

# Osnove relacionog modela podataka

Strukturalna, operacijska i integritetna komponenta relacionog modela podataka

# Sadržaj

- ▶ Model podataka
- ▶ Strukturalna komponenta
- ▶ Integritetna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta

# Model podataka

- ▶ Strukturalna komponenta
  - ▶ primitivni i složeni koncepti
    - ▶ “gradivni” elementi modela podataka
  - ▶ pravila za kreiranje složenih koncepata
  - ▶ služi za modeliranje LSO, kao statičke strukture sistema - šeme BP
- ▶ Operacijska komponenta
  - ▶ upitni jezik (QL)
  - ▶ jezik za manipulisanje podacima (DML)
  - ▶ jezik za definiciju podataka (DDL)
  - ▶ služi za modeliranje dinamike izmene stanja

# Model podataka

- ▶ Integritetna komponenta
  - ▶ skup tipova ograničenja (uslova integriteta)
  - ▶ služi za modeliranje ograničenja nad podacima u BP
- ▶ Nivoi apstrakcije
  - ▶ određeni modelom podataka
  - ▶ nivo intenzije (konteksta)
    - ▶ nivo tipa
      - ▶ opisuje npr. nivo logičke strukture obeležja - šeme
  - ▶ nivo ekstenzije (konkretizacije)
    - ▶ nivo pojave tipa
      - ▶ opisuje npr. nivo logičke strukture podataka

# Sadržaj

- ▶ Model podataka
- ▶ Strukturalna komponenta
- ▶ Integritetna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta

# Strukturalna komponenta

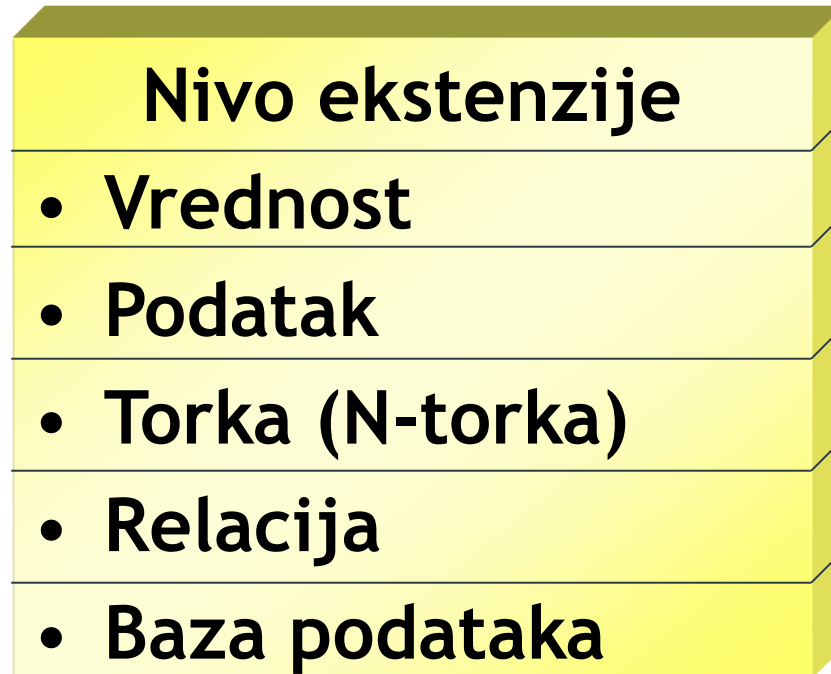
- ▶ Primitivni koncepti u RMP
  - ▶ **Obeležje (Atribut)**
    - ▶ reprezentuje osobinu (svojstvo) klase entiteta ili poveznika u realnom sistemu (RS)
  - ▶ **Domen**
    - ▶ specifikacija skupa mogućih vrednosti koje neka obeležja mogu da dobiju
  - ▶ Pravilo pridruživanja domena obeležjima
    - ▶ svakom obeležju obavezno se pridružuje tačno jedan domen

# Strukturalna komponenta

- ▶ **Primitivni koncepti nivoa intenzije**
  - ▶ domen
  - ▶ obeležje
- ▶ **Primitivni koncept nivoa ekstenzije**
  - ▶ vrednost
- ▶ kreiranje svih ostalih (složenih) koncepata strukturalne komponente RMP
  - ▶ kombinovanjem (strukturiranjem) primitivnih koncepata
  - ▶ korišćenjem definisanih pravila u RMP

# Strukturalna komponenta

- ▶ Skup primitivnih i složenih koncepata RMP
  - ▶ za opis LSO (nivo intenzije) i LSP (nivo ekstenzije)



# Strukturalna komponenta

## ▶ Torka

- ▶ reprezentuje jednu pojavu entiteta ili poveznika
- ▶ pomoću torke se svakom obeležju, iz nekog skupa obeležja, dodeljuje konkretna vrednost
  - ▶ iz skupa mogućih vrednosti definisanog domenom
- ▶ formalno, za:
  - ▶  $U = \{A_1, \dots, A_n\}$
  - ▶  $DOM = \cup_{i=1}^n (dom(A_i))$ 
    - ▶ skup svih mogućih vrednosti
  - ▶ torka predstavlja preslikavanje

$$t : U \rightarrow DOM,$$
$$(\forall A_i \in U)(t(A_i) \in dom(A_i))$$

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

▶  $U = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$

▶ Torka  $t_1$  definisana je na sledeći način

▶  $t_1(MBR) = 101$

▶  $t_1(IME) = Ana$

▶  $t_1(SPR) = 1100$

$t_1(POL) = \check{z}$

▶  $t_1(NAP) = Univerzitetski IS$

# Strukturalna komponenta

## ► Primer

- Torka  $t_1$  može se prikazati kao skup podataka

$$t_1 = \{(MBR, 101), (IME, Ana), (POL, \text{ž}), (SPR, 1100), (NAP, \text{Univerziteti IS})\}$$

- Zadana je i torka  $t_2$

$$t_2 = \{(MBR, 210), (IME, Aca), (POL, m), (SPR, 0105), (NAP, Polaris)\}$$

# Strukturalna komponenta

## ▶ Restrikcija (“skraćenje”) torke $t$

- ▶ na skup obeležja  $X \subseteq U$
- ▶ oznaka:  $t[X]$
- ▶ svakom obeležju iz skupa  $X$  pridružuje se ona vrednost koju je imala polazna torka  $t$
- ▶ formalno
  - ▶  $X \subseteq U, t: U \rightarrow DOM,$
  - ▶  $t[X]: X \rightarrow DOM$

$$(\forall A \in X)(t[X](A) = t(A))$$

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

▶  $t_2 = \{(MBR, 210), (IME, Aca), (POL, m), (SPR, 0105), (NAP, Polaris)\}$

▶ Neka je  $X = MBR+IME$

▶  $t_2[X] = \{(MBR, 210), (IME, Aca)\}$

# Strukturalna komponenta

## ► Relacija

- nad skupom obeležja  $U$
- predstavlja konačan skup torki
- reprezentuje skup realnih entiteta ili poveznika
- Formalno

$$r(U) \subseteq \{t \mid t: U \rightarrow DOM\}, \quad |r| \in \mathbb{N}_0$$

Skup svih mogućih torki nad skupom obeležja  $U$  -  $Tuple(U)$

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

▶  $U = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$

▶  $r_1(U) = \{t_1, t_2\}$

▶  $t_1 = \{(MBR, 101), (IME, Ana), (POL, \check{z}), (SPR, 1100), (NAP, Univerziteti IS)\}$

▶  $t_2 = \{(MBR, 210), (IME, Aca), (POL, m), (SPR, 0105), (NAP, Polaris)\}$

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

▶  $R = \{A, B, C\}$

▶  $\text{dom}(A) = \{a_1, a_2\}$

▶  $\text{dom}(B) = \{b_1, b_2\}$

▶  $\text{dom}(C) = \{c_1, c_2\}$

▶  $t_1 = \{(A, a_1), (B, b_1), (C, c_1)\}$

▶  $t_2 = \{(A, a_2), (B, b_2), (C, c_2)\}$

▶  $t_3 = \{(A, a_1), (B, b_1), (C, c_2)\}$

▶  $r(R) = \{t_1, t_2, t_3\}$

# Strukturalna komponenta

- ▶ U relaciji se ne mogu pojaviti dve identične torke
  - ▶ to je onda ista torka, samo dva puta prikazana
- ▶ Uobičajena reprezentacija relacije
  - ▶ pomoću tabele
  - ▶ relaciju predstavlja kompletan sadržaj tabele
    - ▶ kratko, tabela
  - ▶ poredak obeležja (kolona tabele) ne utiče na informacije koje sa sobom nosi relacija - nebitan
  - ▶ poredak torke u relaciji ne utiče na informacije koje sa sobom nosi relacija - nebitan

# Strukturalna komponenta

► Primeri

| <i>Radnik</i> | <i>MBR</i> | <i>IME</i> | <i>POL</i> | <i>SPR</i> | <i>NAP</i>      |
|---------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| $t_1$         | 101        | Ana        | ž          | 1100       | Univerziteti IS |
| $t_2$         | 210        | Aca        | m          | 0105       | Polaris         |

| $r(R)$ | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> |
|--------|----------|----------|----------|
| $t_1$  | $a_1$    | $b_1$    | $c_1$    |
| $t_2$  | $a_2$    | $b_2$    | $c_2$    |
| $t_3$  | $a_1$    | $b_1$    | $c_2$    |

# Strukturalna komponenta

## ▶ Šema relacije

- ▶ imenovani par

$$N(R, O)$$

- ▶  $N$  - naziv šeme relacije (može biti izostavljen)
- ▶  $R$  - skup obeležja šeme relacije
- ▶  $O$  - skup ogranichenja šeme relacije

## ▶ Pojava nad šemom relacije

- ▶  $(R, O)$
- ▶ bilo koja relacija  $r(R)$ , takva da zadovoljava sva ogranichenja iz skupa  $O$

# Strukturalna komponenta

## ► Primer

- Data je šema relacije

*Letovi*({*P*, *A*, *L*}, *O*)

- $O = \{\text{"Pilot može da leti samo na jednom tipu aviona"}\}$

| <i>Let1</i> | <i>P</i>   | <i>A</i>   | <i>L</i>   | <i>Let2</i> | <i>P</i>   | <i>A</i>   | <i>L</i>   |
|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
|             | <i>Pop</i> | <i>747</i> | <i>101</i> |             | <i>Pop</i> | <i>747</i> | <i>101</i> |
|             | <i>Pop</i> | <i>747</i> | <i>102</i> |             | <i>Pop</i> | <i>737</i> | <i>102</i> |
|             | <i>Ana</i> | <i>737</i> | <i>103</i> |             | <i>Ana</i> | <i>737</i> | <i>103</i> |

- Da li prikazane relacije predstavljaju pojave nad datom šemom relacije?

# Strukturalna komponenta

- ▶ **Relaciona šema baze podataka**

- ▶ (imenovani) par

$(S, I)$

- ▶  $S$  - skup šema relacija

$$S = \{(R_i, O_i) \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$$

- ▶  $I$  - skup međurelacionih ograničenja

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

### ▶ Zadane su šeme relacija

- ▶ *Radnik*({*MBR*, *IME*, *PRZ*, *DATR*},  
{“Ne postoje dva radnika sa istom vrednošću za *MBR*. Svaki radnik poseduje vrednost za *MBR*.”})
- ▶ *Projekat*({*SPR*, *NAP*},  
{“Ne postoje dva projekta sa istom vrednošću za *SPR*. Svaki projekat poseduje vrednost za *SPR*.”})
- ▶ *Angažovanje*({*SPR*, *MBR*, *BRC*},  
{“Ne može se isti radnik na istom projektu angažovati više od jedanput. Pri angažovanju, vrednosti za *MBR* i *SPR* su uvek poznate.”})

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

▶  $S = \{\text{Radnik, Projekat, Angažovanje}\}$

▶  $I = \{$

*“radnik ne može biti angažovan na projektu, ako nije zaposlen”;*

*“na projektu ne može biti angažovan ni jedan radnik, dok projekat ne bude registrovan”*

$\}$

▶  $(S, I)$  predstavlja jednu relacionu šemu BP

# Strukturalna komponenta

## ► Relaciona baza podataka

- jedna pojava nad zadatom relacionom šemom baze podataka  $(S, I)$

$$s: S \rightarrow \{r_i \mid i \in \{1, \dots, n\}\}, (\forall i)s(R_i, O_i) = r_i$$

- svakoj šemi relacije iz skupa  $S$  odgovara jedna njena pojava
- skup relacija  $s$  mora da zadovoljava sva međurelaciona ograničenja iz skupa  $I$

# Strukturalna komponenta

- ▶ Baza podataka
  - ▶ reprezentuje jedno stanje realnog sistema
  - ▶ ažurira se, jer promene stanja realnog sistema treba da prate odgovarajuće promene podataka u BP
- ▶ Odnos šema BP - BP

Nivo intenzije

$(\{(R_1, O_1), \dots, (R_n, O_n)\}, I)$

Šema BP  
statička (sporo promenljiva kategorija)  
sistema BP

Nivo ekstenzije

$\{r_1(R_1), \dots, r_n(R_n)\}$

relaciona BP  
dinamička (stalno promenljiva kategorija)  
sistema BP

# Strukturalna komponenta

## ► Primer

- $S = \{\text{Radnik, Projekat, Angažovanje}\}$
- $RBP = \{\text{radnik, projekat, angažovanje}\}$

### Radnik

| MBR | IME  | PRZ | DATR      |
|-----|------|-----|-----------|
| 101 | Ana  | Pap | 12.12.65. |
| 102 | Aca  | Tot | 13.11.48. |
| 110 | Ivo  | Ban | 01.01.49. |
| 111 | Olja | Kun | 06.05.71. |

### Projekat

| SPR | NAP      |
|-----|----------|
| 11  | X25      |
| 13  | Polaris  |
| 14  | Univ. IS |

### Angažovanje

| MBR | SPR |
|-----|-----|
| 101 | 11  |
| 101 | 14  |
| 102 | 14  |

# Strukturalna komponenta

## ▶ Konzistentno stanje BP

- ▶ baza podataka  $RBP = \{r_i \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$  nad šemom  $(S, I)$  nalazi se u
  - ▶ **formalno konzistentnom stanju** ako
    - ▶  $(\forall r_i \in RBP)(r_i \text{ zadovoljava sva ograničenja odgovarajuće šeme } (R_i, O_i))$
    - ▶  $RBP$  zadovoljava sva međurelaciona ograničenja iskazana putem  $I$
  - ▶ **suštinski konzistentnom stanju** ako
    - ▶ se nalazi u formalno konzistentnom stanju i
    - ▶ predstavlja vernu sliku stanja realnog sistema
      - ▶ u praksi, nivo pojave grešaka u BP sveden je na ispod 2-3%
- ▶ SUBP može da kontroliše formalnu konzistentnost

# Sadržaj

- ▶ Model podataka
- ▶ Strukturalna komponenta
- ▶ Integritetna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta

# Integritetna komponenta

- ▶ Definisana putem tipova ograničenja
- ▶ Karakteristike tipa ograničenja
  - ▶ formalizam za zapisivanje (definicija)
  - ▶ pravilo za interpretaciju (validaciju)
  - ▶ oblast definisanosti
    - ▶ tip logičke strukture obeležja nad kojom se ograničenje definiše
  - ▶ oblast interpretacije
    - ▶ tip logičke strukture podataka nad kojom se ograničenje interpretira

# Integritetna komponenta

- ▶ Karakteristike tipa ograničenja
  - ▶ skup operacija nad bazom podataka koje mogu dovesti do narušavanja ograničenja datog tipa
  - ▶ skup mogućih akcija kojima se obezbeđuje očuvanje validnosti baze podataka, pri pokušaju narušavanja ograničenja datog tipa
    - ▶ definiše se za svaku operaciju koja može dovesti do narušavanja ograničenja

# Integritetna komponenta

- ▶ Tipovi ograničenja u relacionom modelu podataka
  - ▶ ograničenje domena
  - ▶ ograničenje vrednosti obeležja
  - ▶ ograničenje torke
  - ▶ integritet entiteta (ograničenje ključa)
  - ▶ ograničenje jedinstvenosti vrednosti obeležja
  - ▶ zavisnost sadržavanja
  - ▶ ograničenje referencijalnog integriteta
  - ▶ funkcionalna zavisnost

# Integritetna komponenta

- ▶ Oblasti definisanosti u relacionom MP
  - ▶ **vanrelaciono** ograničenje
    - ▶ definiše se izvan konteksta šeme relacije
  - ▶ **jednorelaciono** (unutarrelaciono, lokalno) ograničenje
    - ▶ definiše se nad tačno jednom šemom relacije
  - ▶ **višerelaciono** ograničenje
    - ▶ definiše se nad skupom ili nizom šema relacija, koji sadrži bar dva člana

# Integritetna komponenta

- ▶ Oblasti interpretacije u relacionom MP
  - ▶ **ograničenje vrednosti**
    - ▶ interpretira se nad tačno jednom vrednošću nekog obeležja
  - ▶ **ograničenje torke**
    - ▶ interpretira se nad jednom torkom bilo koje relacije
  - ▶ **relaciono ograničenje**
    - ▶ interpretira se nad skupom torke bilo koje relacije
  - ▶ **međurelaciono ograničenje**
    - ▶ interpretira se nad barem dve, bilo koje relacije

# Integritetna komponenta

- ▶ Oblasti interpretacije u relacionom MP
  - ▶ ograničenje torke
  - ▶ relaciono ograničenje
  - ▶ međurelaciono ograničenje
    - ▶ Napomena "bilo koja relacija":
      - ▶ jedna relacija iz baze podataka, ili
      - ▶ relacija koja je nastala primenom izraza relacione algebre nad jednom ili više drugih relacija - pogled
        - ▶ moguća i primena operatora spajanja

# Integritetna komponenta

## ► Specifikacija domena

**$D(id(D), Predef)$**

- $D$  - naziv domena
- $id(D)$  - ograničenje (integritet) domena
- $Predef$  - predefinisana vrednost domena

## ► Ograničenje domena

**$id(D) = (Tip, Dužina, Uslov)$**

- $Tip$  - tip podatka (primitivni domen), ili oznaka prethodno definisanog domena
- $Dužina$  - dužina tipa podatka
- $Uslov$  - logički uslov

# Integritetna komponenta

## ▶ **Specifikacija domena**

### ▶ *Tip*

- ▶ predstavlja jedinu obaveznu komponentu specifikacije ograničenja domena

### ▶ *Dužina*

- ▶ navodi se samo za tipove podataka (primitivne domene) koji to zahtevaju
- ▶ ne navodi za domene čiji *tip* ne predstavlja primitivni domen

### ▶ *Uslov*

- ▶ mora da ga zadovoljava svaka vrednost iz skupa mogućih vrednosti domena

### ▶ *Predef*

- ▶ mora da zadovolji ograničenja *tipa*, *dužine* i *uslova*

# Integritetna komponenta

## ▶ Ograničenje domena

- ▶ interpretacija ograničenja
  - ▶ moguća za bilo koju vrednost - konstantu  $d$
  - ▶ oznaka  $id(D)(d)$

## ▶ Primeri

- ▶  $DPrezime((String, 30, \Delta), \Delta)$
- ▶  $DDatum((Date, \Delta, d \geq '01.01.1900'), \Delta)$
- ▶  $DOcena((Number, 2, d \geq 5 \wedge d \leq 10), \Delta)$
- ▶  $DPozOcena((DOcena, \Delta, d \geq 6), 6)$ 
  - ▶  $\Delta$  - komponenta u specifikaciji nije zadata

# Integritetna komponenta

## ▶ Nula (nedostajuća, izostavljena) vrednost

- ▶ specijalna vrednost
- ▶ označava se posebnim simbolom
  - ▶  $\omega$ , ili ? (u literaturi) ili
  - ▶ NULL (u literaturi i SQL-u)
- ▶ moguća značenja
  - ▶ nepoznata - postojeća vrednost obeležja
  - ▶ nepostojeća vrednost obeležja
  - ▶ neinformativna vrednost obeležja
- ▶ skup mogućih vrednosti svih domena proširuje se nula vrednošću

$$DOM \cup \{\omega\}$$

- ▶ nula vrednost a priori zadovoljava svako ograničenje domena

# Integritetna komponenta

## ► Specifikacija obeležja šeme relacije

►  $A \in R, N(R, O)$

► zadaje se za svako obeležje šeme relacije

**$(id(N, A), Predef)$**

►  $id(A)$  - ograničenje vrednosti obeležja

►  $Predef$  - predefinisana vrednost obeležja

## ► Ograničenje vrednosti obeležja

**$id(N, A) = (Domen, Null)$**

►  $Domen$  - oznaka (naziv) domena obeležja

►  $Null \in \{T, \perp\}$  - ograničenje nula vrednosti obeležja

►  $T$  - dozvola dodele nula vrednosti obeležju u  $r(N)$

►  $\perp$  - zabrana dodele nula vrednosti obeležju u  $r(N)$

# Integritetna komponenta

## ▶ Specifikacija obeležja šeme relacije

### ▶ *Domen i Null*

- ▶ obavezne komponente specifikacije

### ▶ *Predef*

- ▶ ako se navede, onda je on važeći
- ▶ u protivnom, važeći je *Predef* odgovarajućeg *Domena*, ili prvog sledećeg nasleđenog domena, za koji je *Predef* definisan

## ▶ Interpretacija ograničenja

- ▶ moguća za bilo koju vrednost obeležja  $d$
- ▶ oznaka  $id(N, A)(d)$

# Integritetna komponenta

## ▶ Ograničenje torke

- ▶ izražava ograničenja na moguće vrednosti unutar jedne torke
- ▶ predstavlja skup ograničenja vrednosti obeležja, kojem je pridodat logički uslov
- ▶ formalno, za šemu relacije  $N(R, O)$

$$id(N) = id(R) = (\{id(N, A) \mid A \in R\}, Uslov)$$

## ▶ *Uslov*

- ▶ logički uslov koji svaka torka mora da zadovolji
  - ▶ može, u ulozi operanda, da sadrži bilo koje obeležje date šeme relacije
- ## ▶ interpretacija ograničenja
- ▶ moguća za bilo koju torku nad skupom obeležja  $R$ ,  $id(N)(t)$

# Integritetna komponenta

## ► Primer

►  $Radnik(\{MBR, PRZ, IME, ZAN, BPJZ\}, 0)$

| <b>Radnik</b> | <b>Domen</b> | <b>Null</b> | <b>Predef</b> |  |
|---------------|--------------|-------------|---------------|--|
| <b>MBR</b>    | <b>MBRD</b>  | ⊥           | Δ             |  |
| <b>PRZ</b>    | <b>PRZD</b>  | ⊥           | Δ             |  |
| <b>IME</b>    | <b>IMED</b>  | ⊥           | Δ             |  |
| <b>ZAN</b>    | <b>ZAND</b>  | ⊥           | Δ             |  |
| <b>BPJZ</b>   | <b>BPJZD</b> | T           | Δ             |  |

**Uslov:**  $ZAN = \text{'prg'} \Leftrightarrow BPJZ \langle \rangle \omega$

# Integritetna komponenta

► Primer

►  $Radnik(\{MBR, PRZ, IME, ZAN, BPJZ\}, 0)$

| Domen        | Tip           | Dužina | Uslov      | Predef   |
|--------------|---------------|--------|------------|----------|
| <i>MBRD</i>  | <i>Number</i> | 4      | $d \geq 0$ | $\Delta$ |
| <i>PRZD</i>  | <i>String</i> | 30     | $\Delta$   | $\Delta$ |
| <i>IMED</i>  | <i>String</i> | 15     | $\Delta$   | $\Delta$ |
| <i>ZAND</i>  | <i>String</i> | 3      | $\Delta$   | $\Delta$ |
| <i>BPJZD</i> | <i>Number</i> | 2      | $d \geq 0$ | 0        |

# Integritetna komponenta

## ▶ Ključ šeme relacije

- ▶ minimalni podskup skupa obeležja šeme relacije, na osnovu kojeg se jedinstveno može identifikovati svaka torca relacije nad datom šemom
- ▶ formalno,  $X$  je ključ ako
  - ▶  $1^0 (\forall u, v \in r(R))(u[X] = v[X] \Rightarrow u = v)$
  - ▶  $2^0 (\forall Y \subset X)(\neg 1^0)$
- ▶ oblast interpretacije
  - ▶ skup torci (relacija) nad datom šemom relacije

# Integritetna komponenta

## ▶ Ključ šeme relacije

- ▶ u određenim situacijama (u procesu projektovanja šeme BP) skup ograničenja šeme relacije zadaje se samo kao skup ključeva

$$N(R, K)$$

## ▶ Primer

- ▶ šema relacije *Radnik*(*R*, *K*)
  - ▶  $R = \{MBR, IME, PRZ, DATR, POL, MESR, RBRE\}$
  - ▶  $K = \{MBR, DATR+MESR+POL+RBRE\}$

# Integritetna komponenta

## ▶ Primer

- ▶ *Radnik*({*MBR*, *IME*, *PRZ*, *DATR*}, {*MBR*})
- ▶ *Projekat*({*SPR*, *NAP*}, {*SPR*})
- ▶ *Angažovanje*({*SPR*, *MBR*, *BRC*}, {*SPR+MBR*})

# Integritetna komponenta

## ▶ Ograničenje ključa (integritet entiteta)

- ▶ šeme relacije  $N(R, K)$ 
  - ▶ ključ  $X \in K, X \subseteq R$
  - ▶ oznaka

***Key(N, X)***

- ▶ za sva obeležja ključa nula vrednosti su zabranjene

$$(\forall K_i \in K)(\forall A \in K_i)(Null(N, A) = \perp)$$

# Integritetna komponenta

## ▶ Ograničenje ključa (integritet entiteta)

- ▶ svaka šema relacije mora posedovati najmanje jedan ključ ( $K \neq \emptyset$ )
  - ▶ proizilazi iz definicije pojma relacije

## ▶ ekvivalentni ključevi

- ▶ svi ključevi skupa ključeva  $K$

## ▶ primarni ključ

- ▶ jedan izabrani ključ, od svih ekvivalentnih ključeva
- ▶ oznaka  $K_p(N)$
- ▶ svaka šema relacije treba da poseduje tačno jedan primarni ključ
- ▶ koristi se u ulozi asocijativne (simboličke) adrese za povezivanje podataka u relacijama

# Integritetna komponenta

## ▶ Ograničenje jedinstvenosti

- ▶ vrednosti obeležja šeme relacije  $N(R, O)$
- ▶ Uniqueness Constraint

*Unique(N, X)*

- ▶  $X$  - skup obeležja,  $X \subseteq R$
- ▶ zahteva da ne-nula kombinacija vrednosti obeležja bude jedinstvena u relaciji nad  $N(R, O)$
- ▶ formalno
  - ▶  $(\forall u, v \in r(R))((\forall A \in X)(u[A] \neq \omega \wedge v[A] \neq \omega) \Rightarrow (u[X] = v[X] \Rightarrow u = v))$

# Integritetna komponenta

## ▶ Ograničenje jedinstvenosti

- ▶ oblast interpretacije
  - ▶ skup torki - relacija nad datom šemom  $N(R, O)$

- ▶ skup svih ograničenja jedinstvenosti u šemi  $N(R, O)$

$$Uniq = \{Unique(N, X) \mid X \subseteq R\}$$

# Integritetna komponenta

## ▶ Primer

*Radnik*({*MBR*, *IME*, *PRZ*, *DATR*, *JMBG*}, *O*)

- ▶  $Uniq \subseteq O$
- ▶  $Uniq = \{Unique(Radnik, JMBG)\}$
- ▶  $Unique(Radnik, JMBG)$ 
  - ▶ zahteva da ako radnik poseduje ne-nula vrednost za *JMBG*, onda je ta vrednost jedinstvena u relaciji nad šemom *Radnik*

# Integritetna komponenta

## ▶ Skup svih ograničenja šeme relacije

- ▶ praktično, kada šemu relacije treba implementirati u datom SUBP, zadaje se kao unija
  - ▶ skupa ključeva,
  - ▶ ograničenja jedinstvenosti i
  - ▶ ograničenja torke

$$N(R, K \cup \text{Uniq} \cup \{id(R)\})$$

# Integritetna komponenta

## ▶ Primer

$Radnik(\{MBR, PRZ, IME, ZAN, BPJZ, JMBG\}, K \cup Uniq \cup \{id(R)\})$

- ▶  $K = \{MBR\}$
- ▶  $Uniq = \{Unique(Radnik, JMBG)\}$
- ▶  $id(R)$  - prethodno zadat, u tabelarnom obliku

# Integritetna komponenta

## ► Zavisnost sadržavanja

- date su šeme relacije  $N_i(R_i, O_i)$  i  $N_j(R_j, O_j)$
- dati su domenski kompatibilni nizovi obeležja

$$X = (A_1, \dots, A_n), (\forall l \in \{1, \dots, n\})(A_l \in R_i),$$

$$Y = (B_1, \dots, B_n), (\forall l \in \{1, \dots, n\})(B_l \in R_j),$$

$$(\forall l \in \{1, \dots, n\})(\text{dom}(A_l) \subseteq \text{dom}(B_l))$$

- oznaka (pravilo zapisivanja)

$$N_i[X] \subseteq N_j[Y]$$

# Integritetna komponenta

## ▶ Zavisnost sadržavanja

$$N_i[X] \subseteq N_j[Y]$$

- ▶ važi ako je za bilo koje dve relacije  $r(R_i, O_i)$  i  $s(R_j, O_j)$  zadovoljeno

$$(\forall u \in r)(\exists v \in s)(\forall l \in \{1, \dots, n\})(u[A_l] = \omega \vee u[A_l] = v[B_l])$$

- ▶ oblast definisanosti
  - ▶ niz od dve šeme relacije
- ▶ oblast interpretacije
  - ▶ relacije nad šemama  $N_i$  i  $N_j$

# Integritetna komponenta

## ► Primer

- date su relacije  $r(N_i)$  i  $s(N_j)$
- važi zavisnost sadržavanja  $N_i[B] \subseteq N_j[B]$

| $r$ | $A$   | $B$   |
|-----|-------|-------|
|     | $a_1$ | $b_1$ |
|     | $a_2$ | $b_2$ |

| $s$ | $B$   | $C$   |
|-----|-------|-------|
|     | $b_1$ | $c_1$ |
|     | $b_2$ | $c_1$ |
|     | $b_3$ | $c_2$ |

# Integritetna komponenta

## ► Primer

- date su relacije  $r(N_i)$  i  $s(N_j)$
- važi zavisnost sadržavanja  $N_i[(A, B)] \subseteq N_j[(C, D)]$

| $r$ | $A$   | $B$      |
|-----|-------|----------|
|     | $a_1$ | $b_1$    |
|     | $a_2$ | $\omega$ |

| $s$ | $C$   | $D$   |
|-----|-------|-------|
|     | $a_1$ | $b_1$ |
|     | $a_2$ | $b_2$ |
|     | $a_3$ | $b_2$ |

# Integritetna komponenta

## ▶ Ograničenje referencijalnog integriteta

- ▶ zavisnost sadržavanja  $N_i[X] \subseteq N_j[Y]$ , kada je  $Y$  ključ šeme relacije  $N_j(R_j, K_j)$
- ▶  $N_i$  - referencirajuća šema relacije
- ▶  $N_j$  - referencirana šema relacije

# Integritetna komponenta

## ► Primer

- $Projekat[RUK] \subseteq Radnik[MBR]$
- $Angažovanje[MBR] \subseteq Radnik[MBR]$
- $Angažovanje[SPR] \subseteq Projekat[SPR]$

### Radnik

| MBR | IME  | PRZ | DATR      |
|-----|------|-----|-----------|
| 101 | Ana  | Pap | 12.12.85. |
| 102 | Aca  | Tot | 13.11.88. |
| 110 | Ivo  | Ban | 01.01.79. |
| 111 | Olja | Kun | 06.05.81. |

### Projekat

| SPR | NAP     | RUK |
|-----|---------|-----|
| 11  | X25     | 101 |
| 13  | Polaris | 101 |
| 14  | Univ.IS | 111 |

### Angažovanje

| MBR | SPR |
|-----|-----|
| 101 | 11  |
| 101 | 14  |
| 111 | 14  |

# Integritetna komponenta - $N_i[X] \subseteq N_j[Y]$

- ▶ Primer - unos novog projekta

X

Referencirana šema relacije

- ▶  $Projekat[RUK] \subseteq Radnik[MBR]$

Referencirajuća šema relacije

Y - ključ

Projekat

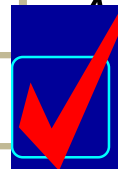
| SPR | RUK            | NAP     |
|-----|----------------|---------|
| 11  | 101            | X25     |
| 13  | 101            | Polaris |
| 14  | 111            | Univ.IS |
| 15  | <del>110</del> | P7      |
| 15  | 210            | P7      |



Radnik

| MBR | IME  | PRZ | DATR      |
|-----|------|-----|-----------|
| 101 | Ana  | Pap | 12.12.85. |
| 102 | Ana  | Tot | 13.11.88. |
| 110 | to   | Ban | 01.01.79. |
| 111 | Olja | Kun | 06.05.81. |

210 →  
210 →  
210 →  
210 →



# Integritetna komponenta - $N_i[X] \subseteq N_j[Y]$

- ▶ Primer-angažovanje radnika na novom projektu
  - ▶ *Angažovanje*[MBR]  $\subseteq$  *Radnik*[MBR]
  - ▶ *Angažovanje*[SPR]  $\subseteq$  *Projekat*[SPR]

*Angažovanje*

| MBR | SPR |
|-----|-----|
| 101 | 11  |
| 101 | 14  |
| 111 | 14  |
| 110 | 15  |
| 110 | 15  |

*Projekat*

| SPR | NAP     | RUK | DATR      |
|-----|---------|-----|-----------|
| 101 | X25     | P01 | 12.12.85. |
| 102 | Polaris | T02 | 13.11.88. |
| 110 | Polaris | B01 | 01.01.79. |
| 115 | Polaris | K10 | 06.05.81. |

# Integritetna komponenta - $N_i[X] \subseteq N_j[Y]$

- ▶ Primer - brisanje radnika
  - ▶ *Projekat*[RUK]  $\subseteq$  *Radnik*[MBR]

**DELETE FROM Radnik  
WHERE MBR = 102**

*Projekat*

| MBR | SPR | NAP      |
|-----|-----|----------|
| 101 | 101 | X25      |
| 101 | 101 | Polaris  |
| 111 | 111 | Univ. IS |
| 110 | 110 | P7       |

*Radnik*

| MBR | IME  | PRZ | DATR      |
|-----|------|-----|-----------|
| 101 | Ana  | Pap | 12.12.85. |
| 102 | Aca  | Tot | 13.11.88. |
| 110 | Ivo  | Ban | 1.79.     |
| 111 | Olja | Kun | 06.05.81. |

# Integritetna komponenta

## ▶ Funkcionalna zavisnost (FZ)

▶ izraz oblika  $f: X \rightarrow Y$

▶ gde su  $X$  i  $Y$  skupovi obeležja

▶  $f$  je oznaka FZ

▶  $X$  i  $Y$  su podskupovi skupa  $U$

▶ oznaka  $f$  se, u notaciji, često izostavlja

▶ semantika

▶ ako je poznata  $X$  vrednost, poznata je i  $Y$  vrednost

▶ svakoj  $X$  vrednosti odgovara samo jedna  $Y$  vrednost

▶ relacija  $r$  zadovoljava FZ  $X \rightarrow Y$  ako važi

$$(\forall u, v \in r)(u[X] = v[X] \Rightarrow u[Y] = v[Y])$$

▶ oblast interpretacije

▶ relacija  $r(N)$  ili  $r(U)$

# Sadržaj

- ▶ Model podataka
- ▶ Strukturalna komponenta
- ▶ Integritetna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta

# Operacijska komponenta

- ▶ Jezik za manipulaciju podacima u RMP
  - ▶ operacije za ažuriranje relacija
    - ▶ dodavanje nove torke (Add)
    - ▶ brisanje postojeće torke (Delete)
    - ▶ modifikacija podataka postojeće torke (Update)
- ▶ Jezik za definiciju podataka u RMP
  - ▶ operacije za upravljanje šemom BP
    - ▶ kreiranje, brisanje i modifikovanje delova šeme BP
- ▶ Upitni jezik u RMP
  - ▶ operacije za izražavanje upita nad jednom relacijom, ili skupom relacija
    - ▶ pružanje podataka na uvid korisniku

# Operacijska komponenta

- ▶ Upitni jezik sačinjavaju
  - ▶ operatori za izražavanje upita
  - ▶ pravila za formiranje operanada upita - izraza
  - ▶ pravila za primenu tih operatora
- ▶ Vrste teoretskih upitnih jezika u RMP
  - ▶ relacionala algebra
    - ▶ zasnovana na teoriji skupova i skupovnih operacija
  - ▶ relacioni račun
    - ▶ nad torkama
    - ▶ nad domenima
      - ▶ zasnovani na predikatskom računu I reda

# Operacijska komponenta

- ▶ Osnovne skupovne operacije nad relacijama

- ▶ **Unija**

$$r(R) \cup s(R) = \{t \mid t \in r \vee t \in s\}$$

- ▶ **Presek**

$$r(R) \cap s(R) = \{t \mid t \in r \wedge t \in s\}$$

- ▶ **Razlika**

$$r(R) - s(R) = \{t \mid t \in r \wedge t \notin s\}$$

# Operacijska komponenta

► Primer

| $r$ | $A$   | $B$   |
|-----|-------|-------|
|     | $a_1$ | $b_1$ |
|     | $a_2$ | $b_2$ |

| $s$ | $A$   | $B$   |
|-----|-------|-------|
|     | $a_1$ | $b_1$ |
|     | $a_3$ | $b_3$ |

| $r \cup s$ | $A$   | $B$   |
|------------|-------|-------|
|            | $a_1$ | $b_1$ |
|            | $a_2$ | $b_2$ |
|            | $a_3$ | $b_3$ |

| $r \cap s$ | $A$   | $B$   |
|------------|-------|-------|
|            | $a_1$ | $b_1$ |

| $r - s$ | $A$   | $B$   |
|---------|-------|-------|
|         | $a_2$ | $b_2$ |

# Operacijska komponenta

## ▶ **Selekcija**

- ▶ torki iz relacije
- ▶ omogućava izbor (selektovanje) torki relacije po nekom kriterijumu

$$\sigma_F(r(R)) = \{t \in r \mid F(t)\}$$

- ▶ logičkom formulom  $F$  izražava se kriterijum po kojem se torke relacije  $r$  selektuju
- ▶ biće selektovane samo one torke, za koje je formula  $F$  tačna
  - ▶ zahteva se formalno definisanje sintakse za zapisivanje selekcionih formula tipa  $F$

# Operacijska komponenta

## ► Primer

- $\sigma_F(r(R)), F ::= PLT > 5000$

| <i>r</i> | <i>MBR</i> | <i>IME</i> | <i>POL</i> | <i>SPR</i> | <i>PLT</i> |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
|          | 101        | Ana        | ž          | 11         | 3400       |
|          | 102        | Aca        | m          | 14         | 4200       |
|          | 110        | Ivo        | m          | 11         | 7000       |
|          | 111        | Olja       | ž          | 11         | 7200       |

$\sigma_F$

# Operacijska komponenta

## ▶ Upit

- ▶ prikazati radnike čija je plata veća od 4000 i rade na projektu sa šifrom 11
- ▶  $\sigma_{PLT > 4000 \wedge SPR = 11}(r)$

| <i>MBR</i> | <i>IME</i>  | <i>POL</i> | <i>SPR</i> | <i>PLT</i>  |
|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| <i>110</i> | <i>Ivo</i>  | <i>m</i>   | <i>11</i>  | <i>7000</i> |
| <i>111</i> | <i>Olja</i> | <i>ž</i>   | <i>11</i>  | <i>7200</i> |

# Operacijska komponenta

## ▶ Projekcija (restrikcija) relacije

- ▶ izdvajanje vrednosti pojedinih kolona iz relacije
- ▶ projektovanje relacije na podskup skupa obeležja
- ▶  $X \subseteq R$

$$\pi_X(r(R)) = \{t[X] \mid t \in r(R)\}$$

# Operacijska komponenta

## ▶ Primer

- ▶  $P$  - pilot
- ▶  $A$  - tip aviona
- ▶  $L$  - broj leta

## ▶ Upit:

- ▶ prikazati pilote i tipove aviona na kojima lete:
- ▶  $\pi_{PA}(r(PAL))$

| $r$ | $P$        | $A$        | $L$        |
|-----|------------|------------|------------|
|     | <i>Aca</i> | <i>747</i> | <i>101</i> |
|     | <i>Ivo</i> | <i>737</i> | <i>101</i> |
|     | <i>Aca</i> | <i>747</i> | <i>102</i> |
|     | <i>Ana</i> | <i>DC9</i> | <i>110</i> |

| $P$        | $A$        |
|------------|------------|
| <i>Aca</i> | <i>747</i> |
| <i>Ivo</i> | <i>737</i> |
| <i>Ana</i> | <i>DC9</i> |

# Operacijska komponenta

► Primer

► Posmatra se relacija  $r$

| $r$ | <i>MBR</i> | <i>IME</i> | <i>POL</i> | <i>SPR</i> | <i>PLT</i> |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|
|     | 101        | Ana        | ž          | 11         | 3400       |
|     | 102        | Aca        | m          | 14         | 4200       |
|     | 110        | Ivo        | m          | 11         | 7000       |
|     | 111        | Olja       | ž          | 11         | 7200       |

# Operacijska komponenta

## ▶ Upit

- ▶ prikazati matične brojeve i imena radnika čija plata je veća od 4000, a rade na projektu sa šifrom 11
- ▶  $F ::= PLT > 4000 \wedge SPR = 11$
- ▶  $\pi_{MBR+IME}(\sigma_F(r))$

| <i>MBR</i> | <i>IME</i>  |
|------------|-------------|
| <i>110</i> | <i>Ivo</i>  |
| <i>111</i> | <i>Olja</i> |

# Operacijska komponenta

- ▶ **Prirodni spoj relacija**

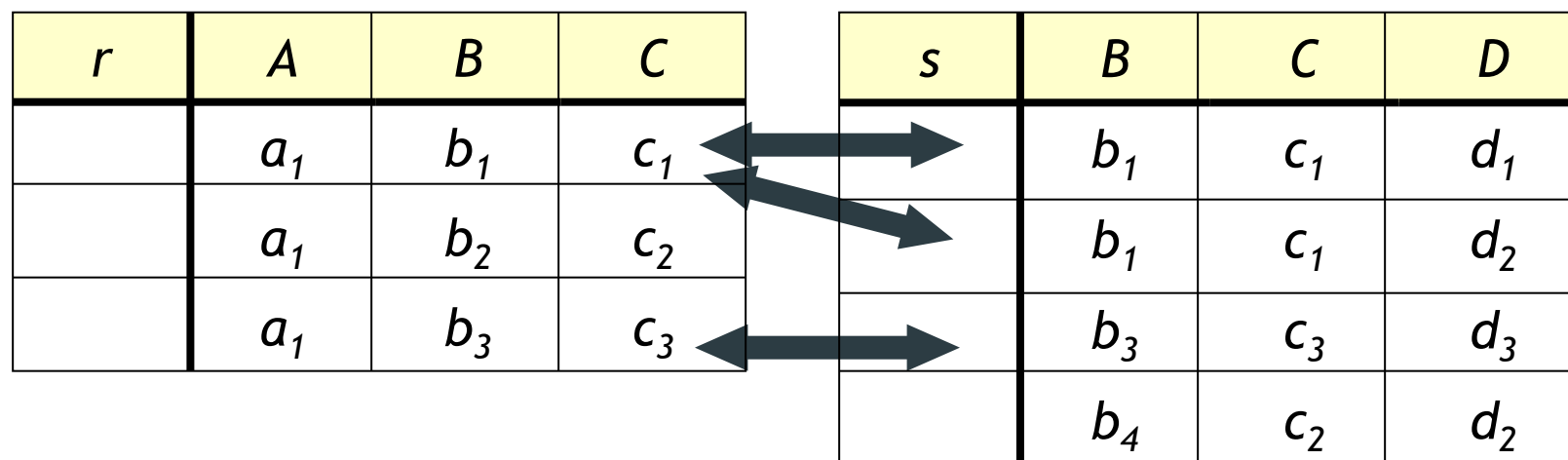
- ▶ spajanje torki različitih relacija po osnovu istih vrednosti zajedničkih obeležja

- ▶ Date su relacije  $r(R)$  i  $s(S)$

$$r(R) \bowtie s(S) = \{t \in Tuple(RS) \mid t[R] \in r \wedge t[S] \in s\}$$

# Operacijska komponenta



► Primer



| <i>r</i> ▷ ◁ <i>s</i> | <i>A</i>              | <i>B</i>              | <i>C</i>              | <i>D</i>              |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                       | <i>a</i> <sub>1</sub> | <i>b</i> <sub>1</sub> | <i>c</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>1</sub> |
|                       | <i>a</i> <sub>1</sub> | <i>b</i> <sub>1</sub> | <i>c</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>2</sub> |
|                       | <i>a</i> <sub>1</sub> | <i>b</i> <sub>3</sub> | <i>c</i> <sub>3</sub> | <i>d</i> <sub>3</sub> |

# Operacijska komponenta

► Primer

| <i>r</i> | <i>A</i>              | <i>B</i>              |  | <i>s</i> | <i>C</i>              | <i>D</i>              |
|----------|-----------------------|-----------------------|--|----------|-----------------------|-----------------------|
|          | <i>a</i> <sub>1</sub> | <i>b</i> <sub>1</sub> |  |          | <i>c</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>1</sub> |
|          | <i>a</i> <sub>2</sub> | <i>b</i> <sub>2</sub> |  |          | <i>c</i> <sub>2</sub> | <i>d</i> <sub>2</sub> |

| <i>r</i> ▷ ◁ <i>s</i> | <i>A</i>              | <i>B</i>              | <i>C</i>              | <i>D</i>              |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                       | <i>a</i> <sub>1</sub> | <i>b</i> <sub>1</sub> | <i>c</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>1</sub> |
|                       | <i>a</i> <sub>1</sub> | <i>b</i> <sub>1</sub> | <i>c</i> <sub>2</sub> | <i>d</i> <sub>2</sub> |
|                       | <i>a</i> <sub>2</sub> | <i>b</i> <sub>2</sub> | <i>c</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>1</sub> |
|                       | <i>a</i> <sub>2</sub> | <i>b</i> <sub>2</sub> | <i>c</i> <sub>2</sub> | <i>d</i> <sub>2</sub> |

# Operacijska komponenta

► Primer

## Radnik

| <i>MBR</i> | <i>IME</i> | <i>PLT</i> | <i>POL</i> |
|------------|------------|------------|------------|
| 101        | Ana        | 3400       | ž          |
| 102        | Aca        | 4200       | m          |
| 110        | Ivo        | 7000       | m          |
| 111        | Olja       | 7200       | ž          |

## Radproj

| <i>MBR</i> | <i>SPR</i> |
|------------|------------|
| 101        | 11         |
| 101        | 14         |
| 102        | 14         |
| 110        | 13         |
| 110        | 11         |

## Projekat

| <i>SPR</i> | <i>NAP</i> |
|------------|------------|
| 11         | X25        |
| 13         | Polaris    |
| 14         | Univ. IS   |

# Operacijska komponenta

## ► Upit

- izlistati matične brojeve radnika, šifre i nazive projekata na kojima rade
- *Radproj* ▷◁ *Projekat*

| <i>MBR</i> | <i>SPR</i> | <i>NAP</i>      |
|------------|------------|-----------------|
| <i>101</i> | <i>11</i>  | <i>X25</i>      |
| <i>101</i> | <i>14</i>  | <i>Univ. IS</i> |
| <i>102</i> | <i>14</i>  | <i>Univ. IS</i> |
| <i>110</i> | <i>13</i>  | <i>Polaris</i>  |
| <i>110</i> | <i>11</i>  | <i>X25</i>      |

# Operacijska komponenta

## ► Upit

- Izlistati matične brojeve i imena radnika, koji rade na projektu sa šifrom 11
- $\pi_{MBR+IME}(\sigma_{SPR=11}(Radproj) \triangleright \triangleleft Radnik)$ , ili
- $\pi_{MBR+IME}(\sigma_{SPR=11}(Radproj \triangleright \triangleleft Radnik))$

| <i>MBR</i> | <i>IME</i> |
|------------|------------|
| <i>101</i> | <i>Ana</i> |
| <i>110</i> | <i>Ivo</i> |

# Operacijska komponenta

## ▶ Dekartov proizvod relacija

- ▶ spajanje formiranjem svih mogućih kombinacija torki iz dve relacije
- ▶  $R \cap S = \emptyset$

$$r(R) \times s(S) = \{t \in Tuple(RS) \mid t[R] \in r \wedge t[S] \in s\}$$

## ▶ Theta spajanje relacija

- ▶ selektovanje torki po nekom kriterijumu iz dekartovog proizvoda relacija

$$r(R) \bowtie_F s(S) = \sigma_F(r \times s)$$

# Operacijska komponenta

## ▶ Primer

### ▶ date su relacije

▶ *r* - red vožnje *Niš - Beograd*

▶ *s* - red vožnje *Beograd - Novi Sad*

| <i>r</i> | <i>PNI</i>   | <i>DBG</i>   |
|----------|--------------|--------------|
|          | <i>06:00</i> | <i>09:00</i> |
|          | <i>08:00</i> | <i>10:30</i> |
|          | <i>13:00</i> | <i>16:00</i> |

| <i>s</i> | <i>PBG</i>   | <i>DNS</i>   |
|----------|--------------|--------------|
|          | <i>10:00</i> | <i>11:15</i> |
|          | <i>12:00</i> | <i>13:30</i> |

# Operacijska komponenta

## ► Upit

► pregled svih mogućih varijanti za putovanje od *Niša* do *Novog Sada* s presedanjem u *Beogradu*

►  $r \triangleright \triangleleft_{DBG < PBG} s = \sigma_{DBG < PBG}(r \times s)$

| $r \triangleright \triangleleft_{DBG < PBG} s$ | <i>PNI</i> | <i>DBG</i> | <i>PBG</i> | <i>DNS</i> |
|--|------------|------------|------------|------------|
|  | 06:00      | 09:00      | 10:00      | 11:15      |
|  | 06:00      | 09:00      | 12:00      | 13:30      |
|  | 08:00      | 10:30      | 12:00      | 13:30      |

# Sadržaj

- ▶ Model podataka
- ▶ Strukturalna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta
- ▶ Integritetna komponenta

# Pitanja i komentari



*Kraj prezentacije*

# Osnove relacionog modela podataka

Strukturalna, operacijska i integritetna komponenta relacionog modela podataka