

*Osnovne akademske studije*  
*Poslovna informatika*

# **MODELI I SISTEMI BAZA PODATAKA**

*Predmetni nastavnik:*

*Prof. dr Saša Bošnjak*

**Tema:** *Relacioni model podataka,  
I, II, i III normalna forma*

**Tema:** *Relacioni model podataka,  
I, II, i III normalna forma*

**Sadržaj predavanja:**

*Motivi i osnovni principi projektovanja šeme relacione baze podataka*

*Anomalije ažuriranja*

*Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja*

*Normalizacija*

*Normalne forme*

*I Normalna forma, II Normalna forma, III Normalna forma*

*Analiza strukture prvog kolokvijuma*

## **Motivi i osnovni principi projektovanja šeme relacije baze podataka**

- U teoriji relacionog modela podataka se polazi od pretpostavke da jedna šema relacije - šema univerzalne relacije (U,C) predstavlja inicijalni model realnog sistema, bez obzira na kompleksnost tog realnog sistema.
- Saglasno toj pretpostavci, skup U sadrži ona obeležja realnog sistema, koja su bitna za realizaciju zadatka informacionog sistema, a skup C sadrži ograničenja, koja su posledica pravila ponašanja i poslovanja u realnom sistemu.

## **Motivi i osnovni principi projektovanja šeme relacione baze podataka**

- Ta pravila ponašanja i poslovanja se izražavaju putem: integriteta domena, zabrane nula vrednosti za obeležja, funkcionalnih, višeznačnih i zavisnosti spoja, kao i putem jedno-relacionih zavisnosti sadržavanja.
- Za razmatranje postupka projektovanja skupa šema relacija, bitne su funkcionalne, višeznačne i zavisnosti spoja, te će se toku procesa projektovanja šeme relacione baze podataka smatrati da skup ograničenja  $C$  sadrži samo te zavisnosti. Mi ćemo uvesti dodatnu restrikciju i posmatraćemo samo funkcionalne zavisnosti.

## **Motivi i osnovni principi projektovanja šeme relacione baze podataka**

- Međutim, univerzalna relacija je kao baza podataka, veoma nepogodno rešenje, pre svega sa tačke gledišta efikasnog održavanja baze podataka u konzistentnom stanju. Problemi koji se javljaju pri održavanju univerzalne relacije u konzistentnom stanju, **nazivaju se anomalijama ažuriranja.** Obezbeđenje uslova za ***efikasnu kontrolu integriteta predstavlja jedan od osnovnih ciljeva projektovanja skupa šema relacija šeme baze podataka.***

## **Motivi i osnovni principi projektovanja šeme relacije baze podataka**

- Problemi, **izazivani anomalijama ažuriranja**, rešavaju se rastavljanjem (dekomponovanjem) šeme univerzalne relacije na skup šema relacija  $S$ , takav da je  $|S| > 1$ . To dekomponovanje predstavlja jednu od metoda, koja se koristi pri projektovanju šeme baze podataka.



## **Motivi i osnovni principi projektovanja šeme relacione baze podataka**

- Uvođenje samog pojma dekomponovanja. pokreće određeni niz pitanja. U njih spadaju:
  - **kakve uslove treba da zadovolji** skup šema relacija  $S$  dobijen dekompozicijom.
  - **kako** vršiti dekompoziciju.
  - **do kog nivoa rastavljati šemu** univerzalne relacije i šeme relacija, dobijene njenim rastavljanjem,
  - **kako definisati međurelaciona ograničenja**, koja se mogu i koja je potrebno uvesti tek nakon rastavljanja šeme univerzalne relacije.



## **Motivi i osnovni principi projektovanja šeme relacione baze podataka**

- Cilj ovog predavanja je, između ostalog, **uvodjenje pojma anomalija ažuriranja, čija eliminacija predstavlja jedan od osnovnih motiva za projektovanje šeme baze podataka.**
- Takođe u okviru predavanja se definiše **pojam spoja bez gubitaka, kao jednog od poželjnih uslova**, koji treba da zadovolji skup šema relacija S.
- Na osnovu pojma spoja bez gubitaka se izvode i osnovni postupci za rastavljanje šeme relacije na šeme relacija. Odgovor na pitanje **do kog nivoa rastavljati šemu univerzalne relacije**, daje se u **narednim predavanjima.**

## Anomalije ažuriranja

- U opštem slučaju, šema univerzalne relacije (U,C), kao šema baze podataka, ne može se smatrati dobrim rešenjem. Jedan, ali ne i jedini razlog predstavlja činjenica da bi, u tom slučaju, **kontrola integriteta baze podataka bila veoma kompleksna.**

## Anomalije ažuriranja

- Naime, ako skup ograničenja  $C$  sadrži **zavisnost spoja u oznaci**  $\bowtie (X_1, \dots, X_n)$ , skup višeznačnih zavisnosti  $M$  i skup funkcionalnih zavisnosti  $F$ , tada je, nakon svakog ažuriranja pojave  $r$  nad  $(U, C)$  potrebno proveriti da li nova relacija  $r'$  zadovoljava uslov

$$r' = \bowtie \Pi_{R_i}(r)$$

- kao i da li zadovoljava svaku **višeznačnu i svaku funkcionalnu zavisnost**.

## Anomalije ažuriranja

- Drugi razlog predstavljaju **takozvane anomalije ažuriranja**. Anomalije ažuriranja se manifestuju **pri ažuriranju univerzalne pojave**, ali ne samo pri ažuriranju univerzalne pojave.
- Problemi se javljaju **i pri upisu i pri brisanju i pri modifikaciji torki u relacijama baze podataka**.
- **Uzrok postojanja** anomalija ažuriranja su: integritet entiteta, funkcionalne, višeznačne i zavisnosti spoja.

## Anomalije ažuriranja

- Pošto je **integritet entiteta posledica funkcionalnih zavisnosti**, u daljem toku predavanja se posebno razmatraju anomalije ažuriranja, **koje su posledica funkcionalnih**, a posebno anomalije ažuriranja, koje su posledica višeznačnih i zavisnosti spoja.

## Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

- **Integritet entiteta** je uzročnik problema pri upisu i brisanju, a zadovoljavanje funkcionalnih zavisnosti, pri modifikaciji torki.
- Da bi se ovi fenomeni razumeli, treba prvo istaći činjenicu da, u opštem slučaju, šema univerzalne relacije **sadrži obeležja većeg broja klasa entiteta**.
- Kao prirodna posledica te činjenice sledi i zaključak, da **ključ šeme univerzalne relacije sadrži identifikaciona obeležja većeg broja klasa entiteta**.



## Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

- U univerzalnu pojavu **se ne mogu upisati podaci o entitetu samo jedne klase**, jer bi to značilo **upis nula vrednosti za obeležja** svih drugih klasa entiteta.
- Saglasno tome, pojedine komponente ključa Šeme univerzalne relacije bi imale **nula vrednosti u novoj torci univerzalne pojave**, čime bi bio **narušen uslov integriteta entiteta**. Ovaj fenomen se naziva **anomalijom upisa**.

## Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

- Ako se iz univerzalne pojave žele brisati podaci o entitetu samo jedne klase, **često se mora brisati cela torka, da ne bi bio narušen integritet entiteta.** Tim brisanjem se mogu izgubiti korisni podaci, ako ih je sadržala samo posmatrana torka. **Ovaj fenomen se naziva anomalijom brisanja.**

## **Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja**

- Neka je  $X \rightarrow A$  jedna funkcionalna zavisnost u ***F. Modifikacija vrednosti obeležja A u samo jednoj torci univerzalne pojave***, zahteva pristupanje i ***svim ostalim torkama***, u cilju eventualnog usaglašavanja stare vrednosti obeležja A sa novom.
- U suprotnom, univerzalna pojava više ne mora zadovoljavati funkcionalnu zavisnost  $X \rightarrow A$ , jer se ista X vrednost može javiti u više torki, sa različitim A vrednostima

## Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

- Primer 1.1, Skup  $U = \{ \text{BRI, IMS, PRS, BPI, OZP, NAP, OZN, PRN, OCE} \}$  sadrži obeležja klasa entiteta: Student, Predmet i Nastavnik. Neka su odnosi između entiteta i obeležja realnog sistema opisani sledećim predikatima:
- student ima: broj indeksa (BRI), ime (IMS), prezime (PRS) i broj položenih ispita (BPI).
- predmet ima: oznaku (OZP) i naziv (NAP).
- nastavnik ima: oznaku (OZN) i prezime (PRN).
- student ima ocenu (OCE) iz predmeta (PRN),
- nastavnik predaje studentu,
- nastavnik izvodi nastavu iz predmeta.

## **Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja**

I neka važe sledeća pravila poslovanja:

- svaki broj indeksa se dodeljuje najviše jednom studentu, a svaki student ima samo jedan indeks,
- svaka oznaka predmeta se dodeljuje najviše jednom predmetu, a svaki predmet ima samo jednu oznaku,
- svaka oznaka nastavnika se dodeljuje najviše jednom nastavniku, a svaki nastavnik ima samo jednu oznaku.
- ne postoje dva predmeta sa istim nazivom,
- nastavnik izvodi nastavu iz najviše jednog predmeta.
- ako student sluša određeni predmet, sluša ga i polaže kod samo jednog nastavnika,
- svaki student, iz određenog predmeta, **ima najviše jednu ocenu.**

## Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

- ✓ Pravila poslovanja omogućavaju definisanje sledećeg skupa funkcionalnih zavisnosti
- ✓  $F = \{BRI \rightarrow IMS + PRS + BPI, OZP \rightarrow NAP, NAP \rightarrow OZP, OZN \rightarrow OZP + NAP + PRN, BRI + OZP \rightarrow OCE + OZN\}$
- ✓ Šema univerzalne relacije  $\{U, C\}$  sadrži tri ključa.
- ✓ To su sledeći skupovi obeležja:  $\{BRI, OZN\}$ ,  $\{BRI, NAP\}$ ,  $[BRI, OZP]$ .
- ✓ Ovoj šemi relacije se može pridružiti naziv Fakultet.
- ✓ Na narednom slajdu je prikazana jedna pojava nad šemom relacije Fakultet.



# Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

## Primer 1.1 Šema relacije Fakultet

BRI	IMS	PRZ	BPI	OZP	NAP	OZN	PRS	OCE
159	Ivo	Ban	3	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivo	Ban	3	P <sub>2</sub>	Fiz	N <sub>2</sub>	Kun	08
013	Ana	Tot	1	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>3</sub>	Pap	06
119	Eva	Kon	2	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>4</sub>	Kiš	07
159	Ivo	Ban	3	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>4</sub>	Kiš	10
119	Eva	Kon	2	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivu	Ban	3	P <sub>4</sub>	Hem	N <sub>5</sub>	Car	10
037	Eva	Trn	1	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	10
213	Ivo	Ban	1	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>1</sub>	Kiš	10

## **Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja**

- Ono što sigurno, prvo pada u oči pri analizi relacije na slici 1.1. je **redundansa podataka**.
- Redundansa podataka je u opštem slučaju, **karakteristična za sadržaj univerzalne relacije**.
- Međutim, **nije redundansa podataka najveći nedostatak relacije** na primeru 1.1. Ozbiljniji problem predstavljaju **anomalije ažuriranja**.

## **Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja**

- Anomalije ažuriranja relacije na prethodnoj relaciji se mogu ilustrovati sledećim primerima:
- **Prva anomalija - Anomalija upisa**
- U relaciju Fakultet se ne mogu upisati podaci o novom nastavniku, dogod se ne zna predmet, koji će izvoditi i bar jedan student, kojem će predavati. Analogna situacija nastupa i pri pokušaju upisa podataka o novom predmetu ili studentu. Upis torke sa nepoznatom vrednošću za bar jedno primamo obeležje, dovodi do narušavanja integriteta entiteta.  
**Ovakve pojave se nazivaju anomalijama upisa.**

# Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

## Primer 1.1 Šema relacije Fakultet

BRI	IMS	PRZ	BPI	OZP	NAP	OZN	PRS	OCE
159	Ivo	Ban	3	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivo	Ban	3	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivo	Ban	3	P <sub>2</sub>	Fiz	N <sub>2</sub>	Kun	08
013	Ana	Tot	1	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>3</sub>	Pap	06
119	Eva	Kon	2	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>4</sub>	Kiš	07
159	Ivo	Ban	3	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>4</sub>	Kiš	10
119	Eva	Kon	2	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivu	Ban	3	P <sub>4</sub>	Hem	N <sub>5</sub>	Car	10
037	Eva	Trn	1	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	10
213	Ivo	Ban	1	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>1</sub>	Kiš	10

U relaciju Fakultet se ne mogu upisati podaci o novom nastavniku, dogod se ne zna predmet, koji će izvoditi i bar jedan student, kojem će predavati. Analogna situacija nastupa i pri pokušaju upisa podataka o novom predmetu ili studentu. Upis torke sa nepoznatom vrednošću za bar jedno primamo obeležje, dovodi do narušavanja integriteta entiteta. Ovakve pojave se nazivaju **anomalijama upisa**.

## **Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja**

- Anomalije ažuriranja relacije na prethodnoj relaciji se mogu ilustrovati sledećim primerima:
- **Druga anomalija - Anomalija brisanja**
- Ako se, iz relacije, žele brisati podaci (13, Ana, Tot, 1), biće izbrisana cela toraka, ponovo zbog integriteta entiteta. Međutim, time se gube i podaci o nastavniku (N3, Pap), koji je imao samo tog jednog studenta, kao i informacija da taj nastavnik predaje predmet (P1, Mat). **Ovakve pojave se nazivaju anomalijama brisanja.**

# Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

## Primer 1.1 Šema relacije Fakultet

BRI	IMS	PRZ	BPI	OZP	NAP	OZN	PRS	OCE
159	Ivo	Ban	3	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivo	Ban	3	P <sub>2</sub>	Fiz	N <sub>2</sub>	Kun	08
013	Ana	Tot	1	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>3</sub>	Pap	06
119	Eva	Kon	2	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>4</sub>	Kiš	07
159	Ivo	Ban	3	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>4</sub>	Kiš	10
119	Eva	Kon	2	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivu	Ban	3	P <sub>4</sub>	Hem	N <sub>5</sub>	Car	10
037	Eva	Trn	1	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	10
213	Ivo	Ban	1	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>1</sub>	Kiš	10

Ako se, iz relacije, žele brisati podaci (13, Ana, Tot. 1), biće izbrisana cela toraka, ponovo zbog integriteta entiteta. Međutim, time se gube i podaci o nastavniku (N3, Pap), koji je imao samo tog jednog studenta, kao i informacija da taj nastavnik predaje predmet (P1, Mat). Ovakve pojave se nazivaju **anomalijama brisanja**.



## **Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja**

- Anomalije ažuriranja relacije na prethodnoj relaciji se mogu ilustrovati sledećim primerima:
- **Druga anomalija - Anomalija modifikacije**
- Kada neki student položi ispit iz nekog predmeta, u relaciju se upisuje nova toraka sa povećanim brojem položenih ispita za tog studenta. Međutim, da bi i ažurirana relacija zadovoljavala funkcionalnu zavisnost  $BRI \rightarrow BPI$ , potrebno je modifikovati vrednosti obeležja BPI i u svim onim torkama, koje sadrže podatke o posmatranom studentu. **Ovakve pojave se nazivaju anomalijama modifikacije.**

## Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

### Primer 1.1 Šema relacije Fakultet

BRI	IMS	PRZ	BPI	OZP	NAP	OZN	PRS	OCE
159	Ivo	Ban	3	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivo	Ban	3	P <sub>2</sub>	Fiz	N <sub>2</sub>	Kun	08
013	Ana	Tot	1	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>3</sub>	Pap	06
119	Eva	Kon	2	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>4</sub>	Kiš	07
159	Ivo	Ban	3	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>4</sub>	Kiš	10
119	Eva	Kon	2	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	09
159	Ivu	Ban	3	P <sub>4</sub>	Hem	N <sub>5</sub>	Car	10
037	Eva	Trn	1	P <sub>1</sub>	Mat	N <sub>1</sub>	Han	10
213	Ivo	Ban	1	P <sub>3</sub>	Meh	N <sub>1</sub>	Kiš	10

➤ Kada neki student položi ispit iz nekog predmeta, u relaciju se upisuje nova toraka sa povećanim brojem položenih ispita za tog studenta. Međutim, da bi i ažurirana relacija zadovoljavala funkcionalnu zavisnost  $BRI \rightarrow BPI$ , potrebno je modifikovati vrednosti obeležja BPI i u svim onim torkama, koje sadrže podatke o posmatranom studentu. **Ovakve pojave se nazivaju anomalijama modifikacije.**

## Funkcionalne zavisnosti i anomalije ažuriranja

- Zaključci:
- Ono što sigurno, prvo pada u oči pri analizi relacije na slici 1.1. je **redundansa podataka**.
- Redundansa podataka je u opštem slučaju, **karakteristična za sadržaj univerzalne relacije**.
- Međutim, **nije redundansa podataka najveći nedostatak relacije** na slici 1.1. Ozbiljniji problem predstavljaju **anomalije ažuriranja**.
- **Motivi i osnovni principi projektovanja šeme relacione baze podataka – prevazilaženje problema anomalija ažuriranja**.
- **Anomalije ažuriranju zbog višeznačnih i zavisnosti spoja – izlaze izvan okvira ovog predmeta**

## Normalizacija

- Ovaj deo predavanja predstavlja logični i prirodni nastavak prethodnog, u kojoj su opisani motivi i osnovni principi projektovanja šeme baze podataka. Posvećeno je **normalnim formama i normalizaciji**.
- Definisanjem normalnih formi, u ovom predavanju se daje **odgovor na pitanje do kog nivoa treba vršiti dekompoziciju šeme univerzalne relacije**. Normalizacija je **metoda projektovanja skupa šema relacija** šeme relacije baze podataka. Postupak je strogo formalan, a njegov krajnji cilj je **zamena šeme univerzalne relacije skupom šema relacija sa poželjnim osobinama**. U te poželjne osobine spadaju: **određena normalna forma, spoj bez gubitaka, konzervacija skupa obeležja i skupa funkcionalnih zavisnosti**.
- **Eliminisanje anomalija ažuriranja** predstavlja **osnovni razlog za primenu normalizacije**. Saglasno tome, **normalizacijom se ostvaruje jedan od preduslova za efikasnu kontrolu integriteta baze podataka**. Postoje dva osnovna postupka normalizacije. To su algoritam dekompozicije i algoritam sinteze, koji su detaljno i precizno obrađeni u narednim predavanjima.

## Normalne forme

- Postizanje određene **normalne forme** predstavlja jedan od ciljeva **dekomponovanja šeme univerzalne relacije, jednim od dva moguća ALGORITMA: ALGORITMOM DEKOMPOZICIJI ILI ALGORITMOM SINTEZE**. U teoriji projektovanja šeme relacione baze podataka je definisan veći broj normalnih formi. Ukupno postoji šest NF: prva normalna forma, druga normalna forma, treća normalna forma, Boyce-Coddova normalna forma, četvrta normalna forma i peta normalna forma.
- Boyce-Coddova normalna forma, četvrta normalna forma i peta normalna forma – **izlaze iz opsega ovog predmeta**.



## Normalne forme

- Prva i druga normalna forma imaju samo didaktički značaj. Najveći značaj za **praksu projektovanja šeme baze podataka imaju: treća, Boyce-Coddova i, eventualno, četvrta normalna forma**. Značaj pete normalne forme se može označiti kao čisto teoretski. Prve tri i Boyce-Coddova normalna forma se definišu isključivo na osnovu funkcionalnih zavisnosti. Četvrta normalna forma je zasnovana na višeznačnim, a peta na zavisnostima spoja.
- Pri definisanju prve tri i Boyce-Coddove normalne forme šeme relacije  $(R, C)$ , smatraće se da **skup funkcionalnih zavisnosti  $F \subseteq C$  sadrži sve funkcionalne zavisnosti**, definisane na skupu obeležja  $R$ .



## **Normalne forme – I NF**

- **Definicija:** Šema relacije je  $(R, F)$  je u prvoj normalnoj formi (1NF) ako su vrednosti u  $\text{dom}(A)$  elementarne (atomične) za svako obeležje  $A \in R$ .

## Normalne forme – I NF

Primer:

Pilot(id\_pilota, ime\_pilota)

ID_PILOTA	IME_PILOTA
111	IVAN ĆUK
222	ACA MRAK
333	SAVA POPIĆ
444	PETAR TICA

Šema relacije Pilot(id\_pilota, ime\_pilota) nije u I NF, jer nisu sva obeležja atomična.

## Normalne forme – I NF

Primer:

Pilot1 (id\_pilota, ime\_pilota, prezime\_pilota)

id_pilota	ime_pilota	prezime_pilota
111	IVAN	ĆUK
222	ACA	MRAK
333	SAVA	POPIĆ
444	PETAR	TICA

Za razliku od šeme relacije Pilot(id\_pilota, ime\_pilota) šema relacije Pilot1 (id\_pilota, ime\_pilota, prezime\_pilota) je u I NF jer su sva obeležja atomična.

## **Normalne forme – I NF**

- Dodaje se obeležje ZNAK za **astrološki znak**
- DAT\_ROĐ → ZNAK (?) da li je ova FZ, kao ograničenje čeme relacije u I NF ?
- DAN\_ROĐ + MES\_ROĐ → ZNAK

## **Normalne forme – II NF**

### **Anomalije ažuriranja i redundantnost podataka**

Definicija:

- Fz  $X \rightarrow A$  se naziva NEPOTPUNOM, ako  $\exists Y \subset X$  tako da važi  $Y \rightarrow A \in F^+$
- Ako  $\forall Y \subset X$  važi:  $Y \rightarrow A \notin F^+$ , Fz  $X \rightarrow A$  je POTPUNA.

## Normalne forme – II NF

### Anomalije ažuriranja i redundantnost podataka

- ✓ Definicija 1. Def: 1.1. Fz  $X \rightarrow A$  se naziva NEPOTPUNOM, ako  $\exists Y \subset X$  tako da važi  $Y \rightarrow A \in F^+$
- ✓ Def 1.2. Ako  $\forall Y \subset X$  važi:  $Y \rightarrow A \notin F^+$ , Fz  $X \rightarrow A$  je POTPUNA.
- ✓ Def 2: Funkcionalna zavisnost  $X \rightarrow A \in F^+$  je redukovana ili ima redukovanu levu stranu s obzirom na  $F$ , ako važi:

$$(\forall Y \subset X)(Y \rightarrow A \notin F^+).$$

- ✓ Def 3. : Skup funkcionalnih zavisnosti je redukovan ili ima redukovane leve strane, ako je svaka  $f: X \rightarrow A$  iz  $F$  redukovana funkcionalna zavisnost.
- ✓ Primer: Nalog ( let, datum, pilot, peron) nije u II NF jer ima nepotpune fz, odnosno one koje nisu redukovane



## Normalne forme – II NF

Primer:

Nalog ( let, datum, pilot, peron)

LET	datum	pilot	peron
112	6. jun	MRAK	7 8
112	7. jun	ĆUK	7
203	9. jun	MRAK	12

DEFINISANA OGRANIČENJA:  $F = \{\text{LET} + \text{DATUM} \rightarrow \text{PILOT}, \text{PERON}, \text{LET} \rightarrow \text{PERON}\}$ , sadrže nepotpunu funkcionalnu zavisnost  $\text{LET} + \text{DATUM} \rightarrow \text{PERON}$ , jer postoji zavisnost  $\text{LET} \rightarrow \text{PERON}$ . Posledica postojanja nepotpune FZ, je da ŠR Nalog nije u II NF, što pokazuje mogućnost izvršenja operacije ažuriranja:

Izmeni (NALOG; 112, 6.JUN; PILOT=MRAK, PERON=8)

## Normalne forme – II NF

Primer:

Nalog-p (let, datum, pilot,)

<b>LET</b>	datum	pilot
112	6. jun	MRAK
112	7. jun	ĆUK
203	9. jun	MRAK

Nalog-per (let, peron)

<b>LET</b>	peron
112	7
203	12

## Normalne forme – II NF

### Definicija:

Ako fz  $X \rightarrow Y$  *ima redukovanu levu stranu* kaže se da Y **potpuno zavisi** od X.

### Definicija:

Šema relacije (R,F) je u drugoj normalnoj formi (2NF) s obzirom na F ako je u 1NF i ako je svako neprimarno obeležje **potpuno zavisno od svakog ključa R**.

### Primer:

Šema relacije NALOG nije u II NF. Šema BP  $S = \{NALOG-P, LET-PER\}$  jeste u II NF.

## Integritetna komp. RMP – Algoritam redukcije

**PROCES** Redukcija\_fz

**Ulaz:**  $F$  (\*zadati skup f-*l*nih zavisnosti)

**Izlaz:**  $G$  (\*skup f-*l*nih zav sa redukovanim levim stranama, ekvivalentan sa  $F$  \*)

**POČETAK PROCESA** Redukcija\_fz

**POSTAVI**  $G \leftarrow \emptyset$

**RADI** redukcija ( $\forall f: X \rightarrow B \in F$ )

**POSTAVI**  $Y \leftarrow X$

**RADI** eliminacija ( $\forall A \in Y$ )

**AKO JE**  $(Y \setminus \{A\}) \rightarrow B \in F^+$  **TADA**

**POSTAVI**  $Y \leftarrow Y \setminus \{A\}$

**INAČE**

**KRAJ AKO**

**KRAJ RADI** eliminacija

**POSTAVI**  $G \leftarrow G \cup \{Y \rightarrow B\}$

**KRAJ RADI** redukcija

**KRAJ PROCESA** Redukcija\_fz

## Normalne forme – III NF

### Definicija:

**Obeležje  $A \in R$  je tranzitivno zavisno od  $X \subset R$**  s obzirom na  $F$  ako postoji  $Y \subset R$  takvo da  $X \rightarrow Y$ ,  $Y \rightarrow A$  i  $X \rightarrow A$  pri čemu  $A \notin XY$ .

( $\pi 3$ ) **Pseudotranzitivnost**      Ako  $X \rightarrow Y$  i  $YW \rightarrow Z$ , tada važi  $XW \rightarrow Z$

- Pravilo izvođenja  $\pi 1$  dovodi do definisanja tzv. **trivijalnih fz.**
- Kada je reč o pravilu  $\pi 3$ , za  $W=0$ , ono prelazi u **tranzitivnost**, što znači da ako  $X \rightarrow Y$  i  $Y \rightarrow Z$ , tada važi  $X \rightarrow Z$

## Normalne forme – III NF

### Integritetna komp. RMP – neredundatno pokrivanje

- **Def: Pokrivanje (pokrivač)** skupa funkcionalnih zavisnosti  $F$  je svaki skup  $f$ -lnih zavisnosti  $G$ , koji ima isto zatvaranje kao  $F$ .
- **Def: Skup  $G$  je neredundantno pokrivanje** skupa zavisnosti  $F$ , ako ne sadrži pravi podskup koji takođe predstavlja pokrivanje skupa.
- Jedan skup  $f$ -lnih zavisnosti može imati više neredundantnih pokrivanja.



## Normalne forme – III NF

### Integritetna komp. RMP – neredundatno pokrivanje

- **Def:** Skup  $G$  predstavlja **kanoničko pokrivanje** skupa  $f$ -  
lnih zavisnosti  $F$ , ako su zadovoljeni sledeći uslovi:
  1.  $G^+ = F^+$
  2.  $G$  sadrži samo redukovane funkcionalne zavisnosti
  3.  $G$  je neredundantan skup
  4. desna strana svake funkcionalne zavisnosti u  $G$  sadrži samo 1 obeležje

## Normalne forme – III NF

## Integritetna komp. RMP – neredundatno pokrivanje

### ALGORITAM NEREDUNDANTNOG POKRIVANJA

#### Proces Neredundantno pokrivanje

**Ulaz:**  $F = \{X \rightarrow A \mid X \subseteq U \wedge A \in U\}$  (\*zadati skup f-*l*nih zavisnosti\*)

**Izlaz:**  $G$  (\*neredundantno pokrivanje skupa  $F^*$ )

#### POČETAK PROCESA Neredundantno\_pokrivanje

**POSTAVI**  $G \leftarrow F$

**RADI** eliminacija ( $\forall f \in G$ )

**AKO JE**  $f \in (G \setminus \{f\})^+$  **TADA**

**POSTAVI**  $G \leftarrow G \setminus \{f\}$

**INAČE**

**KRAJ AKO**

**KRAJ RADI** eliminacija

#### KRAJ PROCESA Neredundantno\_pokrivanje

## Normalne forme – III NF

Primer:

Šema relacije NALOG-P(LET, DATUM, PILOT-ID, PILOT-IME)

LET	DATUM	PILOT-ID	PILOT-IME
112	6. JUN	31174	MRAK
112	7. JUN	30046	ČUK
203	9. JUN	31174	MRAK

DEFINISANA OGRANIČENJA:  $F = \{ \text{LET} + \text{DATUM} \rightarrow \text{PILOT-ID}, \text{PILOT-IME}, \text{PILOT-ID} \rightarrow \text{PILOT-IME}, \text{PILOT-IME} \rightarrow \text{PILOT-ID} \}$  i operacija ažuriranja:

Izmeni (NALOG-P; 112, 6.JUN; PILOT-ID=31039, PILOT-IME=MRAK) pokazuje da ŠR NALOG-P nije u III NF.

## Normalne forme – III NF

Primer:

Nalog-p ( let, datum, pilot-id)

<b>LET</b>	datum	pilot-id
112	6. jun	31174
112	7. jun	30046
203	9. jun	31174

Pilot-pers (pilot-id, pilot-ime)

<b>PILOT-ID</b>	PILOT-IME
31174	MRAK
30046	ĆUK

## Normalne forme – III NF

### Definicija:

**Obeležje  $A \in R$  je tranzitivno zavisno od  $X \subset R$**  s obzirom na  $F$  ako postoji  $Y \subset R$  takvo **da  $X \rightarrow Y$ ,  $Y \rightarrow A$  i  $X \rightarrow A$  pri čemu  $A \notin XY$ .**

### Definicija:

Šema relacije  $R$  je u trećoj normalnoj formi (3NF) s obzirom na skup fz  $F$  ako je ona u 2NF i **ni jedno neprimarno obeležje iz  $R$  nije tranzitivno zavisno od ključa  $R$ .**

### Primer:

NALOG-P je u 2NF, ali ne i u 3NF. Šema BP  $S = \{NALOG-P, PILOT-PERS\}$  je u 3NF.