



# Projektovanje šeme relacione BP

---

*Metod dekompozicije*

1

## Sadržaj



- Osnovni projektantski kriterijumi
- Spojivost bez gubitaka
- Očuvanje skupa ograničenja
- Metoda dekompozicije

2

## Osnovni projektantski kriterijumi



- U teoriji RMP polazi se od pretpostavke
  - da jedna šema relacije ( $\mathbf{U}$ ,  $\mathbf{OGR}$ ) predstavlja inicijalni model realnog sistema
- Projektovanje šeme BP
  - može se vršiti dekomponovanjem (rastavljanjem) šeme relacije ( $\mathbf{U}$ ,  $\mathbf{OGR}$ ) na više drugih šema relacija relacione šeme BP ( $S$ ,  $I$ )

3

## Osnovni projektantski kriterijumi



- Šema BP ( $S$ ,  $I$ ) treba da zadovolji sledeće kriterijume u odnosu na ( $\mathbf{U}$ ,  $\mathbf{OGR}$ )
  - **(K1)**
    - da predstavlja dekompoziciju ŠUR
$$(\forall N_i \in S)(R_i \neq \emptyset) \wedge \cup_{N_i \in S}(R_i) = \mathbf{U}$$
  - **(K2)**
    - da se garantuje spojivost bez gubitaka informacija
$$r(\mathbf{U}, \mathbf{OGR}) = \triangleright \triangleleft_{N_i \in S}(r_i(R_i))$$

4

## Osnovni projektantski kriterijumi



- Šema BP ( $S, I$ ) treba da zadovolji sledeće kriterijume u odnosu na ( $U, OGR$ )
  - **(K3)**
    - skup svih ograničenja da bude ekvivalentan polaznom skupu ograničenja **OGR**
$$\cup_{N_i \in S} (O_i) \cup I \equiv OGR$$
  - **(K4)**
    - da se otklone sve anomalije ažuriranja
- U praksi je, često, nemoguće, ili nepotrebno strogo ispoštovati kriterijume **K1-K4**
  - kriterijumi se mogu, po potrebi, “oslabiti”

5

## Osnovni projektantski kriterijumi



- Pojmovi relacionog MP, važni za projektovanje relacije šeme BP
  - funkcionalna zavisnost  $X \rightarrow Y, XY \subseteq U$ 
$$(\forall u, v \in r)(u[X] = v[X] \Rightarrow u[Y] = v[Y])$$
  - projekcija skupa fz  $F$  na skup obeležja  $X \subseteq U$ 
$$F|_X = \{V \rightarrow W \mid F \models V \rightarrow W \wedge VW \subseteq X\}$$
  - projekcija relacije  $r$  na skup obeležja  $X \subseteq R$ 
$$\pi_X(r(R)) = \{t[X] \mid t \in r(R)\}$$
  - prirodni spoj relacija  $r_1(R_1, F_1)$  i  $r_2(R_2, F_2)$ 
$$r_1 \triangleright \triangleleft r_2 = \{t \mid t[R_1] \in r_1 \wedge t[R_2] \in r_2\}$$

6

## Sadržaj



- 
- Osnovni projektantski kriterijumi
  - **Spojivost bez gubitaka**
  - Očuvanje skupa ograničenja
  - Metoda dekompozicije

7

## Spojivost bez gubitaka



- 
- Motivacija problema
    - prirodni spoj služi za dobijanje odgovora na upite koji traže spajanje baznih relacija
    - bazne relacije su dobijene od hipotetičke univerzalne relacije
      - dekomponovanjem, primenom operatora projekcije
    - prirodnim spajanjem relacija bi se morala dobiti hipotetička univerzalna relacija
    - nažalost, nije uvek tako

8

## Spojivost bez gubitaka



- Primer

–  $(\mathbf{U}, \mathbf{F})$ ,  $\mathbf{U} = \{N, I, P\}$ ,  $\mathbf{F} = \{N \rightarrow I, P \rightarrow I\}$

- $N$  - nastavnik
- $I$  - institut
- $P$  - predmet

– semantika fz

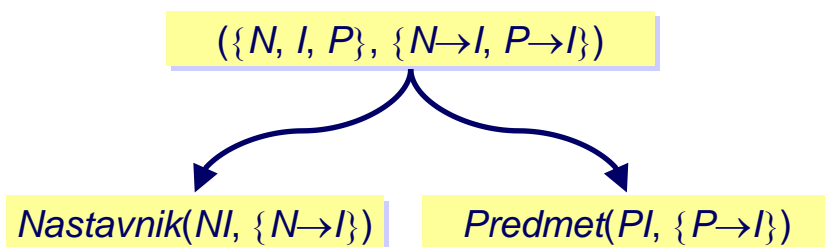
- nastavnik radi na tačno jednom institutu
- predmet pripada tačno jednom institutu

9

## Spojivost bez gubitaka



- Moguća dekompozicija  $(\mathbf{U}, \mathbf{F})$



10

## Spojivost bez gubitaka



Polazna relacija

Bazne relacije

$r$	$N$	$I$	$P$
	$n_1$	$i_1$	$p_1$
	$n_1$	$i_1$	$p_2$
	$n_2$	$i_1$	$p_1$
	$n_3$	$i_2$	$p_3$

$r(NI)$	$N$	$I$
	$n_1$	$i_1$
	$n_2$	$i_1$
	$n_3$	$i_2$

$r(PI)$	$P$	$I$
	$p_1$	$i_1$
	$p_2$	$i_1$
	$p_3$	$i_2$

11

## Spojivost bez gubitaka



- Posmatra se upit  
**SELECT** N, I, P  
**FROM** Nastavnik **NATURAL JOIN** Predmet

(alternativno, **WHERE** Nastavnik.I = Predmet.I)

$r(NI) \bowtie r(PI)$	$N$	$I$	$P$
	$n_1$	$i_1$	$p_1$
	$n_1$	$i_1$	$p_2$
	$n_2$	$i_1$	$p_1$
	$n_2$	$i_1$	$p_2$
	$n_3$	$i_2$	$p_3$

12

## Spojivost bez gubitaka



$r$	$N$	$I$	$P$
	$n_1$	$i_1$	$p_1$
	$n_1$	$i_1$	$p_2$
	$n_2$	$i_1$	$p_1$
	$n_3$	$i_2$	$p_3$

$r(N) \triangleright \triangleleft r(P)$	$N$	$I$	$P$
	$n_1$	$i_1$	$p_1$
	$n_1$	$i_1$	$p_2$
	$n_2$	$i_1$	$p_1$
	$n_2$	$i_1$	$p_2$
	$n_3$	$i_2$	$p_3$

13

## Spojivost bez gubitaka



- Javila se lažna torka

$$(n_2, i_1, p_2)$$

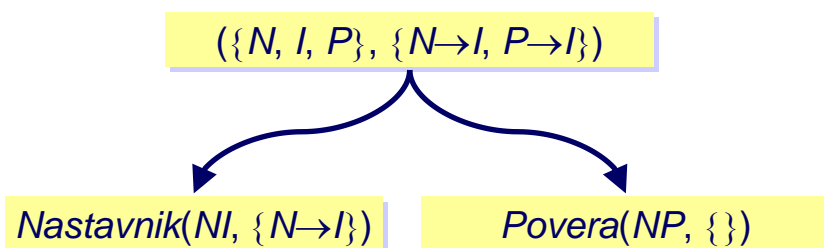
- što predstavlja gubitak informacije
  - zbog viška podataka
- ne zna se koje torke predstavljaju tačne, a koje lažne podatke
  - $r(NPI) \neq r(N) \triangleright \triangleleft r(P)$

14

## Spojivost bez gubitaka



- Druga moguća dekompozicija ( $U, F$ )



15

## Spojivost bez gubitaka



$r(NI)$	$N$	$I$
	$n_1$	$i_1$
	$n_2$	$i_1$
	$n_3$	$i_2$

$r(NP)$	$N$	$P$
	$n_1$	$p_1$
	$n_1$	$p_2$
	$n_2$	$p_1$
	$n_3$	$p_3$

$r(NI) \triangleright \triangleleft r(NP)$	$N$	$I$	$P$
	$n_1$	$i_1$	$p_1$
	$n_1$	$i_1$	$p_2$
	$n_2$	$i_1$	$p_1$
	$n_3$	$i_2$	$p_3$

16

## Spojivost bez gubitaka



$r$	$N$	$I$	$P$
	$n_1$	$i_1$	$p_1$
	$n_1$	$i_1$	$p_2$
	$n_2$	$i_1$	$p_1$
	$n_3$	$i_2$	$p_3$

$r(NI) \triangleright \triangleleft r(NP)$	$N$	$I$	$P$
	$n_1$	$i_1$	$p_1$
	$n_1$	$i_1$	$p_2$
	$n_2$	$i_1$	$p_1$
	$n_3$	$i_2$	$p_3$

17

## Spojivost bez gubitaka



- Spojivost bez gubitaka je, u slučaju primene drugog načina dekomponovanja, očuvana
  - $r(NPI) = r(NI) \triangleright \triangleleft r(NP)$
- Zapažanje
  - ključ šeme relacije *Nastavnik* sadržan je u šemi relacije *Povera*:

$$N \subseteq NI \cap NP$$

18



## Spojivost bez gubitaka

- Pravilo za dekomponovanje i spajanje bez gubitaka za dve šeme relacije
  - pri projektovanju šeme BP, polazni  $(\mathbf{U}, \mathbf{F})$  treba dekomponovati na šeme relacije  $(R_1, F_1)$  i  $(R_2, F_2)$
  - tako da bude zadovoljeno
    - $R_1 \cup R_2 = \mathbf{U}$
    - $K_1 \subseteq R_1 \cap R_2$  ili  $K_2 \subseteq R_1 \cap R_2$ 
      - $K_1$  - ključ šeme relacije  $(R_1, F_1)$ ,  $K_2$  - ključ šeme relacije  $(R_2, F_2)$
    - jedna šema relacije mora sadržati ključ druge šeme relacije
  - relacije nad  $(R_1, F_1)$  i  $(R_2, F_2)$  se smeju spajati samo ako važi

$$K_1 \subseteq R_1 \cap R_2 \text{ ili } K_2 \subseteq R_1 \cap R_2$$

19



## Spojivost bez gubitaka

- **Teorema o spojivosti bez gubitaka**
  - dati su  $(\mathbf{U}, \mathbf{F})$ ,  $(R_1, F_1)$  i  $(R_2, F_2)$ , tako da je
    - $R_1 \cup R_2 = \mathbf{U}$
    - $F_1 = F_1|_{R_1}$  i  $F_2 = F_1|_{R_2}$
  - $\triangleright\triangleleft(R_1, R_2)$  označava zavisnost spoja
    - kojom se garantuje spojivost bez gubitaka za  $(\mathbf{U}, \mathbf{F})$ ,  $(R_1, F_1)$  i  $(R_2, F_2)$
  - važi implikacija
    - $\mathbf{F} \models \triangleright\triangleleft(R_1, R_2)$  ako
    - $\mathbf{F} \models R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \setminus R_2 \vee \mathbf{F} \models R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 \setminus R_1$

20

## Spojivost bez gubitaka



- Dokaz teoreme o spojivosti bez gubitaka
- $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \setminus R_2 \in F^+ \vee R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 \setminus R_1 \in F^+$
- $F \neq \bowtie(R_1, R_2) \Rightarrow r \subset r_1 \bowtie r_2, r_1 = \pi_{R_1}(r), r_2 = \pi_{R_2}(r)$

$r$	$R_1 \cap R_2$	$R_1 \setminus R_2$	$R_2 \setminus R_1$
t	1	2	3

$r_1$	$R_1 \cap R_2$	$R_1 \setminus R_2$
$t[R_1]$	1	2

$r_2$	$R_1 \cap R_2$	$R_2 \setminus R_1$
$t[R_2]$	1	3

21

## Spojivost bez gubitaka



- Dokaz teoreme o spojivosti bez gubitaka

$r_1 \bowtie r_2$	$R_1 \cap R_2$	$R_1 \setminus R_2$	$R_2 \setminus R_1$
$u$	1	2	4
$v$	1	5	3

- kontradikcija sa  
 $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \setminus R_2 \in F^+ \vee R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 \setminus R_1 \in F^+$

22

## Sadržaj



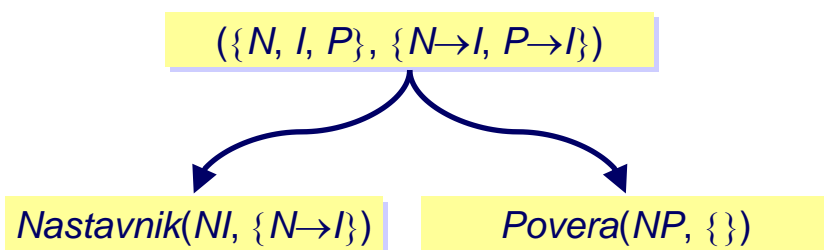
- Osnovni projektantski kriterijumi
- Spojivost bez gubitaka
- Očuvanje skupa ograničenja
- Metoda dekompozicije

26

## Očuvanje skupa ograničenja



- Dekompozicija ( $U, F$ )



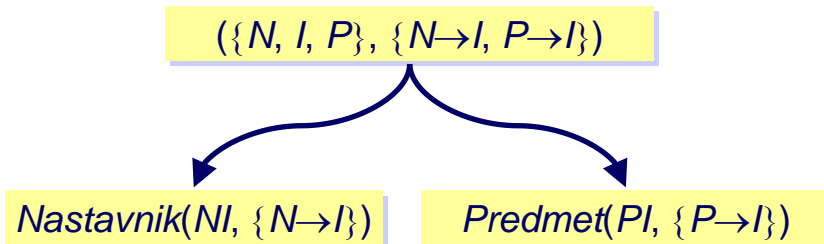
- očuvava spojivost bez gubitaka informacija, ali
- ne očuvava polazni skup fz

27

## Očuvanje skupa ograničenja



- Dekompozicija ( $U, F$ )



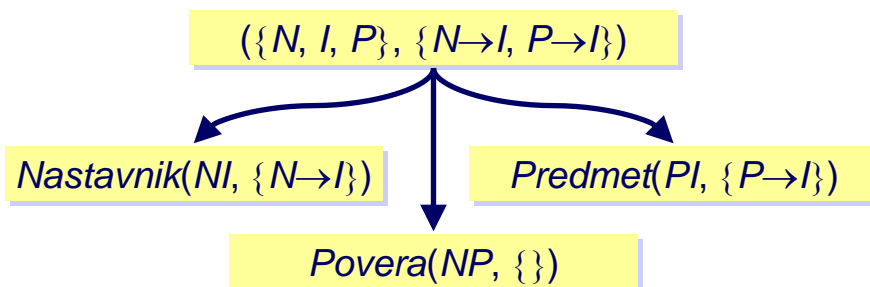
- očuvava polazni skup fz, ali
- ne očuvava spojivost bez gubitaka informacija

28

## Očuvanje skupa ograničenja



- Treće rešenje: dekompozicija ( $U, F$ )



- očuvava polazni skup fz i
- očuvava spojivost bez gubitaka informacija

29

## Sadržaj



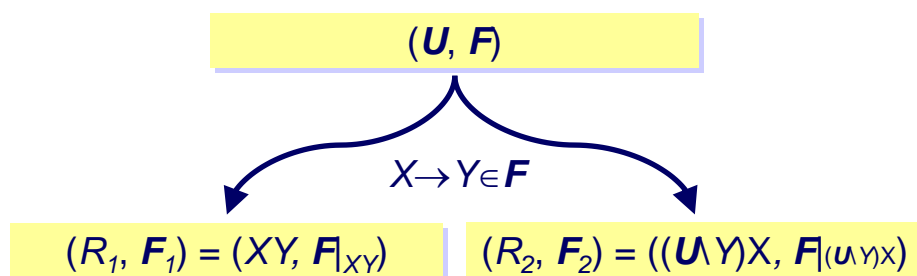
- Osnovni projektantski kriterijumi
- Spojivost bez gubitaka
- Očuvanje skupa ograničenja
- Metoda dekompozicije

30

## Metoda dekompozicije



- Korak rastavljanja pri dekompoziciji



- postupak obezbeđuje spoj bez gubitaka, jer
- $X$  je sigurno superključ u  $(R_1, F_1)$  i prenet je u  $R_2 \Rightarrow$
  - ključ od  $(R_1, F_1)$  sigurno je prenet u  $R_2$

31

## Metoda dekompozicije



- **Kriterijumi izbora fz  $X \rightarrow Y \in F$**

- po kojoj se realizuje jedan korak rastavljanja

- (A) da je  $X \rightarrow Y$  netrivialna fz, takva da ne obuhvata ceo  $U$ 
  - obezbeđenje progressa algoritma

$$(Y \not\subseteq X) \wedge (XY \subset U)$$

- (B) da je  $X \rightarrow Y$  na kraju mogućih "lanaca izvođenja"
  - da se, u budućim koracima rastavljanja, obezbede što bolji uslovi za očuvanje polaznog skupa fz

$$(\forall W \rightarrow V \in F)((X)_{F^+} \neq (W)_{F^+} \Rightarrow X \rightarrow W \notin F^+)$$

- (C) da se očuvava ekvivalentnost s polaznim skupom fz  $F$

$$F \equiv (F_{XY} \cup F_{(U, YX)})$$

32

## Metoda dekompozicije



- **Strategije izbora fz  $X \rightarrow Y \in F$**

- idealno je da se postigne ispunjenje svih uslova, ali to nije uvek moguće

- **S1: Idealna strategija**

- (A)  $\wedge$  (B)  $\wedge$  (C)

- **S2: Strategija očuvanja polaznog skupa fz**

- (A)  $\wedge$  (C)

- **S3: Strategija obezbeđenja progressa algoritma**

- (A)  $\wedge$  (B)

33

## Metoda dekompozicije



- Primer

- analiza šeme relacije *Student* i njena dekompozicija do BCNF

$$F = \{BRI \rightarrow IME+PRZ+BPI, IME+PRZ \rightarrow BRI, OZP \rightarrow NAP, NAS \rightarrow OZP+NAP, BRI+OZP \rightarrow OCE+NAS\}$$

- Ključ: *BRI+OZP*
- $BRI+OZP \rightarrow IME+PRZ+BPI$ 
  - nepotpuna fz neprimarnog obeležja od ključa
- šema relacije *Student* nije u 2NF

34

## Metoda dekompozicije



- Dekompozicija polazne šeme relacije *Student*

- na osnovu fz  $BRI \rightarrow IME+PRZ+BPI$
- $Student(\{BRI, IME, PRZ, BPI\}, \{BRI \rightarrow IME+PRZ+BPI, IME+PRZ \rightarrow BRI\})$ 
  - $K = \{BRI, IME+PRZ\}$

**(BCNF)**

- $Ostalo1(\{BRI, OZP, NAP, NAS, OCE\}, \{OZP \rightarrow NAP, BRI+OZP \rightarrow OCE+NAS, NAS \rightarrow OZP+NAP\})$ 
  - $K = \{BRI+OZP, BRI+NAS\}$

- primenjena strategija S1
  - polazni skup fz *F* je očuvan

35

## Metoda dekompozicije



- Analiza šeme relacije *Ostalo1*  
 $F_1 = \{OZP \rightarrow NAP, NAS \rightarrow OZP + NAP, BRI + OZP \rightarrow OCE + NAS\}$ 
  - Ključ:  $BRI + OZP$
  - $BRI + OZP \rightarrow NAP$ 
    - nepotpuna fz neprimarnog obeležja od ključa
  - šema relacije *Ostalo1* nije u 2NF

36

## Metoda dekompozicije



- Dekompozicija šeme relacije *Ostalo1*
  - na osnovu fz  $OZP \rightarrow NAP$
  - $Predmet(\{OZP, NAP\}, \{OZP \rightarrow NAP\})$ 
    - $K = \{OZP\}$
  - *Ostalo2*( $\{BRI, OZP, NAS, OCE\}, \{BRI + OZP \rightarrow OCE + NAS, NAS \rightarrow OZP\}$ )
    - $K = \{BRI + OZP, BRI + NAS\}$
  - primenjena strategija S1
    - polazni skup fz  $F_1$  je očuvan  $\Rightarrow$  očuvan polazni skup fz  $F$

**(BCNF)**

37

## Metoda dekompozicije



- Analiza šeme relacije *Ostalo2*

$$F_2 = \{NAS \rightarrow OZP, BRI+OZP \rightarrow OCE+NAS\}$$

- Ključevi: *BRI+OZP*, *BRI+NAS*
- *BRI+NAS* → *OZP*
  - nepotpuna fz od ključa
- šema relacije *Ostalo2* je u 3NF
- šema relacije *Ostalo2* nije u BCNF

38

## Metoda dekompozicije



- Dekompozicija šeme relacije *Ostalo2*

- na osnovu fz *BRI+OZP* → *OCE*
- *Ispit*({*BRI*, *OZP*, *OCE*}, {*BRI+OZP* → *OCE*})
  - $K = \{BRI+OZP\}$

**(BCNF)**

- *Ostalo3*({*BRI*, *OZP*, *NAS*},  
{*BRI+OZP* → *NAS*, *NAS* → *OZP*})
  - $K = \{BRI+OZP, BRI+NAS\}$

- primenjena strategija S1
  - polazni skup fz  $F_2$  je očuvan  $\Rightarrow$  očuvan polazni skup fz  $F_1$

39

## Metoda dekompozicije



- Analiza šeme relacije *Ostalo3*

$$F_3 = \{NAS \rightarrow OZP, BRI+OZP \rightarrow NAS\}$$

- Ključevi: *BRI+OZP*, *BRI+NAS*
- *BRI+NAS* → *OZP*
  - nepotpuna fz od ključa
- šema relacije *Ostalo3* je u 3NF
- šema relacije *Ostalo3* nije u BCNF

40

## Metoda dekompozicije



- Dekompozicija šeme relacije *Ostalo3*

- na osnovu fz *NAS* → *OZP*
- *Povera*({*NAS*, *OZP*}, {*NAS* → *OZP*})
  - $K = \{NAS\}$

**(BCNF)**

- *Pohađa*({*BRI*, *NAS*}, {})
  - $K = \{BRI+NAS\}$

**(BCNF)**

- primenjena strategija S3
  - Skup fz  $F_3$  nije očuvan ⇒ izgubljena fz *BRI+OZP* → *NAS*

41

## Metoda dekompozicije



- Dobijen je skup šema relacija u BCNF
  - u notaciji  $N(R, K)$ 
    - $Student(\{BRI, IME, PRZ, BPI\}, \{BRI, IME+PRZ\})$
    - $Predmet(\{OZP, NAP\}, \{OZP\})$
    - $Ispit(\{BRI, OZP, OCE\}, \{BRI+OZP\})$
    - $Povera(\{NAS, OZP\}, \{NAS\})$
    - $Pohađa(\{BRI, NAS\}, \{BRI+NAS\})$

42

## Metoda dekompozicije



- Objedinjavanje šema relacija sa ekvivalentnim ključevima
    - može dovesti do degradacije postignute normalne forme
    - šeme relacije sa ekvivalentnim ključevima
      - $Ispit(\{BRI, OZP, OCE\}, \{BRI+OZP\})$  i
      - $Pohađa(\{BRI, NAS\}, \{BRI+NAS\})$
    - objedinjuju se u jednu
      - $Ispit(\{BRI, OZP, NAS, OCE\}, \{BRI+OZP, BRI+NAS\})$
- (3NF)**
- Nadoknađena je, prethodno izgubljena fz
    - $BRI+OZP \rightarrow NAS$

43

## Metoda dekompozicije



- Konačan skup šema relacija u 3NF
  - *Student*({*BRI*, *IME*, *PRZ*, *BPI*}, {*BRI*, *IME*+*PRZ*})  
**(BCNF)**
  - *Predmet*({*OZP*, *NAP*}, {*OZP*})  
**(BCNF)**
  - *Ispit*({*BRI*, *OZP*, *NAS*, *OCE*}, {*BRI*+*OZP*, *BRI*+*NAS*})  
**(3NF)**
  - *Povera*({*NAS*, *OZP*}, {*NAS*})  
**(BCNF)**

44

## Metoda dekompozicije



- Dekompozicija polazne, univerzalne relacije

*Student*

<i>BRI</i>	<i>IME</i>	<i>PRZ</i>	<i>BPI</i>	<i>OZP</i>	<i>NAP</i>	<i>NAS</i>	<i>OCE</i>
159	Ivo	Ban	13	P1	Mat	Han	09
159	Ivo	Ban	13	P2	Fiz	Kun	08
013	Ana	Tot	09	P1	Mat	Pap	06
119	Eva	Kon	15	P3	Hem	Kiš	07
159	Ivo	Ban	13	P3	Hem	Kiš	10
119	Eva	Kon	15	P1	Mat	Han	09
159	Ivo	Ban	13	P4	Mat	Car	10
037	Eva	Tot	01	P4	Mat	Car	10

45

## Metoda dekompozicije



- Dekompozicija polazne, univerzalne relacije

<i>BRI</i>	<i>IME</i>	<i>PRZ</i>	<i>BPI</i>	<i>Student</i>
159	Ivo	Ban	13	
013	Ana	Tot	09	
119	Eva	Kon	15	
037	Eva	Tot	01	

<i>Predmet</i>		<i>Povera</i>	
<i>OZP</i>	<i>NAP</i>	<i>NAS</i>	<i>OZP</i>
P1	Mat	Han	P1
P2	Fiz	Kun	P2
P3	Hem	Pap	P1
P4	Mat	Kiš	P3
		Car	P4

<i>BRI</i>	<i>OZP</i>	<i>NAS</i>	<i>OCE</i>	<i>Ispit</i>
159	P1	Han	09	
159	P2	Kun	08	
013	P1	Pap	06	
119	P3	Kiš	07	
159	P3	Kiš	10	
119	P1	Han	09	
159	P4	Car	10	
037	P4	Car	10	

46

## Metoda dekompozicije



- Analiza anomalija ažuriranja
  - pokazuje se da su one, uglavnom, izbegnute
- Kreiranje šeme BP
  - definisanje međurelacionih ograničenja
    - $Povera[OZP] \subseteq Predmet[OZP]$
    - $Ispit[BRI] \subseteq Student[BRI]$
    - $Ispit[(NAS, OZP)] \subseteq Povera[(NAS, OZP)]$ 
      - obezbeđuje i očuvanje fz  $NAS \rightarrow OZP$  u šemi relacije *Ispit*

47

## Sadržaj



- Osnovni projektantski kriterijumi
- Spojivost bez gubitaka
- Očuvanje skupa ograničenja
- Metoda dekompozicije

---

48

## Literatura



- Pavle Mogin, Ivan Luković, Miro Govedarica:  
Principi projektovanja baza podataka  
– Poglavlja 2.2 i 2.3

---

49



---

50

Kraj prezentacije

Projektovanje baza podataka



## Projektovanje šeme relacione BP

---

*Metod dekompozicije*

---

51