

# Normalizacija - vežbanje

## Projektovanje baza podataka

### 2020/21.

U narednim zadacima su data relacije koje su u 1NF i funkcijske zavisnosti (FZ) koje u njima važe. Potrebno je odrediti primarni ključ datih relacija, a zatim i transformisati postupno date relacije tako da budu u 2NF, pa u 3NF i na kraju u BCNF.

Primarni ključ se određuje tako što se prvo pronalaze zatvorenja za skupove atributa kardinalnosti jedan. Ukoliko postoji bar jedan skup atributa kardinalnosti jedan takav da je njegovo zatvorenje jednako početnoj relaciji, tada je taj skup kandidat za primarni ključ. Ukoliko postoji jedan kandidat za primarni ključ, može se obustaviti postupak traženja drugih kandidata. Ukoliko ne postoji takav skup, određuju se zatvorenja za skupove atributa kardinalnosti dva. Ukoliko postoji bar jedan skup takav da je njegovo zatvorenje jednako početnoj relaciji, tada je taj skup kandidat za primarni ključ. Takođe, kada se pronađe jedan kandidat, postupak se može obustaviti. Ukoliko ne postoji takav skup, postupak se nastavlja sve dok se ne pronađe zatvorenje koje određuje celu početnu relaciju. U krajnjem slučaju, ukoliko se primarni ključ ne nađe ranije, skup koji se sastoji od svih atributa početne relacije će biti primarni ključ za tu relaciju.

Relacija je u 2NF ukoliko je u 1NF i ukoliko nema funkcijskih zavisnosti dela ključa u neključne attribute. Ključni atribut je atribut koji se nalazi u sastavu primarnog ključa. Neključni atribut je atribut koji se ne nalazi u sastavu primarnog ključa. Transformisanje relacije koja je u 1NF u 2NF se izvodi identifikacijom funkcijskih zavisnosti dela ključa u neključne attribute i oslobađanjem od njih.

Relacija je u 3NF ukoliko je u 2NF i ukoliko nema funkcijskih zavisnosti neključnih atributa u neključne attribute. Transformisanje relacije koja je u 2NF u 3NF se izvodi identifikacijom funkcijskih zavisnosti neključnih atributa u neključne attribute i oslobađanjem od njih.

Relacija je u BCNF ukoliko je u 3NF i ukoliko nema funkcijskih zavisnosti neključnih atributa u ključne attribute. Transformisanje relacije koja je u 3NF u BCNF se izvodi tako identifikacijom funkcijskih zavisnosti neključnih atributa u ključne attribute i oslobađanjem od njih.

Smatra se da je relacija normalizovana ukoliko je u BCNF. Nekada je dovoljno da relacija bude u 3NF da bi se smatralo da je normalizovana.

Međusobne zavisnosti atributa nisu umetnute veze već veze koje postoje u realnom svetu i koje se preslikavaju u informacioni sistem. Tako da ako dekompozicijom ugrozimo te veze informacioni sistem prestaje da bude verodostojan.

Relacija se dekomponuje bez opasnosti gubitaka funkcionalnih zavisnosti samo ako se dekompozicija vrši prema funkcionalnoj zavisnosti koja ne ide od kandidata ključa.

U teoriji, trebalo bi krenuti od jedinstvene relacione šeme (nekad se naziva i univerzalna šema) koja sadrži sve attribute baze podataka.

**Primer 1.** *Dati su relacija*  
*AUTOR(SIFA, SIFN, IME, KOJI)*

*i skup funkcijskih zavisnosti*

$F = \{$

*(FZ1) SIFA, SIFN  $\rightarrow$  IME, KOJI,*

*(FZ2) SIFA  $\rightarrow$  IME*

*$\}$ .*

*Dovesti relaciju do 2NF.*

Rešenje:

Primarni ključ relacije AUTOR je (SIFA, SIFN).

AUTOR(SIFA, SIFN, IME, KOJI)

Funkcijske zavisnost FZ1 je superključna, tako da se nje ne oslobađamo. Relacija nije u 2NF zbog FZ1 dela ključa u neključni atribut. Oslobađamo se FZ1 tako što nastaju relacije A1 i A2:

A1(SIFA, IME)

A2(SIFA, SIFN, KOJI)

Sada je relacija AUTOR = A1 x A2 u 2NF.

**Primer 2.** *Dati su relacija*

NASLOV(SIFN, SIFA, KOJI, NAZIVN, IME, SIFO, NAZIVO)

*i skup funkcijskih zavisnosti*

$F = \{$

(FZ1)  $SIFN, SIFA \rightarrow KOJI, NAZIVN, IME, SIFO, NAZIVO$

(FZ2)  $SIFN \rightarrow NAZIVN, SIFO$

(FZ3)  $SIFA \rightarrow IME$

(FZ4)  $SIFO \rightarrow NAZIVO$

$\}$

*Dovesti relaciju do 3NF.*

Rešenje:

Primarni ključ je (SIFN, SIFA).

NASLOV(SIFN, SIFA, KOJI, NAZIVN, IME, SIFO, NAZIVO)

Relacija nije u 2NF zato što postoje funkcijske zavisnosti FZ2 i FZ3 dela ključa u neključni atribut.

Oslobađamo se zavisnosti FZ3 tako što nastaju N1 i N2:

N1(SIFA, IME)

N2(SIFN, SIFA, KOJI, NAZIVN, SIFO, NAZIVO)

NASLOV = N1 x N2

Da bismo se oslobodili FZ2 potrebno je da se oslobodimo prvo FZ4 pošto ona sa leve strane ima atribut SIFO koji bi prešao u drugu relaciju nakon oslobađanja od FZ2, tak da bi se izgubila informacija o FZ4, što nije ispravno.

Oslobađamo se FZ4 tako što nastaju N3 i N4:

N3(SIFO, NAZIVO)

N4(SIFN, SIFA, KOJI, NAZIVN, SIFO)

N2 = N3 x N4

Oslobađamo se FZ2 tako što nastaju N5 i N6:

N5(SIFN, NAZIVN, SIFO)

N6(SIFN, SIFA, KOJI)

N4 = N5 x N6

NASLOV = N1 x N3 x N5 x N6.

Relacija je sada u 2NF. FZ1 je superključna tako da nema više funkcijskih zavisnosti pa je relacija i u 3NF.

**Primer 3.** Odrediti primarni ključ relacije *P*, a zatim i transformisati postupno relaciju *P* tako da bude u 2NF, pa u 3NF i na kraju u BCNF.

Neka je data relacija:

*P*(SIFN, SIFC, DATUM, DANA, SIFK, NAZIVN, SIFO, NAZIVO)

i skup funkcijskih zavisnosti:

$F = \{$

(FZ1) SIFN, SIFC, DATUM  $\rightarrow$  DANA

(FZ2) SIFN, SIFC, DATUM  $\rightarrow$  SIFK

(FZ3) SIFN, SIFC, DATUM  $\rightarrow$  NAZIVN

(FZ4) SIFN, SIFC, DATUM  $\rightarrow$  SIFO

(FZ5) SIFN, SIFC, DATUM  $\rightarrow$  NAZIVO

(FZ6) SIFK  $\rightarrow$  SIFN

(FZ7) SIFN  $\rightarrow$  SIFO

(FZ8) SIFN, SIFC  $\rightarrow$  SIFN

(FZ9) SIFO  $\rightarrow$  NAZIVO

$\}$

Dovesti relaciju do BCNF.

Rešenje:

Na početku je potrebno identifikovati ključ relacije *P*. Traži se minimalni skup atributa tako da njegovo zatvorenje sadrži sve attribute u relaciji. Takav je skup {SIFN,SIFC,DATUM}.

*P*(SIFN, SIFC, DATUM, DANA, SIFK, NAZIVN, SIFO, NAZIVO)

Zatim, potrebno je dovesti relaciju u 2NF. Relacija nije u 2NF zbog FZ7. Da bi relacija bila u 2NF potrebno je da se oslobodimo FZ7. Ako bismo se prvo oslobodili FZ7, tada bismo izgubili informaciju o FZ9, tako da se prvo oslobađamo FZ9:

Oslobađamo se FZ9 tako što nastaju P1 i P2:

P1(SIFO, NAZIVO)

P2(SIFN, SIFC, DATUM, DANA, SIFK, NAZIVN, SIFO)

$P = P1 \times P2$

Oslobađamo se FZ7 tako što nastaju P3 i P4:

P3(SIFN, SIFO)

P4(SIFN, SIFC, DATUM, DANA, SIFK, NAZIVN)

$P = P1 \times P3 \times P4$

Funkcijske zavisnosti FZ1-FZ5 su superključne. Funkcijska zavisnost FZ8 je trivijalna, tako da nemamo više FZ dela ključa u neključni atribut, što znači da je relacija u 2NF.

Relacija je i u 3NF zbog toga što je u 2NF i nemamo dodatnih zavisnosti neključnog atributa u neključni atribut.

Relacija nije u BCNF zato što postoji zavisnost FZ6 neključnog atributa u ključni atribut.

Oslobađamo se funkcijske zavisnosti FZ6 tako što nastaju P5 i P6:

P5(SIFK, SIFN)

P6(SIFK, SIFC, DATUM, DANA, NAZIVN)

$P4 = P5 \times P6$

$P = P1 \times P3 \times P5 \times P6$ .

Relacija je u BCNF.

Primer2:

**Zadatak 1.** Odrediti primarni ključ relacije R, a zatim i transformisati postupno relaciju R tako da bude u 2NF, pa u 3NF i na kraju u BCNF.

$R(\text{id\_pacijenta}, \text{ime}, \text{prezime}, \text{ptt}, \text{naziv\_mesta}, \text{adresa}, \text{datum}, \text{sifra\_zahvata}, \text{naziv\_zahvata}, \text{sifra\_zuba}, \text{iznos\_racuna})$

ZAVISNOSTI = {  
(FZ1)  $\text{id\_pacijenta} \rightarrow \text{ime}, \text{prezime}, \text{ptt}, \text{naziv\_mesta}, \text{adresa}$   
(FZ2)  $\text{ptt} \rightarrow \text{naziv\_mesta}$   
(FZ3)  $\text{id\_pacijenta}, \text{datum} \rightarrow \text{sifra\_zahvata}, \text{naziv\_zahvata}, \text{sifra\_zuba}, \text{iznos\_racuna}$   
(FZ4)  $\text{sifra\_zahvata} \rightarrow \text{naziv\_zahvata}$   
}

Rešenje 1.

Određivanje kandidata za ključ kardinalnosti jedan se izvodi tako što se traže zatvorenja skupova kardinalnosti jedan.

$\text{id\_pacijenta}^+ = \{\text{id\_pacijenta}, \text{ime}, \text{prezime}, \text{ptt}, \text{naziv\_mesta}, \text{adresa}\}$   
 $\text{ime}^+ = \{\text{ime}\}$   
 $\text{prezime}^+ = \{\text{prezime}\}$   
 $\text{ptt}^+ = \{\text{ptt}, \text{naziv\_mesta}\}$   
 $\text{naziv\_mesta}^+ = \{\text{naziv\_mesta}\}$   
 $\text{adresa}^+ = \{\text{adresa}\}$   
 $\text{datum}^+ = \{\text{datum}\}$   
 $\text{sifra\_zahvata}^+ = \{\text{sifra\_zahvata}, \text{naziv\_zahvata}\}$   
 $\text{naziv\_zahvata}^+ = \{\text{naziv\_zahvata}\}$   
 $\text{sifra\_zuba}^+ = \{\text{sifra\_zuba}\}$   
 $\text{iznos\_racuna}^+ = \{\text{iznos\_racuna}\}$

Ni jedno zatvorenje ne sadrži celu početnu relaciju, tako da se postupak nastavlja za skupove atributa kardinalnosti dva. Određivanje kandidata za ključ kardinalnosti dva se izvodi tako što se traže zatvorenja skupova kardinalnosti dva.

$\text{id\_pacijenta}, \text{datum}^+ = \{\text{id\_pacijenta}, \text{datum}, \text{sifra\_zahvata}, \text{naziv\_zahvata}, \text{sifra\_zuba}, \text{iznos\_racuna}, \text{ime}, \text{prezime}, \text{ptt}, \text{naziv\_mesta}, \text{adresa}\}$

Našli smo jedan takav skup, odnosno  $\{\text{id\_pacijenta}, \text{datum}\}$  je skup atributa čije zatvorenje sadrži celu početnu relaciju, tako da se ovaj skup može izabrati za primarni ključ.

$R(\text{id\_pacijenta}, \text{datum}, \text{ime}, \text{prezime}, \text{ptt}, \text{naziv\_mesta}, \text{adresa}, \text{sifra\_zahvata}, \text{naziv\_zahvata}, \text{sifra\_zuba}, \text{iznos\_racuna})$

R nije u 2NF, zato što postoji parcijalna zavisnost neključnih atributa od dela ključa:

(FZ1)  $\text{id\_pacijenta} \rightarrow \text{ime}, \text{prezime}, \text{ptt}, \text{naziv\_mesta}, \text{adresa}$

Oslobađamo se ove zavisnosti tako što od početne relacije nastaju dve relacije:

$R1(\text{id\_pacijenta}, \text{ime}, \text{prezime}, \text{ptt}, \text{naziv\_mesta}, \text{adresa})$

R2(id\_pacijenta, datum, sifra\_zahvata, naziv\_zahvata, sifra\_zuba, iznos\_racuna)

$R = R1 \times R2$

R je sada u 2NF.

R nije u 3NF zato što postoje dodatne zavisnosti neključnih atributa u neključne attribute:

(FZ2) ptt  $\rightarrow$  naziv\_mesta

(FZ4) sifra\_zahvata  $\rightarrow$  naziv\_zahvata

Oslobađamo se zavisnosti FZ2 tako što od relacije R1 nastaju dve relacije:

R3(ptt, naziv\_mesta)

R4(id\_pacijenta, ime, prezime, ptt, adresa)

$R1 = R3 \times R4$

Oslobađamo se zavisnosti FZ4 tako što od relacije R2 nastaju dve relacije:

R5(sifra\_zahvata, naziv\_zahvata)

R6(id\_pacijenta, datum, sifra\_zahvata, sifra\_zuba, iznos\_racuna)

$R2 = R5 \times R6$

Na kraju,  $R = R3 \times R4 \times R5 \times R6$

R je sada u 3NF.

Nema dodatnih funkcijskih zavisnosti neključnih atributa u ključne attribute, tako da je R i u BCNF.

**Zadatak 2.** Odrediti primarni ključ relacije R, a zatim i transformisati postupno relaciju R tako da bude u 2NF, pa u 3NF i na kraju u BCNF.

R(sifra\_zivotinje, ime, vrsta, datum\_rođenja, mesto, datum\_dolaska, datum\_odlaska, zaduzena\_osoba, komentar, proizvod, alternativni\_proizvod)

ZAVISNOSTI = {

(FZ1) sifra\_zivotinje  $\rightarrow$  ime, vrsta, datum\_rođenja

(FZ2) sifra\_zivotinje, mesto, datum\_dolaska  $\rightarrow$  datum\_odlaska, zaduzena\_osoba, komentar

(FZ3) proizvod  $\rightarrow$  alternativni\_proizvod

}

Rešenje 2.

Određivanje primarnog ključa započinjemo traženjem zatvorenja skupova atributa kardinalnosti jedan.

sifra\_zivotinje+ = {sifra\_zivotinje, ime, vrsta, datum\_rođenja}

ime+ = {ime}

vrsta+ = {vrsta}

datum\_rođenja+ = {datum\_rođenja}

mesto+ = {mesto}

datum\_dolaska+ = {datum\_dolaska}

datum\_odlaska+ = {datum\_odlaska}

zaduzena\_osoba+ = {zaduzena\_osoba}

komentar+ = {komentar}

proizvod+ = {proizvod, alternativni\_proizvod}

alternativni\_proizvod+ = {alternativni\_proizvod}

Ni jedno zatvorenje se ne poklapa sa celom relacijom R, tako da se nastavlja postupak za skupove atributa kardinalnosti dva.

Iz skupa funkcijskih zavisnosti se može videti da tek za skup kardinalnosti pet se može doći do cele relacije R.

$\text{sifra\_zivotinje, mesto, datum\_dolaska, proizvod}^+ = \{\text{sifra\_zivotinje, mesto, datum\_dolaska, proizvod, ime, vrsta, datum\_rođenja, datum\_odlaska, zaduzena\_osoba, komentar, alternativni\_proizvod}\}$

Jedan kandidat za ključ je skup  $\{\text{sifra\_zivotinje, mesto, datum\_dolaska, proizvod}\}$ , pa njega biramo za primarni ključ.

$R(\text{sifra\_zivotinje, ime, vrsta, datum\_rođenja, mesto, datum\_dolaska, datum\_odlaska, zaduzena\_osoba, komentar, proizvod, alternativni\_proizvod})$

Relacija nije u 2NF zato što postoje parcijalne funkcijske zavisnosti FZ1, FZ2 i FZ3 neključnih atributa od dela ključa.

Oslobađamo se FZ1 tako što od R nastaju R1 i R2:

$R1(\text{sifra\_zivotinje, ime, vrsta, datum\_rođenja})$

$R2(\text{sifra\_zivotinje, mesto, datum\_dolaska, datum\_odlaska, zaduzena\_osoba, komentar, proizvod, alternativni\_proizvod})$

$R = R1 \times R2$

Oslobađamo se FZ2 tako što od R2 nastaju R3 i R4:

$R3(\text{sifra\_zivotinje, mesto, datum\_dolaska, datum\_odlaska, zaduzena\_osoba, komentar})$

$R4(\text{sifra\_zivotinje, mesto, datum\_dolaska, proizvod, alternativni\_proizvod})$

$R2 = R3 \times R4$

Oslobađamo se FZ3 tako što od R4 nastaju R5 i R6:

$R5(\text{proizvod, alternativni\_proizvod})$

$R6(\text{sifra\_zivotinje, mesto, datum\_dolaska, proizvod})$

$R4 = R5 \times R6$

Konačno,  $R = R1 \times R3 \times R5 \times R6$ .

Relacija je u 2NF. Kako nema funkcijskih zavisnosti neključnog atributa u neključni atribut, relacija je i u 3NF. Kako nema dodatnih funkcijskih zavisnosti neključnog atributa u ključni atribut, relacija je i u BCNF. Višeznačne zavisnosti se odnose na više forme normalizacije, tako da mi zaustavljamo proces normalizacije u ovom koraku.

**Zadatak 3.** Odrediti primarni ključ relacije R, a zatim i transformisati postupno relaciju R tako da bude u 2NF, pa u 3NF i na kraju u BCNF.

$R(\text{BrojRacuna, RBTrans, Stanje, Status, SifraKlijenta, ImeKlijenta, Datum, Iznos, VrstaTrans, NazivVrsteTrans})$

$ZAVISNOSTI = \{$

(FZ1)  $\text{BrojRacuna, RBTrans} \rightarrow \text{Stanje, Status, SifraKlijenta, ImeKlijenta, Datum, Iznos, VrstaTrans, NazivVrsteTrans}$

(FZ2)  $\text{BrojRacuna} \rightarrow \text{Stanje, Status, SifraKlijenta, ImeKlijenta}$

(FZ3)  $\text{SifraKlijenta} \rightarrow \text{ImeKlijenta}$

(FZ4)  $\text{VrstaTrans} \rightarrow \text{NazivVrsteTrans}$

$\}$

Rešenje 3.

Određivanje kandidata za ključ kardinalnosti jedan se izvodi tako što se prvo traže zatvorenja skupova kardinalnosti jedan.

BrojRacuna+ = {BrojRacuna, Stanje, Status, SifraKlijenta, ImeKlijenta}  
RBTrans+ = {RBTrans}  
Stanje+ = {Stanje}  
Status+ = {Status}  
SifraKlijenta+ = {SifraKlijenta, ImeKlijenta}  
ImeKlijenta+ = {ImeKlijenta}  
Datum+ = {Datum}  
Iznos+ = {Iznos}  
VrstaTrans+ = {VrstaTrans, NazivVrsteTrans}  
NazivVrsteTrans+ = {NazivVrsteTrans}

Kako ni jedno zatvorenje ne obuhvata celu relaciju R, to se traže zatvorenja skupova atributa kardinalnosti dva.

BrojRacuna, RBTrans+ = {BrojRacuna, RBTrans, Stanje, Status, SifraKlijenta, ImeKlijenta, Datum, Iznos, VrstaTrans, NazivVrsteTrans}

U ovom trenutku vidimo da se zatvorenje skupa {BrojRacuna, RBTrans} poklapa sa relacijom R, tako da možemo ovaj skup uzeti za primarni ključ relacije R.

R(BrojRacuna, RBTrans, Stanje, Status, SifraKlijenta, ImeKlijenta, Datum, Iznos, VrstaTrans, NazivVrsteTrans)

U FZ1 sa leve strane se nalazi ceo ključ, a sa desne strane svi ostali elementi, tako da je ovo superključna zavisnost i ona se podrazumeva da važi, pa ne smeta za normalizaciju.

Relacija nije u 2NF pošto ima funkcijske zavisnosti dela ključa u neključne attribute i to je FZ2.

Oslobađamo se FZ2 tako da od relacije R nastaju R1 i R2:

R1(BrojRacuna, Stanje, Status, SifraKlijenta, ImeKlijenta)

R2(BrojRacuna, RBTrans, Datum, Iznos, VrstaTrans, NazivVrsteTrans)

$R = R1 \times R2$

Relacija je sada u 2NF.

Relacija nije u 3NF pošto postoje funkcijske zavisnosti FZ3 i FZ4 neključnih atributa u neključne attribute u relacijama R1 i R2, tim redom.

Oslobađamo se FZ3 tako što od R1 nastaju R3 i R4:

R3(SifraKlijenta, ImeKlijenta)

R4(BrojRacuna, Stanje, Status, SifraKlijenta)

$R1 = R3 \times R4$

Oslobađamo se FZ4 tako što od R2 nastaju R5 i R6:

R5(VrstaTrans, NazivVrsteTrans)

R6(BrojRacuna, RBTrans, Datum, Iznos, VrstaTrans)

$R2 = R5 \times R6$

$R = R3 \times R4 \times R5 \times R6$ .

Relacija je sada u 3NF.

Relacija je i u BCNF pošto nema dodatnih zavisnosti neključnog atributa u ključni atribut.

**Zadatak 4.** Odrediti primarni ključ relacije  $R$ , a zatim i transformisati postupno relaciju  $R$  tako da bude u 2NF, pa u 3NF i na kraju u BCNF.

$R(id\_pozorista, naziv, adresa, broj\_telefona, ime\_predstave, sifra\_predstave, reditelj, zanr)$

ZAVISNOSTI = {  
(FZ1)  $id\_pozorista \rightarrow naziv, adresa, broj\_telefona$   
(FZ2)  $broj\_telefona \rightarrow adresa$   
(FZ3)  $id\_pozorista, sifra\_predstave \rightarrow reditelj, zanr, ime\_predstave$   
(FZ4)  $ime\_predstave \rightarrow sifra\_predstave$   
}

#### Rešenje 4.

Na početku, potrebno je odrediti primarni ključ relacije  $R$ . Traže se zatvorenja skupova atributa kardinalnosti jedan.

$id\_pozorista^+ = \{id\_pozorista, naziv, adresa, broj\_telefona\}$   
 $naziv^+ = \{naziv\}$   
 $broj\_telefona^+ = \{broj\_telefona, adresa\}$   
 $adresa^+ = \{adresa\}$   
 $sifra\_predstave^+ = \{sifra\_predstave\}$   
 $ime\_predstave^+ = \{ime\_predstave, sifra\_predstave\}$   
 $reditelj^+ = \{reditelj\}$   
 $zanr^+ = \{zanr\}$

Nijedno zatvorenje nije jednako početnoj relaciji tako da nastavljamo dalje sa skupovima atributa kardinalnosti dva. Iz skupa funkcijskih zavisnosti se može primetiti da će razliku napraviti sledeći skupovi:

$id\_pozorista, sifra\_predstave^+ = \{id\_pozorista, sifra\_predstave, naziv, adresa, broj\_telefona, reditelj, zanr, ime\_predstave\}$   
 $id\_pozorista, ime\_predstave^+ = \{id\_pozorista, sifra\_predstave, naziv, adresa, broj\_telefona, reditelj, zanr, ime\_predstave\}$

U oba zatvorenju se nalaze svi atributi početne relacije, tako da može bilo koji skup od ova dva da se izabere za primarni ključ. Na primer, neka skup  $\{jmbg\_glumca, sifra\_predstave\}$  bude primarni ključ.

$R(id\_pozorista, naziv, adresa, broj\_telefona, ime\_predstave, \underline{sifra\_predstave}, reditelj, zanr)$

Relacija nije u 2NF zato što postoji zavisnost FZ1 neključnog atributa od dela ključa.

Oslobađamo se zavisnosti FZ1:

$R1(id\_pozorista, naziv, adresa, broj\_telefona)$   
 $R2(id\_pozorista, \underline{sifra\_predstave}, ime\_predstave, reditelj, zanr)$   
 $R = R1 \times R2$

Relacije je u 2NF.

Relacija nije u 3NF zato što postoji FZ2 neključnog atributa u neključni atribut.

Oslobađamo se FZ2 tako što od  $R1$  nastaju  $R3$  i  $R4$ :

$R3(\underline{broj\_telefona}, adresa)$   
 $R4(id\_pozorista, naziv, broj\_telefona)$   
 $R1 = R3 \times R4$



$R = R3 \times R4 \times R2$ .

Relacija je u 3NF.

Relacija nije u BCNF zato što postoji FZ4 neključnog atributa u ključni atribut.

Oslobađamo se FZ4 tako što od R2 nastaju R5 i R6:

$R5(\underline{\text{ime\_predstave}}, \text{sifra\_predstave})$

$R6(\underline{\text{id\_pozorista}}, \underline{\text{ime\_predstave}}, \text{reditelj}, \text{zanr})$

$R2 = R5 \times R6$

$R = R3 \times R4 \times R5 \times R6$ .

FZ3 je superključna zavisnost tako da se ona i podrazumeva, odnosno ne utiče na normalizaciju.

Relacija je sada u BCNF.

**Zadatak 5.** Odrediti primarni ključ relacije R, a zatim i transformisati postupno relaciju R tako da bude u 2NF, pa u 3NF i na kraju u BCNF.

$R(\text{id\_sektora}, \text{sredstva\_sektor}, \text{id\_rukovodioca}, \text{id\_radnika}, \text{id\_projekta}, \text{id\_kancelarije}, \text{broj\_telefona}, \text{naziv\_posla}, \text{sifra\_posla}, \text{datum\_primanja}, \text{iznos\_primanja}, \text{sredstva\_projekat}, \text{povrsina\_kancelarije})$

ZAVISNOSTI = {  
(FZ1)  $\text{id\_sektora} \rightarrow \text{sredstva\_sektor}, \text{id\_rukovodioca}$   
(FZ2)  $\text{id\_radnika} \rightarrow \text{id\_projekta}, \text{id\_kancelarije}, \text{broj\_telefona}$   
(FZ3)  $\text{id\_radnika}, \text{naziv\_posla}, \text{datum\_primanja} \rightarrow \text{iznos\_primanja}, \text{sifra\_posla}$   
(FZ4)  $\text{id\_projekta} \rightarrow \text{sredstva\_projekat}$   
(FZ5)  $\text{id\_kancelarije} \rightarrow \text{povrsina\_kancelarije}$   
(FZ6)  $\text{sifra\_posla} \rightarrow \text{naziv\_posla}$   
}

Rešenje 5.

Određujemo primarni ključ relacije R.

$\text{id\_sektora}+ = \{\text{id\_sektora}, \text{sredstva\_sektor}, \text{id\_rukovodioca}\}$   
 $\text{id\_radnika}+ = \{\text{id\_radnika}, \text{id\_sektora}, \text{id\_projekta}, \text{id\_kancelarije}, \text{broj\_telefona}, \text{sredstva\_projekat}, \text{povrsina\_kancelarije}\}$   
 $\text{id\_projekta}+ = \{\text{id\_projekta}, \text{sredstva\_projekat}\}$   
 $\text{id\_kancelarije}+ = \{\text{id\_kancelarije}, \text{povrsina\_kancelarije}\}$   
 $\text{sifra\_posla}+ = \{\text{sifra\_posla}, \text{naziv\_posla}\}$

Nijednim zatvorenjem skupova kardinalnosti jedan nismo dobili celu relaciju R, tako da nastavljamo postupak sa skupovima kardinalnosti dva. Odnosno, pošto vidimo da naziv\_posla i datum\_primanja ne može da se dobije uz pomoć drugih atributa, to ovi atributi moraju biti u sastavu ključa. Samo ovi atributi nisu dovoljni za ključ. Uz atribut id\_radnika, zatvorenje će biti:

$\text{id\_radnika}, \text{naziv\_posla}, \text{datum\_primanja}+ = \{\text{id\_radnika}, \text{naziv\_posla}, \text{datum\_primanja}, \text{iznos\_primanja}, \text{id\_sektora}, \text{sredstva\_sektor}, \text{id\_rukovodioca}, \text{id\_projekta}, \text{id\_kancelarije}, \text{broj\_telefona}, \text{sifra\_posla}, \text{sredstva\_projekat}, \text{povrsina\_kancelarije}\}$

Zatvorenje skupa  $\{\text{id\_radnika}, \text{naziv\_posla}, \text{datum\_primanja}\}$  sada jeste jednako relaciji R i minimalno je, tako da ćemo njega uzeti za primarni ključ.

R(id\_radnika, naziv\_posla, datum\_primanja, id\_sektora, sredstva\_sektor, id\_ukovodioca, id\_projekta, id\_kancelarije, broj\_telefona, iznos\_primanja, sredstva\_projekat, površina\_kancelarije, sifra\_posla)

Relacija nije u 2NF zbog FZ2. Da bismo se oslobodili FZ2, potrebno je da se oslobodimo FZ4 i FZ5

Oslobađamo se FZ4, tako što nastaju R1 i R2:

R1(id\_projekta, sredstva\_projekat)

R2(id\_radnika, naziv\_posla, datum\_primanja, id\_sektora, sredstva\_sektor, id\_ukovodioca, id\_projekta, id\_kancelarije, broj\_telefona, iznos\_primanja, površina\_kancelarije, sifra\_posla)

$R = R1 \times R2$

Oslobađamo se FZ5, tako što nastaju R3 i R4:

R3(id\_kancelarije, površina\_kancelarije)

R4(id\_radnika, naziv\_posla, datum\_primanja, id\_sektora, sredstva\_sektor, id\_ukovodioca, id\_projekta, id\_kancelarije, broj\_telefona, iznos\_primanja, sifra\_posla)

$R2 = R3 \times R4$

Oslobađamo se FZ2, tako što nastaju R5 i R6:

R5(id\_radnika, id\_projekta, id\_kancelarije, broj\_telefona)

R6(id\_radnika, naziv\_posla, datum\_primanja, id\_sektora, sredstva\_sektor, id\_ukovodioca, iznos\_primanja, sifra\_posla)

$R4 = R5 \times R6$

$R = R1 \times R3 \times R5 \times R6$ .

FZ3 je superključna zavisnost, tako da nije smetnja za normalizaciju.

Relacija je u 2NF.

Relacija nije u 3NF zbog FZ1 funkcijske zavisnosti neključnih atributa od neključnog atributa.

Oslobađamo se FZ1 tako što nastaju R7 i R8:

R7(id\_sektora, sredstva\_sektor, id\_ukovodioca)

R8(id\_radnika, naziv\_posla, datum\_primanja, id\_sektora, iznos\_primanja, sifra\_posla)

$R = R1 \times R3 \times R5 \times R7 \times R8$ .

Relacija je u 3NF.

Relacija nije u BCNF jer postoji FZ6 neključnog atributa u ključni atribut.

Oslobađamo se FZ6 tako što nastaju R9 i R10:

R9(sifra\_posla, naziv\_posla)

R10(id\_radnika, sifra\_posla, datum\_primanja, id\_sektora, sredstva\_sektor, id\_ukovodioca, iznos\_primanja)

$R = R1 \times R3 \times R5 \times R7 \times R9 \times R10$ .

Relacija je sada u BCNF.