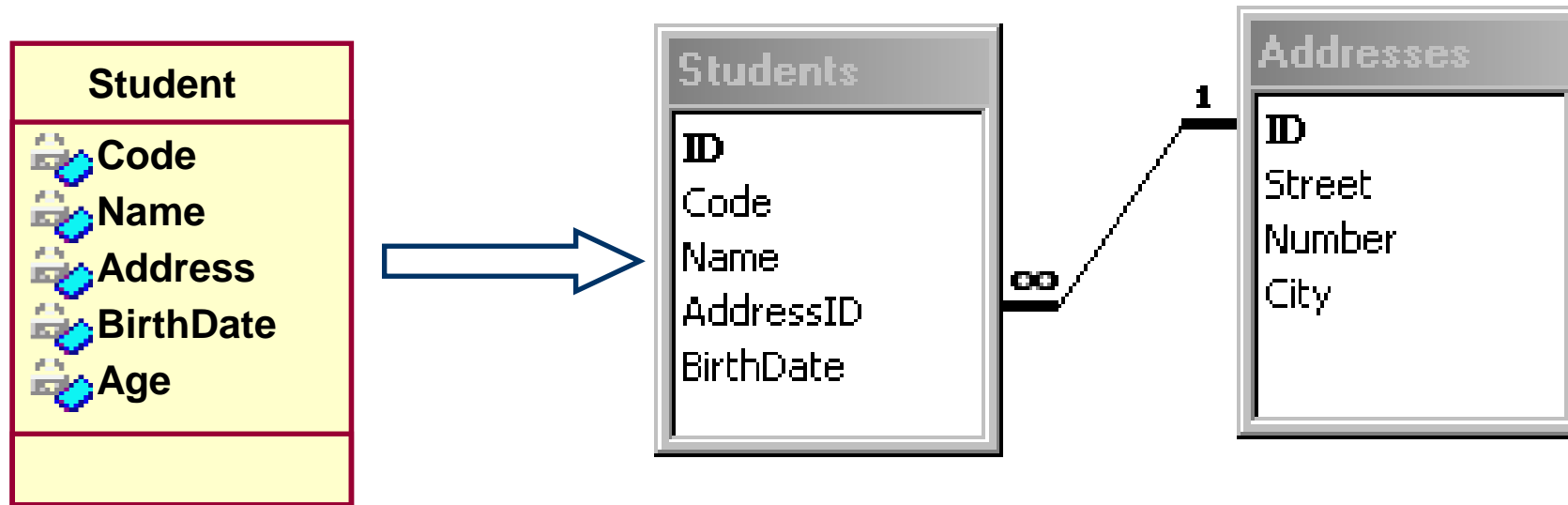
Addresses (Street, Number, City)



# Transformarea claselor în tabele

- Chei surogat – chei care nu sunt obținute din domeniul problemei modelate
- Conceptul de cheie nu este definit în cadrul claselor UML
- *O bună practică*: utilizarea (atunci când este posibil) a cheilor de tip întreg generate automat de SGBD:
  - ușor de întreținut (responsabilitatea sistemului)
  - eficient (interogări rapide)
  - simplifică definirea cheilor străine
- Disciplină de proiectare a BD:
  - toate cheile surogat vor fi numite **ID**
  - toate cheile străine se numesc **<NumeTabel>ID**

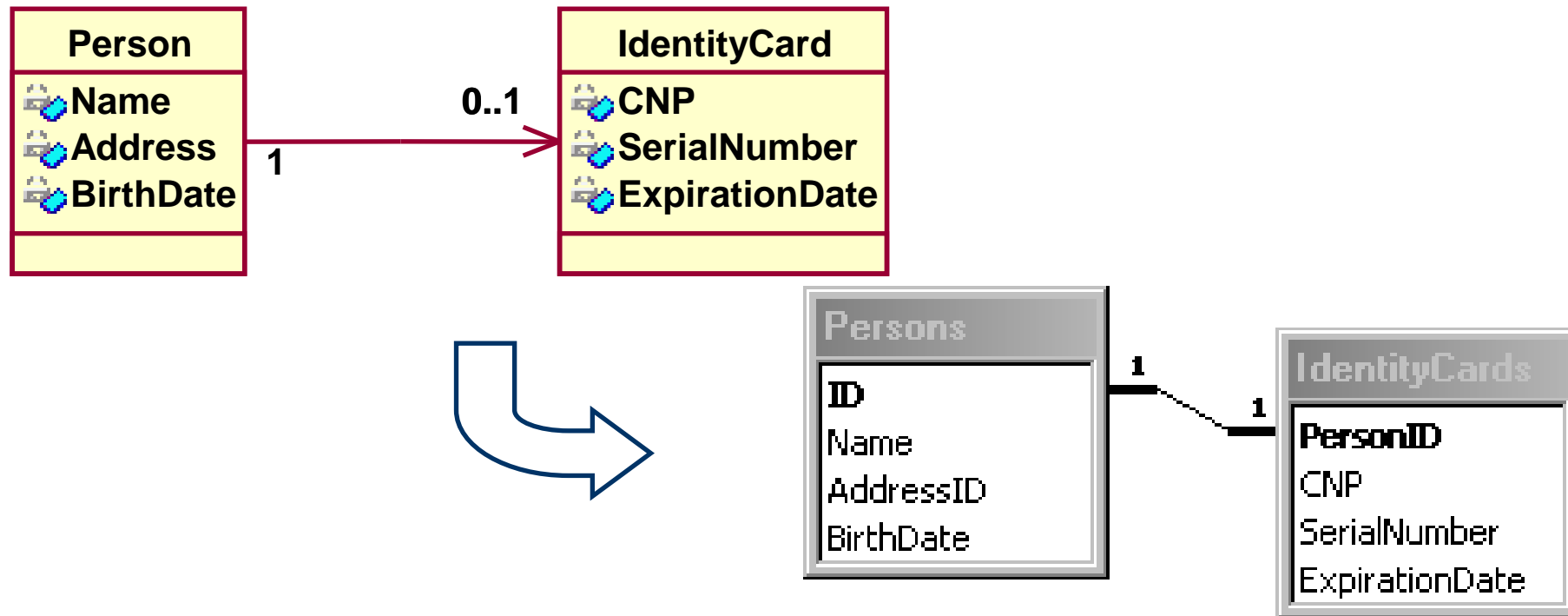
# Transformarea claselor în tabele (cont)



# Transformarea asocierilor simple

## ■ 1 : 0,1

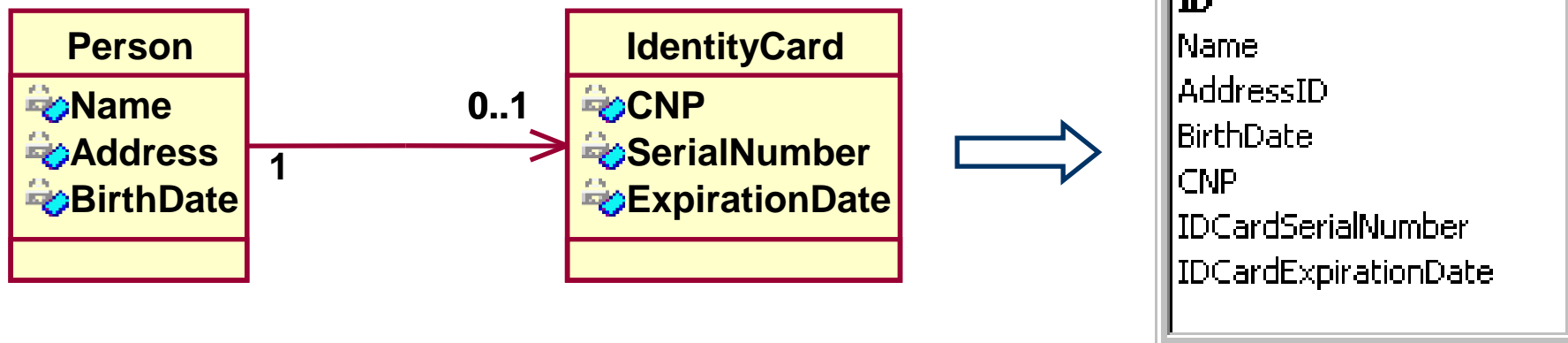
- se crează câte o tabelă corespunzătoare fiecărei clase implicate în asociere
- cheia tabelii corespunzătoare multiplicității “0, 1” este cheia străină în cea de-a doua tabelă
- o singură cheie va fi generată automat (de obicei cea corespunzătoare multiplicității “1”)



# Transformarea asocierilor simple (cont)

## ■ 1 : 1

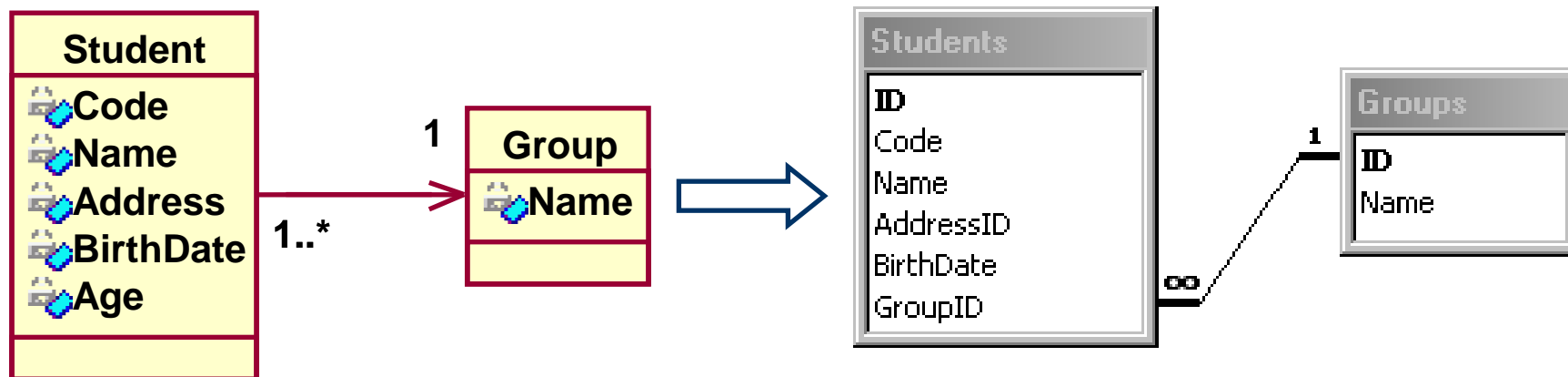
- se crează o singură tabelă ce conține attributele ambelor clase asociate
- aceasta variantă de transformare se aplică și asocierilor "1 : 0,1" atunci când este vorba de un număr relativ mic de cazuri în care obiectele primei clase nu sunt legate de obiectele celei de-a doua clase



# Transformarea asocierilor simple (cont)

## ■ 1 : 1..\*

- se crează câte o tabelă corespunzătoare fiecărei clase implicate în asociere
- cheia tabelii corespunzătoare multiplicității “ 1 ” este cheia străină în cea de-a doua tabelă, corespunzătoare multiplicității “1..\*”

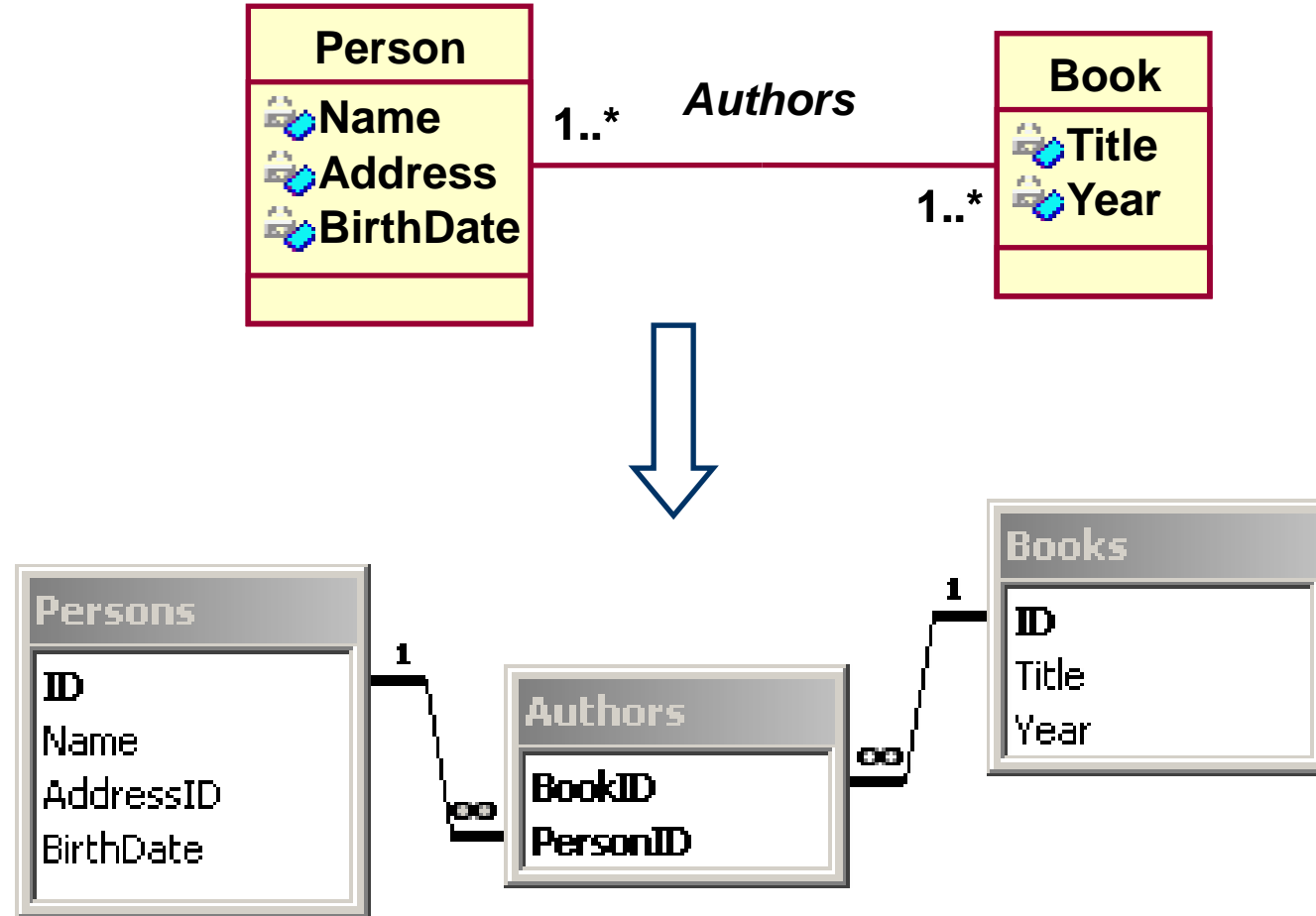


# Transformarea asocierilor simple (cont)

## ■ 1..\* : 1..\*

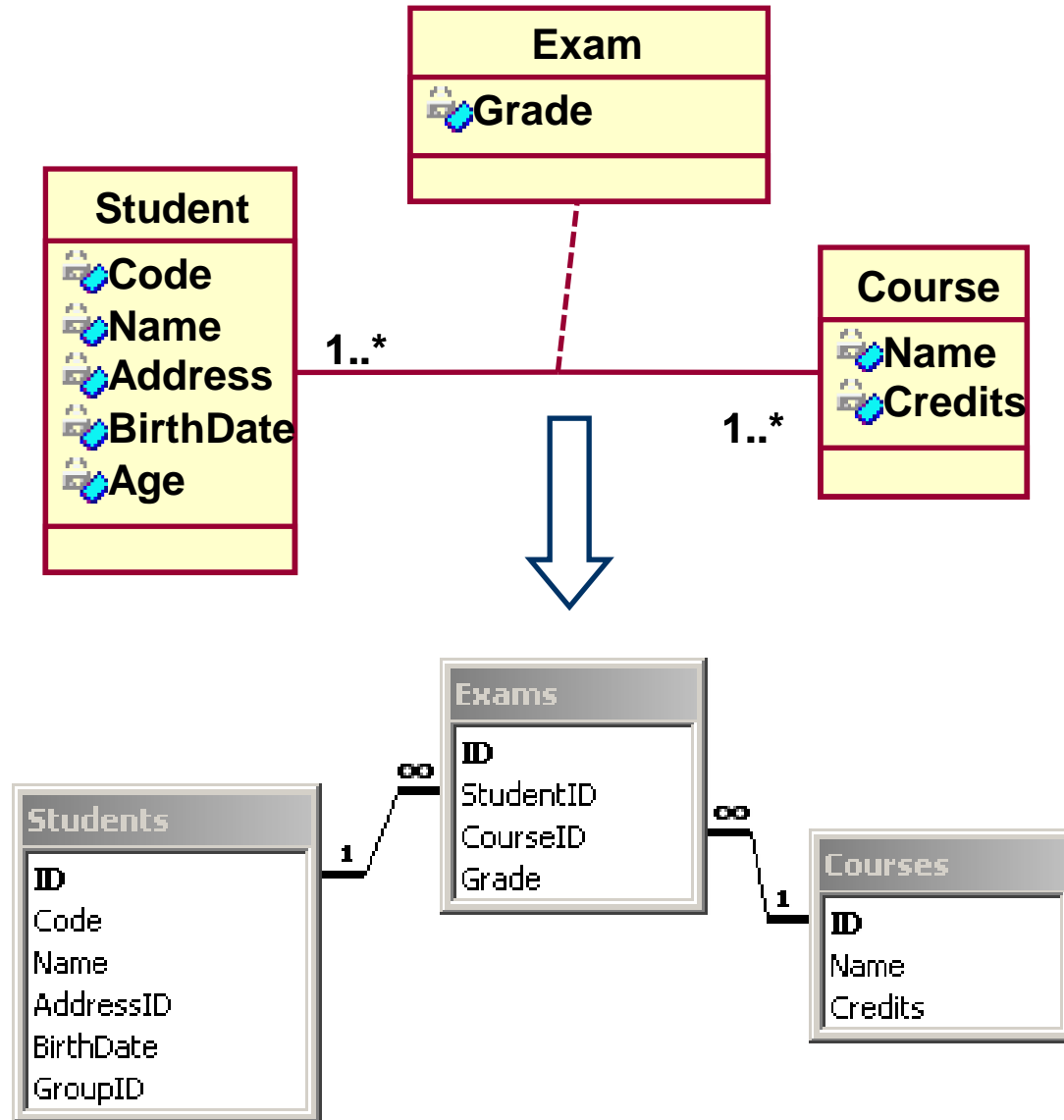
- se crează câte o tabelă corespunzătoare fiecărei clase implicate în asociere
- se crează o tabelă adițională numită tabelă de intersecție (*cross table*)
- cheile primare corespunzătoare tabelelor inițiale sunt definite ca și chei străine în tabela de intersecție
- cheia primară a tabelii de intersecție este, de obicei, compusă din cele două chei străine spre celelalte tabele. Sunt cazuri în care se utilizează și aici cheie surogat.
- dacă asocierea conține o clasă asociere, toate atributele acestei clase vor fi inserate în tabela de intersecție
- uzual, numele tabelii de intersecție este o combinație a numelor tabelilor inițiale dar acest lucru nu este necesar.

# Transformarea asocierilor simple (cont)





# Transformarea asocierilor simple (cont)



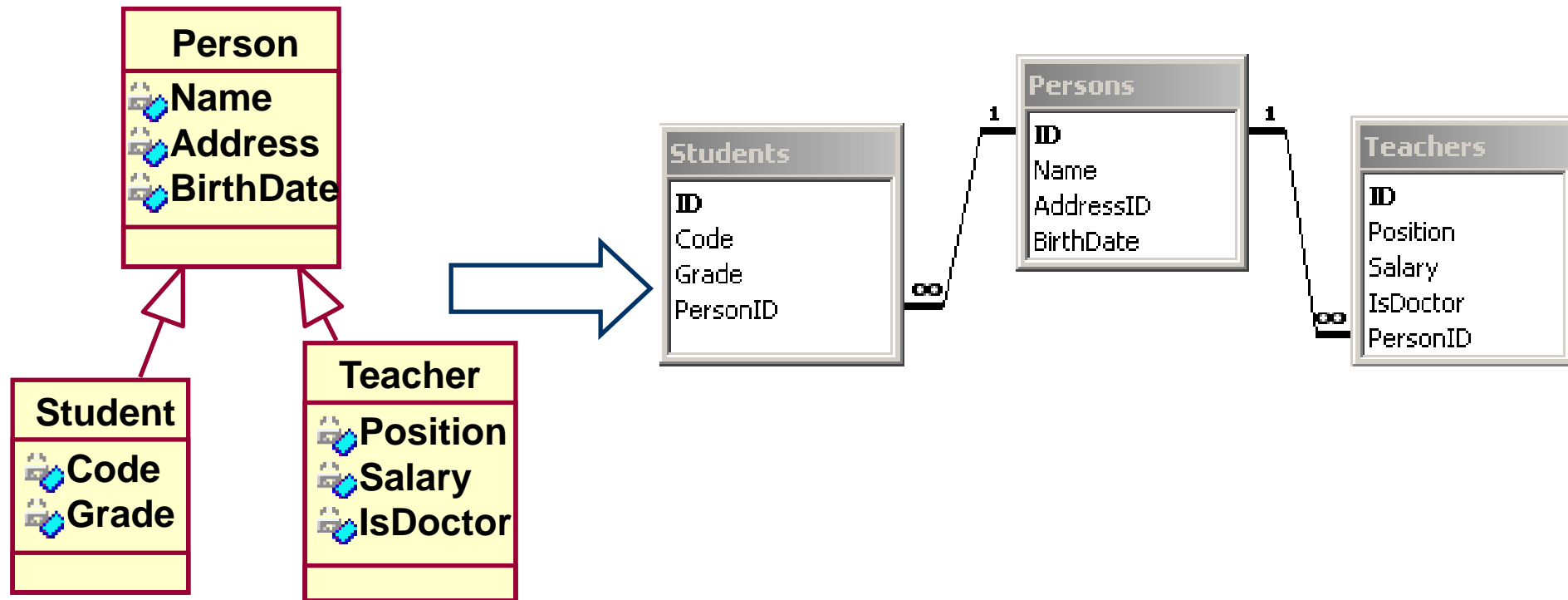
# Transformarea moștenirii

## Metoda 1

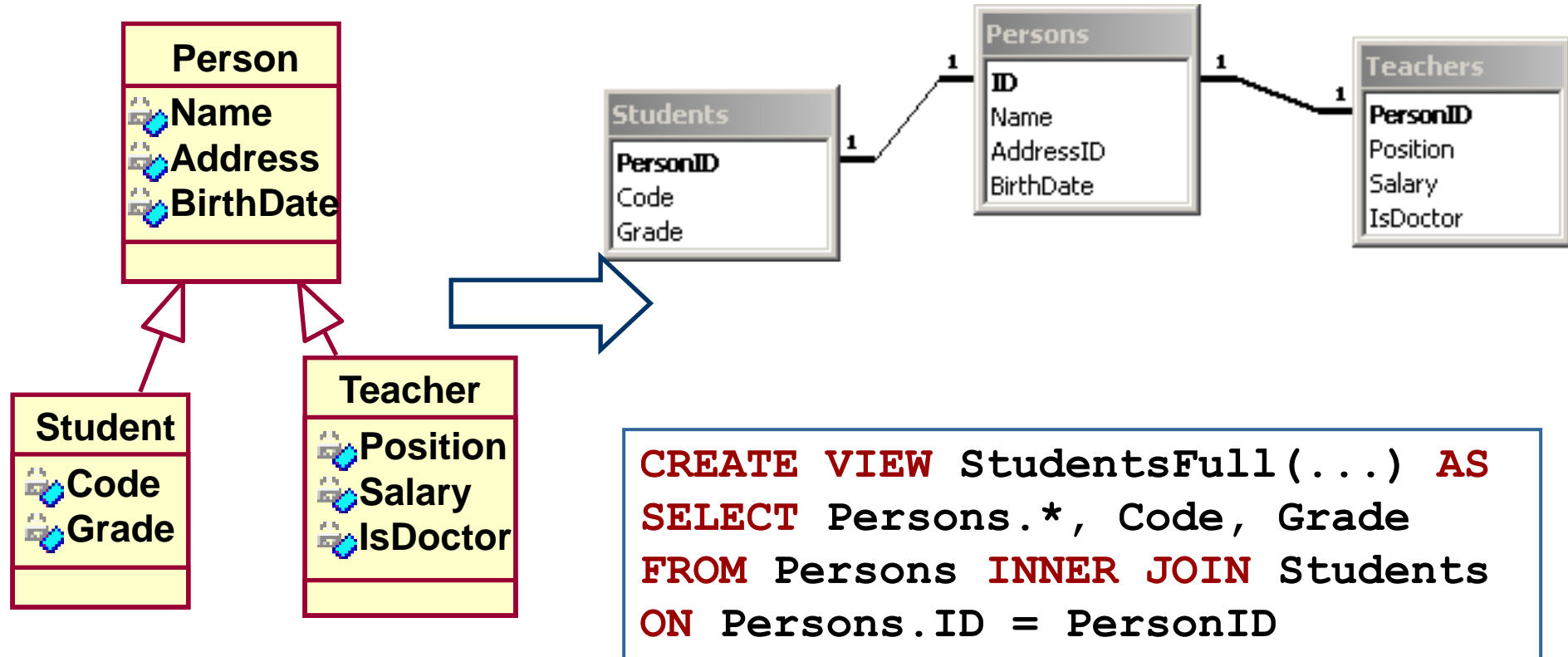
Presupune crearea câte unui tabel corespunzător fiecărei clase și a câte unui *view* pentru fiecare pereche super-clasă/subclasă

- Flexibilitate – permite adăugarea viitoarelor subclase fără impact asupra tabelelor/*view*-urilor deja existente
- Implică crearea celor mai multe tabele/*view*-uri
- Posibile probleme de performanță deoarece fiecare access va implica execuția unui *join*

# Transformarea moștenirii



# Transformarea moștenirii



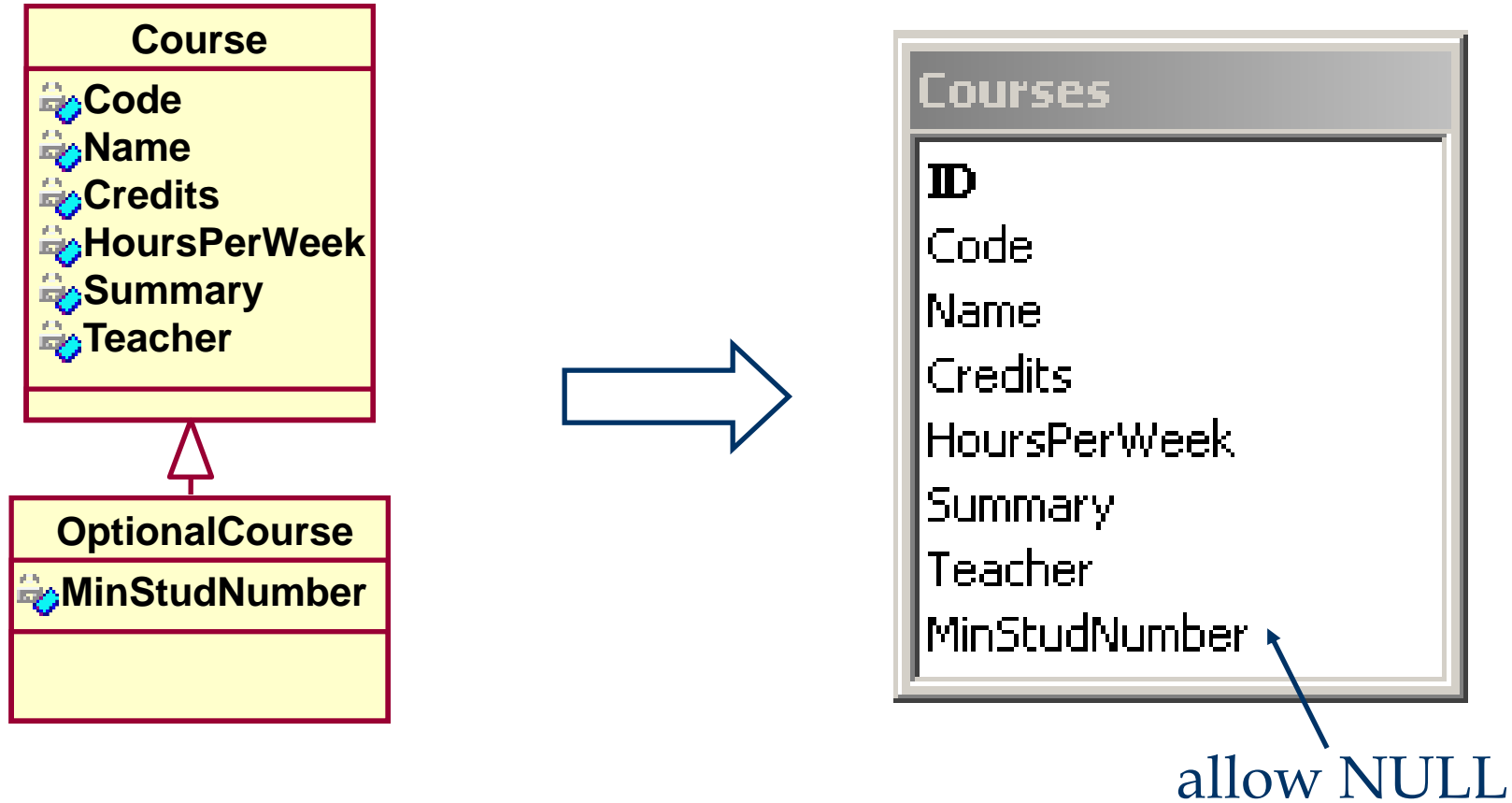
# Transformarea moștenirii

## Metoda 2

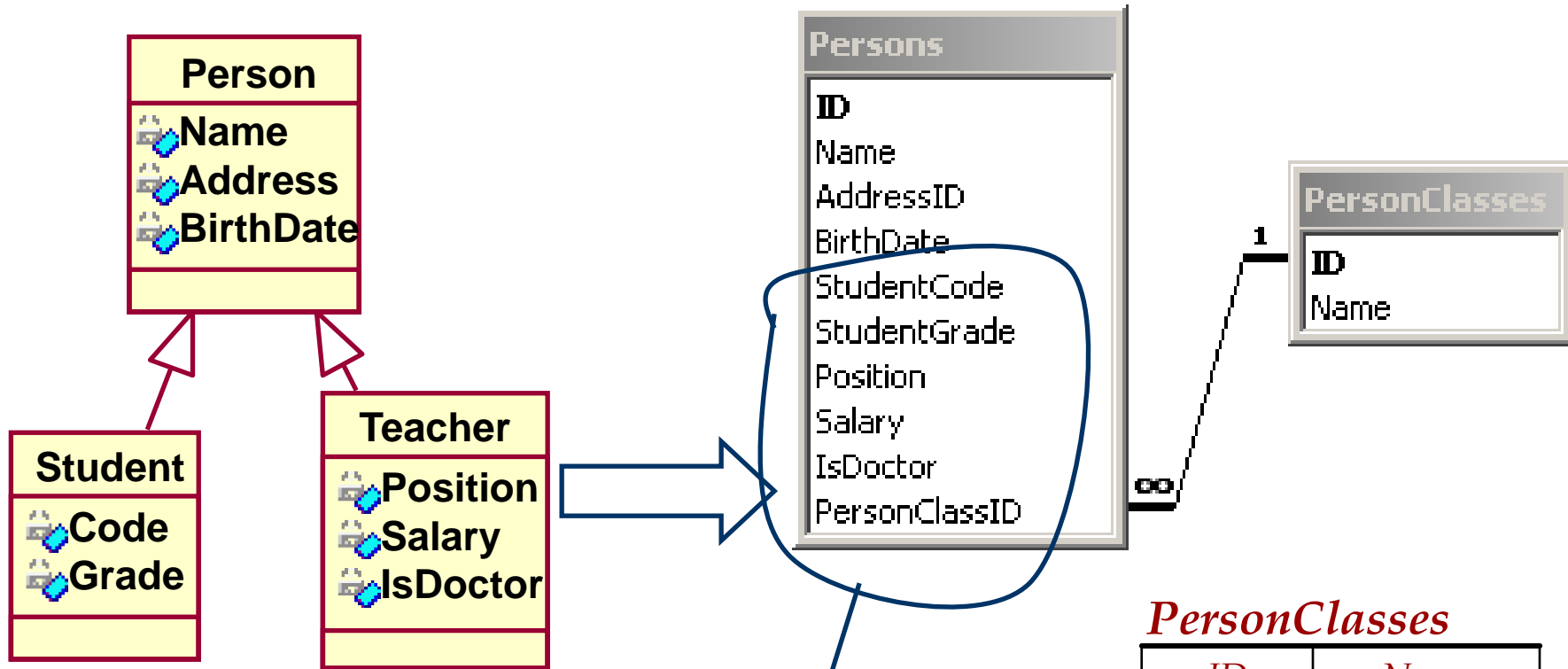
Se crează o singură tabelă (corespunzătoare superclasei) și se de-normalizează toate attributele subclasselor acesteia.

- Implică crearea celor mai puține tabele/*view*-uri - optional, se poate defini o tabelă de subclase și *view*-uri corespunzătoare fiecărei subclase.
- Se obține, de obicei, cea mai mare performanță
- Adăugarea unei noi subclase implică modificări structurale
- Creștere “artificială” a spațiului utilizat

# Transformarea moștenirii



# Transformarea moștenirii



```
CREATE VIEW Students (...) AS  
SELECT ID, Name, AddressID,  
BirthDate, Code, Grade FROM Persons  
WHERE PersonClassID = 2
```

*PersonClasses*

<i>ID</i>	<i>Name</i>
1	Unknown
2	Student
3	Teacher

# Transformarea moștenirii

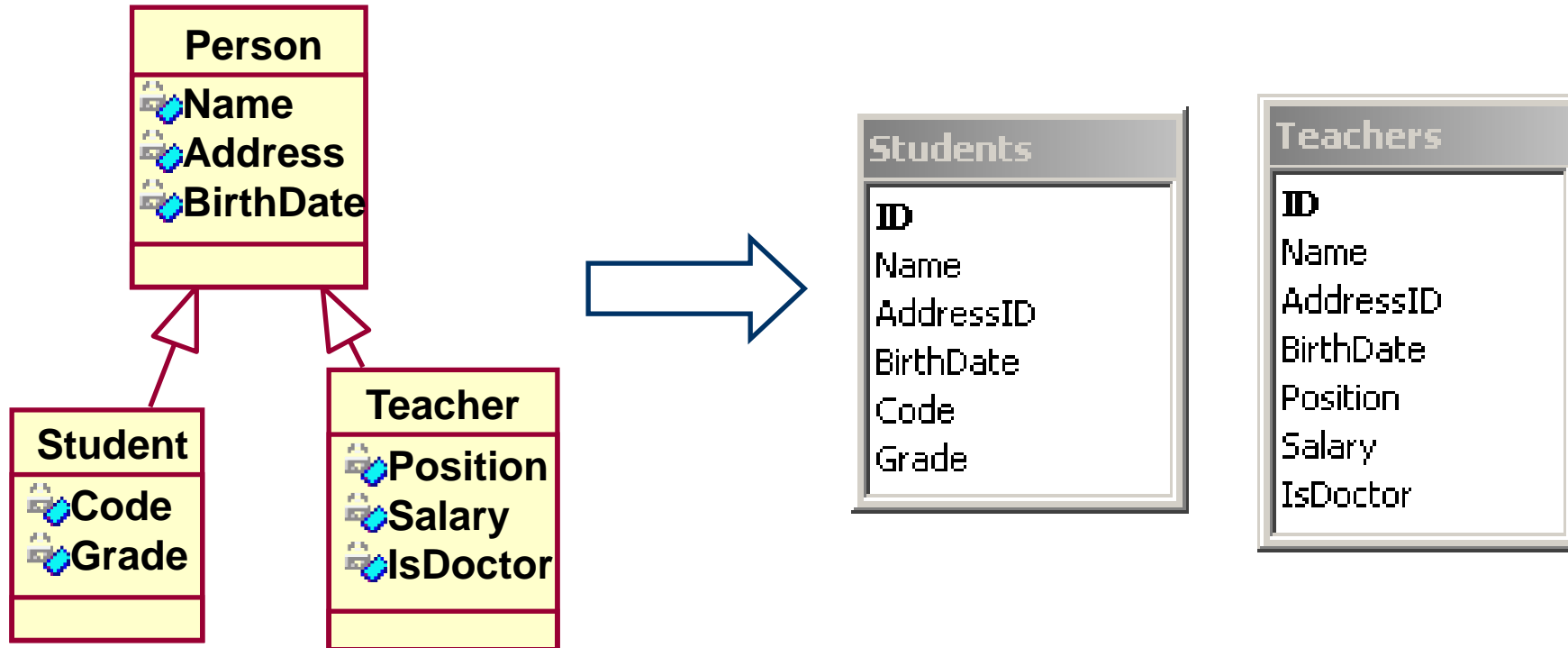
## Metoda 3

Presupune crearea câte unui tabel corespunzător fiecărei sub-clase și de-normalizarea atributelor super-clasei în fiecare dintre tabelele create

- Performanța obținută este satisfăcătoare
- Adăugarea unei noi subclase **nu** implică modificări structurale
- Posibilele modificări structurale la nivelul superclasei afectează toate tabelele definite!



# Transformarea moștenirii



# Transformarea moștenirii

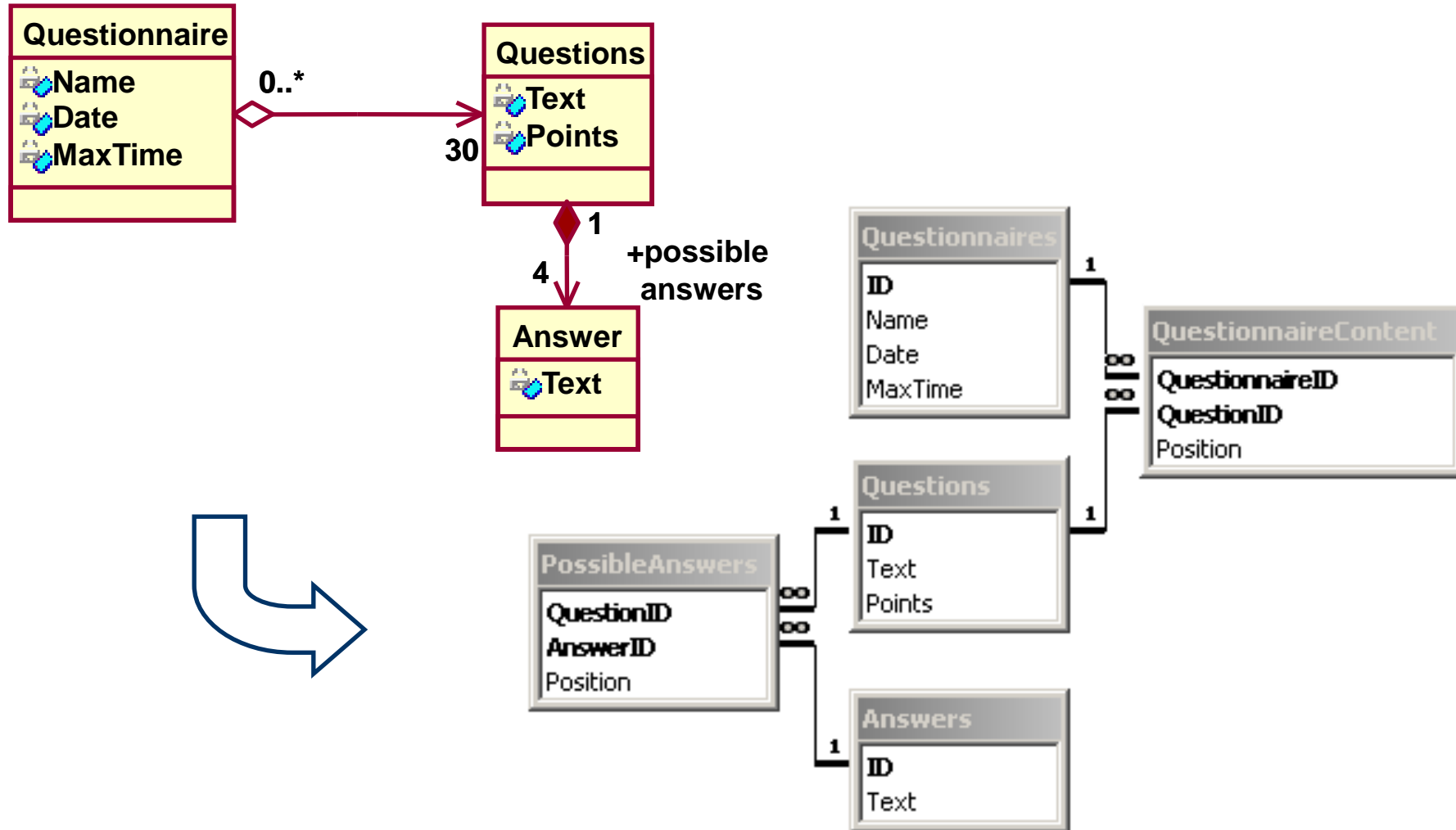
## Care este metoda potrivită?

- Dacă numărul înregistrărilor stocate în tabele este redus (deci performanța nu reprezintă o problemă), atunci poate fi selectată cea mai flexibilă metodă - **Metoda 1**
- Dacă superclasa are un număr restrâns de atribute (comparativ cu subclasele sale) atunci metoda potrivită este **Metoda 3**.
- Dacă subclasele au instanțe puține atunci cea mai bună este utilizarea **Metoda 2**.

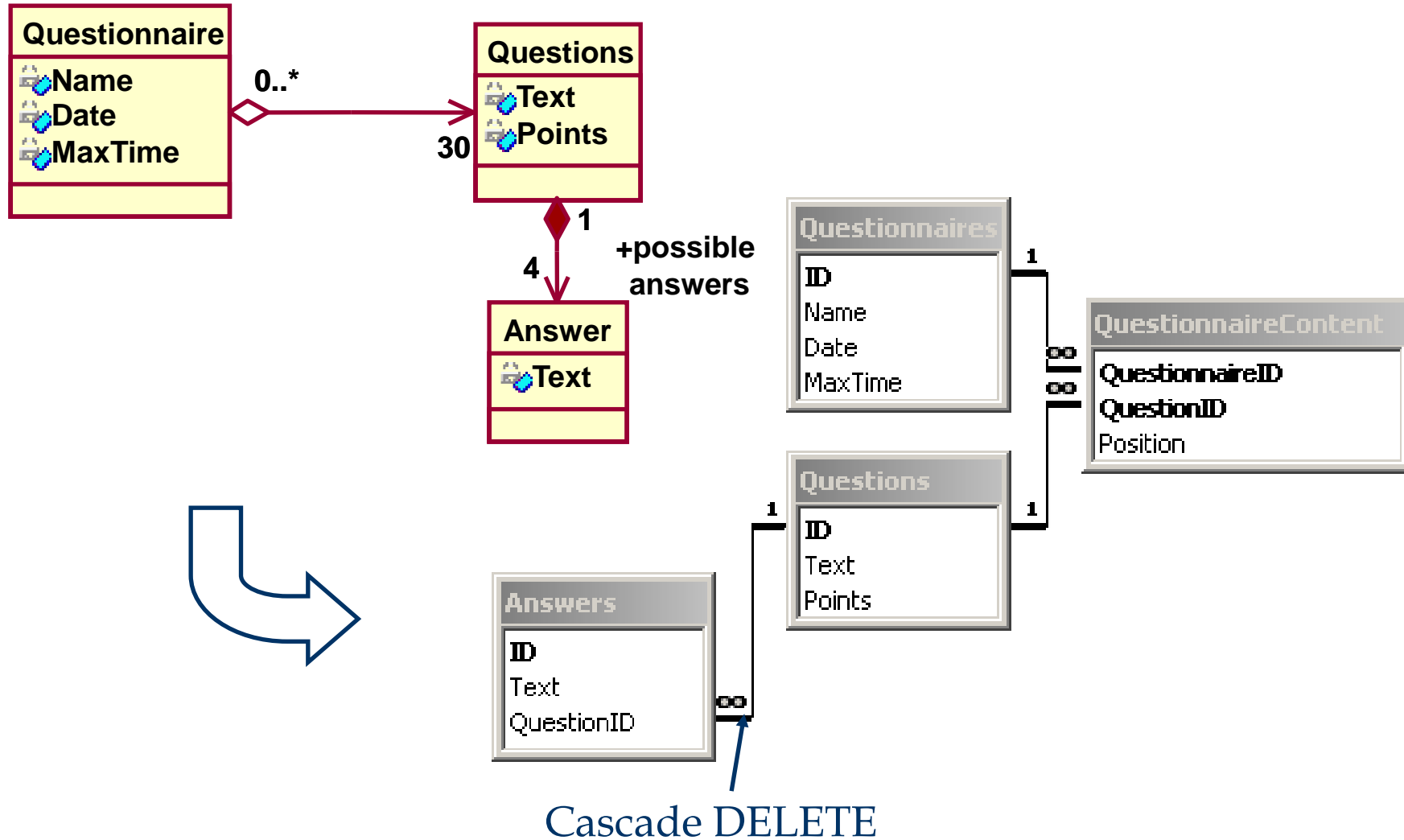
# Transformarea agregării/compunerii

- Agregarea și compunerea sunt modelate în mod asemănător modelării asocierilor
- În cazul relațiilor de compunere de obicei se utilizează o singură tabelă (*cross-tables*) - deoarece compunerea implică mai multe relații 1:1
- Numărul fix de “părți” într-un “întreg” presupune introducerea unui număr egal de chei străine în tabela “întreg”
- În cazul implementării compunerii în tabele separate este necesară setarea “ștergerii în cascadă” (în cazul agregării acest lucru nu este necesar)

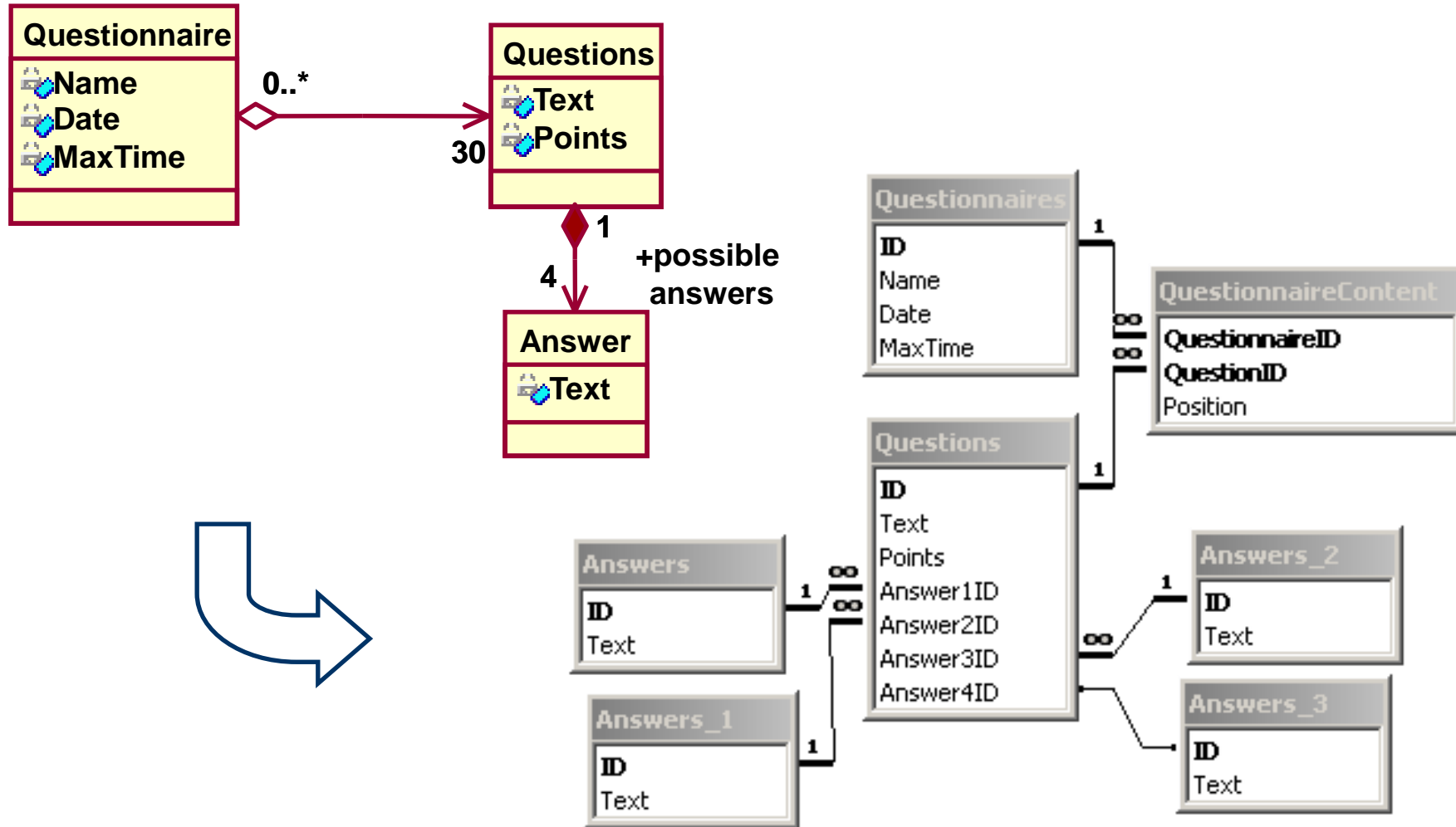
# Transformarea agregării/compunerii



# Transformarea agregării/compunerii

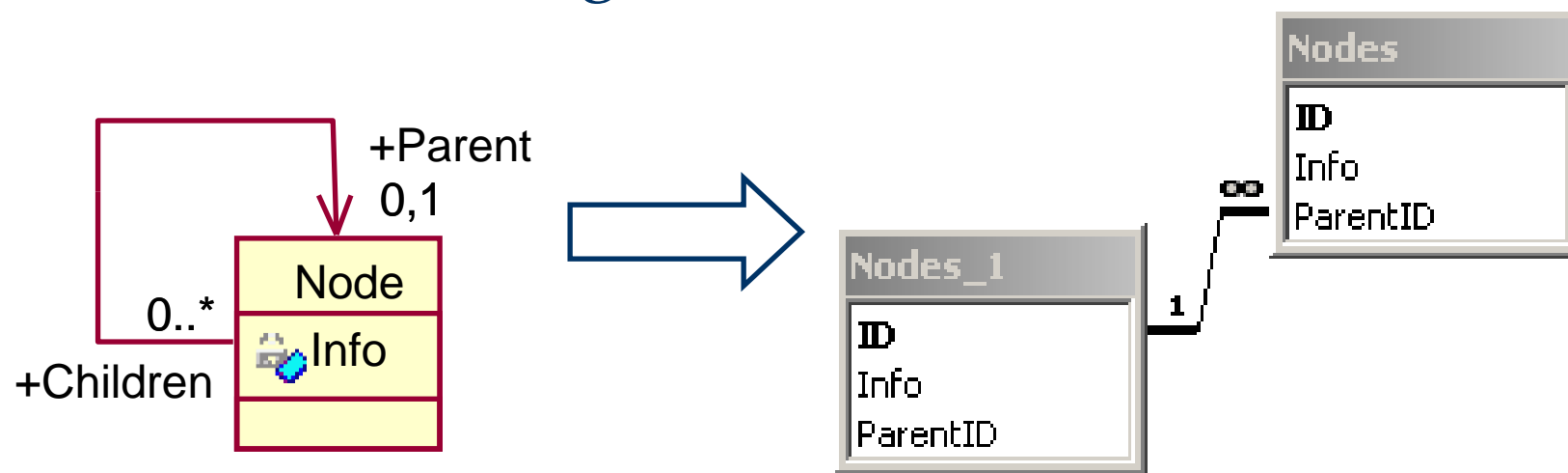


# Transformarea agregării/compunerii



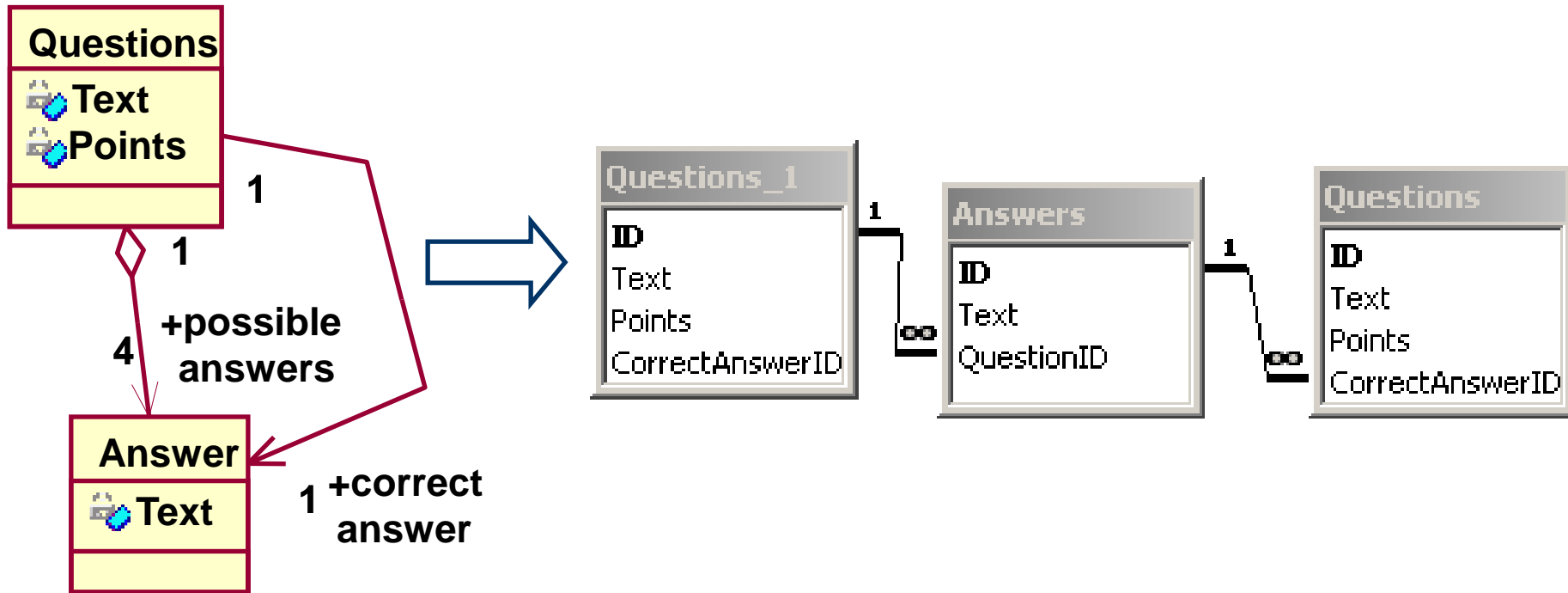
# Transformarea auto-asocierilor

- Se introduce o cheie străină ce pointează spre aceeași (numit *relație recursivă*)
- Dacă este setată proprietatea ștergerii în cascadă există 2 înregistrări care se referă reciproc, ștergerea uneia dintre ele va genera o eroare



# Transformarea auto-asocierilor

- “Ștergerea în cascadă” generează o problemă similară și în cazul a două tabele ce se referă reciproc





# Generarea automata a bazelor de date

- CASE tool: instrument de modelare vizuală
- Automatizează anumiți pași privind translatarea diagramelor de clase în tabele relaționale.
  - Este necesară și intervenția manuală
- Object-Relational Mapping (ORM)
  - biblioteci/componente ce generează comenzi SQL de creare a tabelelor și manipulare a datelor
    - Hibernate (Java),
    - Entity Framework, NHibernate (C#),
    - Django ORM, SQLAlchemy (Python)