

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

ОАС Софтверско инжењерство и информационе технологије

Организација података

# Модели података

# Садржај

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

# Модели података

- Модел података

- модел података је колекција конструката намењених спецификацији тога како подаци којима треба руковати треба да буду организовани (Atzeni et al., 1999)
- конструкцији доступни у моделу података у пракси се користе за формирање апстрактног погледа на податке
  - формирани апстрактни поглед на податке очекивано одудара од тога како су подаци заправо физички организовани у меморији
  - формирани 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
        - 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)
    - 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)<sup>(Chen, 1976)</sup>
    - настао као генерализација или проширење три тадашња модела (мрежног модела, релационог модела и модела скупа ентитета)
  - постоји одговарајућа дијаграмска представа
    - *ER* дијаграм<sup>(Chen, 1976; Atzeni et al., 1999; Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004)</sup>
      - постоје разне варијације у визуалној нотацији
  - током времена додатно развијан и прошириван

# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски концепти
  - главни концепти
    - обележје
    - тип ентитета
    - тип повезника

# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски концепти

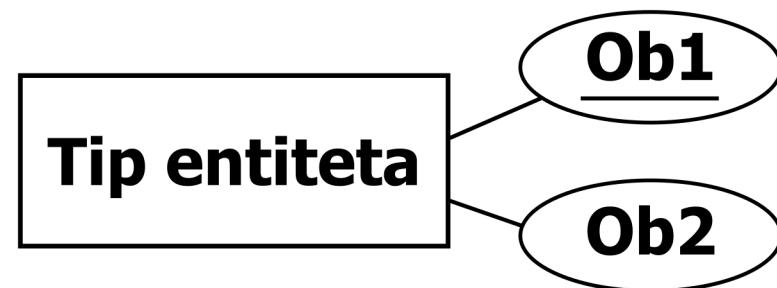
- **обележје** (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- заједничка особина ентитета једне класе
    - визуална представа – елипса



# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски концепти
  - **тип ентитета**
    - модел класе ентитета
      - компоненте
        - назив, обележја
    - визуална представа – правоугаоник
      - повезивање с визуалном представом одговарајућих обележја
        - подвлачење кључа

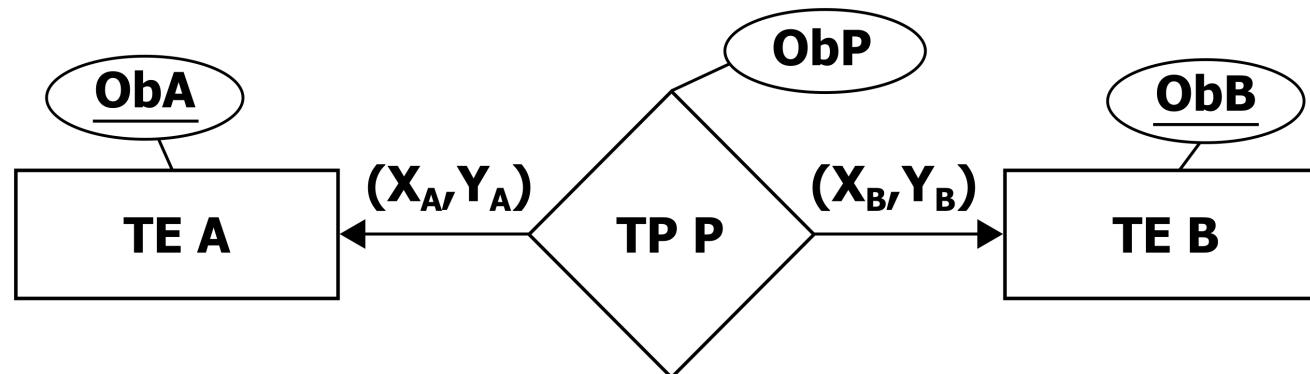


# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски 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

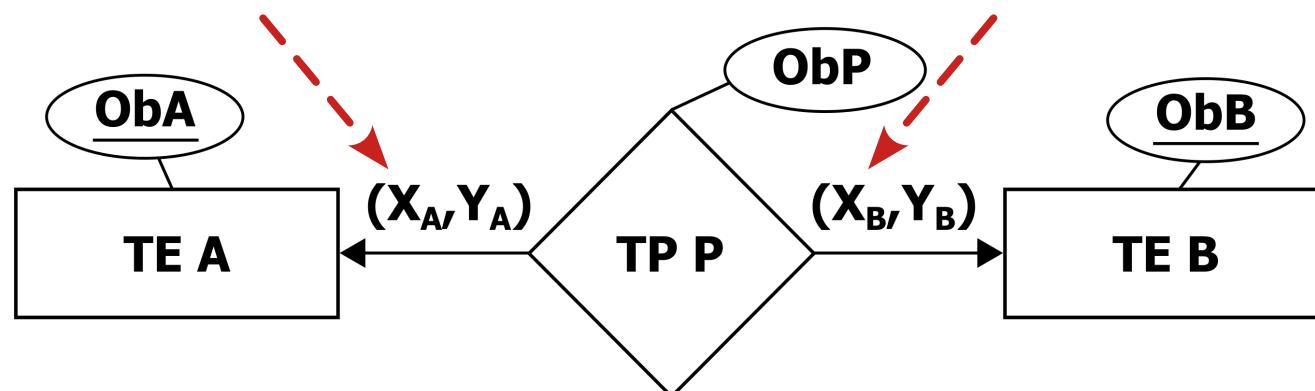


# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски 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

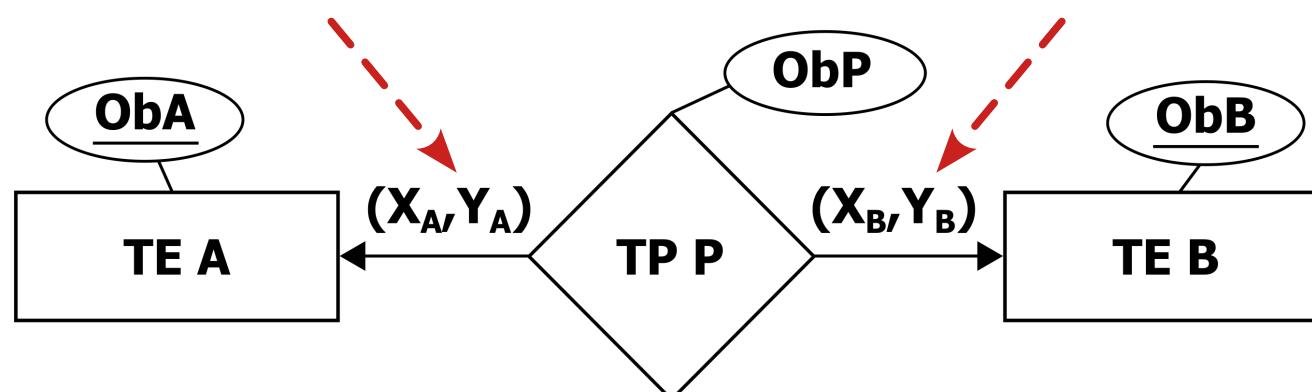


# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски концепти

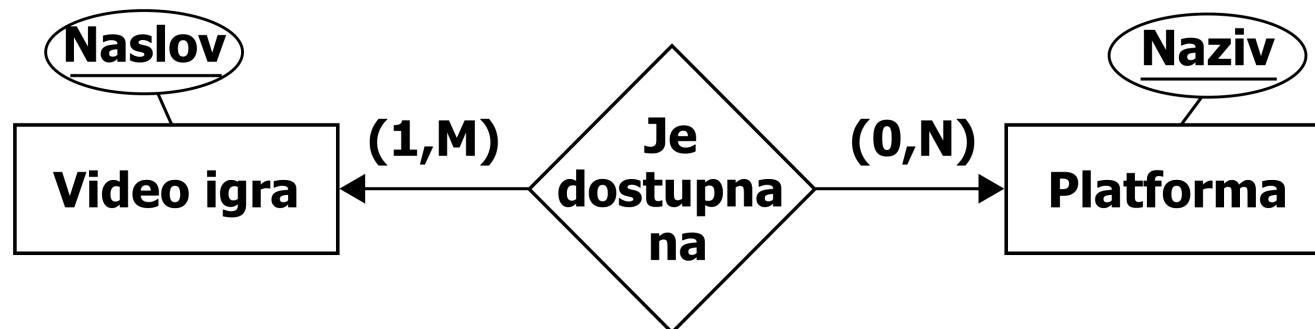
- тип повезника (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004; Atzeni et al., 1999)

- 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)



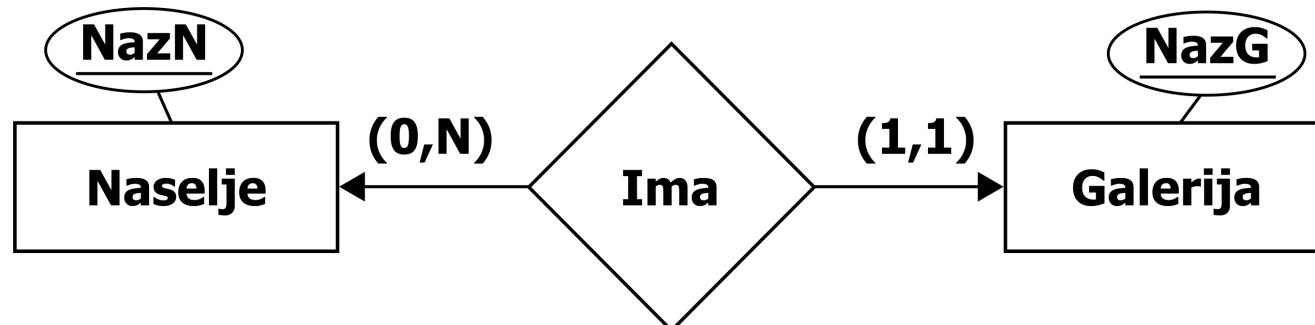
# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски 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



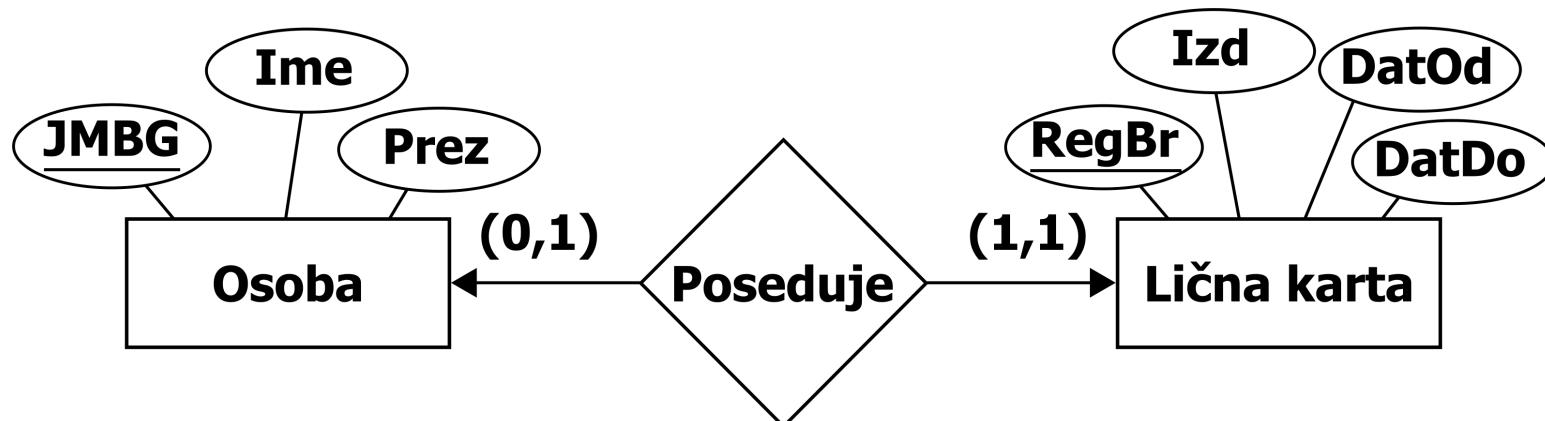
# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски 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 – проектантски 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 – проектантски концепти

- додатни концепти

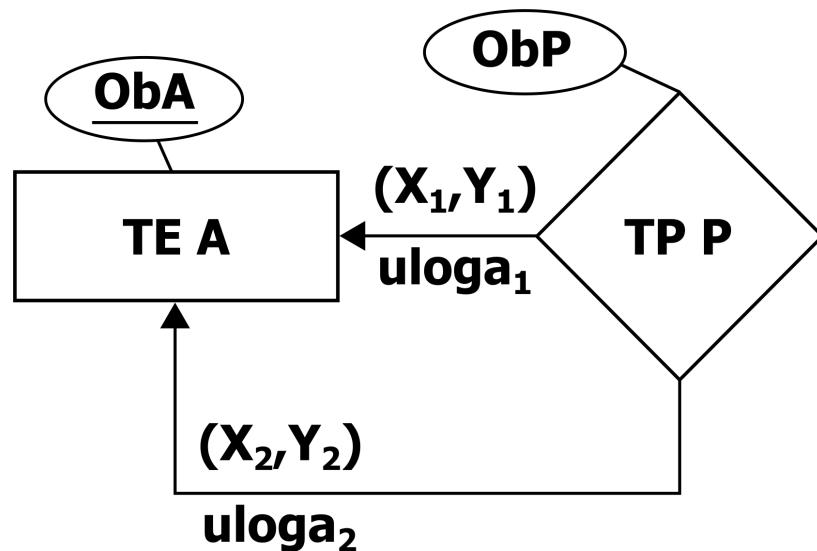
- рекурзивни тип повезника
    - тип повезника реда већег од два
    - идентификациона зависност

# Пример ER модела података

- ER модел података – проектантски концепти

- **рекурзивни тип повезника**

- модел класе повезника за везе више ентитета из исте класе

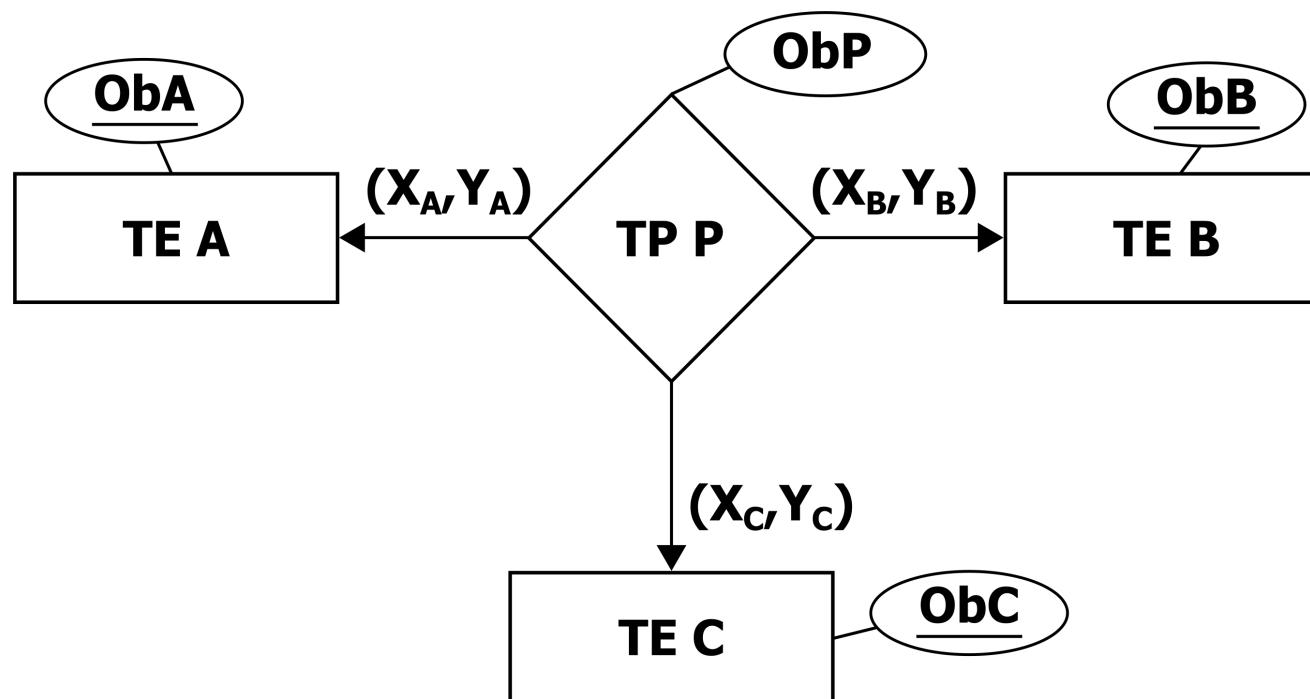


# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски концепти

- **тип повезника реда већег од два**

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



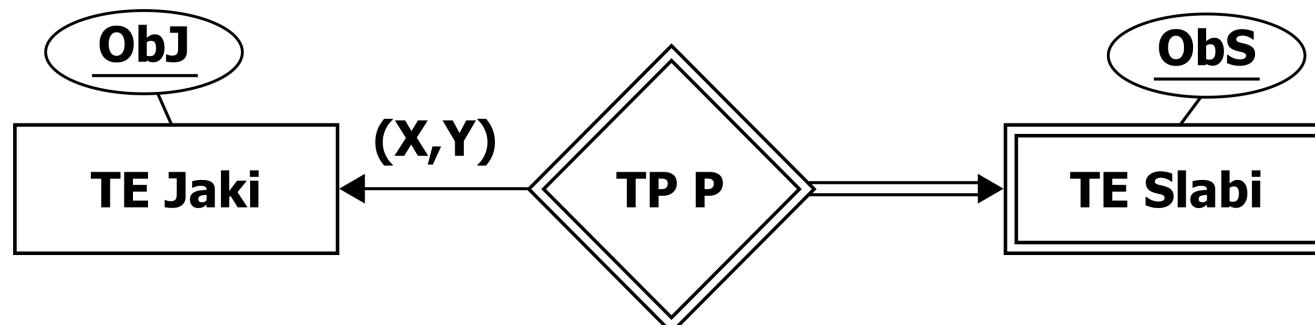
# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски 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

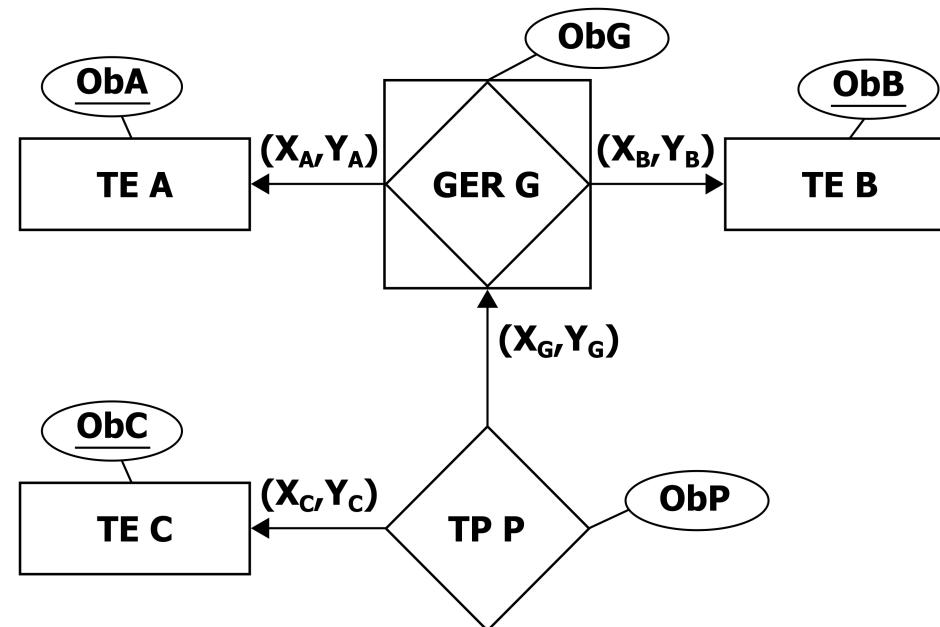
- *ER* модел података – проектантски концепти
  - концепти проширеног *ER* модела података
    - герунд
    - *ISA* хијерархија

# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски концепти

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

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

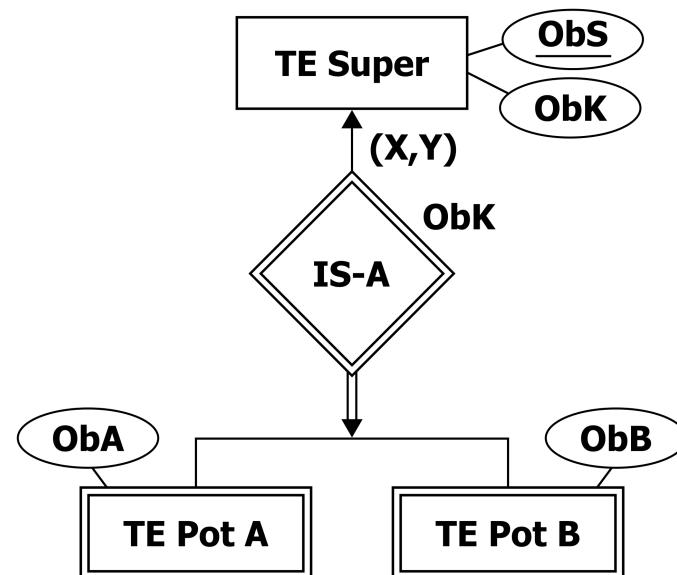


# Пример ER модела података

- *ER* модел података – проектантски концепти

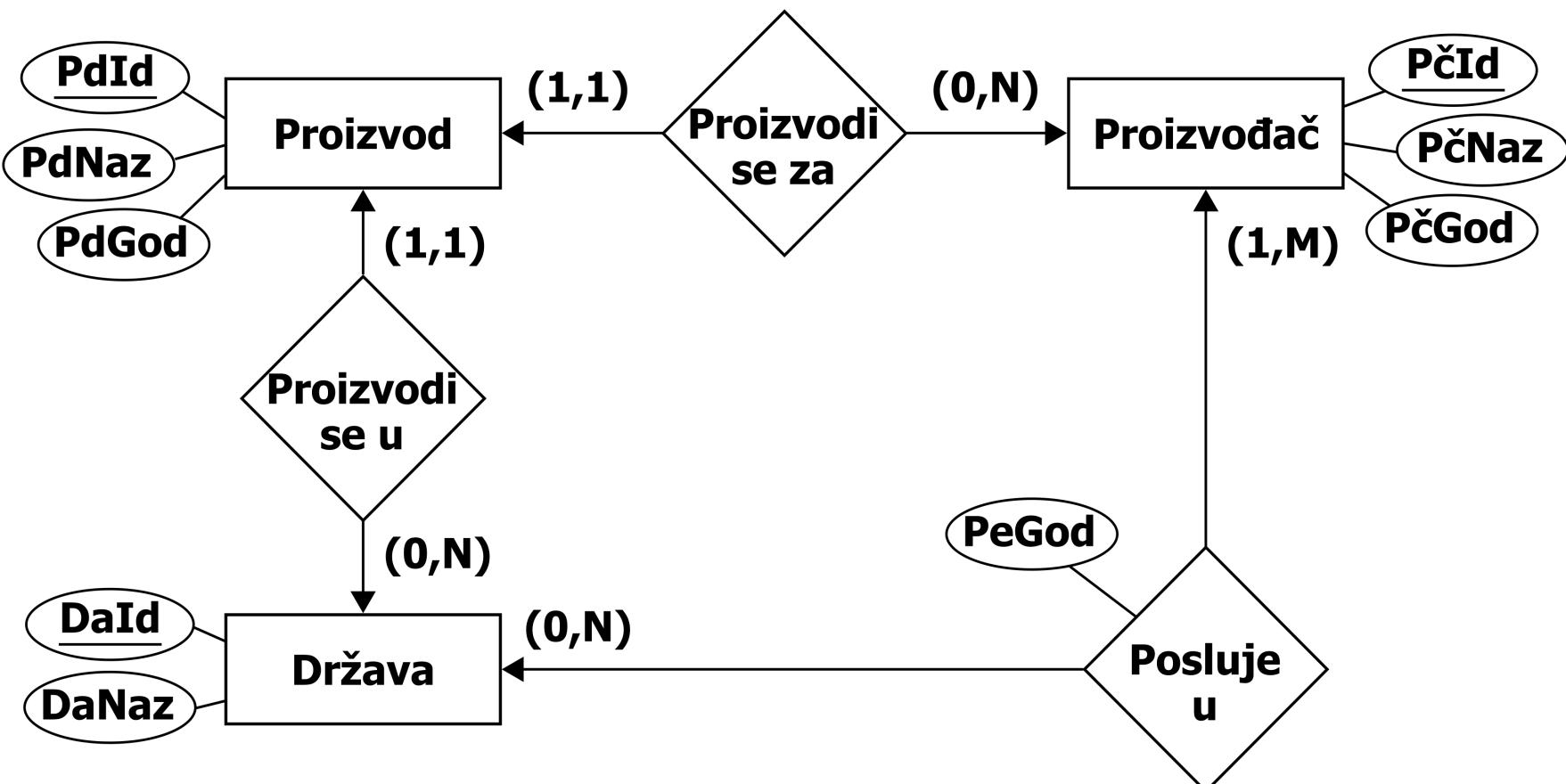
- **ISA хијерархија** (Mogin & Luković, 1996; Mogin et al., 2004)

- модел односа суперкласа–поткласа
      - представа класификације



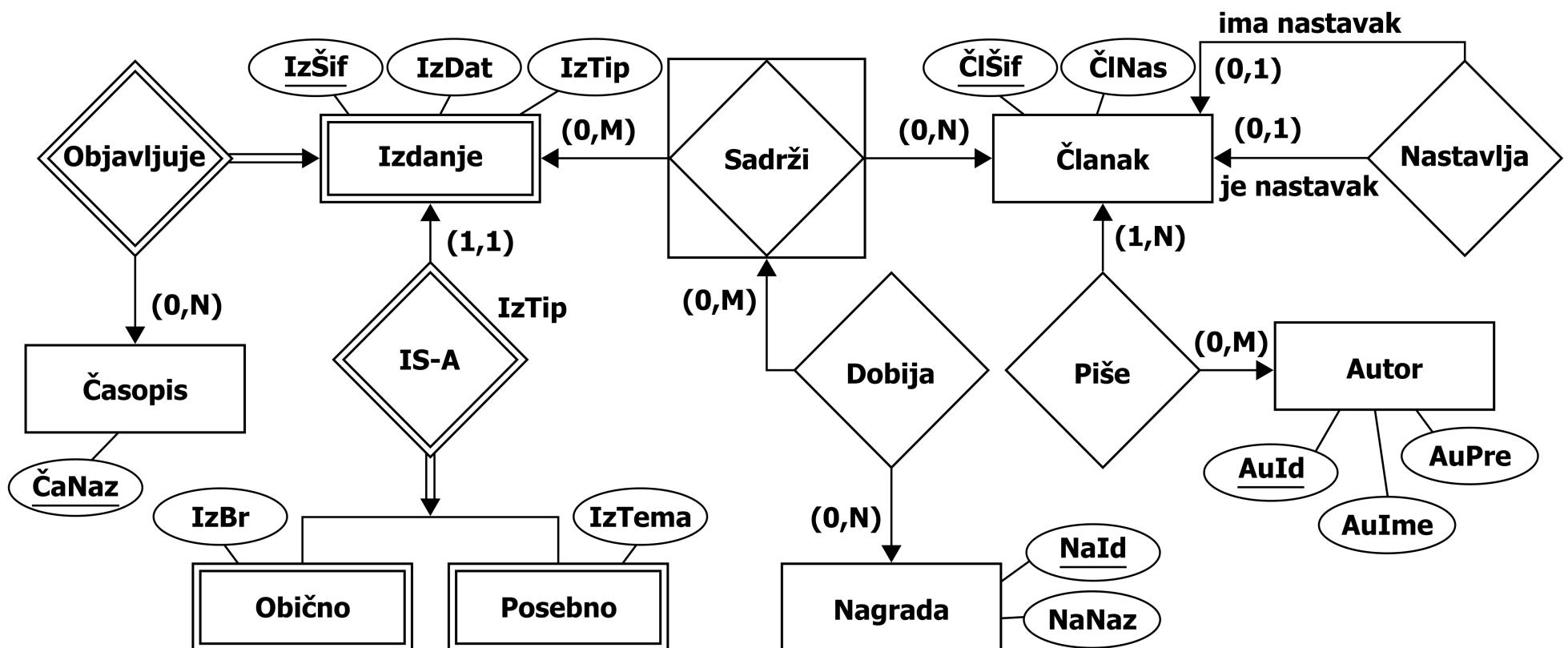
# Пример ER модела података

- ER модел података – пример 1



# Пример ER модела података

- ER модел података – пример 2



# Пример ER модела података

- *ER* модел података – примена
  - 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 ЕР 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)
    - рад у оквиру компаније IBM
  - подаци на логичком нивоу организовани кроз релације
    - 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
      - 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
  - $\Delta$  – 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
  - **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  $DRŽAVA$  над  $X$  (табеларна представа)

DRŽAVA	
DAID	DANAZ
1	Srbija
2	Rumunija
3	Mađarska
4	Bugarska

- кључ за релацију  $DRŽAVA$  је  $K = \{DAID\}$

# Пример релационог модела података

- Релациони модел података – пример 2

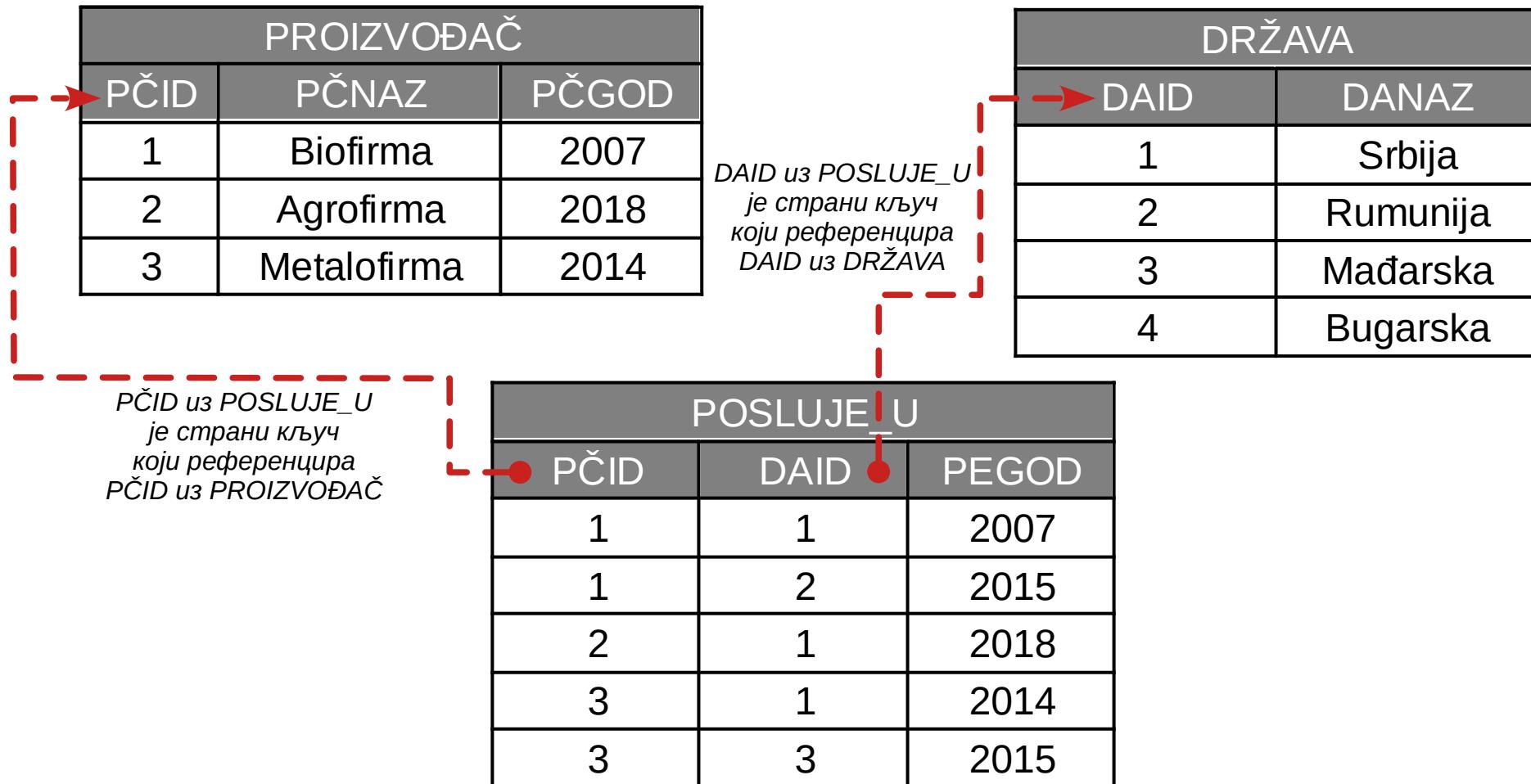
PROIZVOĐAČ		
PČID	PČNAZ	PČGOD
1	Biofirma	2007
2	Agrofirma	2018
3	Metalofirma	2014

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	Korenij	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

- Релационни модел података – пример 3

IZVOĐAČ		
IZV_ID	IZV_NAZ	IZV_TIP
100	Niko	IND
500	Led i vatra	GRU
600	Korenij	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*

SQL

# 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

SQL

# 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*

SQL

# Пример релационог модела података

- Релациони модел података – *PostgreSQL*

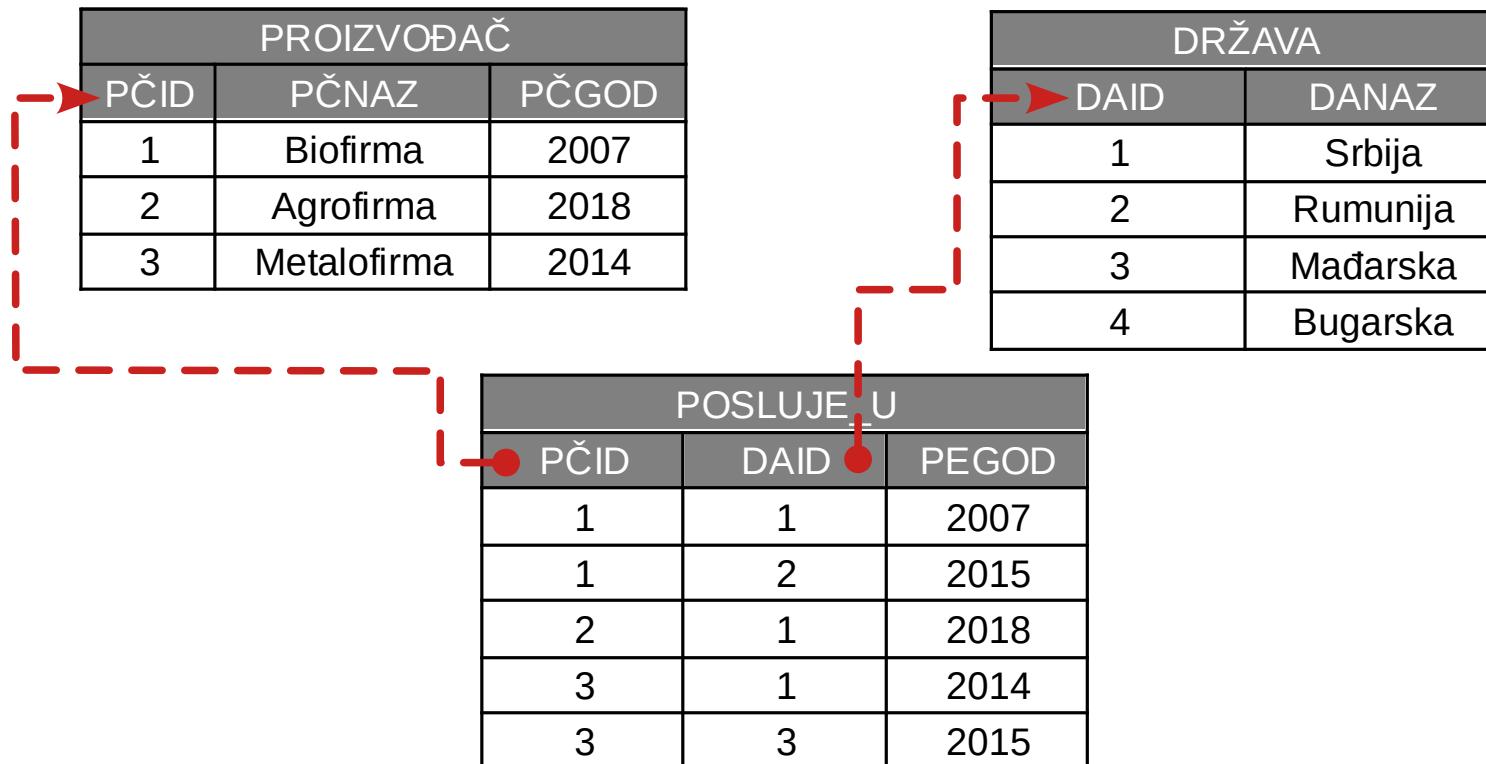
- СУБП *PostgreSQL* (The PostgreSQL Global Development Group, n.d.-a; The PostgreSQL Global Development Group, n.d.-b)

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

SQL

# 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 производа 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 proizvodač;
```

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.pcid, pr.pcnaz, pr.pcgod,
       dr.daid, dr.danaz, po.pegod
  FROM proizvođač pr, država dr, posluje_u po
 WHERE po.pcid = pr.pcid AND po.daid = dr.daid;
```

pcid	pcnaz	pcgod	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 ЕР 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*

NoSQL

# 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/>

NoSQL

# 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 производа 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 производа 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 ЕР 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/>