



## Modeli podataka

---

*Specifikacija šeme baze podataka*

# Sadržaj

---

- Pojam modela podataka
- Strukturalna komponenta MP
- Integritetna komponenta MP
- Operacijska komponenta MP
- Modeli podataka

# Model podataka

---

- **Model podataka (MP)**
  - matematička apstrakcija
  - putem koje se gradi šema baze podataka,
    - koja treba da predstavlja
      - model baze podataka informacionog sistema
      - model posmatranog dela realnog sistema
  - služi za predstavljanje
    - logičkih struktura obeležja (LSO) realnog sistema
    - ograničenja u odnosima između podataka o stanjima realnog sistema
    - dinamike izmene stanja realnog sistema, putem operacija nad podacima

# Model podataka

---

- **Model podataka (MP)**

- trojka

$(S, I, O)$

- $S$  - strukturalna komponenta

- omogućava modeliranje LSO, kao statičke strukture – šeme BP

- $I$  - integritetna komponenta

- omogućava modeliranje ograničenja nad podacima u BP

- $O$  - operacijska komponenta

- modeliranje dinamike izmene stanja
      - podataka u BP i
      - same šeme BP

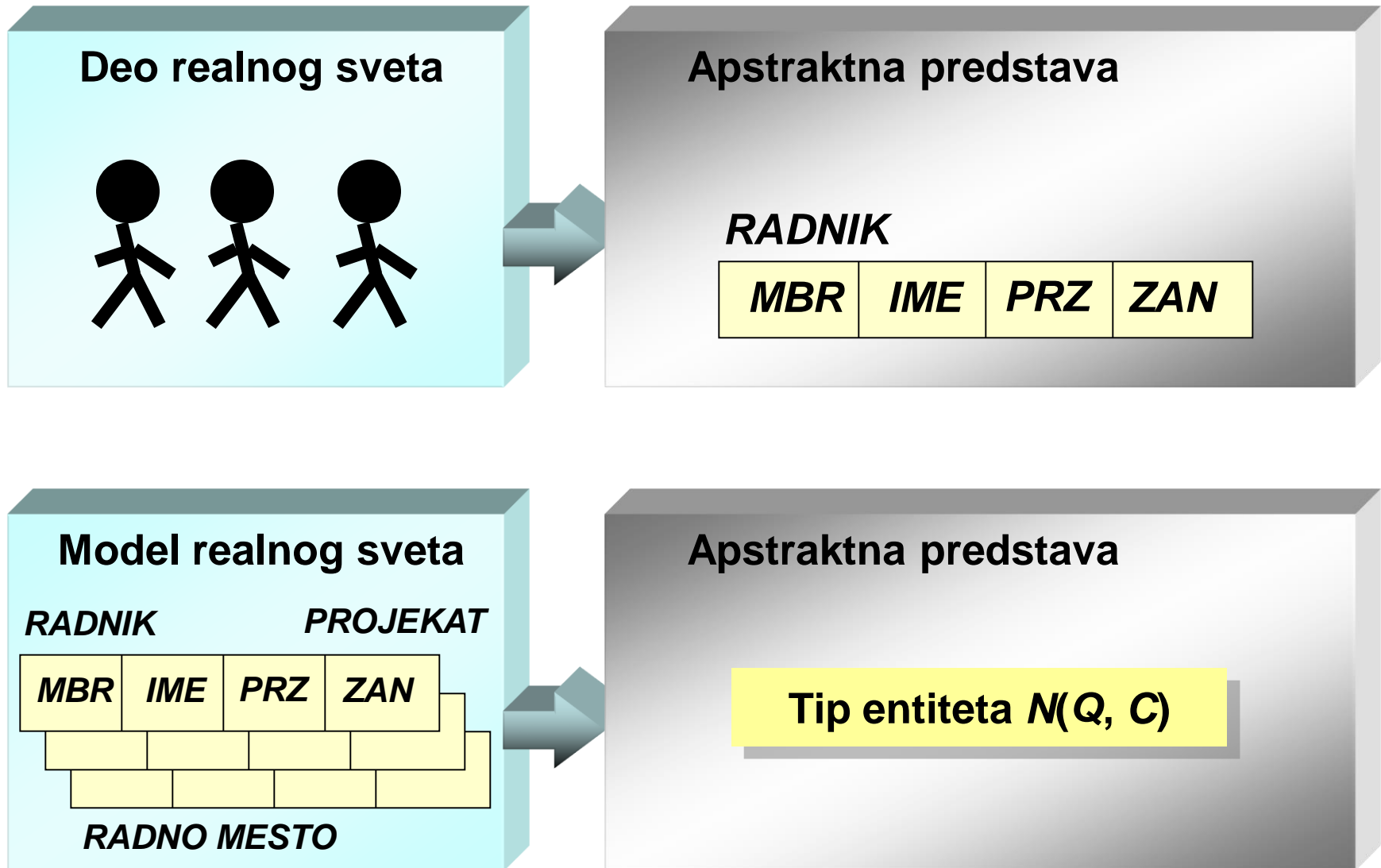
# Model podataka

---

- **Nivoi apstrakcije**

- određeni modelom podataka
- nivo **intenzije** (konteksta)
  - nivo tipa
    - npr. nivo logičke strukture obeležja - šeme
- nivo **ekstenzije** (konkretizacije)
  - nivo pojave tipa
    - npr. nivo logičke strukture podataka
- Primer 1:
  - nivo intenzije: tip entiteta  $N$
  - nivo ekstenzije: skup pojava tipa entiteta  $SP(N)$
- Primer 2:
  - nivo intenzije: tip entiteta
  - nivo ekstenzije: tip entiteta  $N$

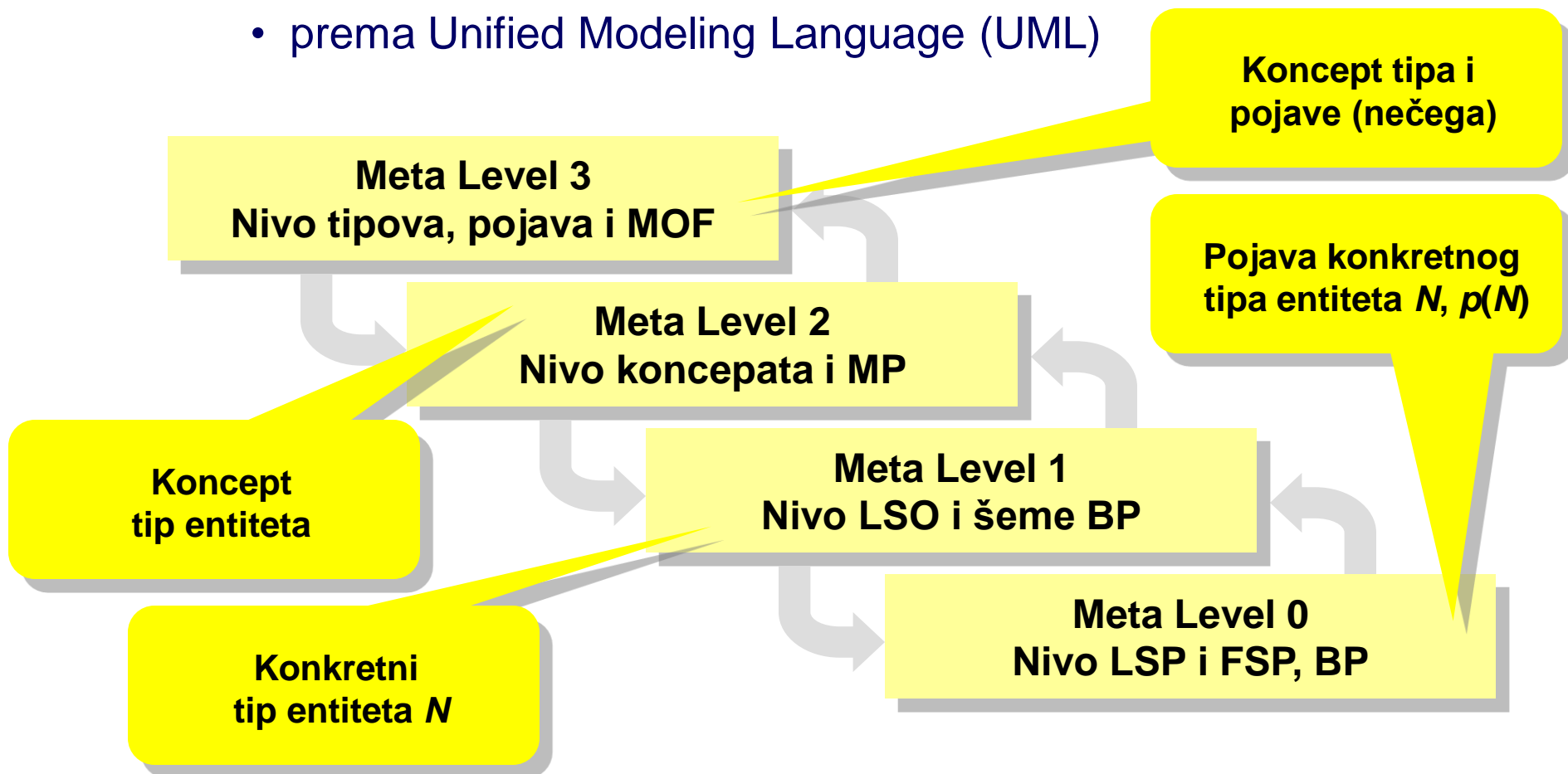
# Model podataka



# Model podataka

- **Nivoi apstrakcije**

- u oblasti modelovanja sistema pa i sistema BP,
  - prema Unified Modeling Language (UML)



# Sadržaj

---

- Pojam modela podataka
- Strukturalna komponenta MP
- Integritetna komponenta MP
- Operacijska komponenta MP
- Modeli podataka



# Strukturalna komponenta MP

---

- **Koncept**

- apstraktna (i formalna) predstava jedne klase pojmova
  - kojima se modeluju delovi realnog sveta

- **Primitivni (atomični) koncept**

- uvodi se i postoji "per se"
  - percipira se njegova semantika u realnom svetu
- ne može se dalje dekomponovati na koncepte nižeg reda
  - primitivni pojam, za koji najčešće nije moguće uvesti formalnu definiciju

# Strukturalna komponenta MP

---

- Strukturalna komponenta sadrži
  - skup **primitivnih koncepata**
    - sa skupom datih osobina svakog koncepta,
    - skupom pravila (definicija i šablona) za njihovo korišćenje i
    - opisanom mogućom semantikom
  - skup **formalnih pravila** za kreiranje složenih koncepata
    - polazeći od primitivnih koncepata ili prethodno definisanih složenih koncepata
    - omogućava proširivanje inicijalno definisanog MP
  - skup unapred kreiranih **složenih koncepata**
    - sa skupom datih osobina svakog koncepta,
    - skupom pravila (definicija i šablona) za njihovo korišćenje i
    - opisanom mogućom semantikom

# Strukturalna komponenta MP

- Skup primitivnih i složenih koncepata jednog MP
  - za opis LSO (nivo intenzije) i LSP (nivo ekstenzije)

## Nivo intenzije

- Domen
- Obeležje
- Tip entiteta
- Tip poveznika
- Šema BP

## Nivo ekstenzije

- Vrednost
- Podatak
- Pojava tipa entiteta
- Pojava tipa povez.
- Baza podataka

# Strukturalna komponenta MP

---

- Primer pravila za izgradnju složenih koncepata
  - tip poveznika
    - formira se korišćenjem koncepata
      - tip entiteta
      - niz tipova
      - rekurzivna struktura
      - skup obeležja
      - skup ograničenja
      - naziv tipa
    - i pravila
      - $N(N_1, \dots, N_m, Q, C)$
    - sa mogućom semantikom
      - tip poveznika služi da modeluje veze između klasa realnih entiteta ili prethodno uspostavljenih poveznika

# Sadržaj

---

- Pojam modela podataka
- Strukturalna komponenta MP
- **Integritetna komponenta MP**
- Operacijska komponenta MP
- Modeli podataka

# Integritetna komponenta MP

---

- Integritetna komponenta sadrži
  - skup **tipova ograničenja** (uslova integriteta) sa
    - skupom datih osobina svakog tipa ograničenja, koje uključuju pravila
      - formalnog specificiranja i
      - interpretacije (validacije, provere zadovoljenja)
    - skupom pravila (definicija i šablona) za njihovo korišćenje i
    - opisanom mogućom semantikom
  - skup formalnih **pravila za izvođenje zaključaka** o važenju ograničenja
  - skup formalnih **pravila za kreiranje novih tipova ograničenja**
    - polazeći od poznatih koncepata
    - omogućava proširivanje inicijalno definisanog MP

# Integritetna komponenta MP

---

- Pomoću tipova ograničenja iskazuju se konkretna ograničenja koja se odnose na
  - moguće vrednosti obeležja (podataka)
  - moguće odnose između pojava povezanih tipova
  - moguće odnose između pojava i vrednosti obeležja

# Integritetna komponenta MP

---

- Primeri
  - ograničenje ključa (integritet entiteta)
    - $Radnik(\{MBR, PRZ, IME, JMBG\}, \{MBR, JMBG\})$
  - ograničenje domena
    - $Dom(OCENA) ::= \{d \in \mathbb{N} \mid d \geq 5 \wedge d \leq 10\}$
  - Kardinalitet tipa poveznika
    - jedan nastavnik može predavati najviše jedan predmet
    - student iz jednog predmeta ima najviše jednu ocenu



# Integritetna komponenta MP

---

- Validacija ograničenja – provera važenja ograničenja
  - može se ugraditi u
    - transakcije programe, ili
    - specifikaciju šeme baze podataka, sa implementacijom u okviru SUBP
      - tako da SUBP vrši automatsku proveru zadovoljenja
  - Rešenje kojem se može težiti
    - sva ograničenja podataka ugraditi u šemu BP i prepustiti proveru SUBP-u
    - pojedina ograničenja ugraditi i u transakcije programe
      - u cilju poboljšanja udobnosti rada korisnika
      - kada je UI transakcionog programa sposoban da "trenutno" odreaguje na pokušaj narušavanja ograničenja

# Sadržaj

---

- Pojam modela podataka
- Strukturalna komponenta MP
- Integritetna komponenta MP
- Operacijska komponenta MP
- Modeli podataka

# Operacijska komponenta MP

---

- Operacijska komponenta
  - modeliranje dinamike izmene stanja u sistemu BP
  - skup **tipova operacija** sa
    - skupom datih osobina svakog tipa operacije, koje uključuju pravila
      - formalnog specificiranja i
      - izvršenja nad podacima
    - skupom pravila (definicija i šablona) za njihovo korišćenje i
    - opisanom mogućom semantikom
  - definiše
    - upitni jezik / jezike
    - jezik / jezike za manipulisanje podacima i
    - jezik / jezike za definiciju podataka

# Operacijska komponenta MP

---

- **Upitni jezik**
  - Query Language (QL)
  - tipovi operacija za iskazivanje upita (selekcije podataka) nad BP
- **Jezik za manipulisanje podacima**
  - Data Manipulation Language (DML)
  - tipovi operacija za izmenu stanja BP (ažuriranje)
    - u cilju praćenja izmena stanja podataka u realnom sistemu

# Operacijska komponenta MP

---

- **Jezik za definiciju podataka**
  - **Data Definition Language (DDL)**
  - tipovi operacija za kreiranje i modifikaciju specifikacija
    - šeme BP
    - fizičke strukture BP
    - prava pristupa i zaštite BP
    - novih tipova operacija (programa) za upravljanje podacima

# Operacijska komponenta MP

---

- Specifikacija operacije sadrži komponente
  - **aktivnost**
    - specifikacija akcije nad podacima u BP
  - **selekcija**
    - specifikacija dela BP (u DML i QL) ili dela šeme BP (u DDL), nad kojim se sprovodi specificirana aktivnost

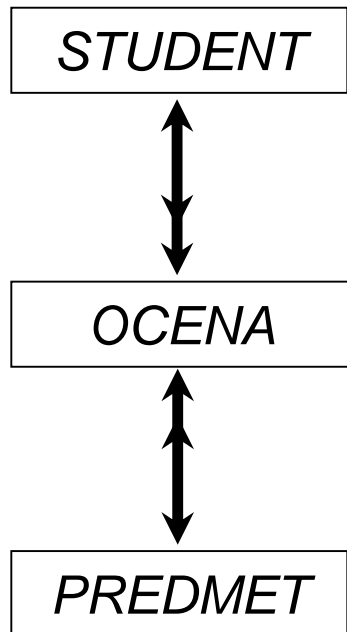
# Operacijska komponenta MP

---

- Primer operacije u DML ili QL
  - moguće aktivnosti
    - definisanje indikatora aktuelnosti (CURRENCY)
    - čitanje
    - upis
    - brisanje
    - modifikacija
  - mogući načini selekcije
    - pomoću logičkog mesta u strukturi podataka, na osnovu indikatora aktuelnosti
    - putem odnosa između podataka
    - putem vrednosti obeležja

# Operacijska komponenta MP

- Primer (mrežni MP)



*“Prikaži predmete i ocene tekuće pojave tipa entiteta STUDENT”*

- indikator aktuelnosti
  - FIND
  - READ NEXT
- odnos između podataka



# Operacijska komponenta MP

---

- Selekcija putem vrednosti obeležja
  - asocijativno adresiranje
  - iskazuje se putem logičkih izraza
    - moguća upotreba logičkih operatora (AND, OR, NOT)
    - moguća upotreba relacionih izraza i operatora
      - {<, >, =, >=, <=, <>}
      - specijalizovanih operatora (IN, NOT IN, EXISTS,...)
    - moguća upotreba numeričkih, alfanumeričkih (string), logičkih i datumskih izraza, funkcija i operatora
    - moguća upotreba obeležja kao operanada

# Operacijska komponenta MP

---

- Primer:
  - TE *Radnik*({*MBR*, *IME*, *PRZ*, *ZAN*}, {*MBR*})
  - selekcioni izraz
    - *IME* = 'Ivo' AND *ZAN* IN ['Inž', 'Eko']
  - primer u jeziku SQL

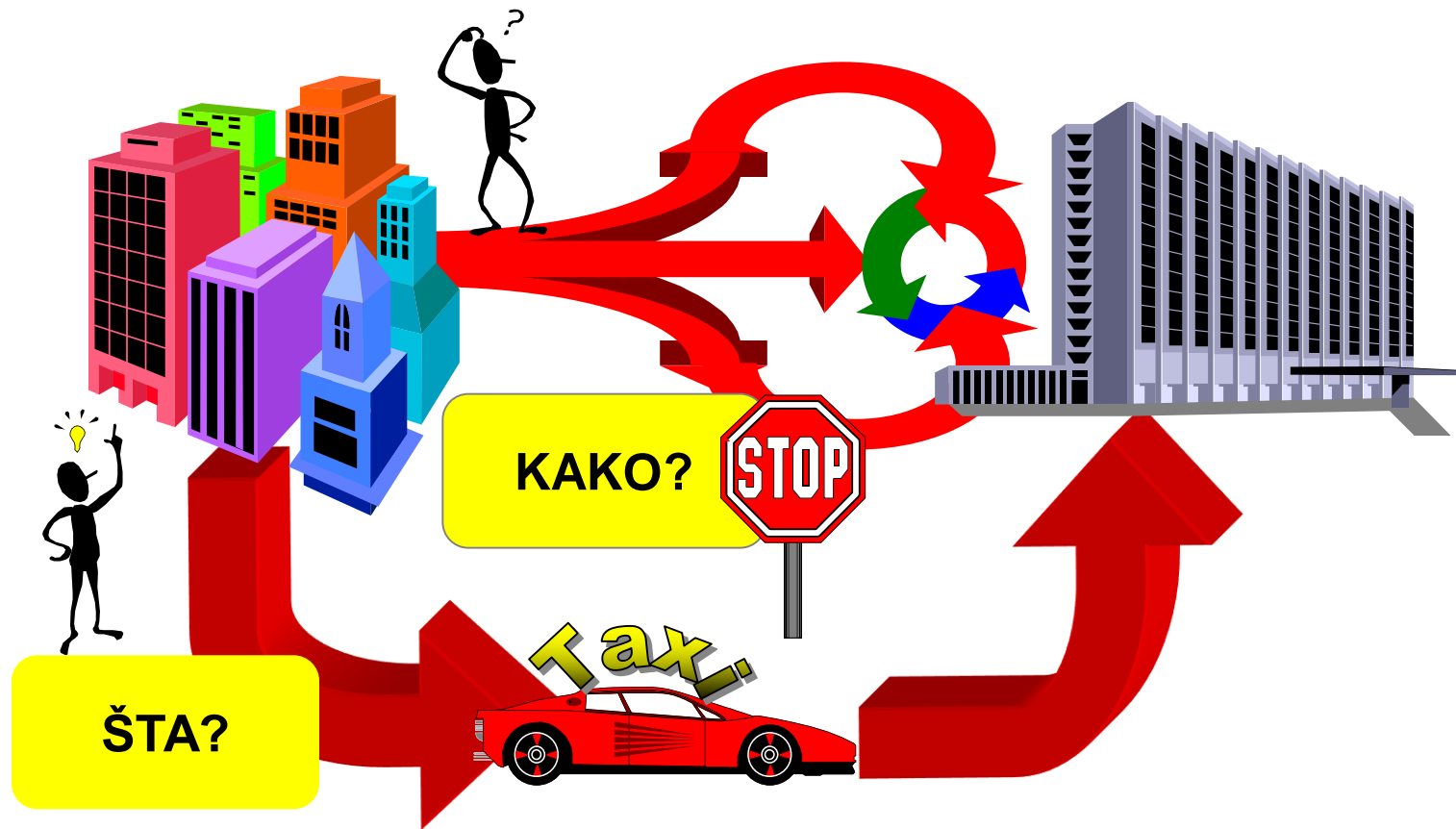
```
SELECT MBR, PRZ, IME, ZAN
FROM Radnik
WHERE PRZ LIKE 'Petr%' AND MBR > 100
```

# Operacijska komponenta MP

---

- Operacijska komponenta može biti
  - **proceduralna (navigaciona)**
    - selekcija vrši izbor jednog objekta iz BP
    - selekcija se vrši putem indikatora aktuelnosti, ili putem odnosa između podataka
    - proceduralnost sa programskim petljama i uslovnim grananjima
    - definiše se ŠTA i KAKO
  - **specifikaciona (deklarativna)**
    - selekcija vrši izbor skupa objekata iz BP
    - selekcija se vrši na osnovu vrednosti obeležja
    - neproceduralnost
    - definise se samo ŠTA

# Operacijska komponenta MP



# Sadržaj

---

- Pojam modela podataka
- Strukturalna komponenta MP
- Integritetna komponenta MP
- Operacijska komponenta MP
- Modeli podataka

# Modeli podataka

---

- Model tipova entiteta i poveznika (ER)
- Mrežni model
- Hijerarhijski model
- Relacioni model
- Logički i verovatnosni (fuzzy) logički modeli
- Objektno orijentisani model
- Objektno relacioni model
- XML model

# Modeli podataka

---

- Model tipova entiteta i poveznika (ER)
  - semantički model podataka
  - modifikacija
    - Prošireni model tipova entiteta i poveznika (EER)
    - MP konceptualnog nivoa – "bliži" korisniku po vrsti primenjenih koncepata
  - nastao na osnovama starijih modela
    - Semantičke hijerarhije (Smith i Smith)
    - Semantički model (Hammer i Mcleod)

# Modeli podataka

---

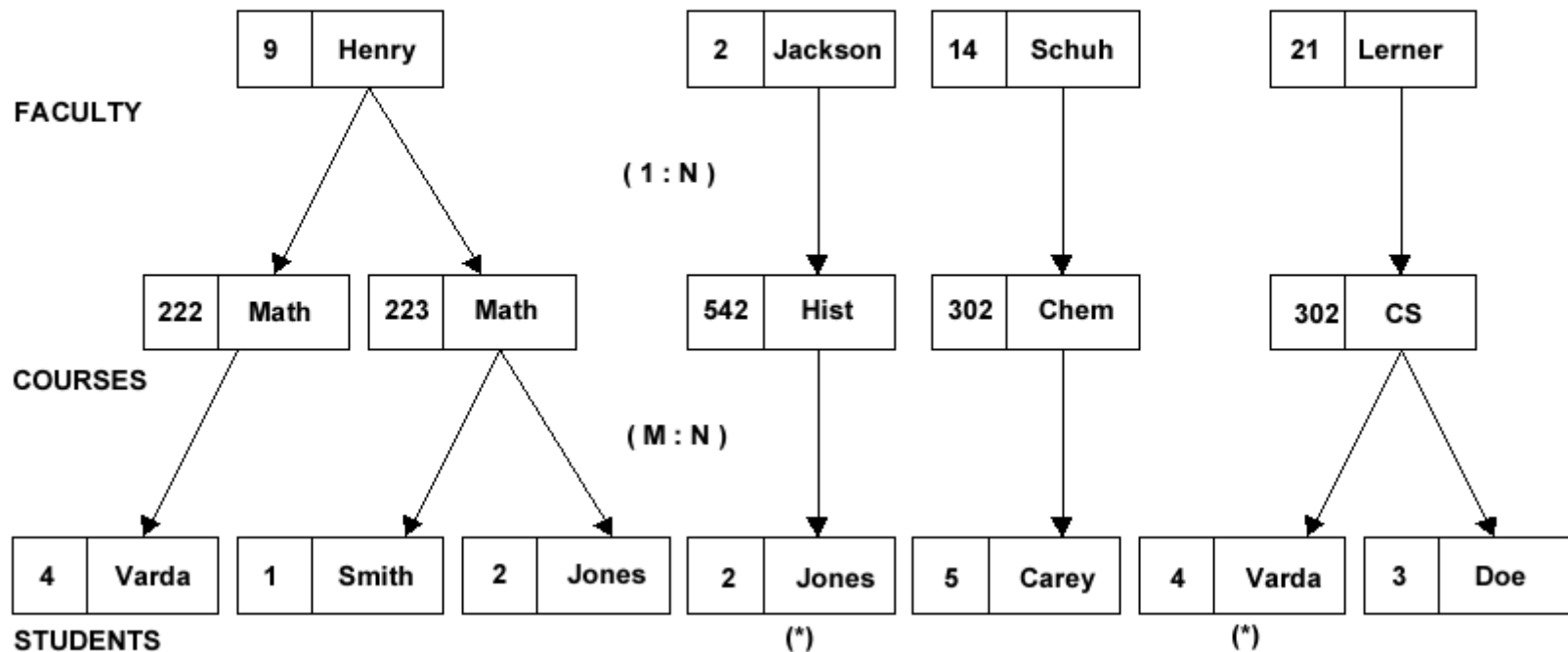
- Hijerarhijski model
  - IBM, kraj 1950-ih
  - implementacioni model podataka
    - tipične strukture šeme BP
      - strukture stabla nad tipovima slogova
    - operacijska komponenta – proceduralna
      - tipičan predstavnik: IBM DL/I sa programskim jezikom PL/I
  - konceptualno baziran organizaciji papirnih dokumenata – sistem kabineta i fascikli
  - svaki tip sloga je imao samo jednog vlasnika i pristup je išao preko njega
  - ne postoji veza M:N



# Modeli podataka

- Hijerarhijski model
  - prednost: očuvana logika poslavanja prethodnog sistema

## H i e r a r c h i c a l   D a t a   M o d e l



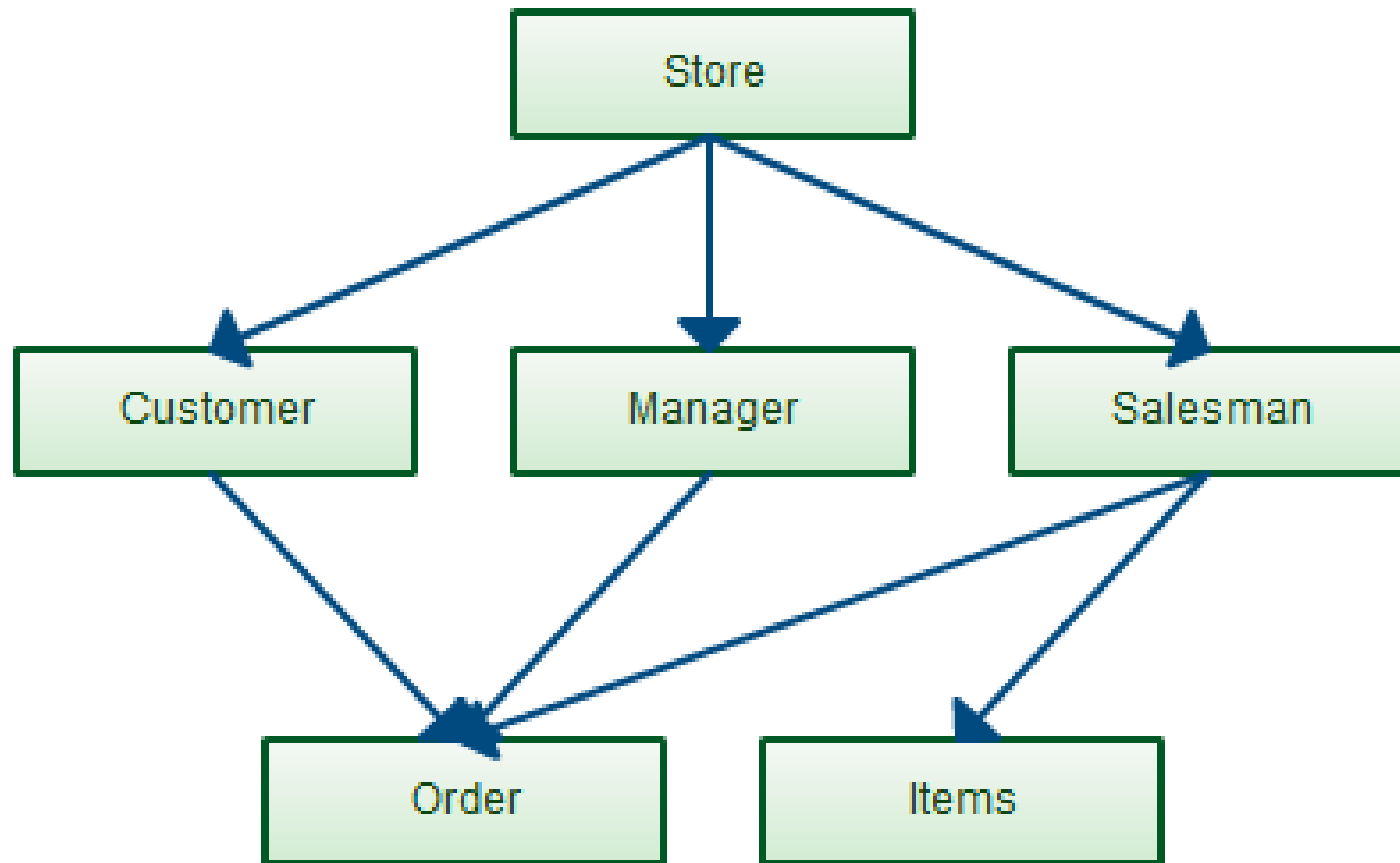
# Modeli podataka

---

- Mrežni model
  - IBM, kasne 1960-e
  - implementacioni model podataka
    - tipične strukture šeme BP
      - strukture mreže nad tipovima slogova, korišćenje tipova setova
    - operacijska komponenta – proceduralna
      - CODASYL DBTG standard
      - tipični predstavnici: IDMS, IDS-II sa programskim jezikom Cobol
  - omogućena veza M:N

# Modeli podataka

- Mrežni model - primer



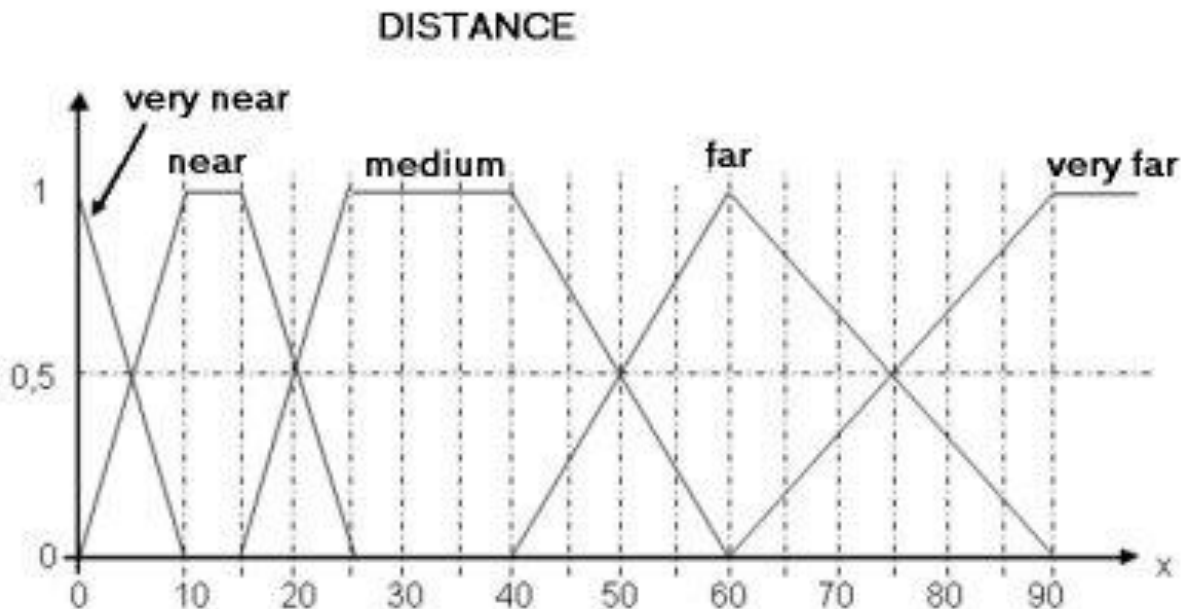
# Modeli podataka

---

- Relacioni model
  - implementacioni model podataka
    - tipične strukture šeme BP
      - strukture tabela slogova – relacija, kao skupova n-torki
    - operacijska komponenta – deklarativna
      - ANSI SQL standard
      - tipični predstavnici RDBMS: Oracle, MS SQL Server, Ingres, Informix, Sybase, DB2, sa programskim jezikom SQL

# Modeli podataka

- Logički i verovatnosni (fuzzy) logički modeli
  - dalja nadgradnja relacionog modela
  - uvođenje dedukcije u baze podataka
    - baza podataka – činjenica i baza pravila rezonovanja
    - pridruživanje verovatnoća podacima u bazi
    - rezonovanje u svetu rasplinite logike, na intervalu  $[0, 1]$



# Modeli podataka

---

- Objektno orijentisani model
  - zasnovanost na
    - mrežnom i semantičkim modelima
    - objektno orijentisanoj paradigmi i programskim jezicima
      - koncepti klase, tipa, operacije i interfejsa
  - objedinjeno posmatranje struktura podataka i operacija nad podacima
    - operacijska komponenta – proceduralna (C++, Java)
- Objektno relacioni model
  - implementacioni model podataka
    - kombinuje sve osobine relacionog i OO modela podataka
    - savremeni ORDBMS nastaju evolucijom RDBMS i nasleđuju sve osobine RDBMS

# Modeli podataka

---

- XML model
  - zasnovanost na
    - XML jezicima i tehnologijama
    - paradigmi analognoj hijerarhijskom modelu podataka i tzv. "logičkim vezama"
  - implementacioni model podataka
    - tipične strukture šeme BP
      - strukture stabla nad elementima i atributima
      - šema BP se opisuje putem XML Schema jezika
    - operacijska komponenta – deklarativna
      - ANSI SQL:2006 standard
      - XPath i XQuery jezici

# XML model – primer

---

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

  <xs:element name="shiporder">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="orderperson" type="xs:string"/>
        <xs:element name="shipto">
          <xs:complexType>
            <xs:sequence>
              <xs:element name="name" type="xs:string"/>
              <xs:element name="address" type="xs:string"/>
              <xs:element name="city" type="xs:string"/>
              <xs:element name="country" type="xs:string"/>
            </xs:sequence>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```



# XML model – primer

---

```
<xs:element name="item" maxOccurs="unbounded">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="title" type="xs:string"/>
      <xs:element name="note" type="xs:string" minOccurs="0"/>
      <xs:element name="quantity" type="xs:positiveInteger"/>
      <xs:element name="price" type="xs:decimal"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
<xs:attribute name="orderid" type="xs:string" use="required"/>
</xs:complexType>
</xs:element>

</xs:schema>
```

# XML model – primer

---

```
<shiporder orderId="889923"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="shiporder.xsd">
  <orderperson>John Smith</orderperson>
  <shipto>
    <name>Ola Nordmann</name>
    <address>Langgt 23</address>
    <city>4000 Stavanger</city>
    <country>Norway</country>
  </shipto>
  <item>
    <title>Empire Burlesque</title>
    <note>Special Edition</note>
    <quantity>1</quantity>
    <price>10.90</price>
  </item>
  <item>
    <title>Hide your heart</title>
    <quantity>1</quantity>
    <price>9.90</price>
  </item>
</shiporder>
```

# Sadržaj

---

- Pojam modela podataka
- Strukturalna komponenta MP
- Integritetna komponenta MP
- Operacijska komponenta MP
- Modeli podataka

# Literatura

---

- Pavle Mogin, Ivan Luković: Principi baza podataka
  - Glava 1

# Pitanja i komentari

---



## Modeli podataka

---

*Specifikacija šeme baze podataka*