

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

ОАС Софтверско инжењерство и информационе технологије

Организација података

Модел података

Садржај

- **Модели података**
- Пример ER модела података
- Пример релационог модела података
- Пример документског модела података
- Ресурси

Модел података

- Модел података
 - модел података је колекција конструктора намењених спецификацији тога како подаци којима треба руковати треба да буду организовани (Atzeni et al., 1999)
 - конструкти доступни у моделу података у пракси се користе за формирање апстрактног погледа на податке (Abiteboul et al., 1995)
 - формиран апстрактни поглед на податке очекивано одудара од тога како су подаци заправо физички организовани у меморији
 - формиран апстрактни поглед очекивано би требало да људима буде лакши за разумевање или погоднији него што је то представа стварне физичке организације података у меморији

Модели података

- Модели података

- постоје разноразни модели података

- могућности практичне примене неког модела података зависе и од доступности система за управљање базама података (СУБП) и софтверских алата који подржавају тај модел података

- историјски развој модела података

- класични модели настајали током друге половине 20. века

SQL

- релациони модел и пратећи језик SQL постали су доминантни у пракси, заједно са својим додатно разрађеним варијантама

- другачији модели бивају развијани и популаризовани у 21. веку

NoSQL

- правац развоја NoSQL

- долази до одређеног одбацивања релационог модела и језика SQL или дистанцирања од њих, мада они и даље опстају у пракси

Модели података

- Модели података
 - примери класичних модела података (до 2000-их) (Stonebraker & Pavlo, 2014)
 - хијерархијски (касне 1960-е и 1970-е)
 - мрежни (1970-е)
 - релациони (1970-е и ране 1980-е)
 - ентитетско-повезнички, *ER* модел (1970-е)
 - проширени релациони (1980-е)
 - семантички (касне 1970-е и 1980-е)
 - објектно-оријентисани (касне 1980-е и ране 1990-е)
 - објектно-релациони (касне 1980-е и ране 1990-е)
 - полуструктурирани (касне 1990-е и 2000-е)

Модели података

- Модели података
 - примери другачијих модела података (од 2000-их) (Stonebraker & Pavlo, 2014)
 - кључано–вредносни
 - документски
 - ширококолонски као једноставнији облик
 - низни
 - векторски као једноставнији облик
 - графски

Модели података

- Модел података – формални опис
 - *модел података је сложена структура (S, I, O)* (Mogin & Luković, 1996)
 - опште компоненте модела података
 - S – структурална компонента
 - скуп примитивних концепата
 - скуп правила за изградњу сложенијих концепата
 - I – интегритетна компонента
 - скуп услова интегритета
 - за потребе увођења ограничења на нивоу података
 - O – операцијска компонента
 - скуп операција

Садржај

- Модели података
- **Пример ER модела података**
- Пример релационог модела података
- Пример документског модела података
- Ресурси

Пример ER модела података

- *ER* модел података
 - ентитетско-повезнички модел података
 - модел типова ентитета и повезника
 - енгл. *entity-relationship model*
 - иницијално формулисан од стране Чена (1976)^(Chen, 1976)
 - настао као генерализација или проширење три тадашња модела (мрежног модела, релационог модела и модела скупа ентитета)
 - постоји одговарајућа дијаграмска представа
 - *ER* дијаграм^(Chen, 1976; Atzeni et al., 1999; Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004)
 - постоје разне варијације у визуалној нотацији
 - током времена додатно развијан и прошириван

Пример ER модела података

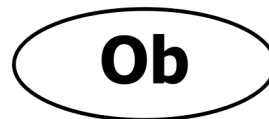
- *ER* модел података – пројектантски концепти
 - главни концепти (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)
 - обележје
 - тип ентитета
 - тип повезника

Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти

- **обележје** (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- заједничка особина ентитета једне класе
 - визуална представа – елипса

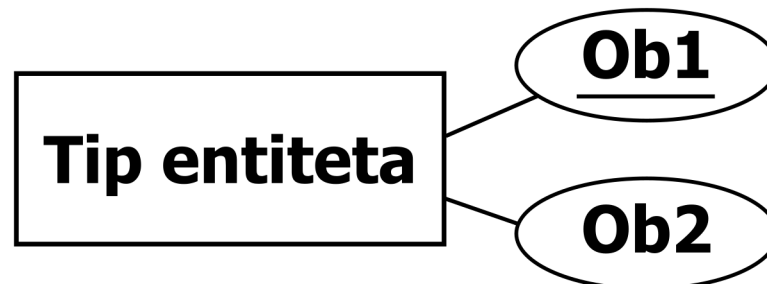


Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти

- **тип ентитета** (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- модел класе ентитета
 - компоненте
 - назив, обележја
 - визуална представа – правоугаоник
 - повезивање с визуалном представом одговарајућих обележја
 - подвлачење кључа

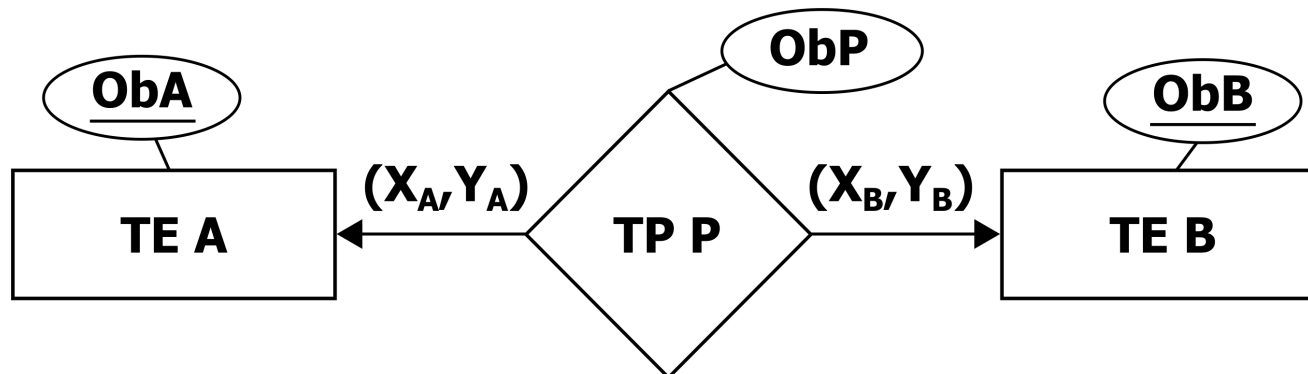


Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти

- **тип повезника** (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- модел класе повезника (веза више ентитета неких класа)
 - компоненте
 - назив, повезане класе ентитета, обележја
 - визуална представа – ромб
 - повезивање с визуалном представом одговарајућих типова ентитета

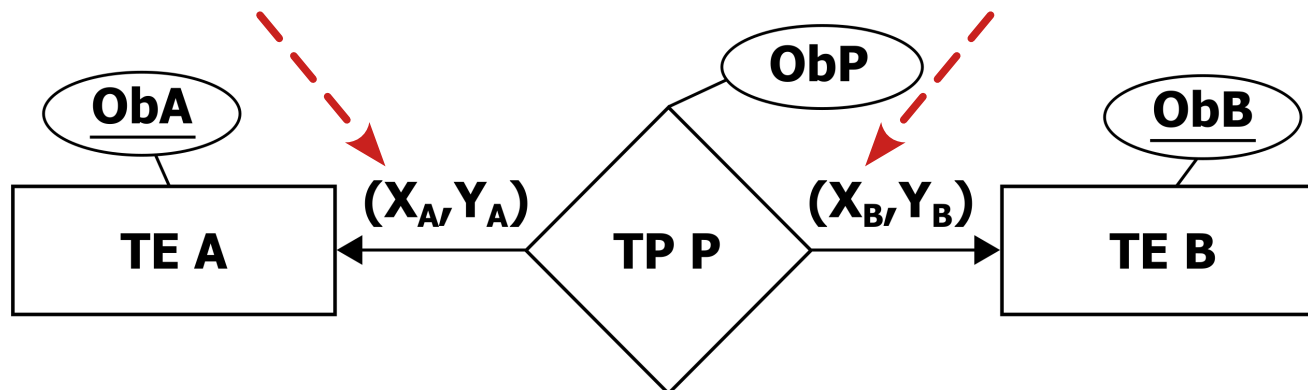


Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти

- тип повезника (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- улога сваког од повезаних типова ентитета додатно описана путем минималног и максималног кардиналитета
 - минимални кардиналитет X – најмање колико појава другог типа ентитета је повезано са сваком појавом посматраног типа ентитета
 - могућа вредност 0
 - могућа вредност 1

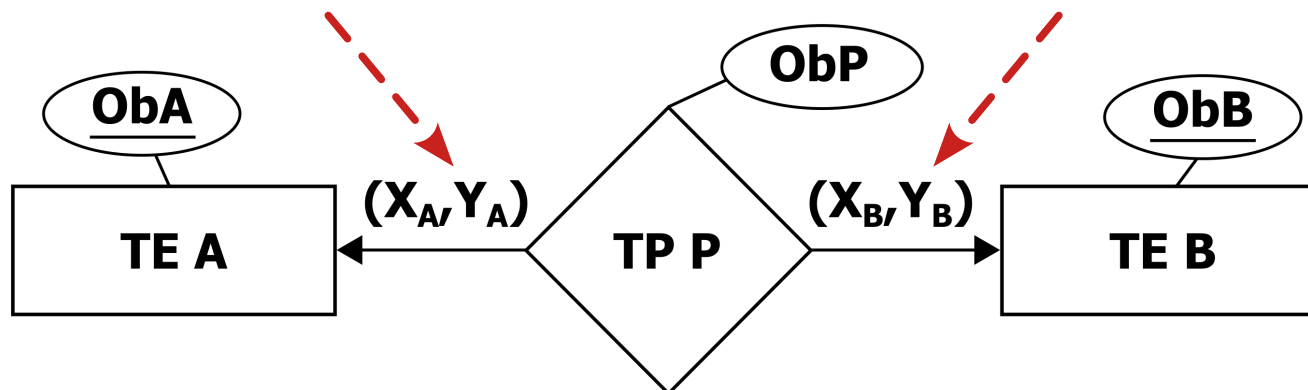


Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти

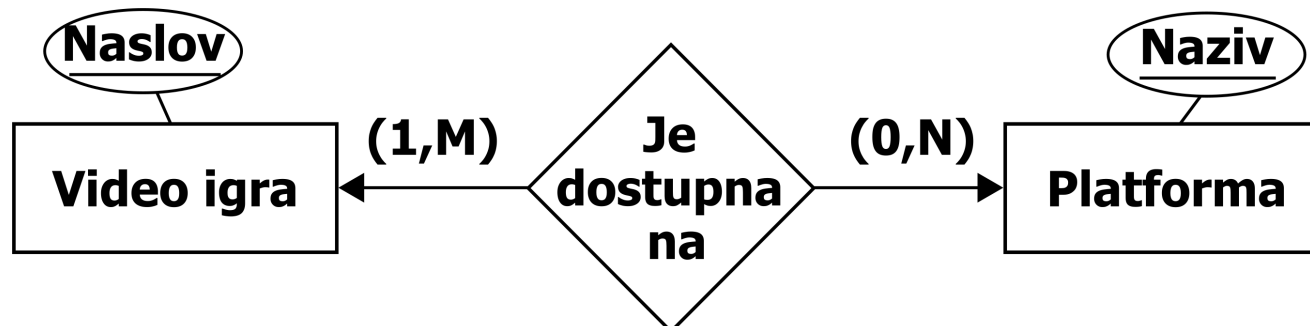
- тип повезника (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- улога сваког од повезаних типова ентитета додатно описана путем минималног и максималног кардиналитета
 - максимални кардиналитет Y – највише колико појава другог типа ентитета је повезано са сваком појавом посматраног типа ентитета
 - могућа вредност 1
 - могућа вредност N или M (оба са значењем више)



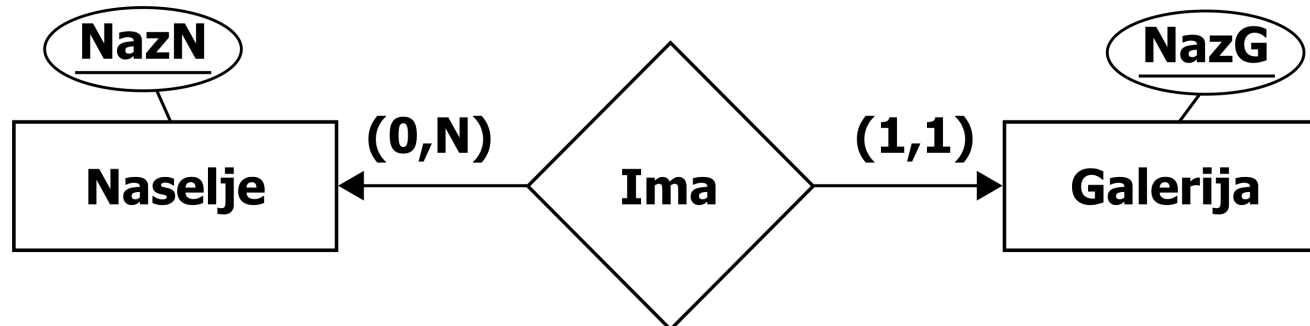
Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти
 - тип повезника – пример $M : N$
 - једна видео игра може бити доступна на више платформи, при чему мора бити доступна барем на једној
 - на једној платформи може бити доступно више видео игара, али не мора ниједна



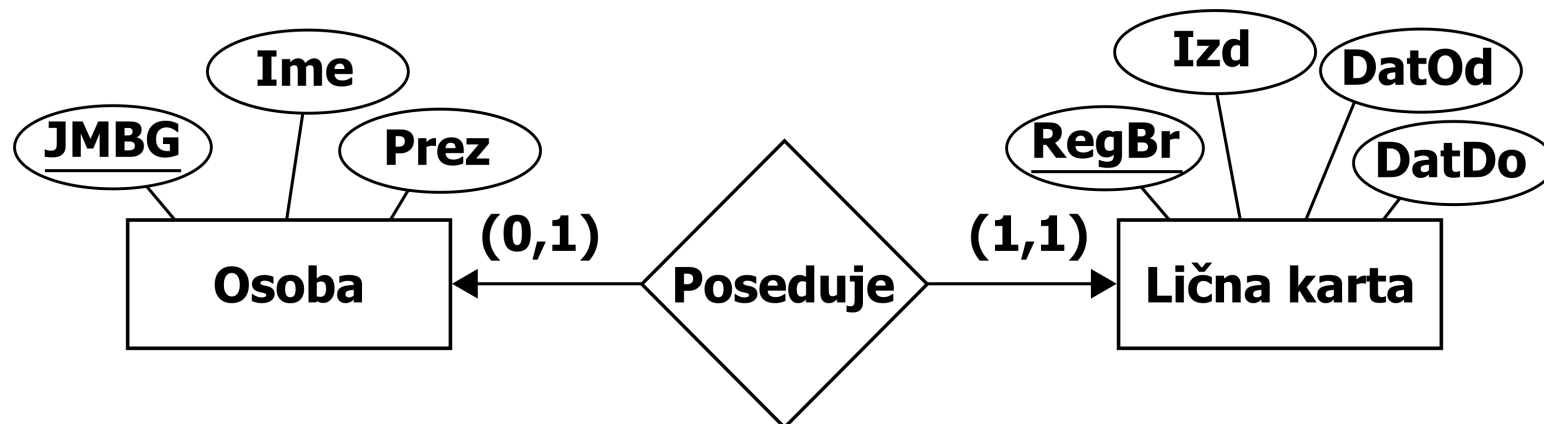
Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти
 - тип повезника – пример N : 1
 - у једном насељу не мора бити галерија, али их може бити и више
 - једна галерија се налази у тачно једном насељу



Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти
 - тип повезника – пример 1 : 1
 - једна особа може имати највише једну личну карту, али може бити и без личне карте
 - једна лична карта припада тачно једној особи

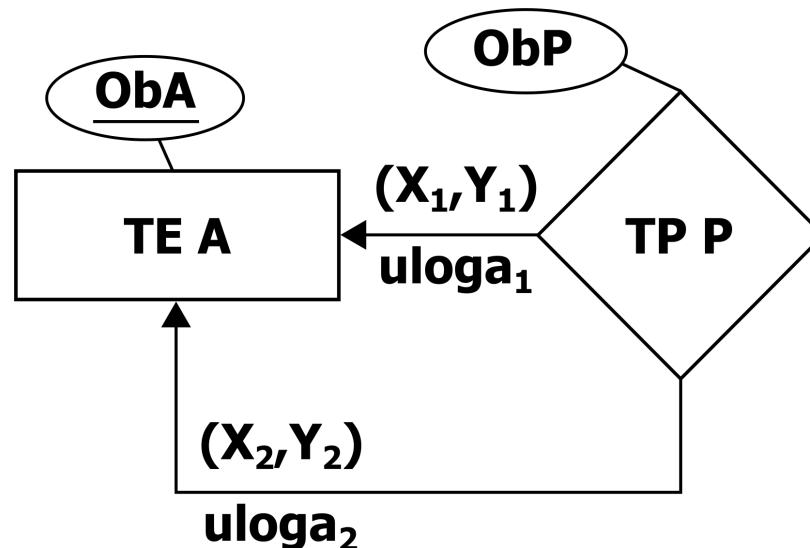


Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти
 - додатни концепти (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)
 - рекурзивни тип повезника
 - тип повезника реда већег од два
 - идентификациона зависност

Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти
 - **рекурзивни тип повезника** (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)
 - модел класе повезника за везе више ентитета из исте класе



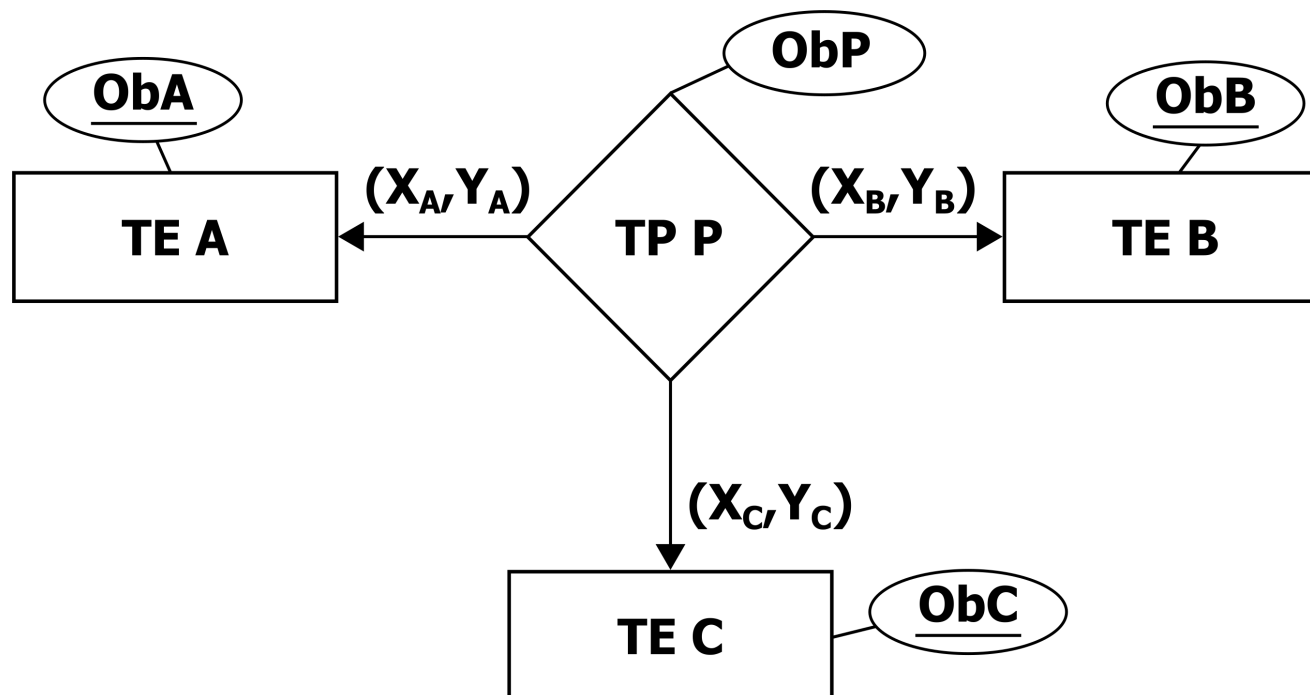
Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти

- **тип повезника реда већег од два**

(Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- модел класе повезника за везе више ентитета где је обухваћено више од две класе



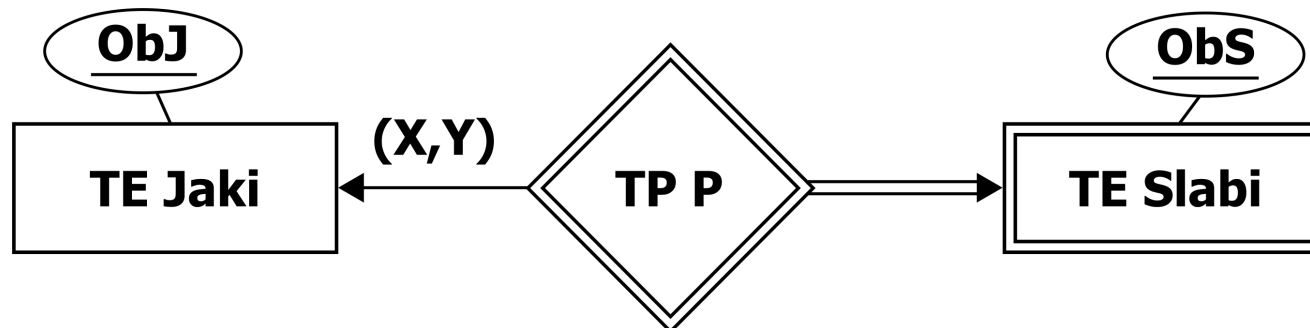
Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти

- **идентификациона зависност**

(Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- појава слабог типа ентитета не може постојати без повезаности с појавом одговарајућег јаког типа ентитета (егзистенцијална зависност)
 - појава слабог типа ентитета се идентификује путем вредности њених идентификационих обележја, која не морају постојати, и вредности кључа одговарајуће појаве јаког типа ентитета



Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти
 - концепти проширеног *ER* модела података (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004)
 - герунд
 - *ISA* хијерархија

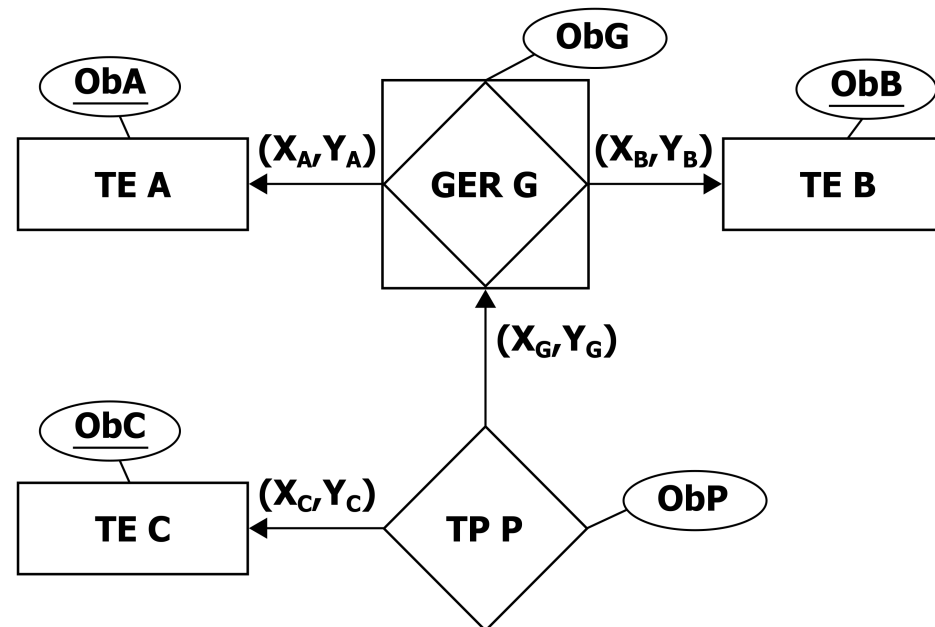
Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти

- **герунд**

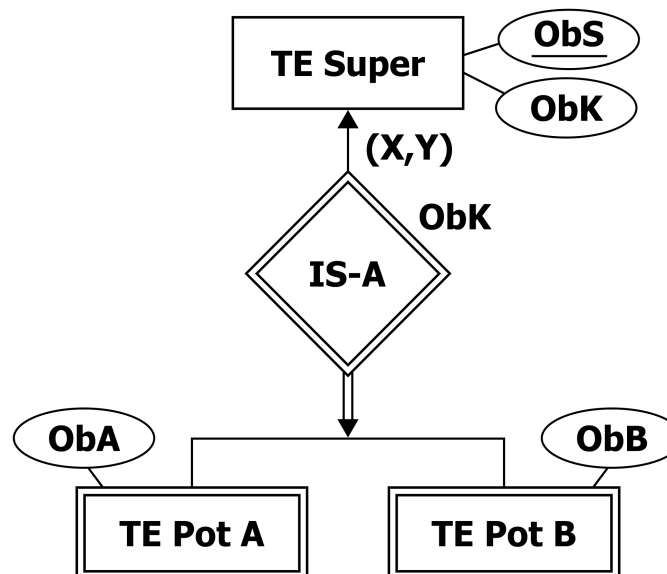
(Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004)

- тип ентитета настао трансформацијом типа повезника
 - појаве типа повезника могуће повезивати с одабраним појавама



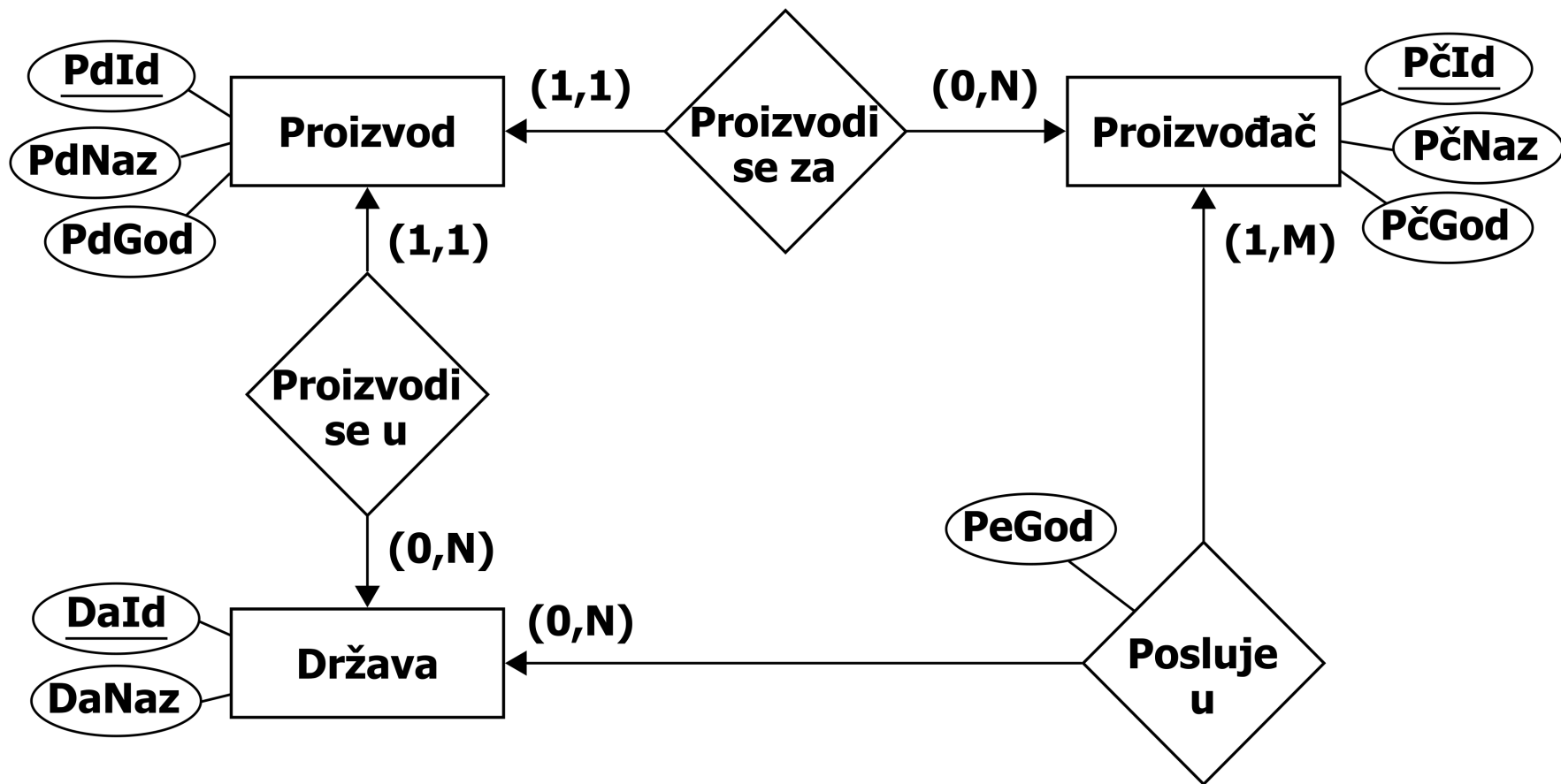
Пример ER модела података

- *ER* модел података – пројектантски концепти
 - **ISA хијерархија** (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004)
 - модел односа суперкласа–поткласа
 - представа класификације



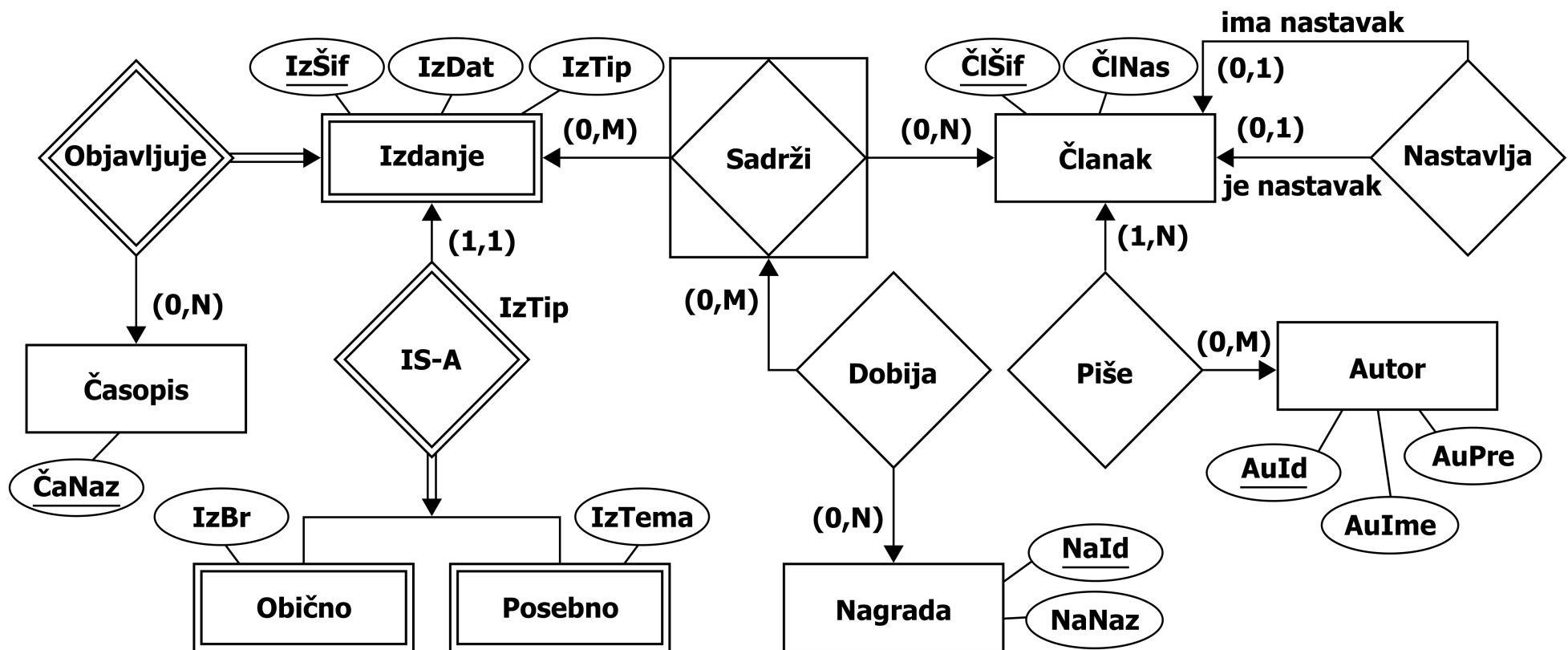
Пример ER модела података

- ER модел података – пример 1



Пример ER модела података

- ER модел података – пример 2



Пример ER модела података

- *ER* модел података – примена (Atzeni et al., 1999; Mogin et al., 2004)
 - спада у концептуалне моделе
 - усмерен на описивање концепата из реалног света више него на то како би подаци могли бити организовани у конкретном систему
 - погодан за употребу у пројектовању база података
 - могуће применити *ER* модел података за развој концептуалне шеме базе података
 - не постоји директна подршка за *ER* модел података у актуелним комерцијалним системима за управљање базама података
 - концептуалну шему базе података могуће трансформисати у логичку шему базе података која описана релационим моделом података
 - подршка за релациони модел података распрострањена у комерцијалним системима за управљање базама података

Садржај

- Модели података
- Пример ER модела података
- **Пример релационог модела података**
- Пример документског модела података
- Ресурси

Пример релационог модела података

- Релациони модел података
 - енгл. *relational model*
 - иницијално дефинисан од стране Кода (1970) (Codd, 1970; IBM, n.d.)
 - рад у оквиру компаније *IBM*
 - подаци на логичком нивоу организовани кроз релације (Codd, 1970)
 - релације могу бити представљене као табеле (Codd, 1979; Codd, 1982; Atzeni et al., 1999)
 - током времена додатно развијан и прошириван

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – компоненте
 - структурална компонента
 - главни концепти (Codd, 1979; Atzeni et al., 1999)
 - обележје
 - домен
 - торка
 - релација

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – компоненте
 - интегритетна компонента
 - главне групе ограничења (Atzeni et al., 1999; Codd, 1982)
 - унутаррелациона ограничења
 - нпр. ограничење кључа
 - међурелациона ограничења
 - нпр. ограничење референцијалног интегритета (ограничење страног кључа)

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – компоненте
 - операцијска компонента
 - главни језици (Codd, 1979; Atzeni et al., 1999)
 - релациона алгебра
 - процедурални језик
 - алгебарски оператори за трансформисање релација у релације
 - релациони рачун
 - декларативни језик
 - заснован на предикатском рачуну првог реда

Пример релационог модела података

- Релациони модел података (Atzeni et al., 1999; Mogin & Luković, 1996; Codd, 1979)

- **домен** се везује за **обележје**

функција $DOM : X \rightarrow \Delta$

- $X = \{A_1, \dots, A_n\}$ – скуп обележја
- Δ – скуп могућих домена

- **торка** над скупом обележја X

функција $t : X \rightarrow DOM(A_1) \cup \dots \cup DOM(A_n)$

- где важи $t(A_i) \in DOM(A_i)$ за $i = 1, \dots, n$

Пример релационог модела података

- Релациони модел података (Codd, 1970; Atzeni et al., 1999; Mogin & Luković, 1996)
 - **релација** над скупом обележја X је скуп торки над X
 - релација може бити представљена табеларно
 - колоне табеле одговарају обележјима/доменима
 - појединачни ред табеле одговара појединачној торки релације
 - поредак редова табеле није од значаја
 - сваки ред табеле је јединствен
 - **кључ** релације r над скупом обележја X

скуп обележја $K \subseteq X$ који може послужити за једнозначно идентификовање торки релације r и који је у том погледу минималан (не садржи сувишна обележја)

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – пример 1
 - подаци о државама
 - скуп обележја $X = \{DAID, DANAZ\}$
 - додељивање домена за обележја из X
 - $DOM(DAID) = \text{Integer}$
 - $DOM(DANAZ) = \text{String}$
 - пример релације $DR\check{Z}AVA$ над X (табеларна представа)

DRŽAVA	
DAID	DANAZ
1	Srbija
2	Rumunija
3	Mađarska
4	Bugarska

- кључ за релацију $DR\check{Z}AVA$ је $K = \{DAID\}$

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – пример 2

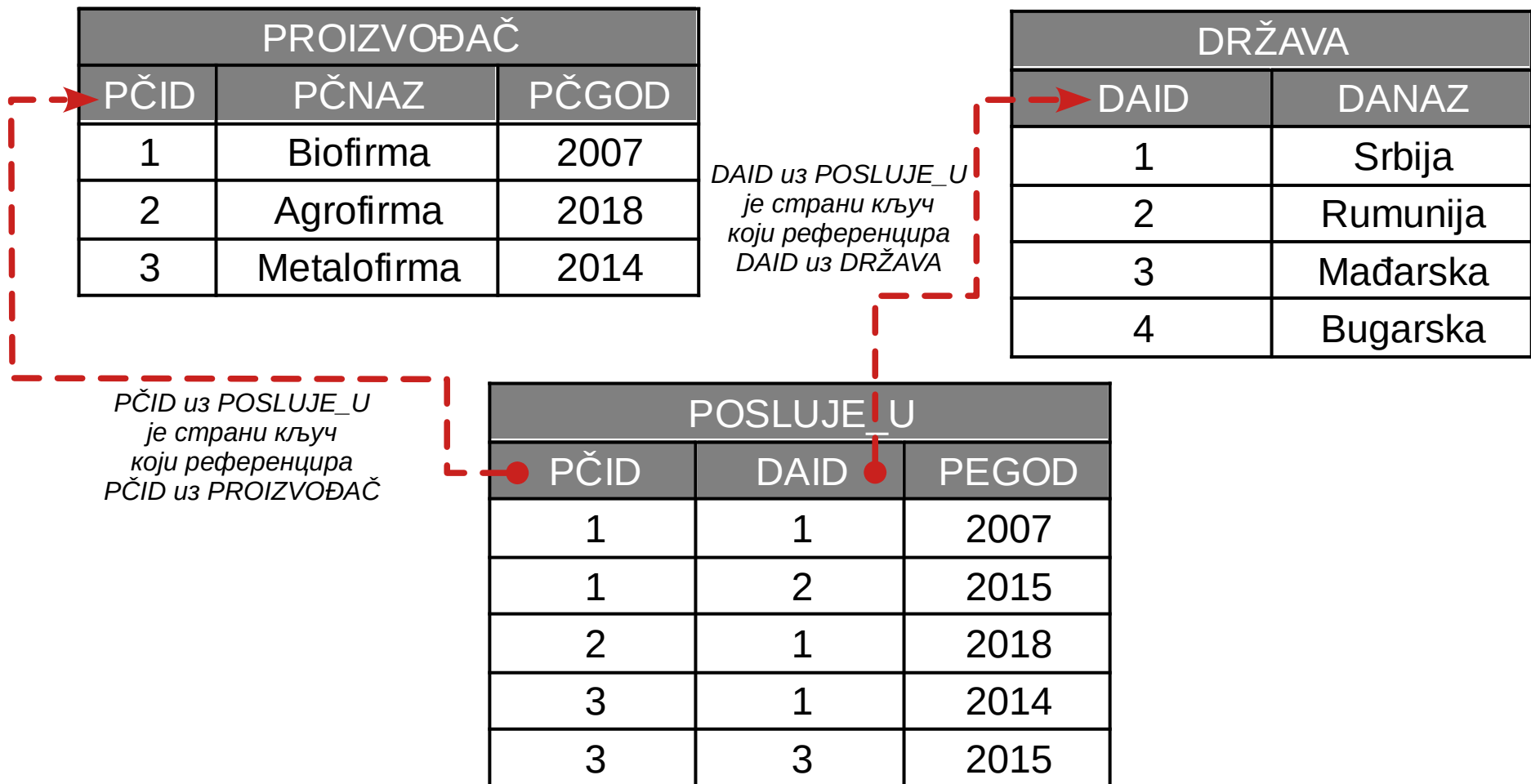
PROIZVOĐAČ		
PČID	PČNAZ	PČGOD
1	Biofirma	2007
2	Agrofirma	2018
3	Metalofirma	2014

DRŽAVA	
DAID	DANAZ
1	Srbija
2	Rumunija
3	Mađarska
4	Bugarska

POSLUJE_U		
PČID	DAID	PEGOD
1	1	2007
1	2	2015
2	1	2018
3	1	2014
3	3	2015

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – пример 2



Пример релационог модела података

- Релациони модел података – пример 3

IZVOĐAČ		
IZV_ID	IZV_NAZ	IZV_TIP
100	Niko	IND
500	Led i vatra	GRU
600	Koreni	GRU
700	Zvezde	GRU

ŽANR	
ŽAN_ID	ŽAN_NAZ
1	Klasika
2	Pop
3	Rok

FESTIVAL		
FES_ID	FES_NAZ	FES_PRE
10	Leto Fest '02	NULL
20	Leto Fest '04	10
50	Buka '05	NULL
60	Jesenje note '06	NULL

IZVODI	
IZV_ID	ŽAN_ID
100	1
700	2
700	3

POSVEĆEN	
FES_ID	ŽAN_ID
10	1
20	1
50	3

UČESTVUJE	
IZV_ID	FES_ID
100	10
100	20
700	50

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – пример 3

IZVOĐAČ		
IZV_ID	IZV_NAZ	IZV_TIP
100	Niko	IND
500	Led i vatra	GRU
600	Koreni	GRU
700	Zvezde	GRU

ŽANR	
ŽAN_ID	ŽAN_NAZ
1	Klasika
2	Pop
3	Rok

FESTIVAL		
FES_ID	FES_NAZ	FES_PRE
10	Leto Fest '02	NULL
20	Leto Fest '04	10
50	Buka '05	NULL
60	Jesenje note '06	NULL

IZVODI	
IZV_ID	ŽAN_ID
100	1
700	2
700	3

POSVEĆEN	
FES_ID	ŽAN_ID
10	1
20	1
50	3

UČESTVUJE	
IZV_ID	FES_ID
100	10
100	20
700	50

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *SQL*
 - језик *SQL (Structured Query Language)*
 - рад Чејмберлина и Бојса у оквиру компаније *IBM* за потребе релационог СУБП *System R* (Atzeni et al., 1999; IBM, n.d.)
 - стандардизовани језик намењен раду над подацима у релационим СУБП
 - најновија верзија *SQL 2023* (ISO, 2023)
 - *ISO/IEC 9075-1:2023*



Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *SQL*
 - језик *SQL (Structured Query Language)*
 - декларативно оријентисан језик (Atzeni et al., 1999)
 - наредбе намењене добављању података (упити) усмерене су на спецификацију услова које тражени подаци треба да испуне
 - у наредби није специфицирана процедура у облику корака које треба извршити
 - долази до оптимизације упита у оквиру СУБП
 - упит бива анализиран
 - стратегија извршавања упита бива одабрана
 - упит интерно бива исказан на процедуралан начин
 - интерна процедурална представа упита бива искоришћена за добављање података



Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *SQL*
 - језик *SQL (Structured Query Language)*
 - у један језик су интегрисани елементи два типа језика за рад над подацима (Atzeni et al., 1999; Abiteboul et al., 1995)
 - језик за дефинисање података
 - енгл. *data definition language (DDL)*
 - језик посвећен дефинисању шеме релационе базе података
 - језик за манипулисање подацима
 - енгл. *data manipulation language (DML)*
 - језик посвећен издавању упита над базом података и њеном ажурирању

SQL

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *SQL*
 - примери доступних наредби (Atzeni et al., 1999)
 - рад над табелама
 - наредба CREATE TABLE
 - наредба ALTER TABLE
 - наредба DROP TABLE
 - ажурирање података
 - наредба INSERT
 - наредба UPDATE
 - наредба DELETE
 - упити
 - наредба SELECT

SQL

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – СУБП
 - примери савремених СУБП који подржавају релациони модел података (Red Gate Software, 2024)
 - *MariaDB*
 - *Microsoft SQL Server*
 - *MySQL*
 - *Oracle Database*
 - *PostgreSQL*



Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL*

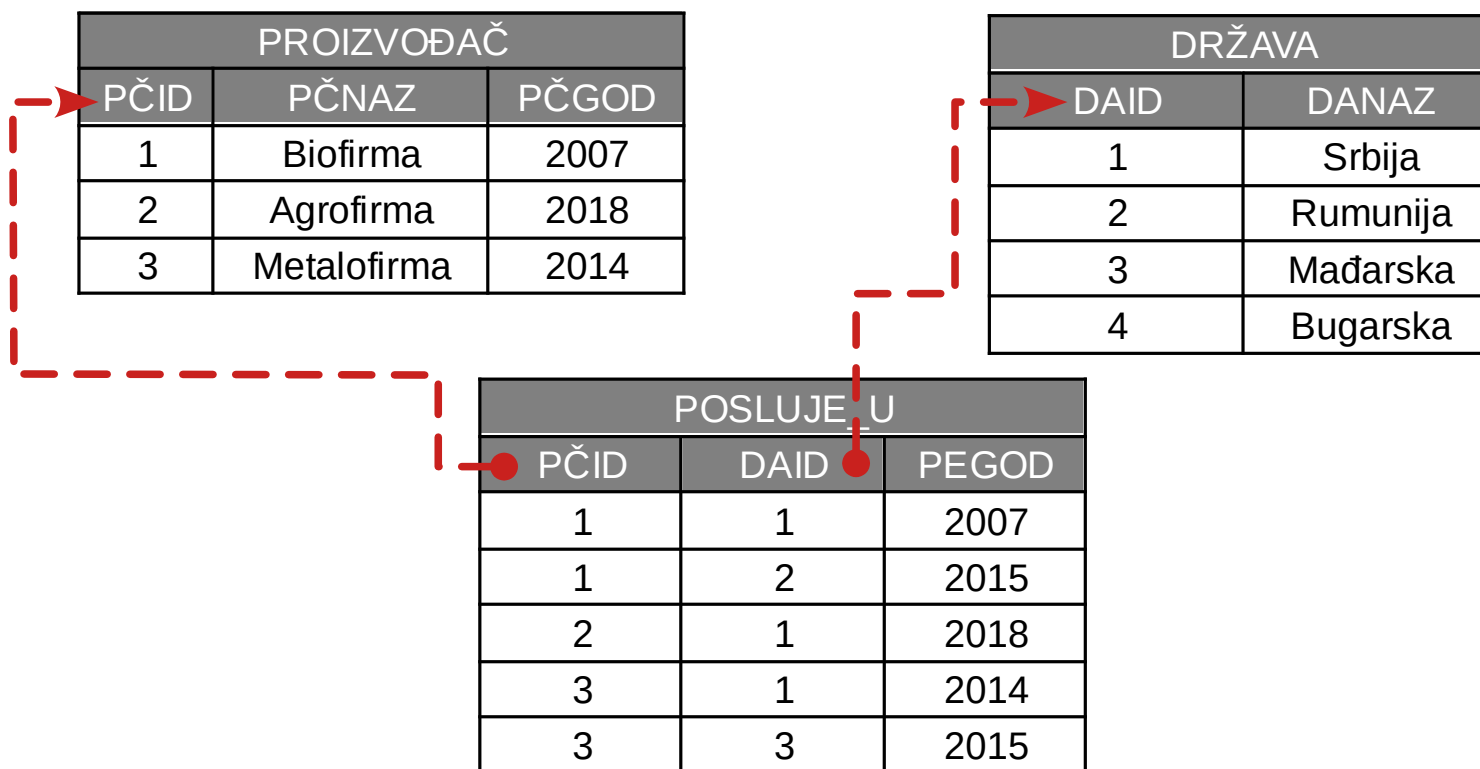
- СУБП *PostgreSQL* (The PostgreSQL Global Development Group, n.d.-a; The PostgreSQL Global Development Group, n.d.-b)

- објектно-релациони систем
 - отвореног кода
 - Интернет адреса
 - <https://www.postgresql.org/>



Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама



Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - формирање табела 1

```
CREATE TABLE proizvođač (  
    pčid integer NOT NULL,  
    pčnaz text NOT NULL,  
    pčgod integer,  
    PRIMARY KEY (pčid)  
);
```


Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - формирање табела 2

```
CREATE TABLE država (  
    daid integer NOT NULL,  
    danaz text NOT NULL,  
    PRIMARY KEY (daid)  
);
```

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - формирање табела 3

```
CREATE TABLE posluje_u (  
    pčid integer NOT NULL,  
    daid integer NOT NULL,  
    pegod integer,  
    PRIMARY KEY (pčid, daid),  
    FOREIGN KEY (pčid) REFERENCES proizvođač (pčid),  
    FOREIGN KEY (daid) REFERENCES država (daid)  
);
```

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - уношење редова у табеле 1

```
INSERT INTO proizvođač (pčid, pčnaz, pčgod)  
VALUES (1, 'Biofirma', 2007);
```

```
INSERT INTO proizvođač (pčid, pčnaz, pčgod)  
VALUES (2, 'Agrofirma', 2018);
```

```
INSERT INTO proizvođač (pčid, pčnaz, pčgod)  
VALUES (3, 'Metalofirma', 2014);
```

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - уношење редова у табеле 2

```
INSERT INTO država (daid, danaz)  
VALUES (1, 'Srbija');
```

```
INSERT INTO država (daid, danaz)  
VALUES (2, 'Rumunija');
```

```
INSERT INTO država (daid, danaz)  
VALUES (3, 'Mađarska');
```

```
INSERT INTO država (daid, danaz)  
VALUES (4, 'Bugarska');
```

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - уношење редова у табеле 3

```
INSERT INTO posluje_u (pčid, daid, pegod)
VALUES (1, 1, 2007);
```

```
INSERT INTO posluje_u (pčid, daid, pegod)
VALUES (1, 2, 2015);
```

```
INSERT INTO posluje_u (pčid, daid, pegod)
VALUES (2, 1, 2018);
```

```
INSERT INTO posluje_u (pčid, daid, pegod)
VALUES (3, 1, 2014);
```

```
INSERT INTO posluje_u (pčid, daid, pegod)
VALUES (3, 3, 2015);
```

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 1

```
SELECT * FROM proizvođač;
```

pčid	pčnaz	pčgod
1	Biofirma	2007
2	Agrofirma	2018
3	Metalofirma	2014

(3 rows)

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 2

```
SELECT COUNT(*) FROM proizvođač;
```

```
count
-----
      3
(1 row)
```

Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 3

```
SELECT pr.pčid, pr.pčnaz, pr.pčgod,  
       dr.daid, dr.danaz, po.pegod  
FROM proizvođač pr, država dr, posluje_u po  
WHERE po.pčid = pr.pčid AND po.daid = dr.daid;
```

pčid	pčnaz	pčgod	daid	danaz	pegod
1	Biofirma	2007	1	Srbija	2007
1	Biofirma	2007	2	Rumunija	2015
2	Agrofirma	2018	1	Srbija	2018
3	Metalofirma	2014	1	Srbija	2014
3	Metalofirma	2014	3	Mađarska	2015

(5 rows)

Садржај

- Модели података
- Пример ER модела података
- Пример релационог модела података
- **Пример документског модела података**
- Ресурси

Пример документског модела података

- Документски модел података
 - подаци на логичком нивоу обично организовани у облику колекција докумената (Truică et al., 2021)
 - колекција садржи документе
 - садржај документа обично је хијерархијски уређен
 - формат документа
 - ранија примена претежно била усмерена на формат *XML*
 - савремена примена претежно се ослања на формат *JSON*

Пример документског модела података

- Документски модел података – СУБП
 - примери савремених СУБП који подржавају документски модел података (Truică et al., 2021)
 - системи засновани на формату *XML*
 - *BaseX*
 - *eXist-db*
 - *Sedna*
 - системи засновани на формату *JSON*
 - *Couchbase*
 - *CouchDB*
 - *MongoDB*

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB*
 - СУБП *MongoDB* (MongoDB, n.d.-a; MongoDB, n.d.-b)
 - документско-оријентисани систем
 - документи се налазе унутар колекција
 - документи су налик објектима типа *JSON*
 - документи типа *BSON*
 - документи садрже парове кључ–вредност
 - садржана вредност може бити сложена
 - Интернет адреса
 - <https://www.mongodb.com/>

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB*
 - СУБП *MongoDB* – примери доступних наредби (MongoDB, n.d.-b)
 - ажурирање података
 - наредба `insert`
 - наредба `update`
 - наредба `delete`
 - упити
 - наредба `find`
 - обрађивање података (агрегирање)
 - наредба `aggregate`
 - наредба `count`
 - наредбе могуће задавати преко позива метода у окружењу *MongoDB Shell* (MongoDB, n.d.-c)

NoSQL

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - уношење докумената у колекције 1

```
db.države.insertMany([
  { _id: 1, "naz": "Srbija"},
  { _id: 2, "naz": "Rumunija"},
  { _id: 3, "naz": "Mađarska"},
  { _id: 4, "naz": "Bugarska"}
]);
```

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - уношење докумената у колекције 2

```
db.proizvođači.insertMany([
  { _id: 1, "naz": "Biofirma", "god": 2007, "poslovanje": [
    { "država_id": 1, "poslovanje_god": 2007 },
    { "država_id": 2, "poslovanje_god": 2015 }
  ] },
  { _id: 2, "naz": "Agrofirma", "god": 2018, "poslovanje": [
    { "država_id": 1, "poslovanje_god": 2018 }
  ] },
  { _id: 3, "naz": "Metalofirma", "god": 2014, "poslovanje": [
    { "država_id": 1, "poslovanje_god": 2014 },
    { "država_id": 3, "poslovanje_god": 2015 }
  ] }
]);
```

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 1

```
db.proizvođači.find();
```


Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 1 – резултат

```
[
  {
    _id: 1,
    naz: 'Biofirma',
    god: 2007,
    poslovanje: [
      { 'država_id': 1, poslovanje_god: 2007 },
      { 'država_id': 2, poslovanje_god: 2015 }
    ]
  },
  {
    _id: 2,
    naz: 'Agrofirma',
    god: 2018,
    poslovanje: [ { 'država_id': 1, poslovanje_god: 2018 } ]
  },
  {
    _id: 3,
    naz: 'Metalofirma',
    god: 2014,
    poslovanje: [
      { 'država_id': 1, poslovanje_god: 2014 },
      { 'država_id': 3, poslovanje_god: 2015 }
    ]
  }
]
```

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 2

```
db.proizvođači.find().count();
```

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 2 – резултат

3

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 3

```
db.proizvođači.aggregate( [  
  { $lookup: {  
    from: "države",  
    localField: "poslovanje.država_id",  
    foreignField: "_id",  
    as: "posluje_u"  
  } },  
  { $unwind: "$poslovanje" },  
  { $unwind: "$posluje_u" },  
  { $match: {  
    $expr: { $eq: [ "$poslovanje.država_id", "$posluje_u._id" ] } } },  
  { $project: {  
    "_id": 1, "naz": 1, "god": 1,  
    "država_id": "$poslovanje.država_id",  
    "država_naz": "$posluje_u.naz",  
    "država_poslovanje_god": "$poslovanje.poslovanje_god"  
  } }  
] );
```

Пример документског модела података

- Документски модел података – *MongoDB* – пример
 - подаци о пословању произвођача по државама
 - упит 3 – резултат

```
[
  {
    _id: 1,
    naz: 'Biofirma',
    god: 2007,
    'država_id': 1,
    'država_naz': 'Srbija',
    'država_poslovanje_god': 2007
  },
  {
    _id: 1,
    naz: 'Biofirma',
    god: 2007,
    'država_id': 2,
    'država_naz': 'Rumunija',
    'država_poslovanje_god': 2015
  },
  {
    _id: 2,
    naz: 'Agrofirma',
    god: 2018,
    'država_id': 1,
    'država_naz': 'Srbija',
    'država_poslovanje_god': 2018
  },
]
```

```
{
  _id: 3,
  naz: 'Metalofirma',
  god: 2014,
  'država_id': 1,
  'država_naz': 'Srbija',
  'država_poslovanje_god': 2014
},
{
  _id: 3,
  naz: 'Metalofirma',
  god: 2014,
  'država_id': 3,
  'država_naz': 'Mađarska',
  'država_poslovanje_god': 2015
}
]
```

Садржај

- Модели података
- Пример ER модела података
- Пример релационог модела података
- Пример документског модела података
- **Ресурси**

Ресурси

- Извори и литература
 - Paolo Atzeni, Stefano Ceri, Stefano Paraboschi, Riccardo Torlone. Database Systems: Concepts, Languages and Architectures. McGraw-Hill (Maidenhead, England, UK). 1999.
 - 1 Introduction
 - 2 The Relational Model
 - 3 Relational Algebra and Calculus
 - 4 SQL
 - Serge Abiteboul, Richard Hull, Victor Vianu. Foundations of Databases. Addison-Wesley (Reading, MA, USA). 1995.
 - 1 Database Systems

Ресурси

- Извори и литература
 - Pavle Mogin, Ivan Luković. Principi baza podataka. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu (Novi Sad, Srbija), Stylos (Novi Sad, Srbija). 1996.
 - Pavle Mogin, Ivan Luković, Miro Govedarica. Principi projektovanja baza podataka. 2. izdanje. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu (Novi Sad, Srbija). 2004.
 - Michael Stonebraker, Andrew Pavlo. What Goes Around Comes Around... And Around.... ACM SIGMOD Record. 2024; 53(2); 21–37.
 - Peter Pin-Shan Chen. The Entity-Relationship Model—Toward a Unified View of Data. ACM Transactions on Database Systems. 1976; 1(1); 9–36.

Ресурси

- Извори и литература
 - IBM. Edgar F. Codd. [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.ibm.com/history/edgar-codd>
 - E. F. Codd. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. Communications of the ACM. 1970; 13(6); 377–387.
 - E. F. Codd. Extending the Database Relational Model to Capture More Meaning. ACM Transactions on Database Systems. 1979; 4(4); 397–434.
 - E. F. Codd. Relational Database: A Practical Foundation for Productivity. Communications of the ACM. 1982; 25(2); 109–117.
 - ISO. ISO/IEC 9075-1:2023. [Internet]. 2023. URL: <https://www.iso.org/standard/76583.html>

Ресурси

- Извори и литература
 - Red Gate Software. DB-Engines Ranking. [Internet]. 2024. URL: <https://db-engines.com/en/ranking>
 - The PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.postgresql.org/>
 - The PostgreSQL Global Development Group. Documentation. [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.postgresql.org/docs/>
 - Ciprian-Octavian Truică, Elena-Simona Apostol, Jérôme Darmont, Torben Bach Pedersen. The Forgotten Document-Oriented Database Management Systems: An Overview and Benchmark of Native XML DODBMSes in Comparison with JSON DODBMSes. Big Data Research. 2021; 25; 100205.

Ресурси

- Извори и литература
 - MongoDB. MongoDB: The Developer Data Platform | MongoDB. [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.mongodb.com/>
 - MongoDB. Introduction to MongoDB. [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.mongodb.com/docs/manual/introduction/>
 - MongoDB. Welcome to MongoDB Shell (mongosh). [Internet]. (n.d.). URL: <https://www.mongodb.com/docs/mongodb-shell/>

Ресурси

- Додатни ресурси
 - ERDPlus. ERDPlus. [Internet]. (n.d.). URL: <https://erdplus.com/>
 - OneCompiler. OneCompiler - Write, Run and Share Code Online | Free Online Compiler with 70+ Languages and Databases. [Internet]. (n.d.). URL: <https://onecompiler.com/>

Ресурси

- Коришћени софтверски системи
 - *PostgreSQL 12.20*
 - URL: <https://www.postgresql.org/>
 - *MongoDB Community Server 8.0.0*
 - URL: <https://www.mongodb.com/>
 - *MongoDB Shell 2.3.1*
 - URL: <https://www.mongodb.com/docs/mongodb-shell/>