Baze podataka

Vježbe 2024/2025

Konceptualno i logičko oblikovanje

Prirodoslovno-matematički fakultet—Matematički odsjek

Sadržaj

1. Informacije o vježbama
2. Uvod
3. Faze razvoja do uključno prve faze logičkog oblikovanja
4. Primjer: baza podataka za bolnicu
5. Normalizacija
    - 1NF
    - 2NF
    - 3NF
    - BCNF
    - 4NF

Informacije

- Vježbe ak. god. 2024/2025:

Web kolegija: `http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~manger/bp/`

- Grupe su objavljene u rasporedu
- Studenti fizike biraju termin (od četiri moguća)
- Moguće su promjene u terminima u prvim tjednima nastave
- Pravila ocjenjivanja su objavljena ovdje

Uvod

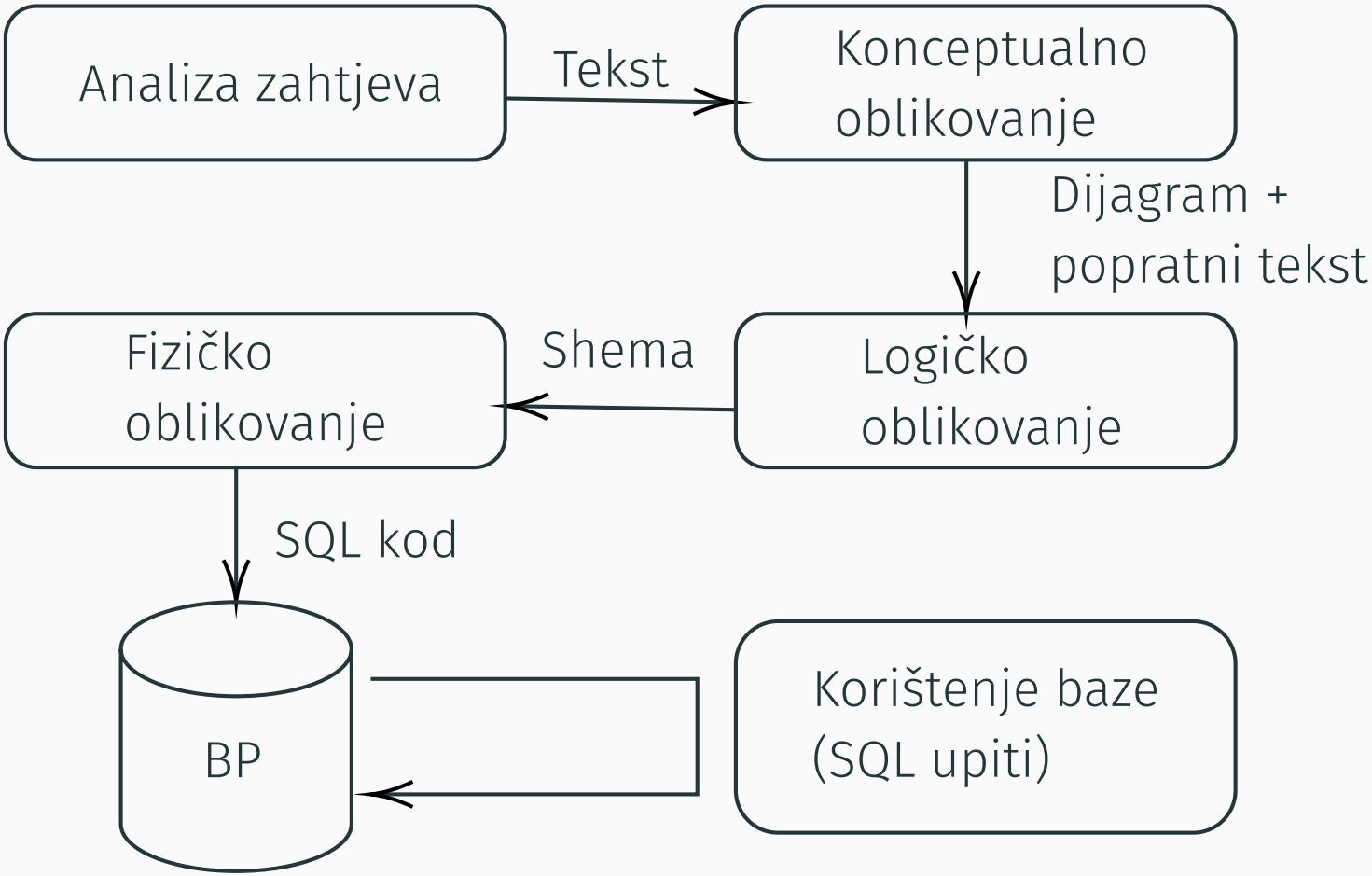
Baza podataka je strukturirana kolekcija podataka.

Neke specifičnosti u odnosu na druge oblike pohrane podataka:

- *Istovremen* pristup (čitanje i pisanje) od strane više korisnika.
- *Efikasan* pristup podacima neovisan o poretku i strukturi unošenja podataka. Npr. brzo dohvaćanje popisa studenata sortiranih po prezimenima, iako su uneseni u poretku datuma upisa.
- *Zaštita*: možemo odrediti što pojedini korisnik baze smije čitati i pisati.
- *Čuvanje integriteta*: provjera smislenosti promjene ili unosa podataka. Npr. kod unošenja ocjene u ISVU: je li ocjena broj od 1 do 5; postoji li student s danim JMBAG-om?

Uvod

Faze razvoja klasične relacijske baze podataka (pojednostavljen prikaz).



Analiza potreba

Baze podataka najčešće se javljaju kao dio informacijskog sustava neke organizacije.

Bavimo se *relacijskim* bazama podataka: svi će podaci na kraju biti organizirani u shemu sastavljenu od relacija (tablica).

Faze razvoja (relacijske) baze podataka.

1. Analiza zahtjeva/potreba: uočavanje stanja organizacije, tokova podataka, dokumenata itd.

Ovom se fazom ne bavimo detaljnije. Izlaz: **neformalan tekstualan opis**.

Primjer izlaza faze analize potreba

Studenti su identificirani JMBAG-om i tijekom studija mijenjaju godinu studija. Studenti upisuju kolegije. Neki se kolegiji mogu upisati samo na višim godinama studija.

Konceptualno oblikovanje

2. *Konceptualno oblikovanje*: o kojim predmetima (entitetima) treba pamtiti podatke? Kako su povezani?

Izlaz: **dijagram entiteta i veza (reducirani Chenov dijagram) te popratni tekst**.

Primjer izlaza faze analize potreba—osnova za konceptualno oblikovanje

Studenti su identificirani JMBAG-om i tijekom studija mijenjaju godinu studija. Studenti upisuju razne kolegije. Neki se kolegiji mogu upisati samo na višim godinama studija.

Zanimaju nas *tipovi* entiteta (u tekstu obično opće imenice) o kojima treba pamtiti podatke. Uočavamo (samo) atribute relevantne za kontekst buduće baze.

Zanimaju nas i veze u kojima sudjeluju entiteti različitih (ili istih) tipova entiteta (u tekstu obično glagoli). Ponekad veze imaju svoje atribute.

Konceptualno oblikovanje

Primjer izlaza faze analize potreba—osnova za konceptualno oblikovanje

Studenti su identificirani JMBAG-om i tijekom studija mijenjaju godinu studija. Studenti upisuju razne kolegije. Neki se kolegiji mogu upisati samo na višim godinama studija.

Uočavamo sljedeće tipove entiteta i veze.

Tip entiteta	Atributi
STUDENT	JMBAG, IME, PREZIME, GOD_STUDIJA
KOLEGIJ	ID_KOLEGIJA, NAZIV, MIN_GOD_STUDIJA

Veza	Između tipova entiteta	Atributi
UPISAO	STUDENT, KOLEGIJ	

Kako bismo dovršili popratni tekst, određujemo *primarne ključeve*.

Konceptualno oblikovanje

Za svaki tip entiteta T biramo primarni ključ P, tj. neki neprazan (možda jednočlan) podskup atributa sa svojstvima:

1. P jedinstveno određuje pojedini entitet tipa T.
2. Ne postoji $P' \subsetneq P$ koji jedinstveno određuje pojedini entitet tipa T.

Za tip entiteta ZGRADA (zgrade u nekom odabranom gradu) s atributima ULICA, KUĆNI_BROJ, BROJ_KATOVA; jedini je izbor za primarni ključ skup {ULICA, KUĆNI_BROJ}. Atribute tipa entiteta koji čine njegov primarni ključ podcrtavamo.

Tip entiteta	Atributi
STUDENT	JMBAG, IME, PREZIME, GOD_STUDIJA
KOLEGIJ	ID_KOLEGIJA, NAZIV, MIN_GOD_STUDIJA

Veza	Između tipova entiteta	Atributi
UPISAO	STUDENT, KOLEGIJ	

Konceptualno oblikovanje

Drugi je dio konceptualnog oblikovanja izrada tzv. reduciranog Chenovog dijagrama, ili dijagrama entiteta i veza (eng. *entity–relationship diagram*). Prikazujemo sve tipove entiteta i sve veze među njima, u sljedećoj notaciji.



Par (a, b) je *kardinalnost* veze u smjeru od T_1 do T_2 (poredak!). Pritom je najčešće $a \in \{0, 1\}$ te $b \in \{1, M\}$, ali se općenito dopušta $a \in \{0, 1, 2, \dots\}$ te $b \in \{1, 2, 3, \dots, M\}$. Kardinalnost mora biti odabrana tako da vrijedi:

> *Pojedini entitet tipa T_1 je u vezi VEZA s barem a i najviše b entiteta tipa T_2.*

"M" čitamo kao "mnogo", a "najviše M" shvaćamo kao "neograničeno mnogo". Slično treba odabrati kardinalnost (c, d) u drugom smjeru.

Konceptualno oblikovanje

Pretpostavimo da su na temelju analize potreba odabrane kardinalnosti:



Dakle: pojedini student *upisao je* jedan ili više kolegij. Pojedini kolegij *upisan je* od strane nula ili više studenata.

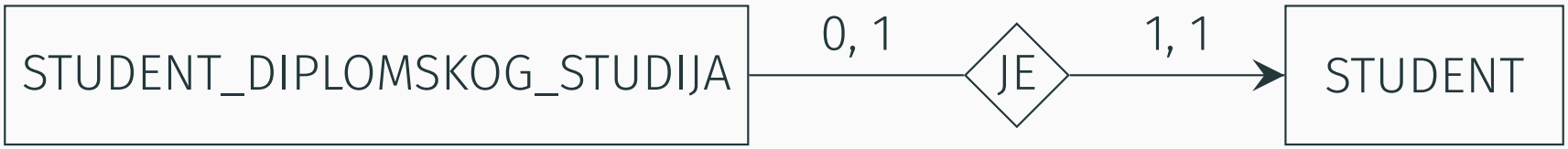
Treba li dopustiti postojanje studenata bez ijednog upisanog kolegija? Ovisi o kontekstu: koja je svrha buduće baze? Ako nam je prioritet fleksibilnost u budućnosti, onda je manje restriktivna opcija dobar izbor. Ako je prioritet sigurnost, onda želimo što uže pratiti analizu potreba.

Finalni je ishod konceptualnog oblikovanja ER dijagram i popratni tekst.

Konceptualno oblikovanje: posebni slučajevi

Podtip *P* tipa entiteta *N* je tip entiteta čiji su svi entiteti ujedno tipa *N*.

Primjerice, STUDENT_DIPLOMSKOG_STUDIJA je podtip tipa STUDENT.



U popratnom tekstu, za podtip bilježimo atribute koje nismo već naveli za nadtip (atributi nadtipa implicitno su prisutni), osim atributa primarnog ključa koje možemo (ne moramo) eksplicitno ponoviti. U tablici tipova entiteta, u retku za podtip, kao komentar zabilježimo ime nadtipa. Za primarni ključ podtipa odabiremo primarni ključ nadtipa.

Involuirana veza: između istih tipova entiteta. Također crtamo strelicu.

Ternarna veza: između tri tipa entiteta. Takve se veze često mogu zamijeniti jednostavnijim konstrukcijama.

Logičko oblikovanje: prvi dio—pretvorba u relacije

Izlaz je konceptualnog oblikovanja ER dijagram s popratnim tekstom. Zadatak je logičkog oblikovanja izraditi relacijsku shemu.

Ideja je relacijskih baza podataka podatke o entitetima prikazati u formi relacija (tablica).

Relacije gradimo iterativno: za svaki novi objekt iz dijagrama (tip entiteta ili veza) stvaramo jednu novu relaciju, i po potrebi modificiramo neke prethodne.

Za tipove entiteta, relacija ima barem atribute (= stupce) koji odgovaraju atributima iz konceptualnog oblikovanja. Npr.

Relacije za tipove entiteta STUDENT i KOLEGIJ (u prvom koraku)

STUDENT(JMBAG, IME, PREZIME, GOD_STUDIJA)
KOLEGIJ(ID_KOLEGIJA, NAZIV, MIN_GOD_STUDIJA)

Za primarni ključ relacije uzimamo ranije odabran primarni ključ odgovarajućeg tipa entiteta.

Logičko oblikovanje: napomena

Prilikom razmatranja pretvorbe konceptualne u relacijsku shemu na sljedećim slideovima, radit ćemo samo s kardinalnostima oblika (a, b) gdje vrijedi $a \in \{0, 1\}$ i $b \in \{1, M\}$.

Ako radimo s konceptualnom shemom u koju su upisivane općenitije kardinalnosti (a, b), pratimo postupak kao da je kardinalnost zapravo (a', b'), definirana na sljedeći način:

- Ako $a = 0$, onda $a' = 0$. Ako $a > 0$, $a' = 1$.
- Ako $b = 1$, onda $b' = 1$. Ako $b > 1$ (ili $b = M$), onda $b' = M$.

Logičko oblikovanje: prvi dio—pretvorba u relacije

Ako u barem jednom smjeru imamo kardinalnost 1, 1:



Tada:

> *Atribute primarnog ključa relacije T_2 i atribute veze (ako postoje) dodajemo u relaciju T_1.*

Primjerice, za vezu GLASI_NA između IKSICA i STUDENT:

Primjer

IKSICA(BR_IKSICE, GOD_IZDAVANJA, JMBAG)
STUDENT(JMBAG, IME, PREZIME, GOD_STUDIJA)

Logičko oblikovanje: prvi dio—pretvorba u relacije

Inače, ako u barem jednom smjeru imamo kardinalnost 0, 1:



Tada imamo izbor:

- Postupamo kao i ranije (problem: *null*-vrijednosti).
- Stvaramo novu relaciju koja sadrži: primarni ključ relacije T_1, primarni ključ relacije T_2, atribute veze (ako postoje). Kao primarni ključ odabiremo primarni ključ relacije T_1.

Primjerice, za vezu POSUĐEN između PRIMJERAK_KNJIGE i STUDENT:

Primjer

PRIMJERAK_KNJIGE(ISBN, RBR_PRIMJERKA, NASLOV)
STUDENT(JMBAG, IME, PREZIME, GOD_STUDIJA)
POSUĐEN(ISBN, RBR_PRIMJERKA, JMBAG)

Logičko oblikovanje: prvi dio—pretvorba u relacije

Preostaje slučaj kada ni na jednoj strani nemamo kardinalnost $0,1$, odnosno kardinalnost $1,1$. To su veze čija je *funkcionalnost* M:M.



- Stvaramo novu relaciju koja sadrži: primarni ključ relacije T_1, primarni ključ relacije T_2, atribute veze (ako postoje). Kao primarni ključ odabiremo **uniju** primarnih ključeva relacija T_1 i T_2.

Upravo je ovo slučaj s relacijom UPISAO.

Relacije za tipove entiteta STUDENT i KOLEGIJ (finalne)

STUDENT(JMBAG, IME, PREZIME, GOD_STUDIJA)
KOLEGIJ(ID_KOLEGIJA, NAZIV, MIN_GOD_STUDIJA)
UPISAO(JMBAG, ID_KOLEGIJA)

Logičko oblikovanje: prvi dio—pretvorba u relacije

Za podtipove, osim primarnog ključa (koji je jednak primarnom ključu nadtipa), pišemo samo atribute sadržane u podtipu koji **nisu** ujedno atributi nadtipa.

Primjer

STUDENT(JMBAG, IME, PREZIME, GOD_STUDIJA)
STUDENT_DIPLOMSKOG_STUDIJA(JMBAG, SMJER_DIPL_STUDIJA)

Za involuirane veze postupamo analogno kao ranije. Po potrebi preimenujemo atribute kako ne bi bilo istoimenih atributa u relacijama.

Primjer: bolnica

- `Pacijenti koji zauzimaju sobe.` Pacijent se obično smješta u bolničku sobu prilikom dolaska u bolnicu. Svaka soba može primiti mnogo pacijenata. Konzultanti (stariji kirurzi) bolnice smiju imati i svoje privatne pacijente, koji su smješteni u jednokrevetnim privatnim sobama. Informacije koje treba pamtiti o pacijentu uključuju osobni identifikacijski broj (OIB), prezime, ime, adresu i tako dalje.
- `Medicinske sestre zadužene za sobe.` Sestra može ili ne mora biti zadužena za sobu (bolničku). Pritom jedna sestra može biti zadužena najviše za jednu sobu, no za istu sobu može biti zaduženo više sestara. Sestra je jednoznačno određena svojim OIB-om.
- `Kirurške operacije koje se obavljaju nad pacijentima.` Nad istim pacijentom može se obaviti više kirurških operacija. Neke informacije o jednoj operaciji su: tip operacije, datum i vrijeme.
- `Kirurzi koji obavljaju operacije.` Jednu operaciju obavlja samo jedan kirurg, a za ostale prisutne kirurge se smatra da oni asistiraju pri operaciji. Kirurge nadgledaju stariji kirurzi, tj. konzultanti, koji također mogu obavljati operacije ili asistirati. Informacije o jednom kirurgu su: OIB, prezime i ime, adresa, broj telefona, i tako dalje. Svaki konzultant ima svoju specijalnost.
- `Operacijske sale u kojima se odvijaju operacije.` Jedna se operacija odvija samo u jednoj sali, no ista sala može biti poprište mnogih operacija. Svaka sala ima svoju identifikacijsku oznaku. Neke sale su specijalno opremljene za neke vrste operacija.
- `Medicinske sestre zadužene za sale.` Sestra može ili ne mora biti zadužena za salu, no ne može biti zadužena za više od jedne sale. Za jednu salu može biti zaduženo više sestara.

Primjer: bolnica—tipovi entiteta i njihovi atributi

- `Pacijenti koji zauzimaju sobe.` Pacijent se obično smješta u bolničku sobu prilikom dolaska u bolnicu. Svaka soba može primiti mnogo pacijenata. Konzultanti (stariji kirurzi) bolnice smiju imati i svoje privatne pacijente, koji su smješteni u jednokrevetnim privatnim sobama. Informacije koje treba pamtiti o pacijentu uključuju osobni identifikacijski broj (OIB), prezime, ime, adresu i tako dalje.
- `Medicinske sestre zadužene za sobe.` Sestra može ili ne mora biti zadužena za sobu (bolničku). Pritom jedna sestra može biti zadužena najviše za jednu sobu, no za istu sobu može biti zaduženo više sestara. Sestra je jednoznačno određena svojim OIB-om.
- `Kirurške operacije koje se obavljaju nad pacijentima.` Nad istim pacijentom može se obaviti više kirurških operacija. Neke informacije o jednoj operaciji su: tip operacije, datum i vrijeme.
- `Kirurzi koji obavljaju operacije.` Jednu operaciju obavlja samo jedan kirurg, a za ostale prisutne kirurge se smatra da oni asistiraju pri operaciji. Kirurge nadgledaju stariji kirurzi, tj. konzultanti, koji također mogu obavljati operacije ili asistirati. Informacije o jednom kirurgu su: OIB, prezime i ime, adresa, broj telefona, i tako dalje. Svaki konzultant ima svoju specijalnost.
- `Operacijske sale u kojima se odvijaju operacije.` Jedna se operacija odvija samo u jednoj sali, no ista sala može biti poprište mnogih operacija. Svaka sala ima svoju identifikacijsku oznaku. Neke sale su specijalno opremljene za neke vrste operacija.
- `Medicinske sestre zadužene za sale.` Sestra može ili ne mora biti zadužena za salu, no ne može biti zadužena za više od jedne sale. Za jednu salu može biti zaduženo više sestara.

Primjer: bolnica—tipovi entiteta i njihovi atributi

Tip entiteta	Atributi
KIRURG	OIB, IME, PREZIME, ADRESA, BR_TELEFONA
KONZULTANT	OIB, SPECIJALNOST **(podtip tipa KIRURG)**
PACIJENT	OIB, IME, PREZIME, ADRESA, DATUM_ROĐENJA
PRIVATNI_PACIJENT	OIB, ID_PRIVATNE_SOBE **(podtip tipa PACIJENT)**
SESTRA	OIB, IME, PREZIME
BOLNIČKA_SOBA	ID_SOBE, BROJ_KREVETA
SALA	ID_SALE, OPREMLJENOST
OPERACIJA	ID_OPERACIJE, TIP_OPERACIJE, DATUM, VRIJEME

Dodali smo i neke korisne atribute koji nisu eksplicitno spomenuti.

Primjer: bolnica—uočavamo veze

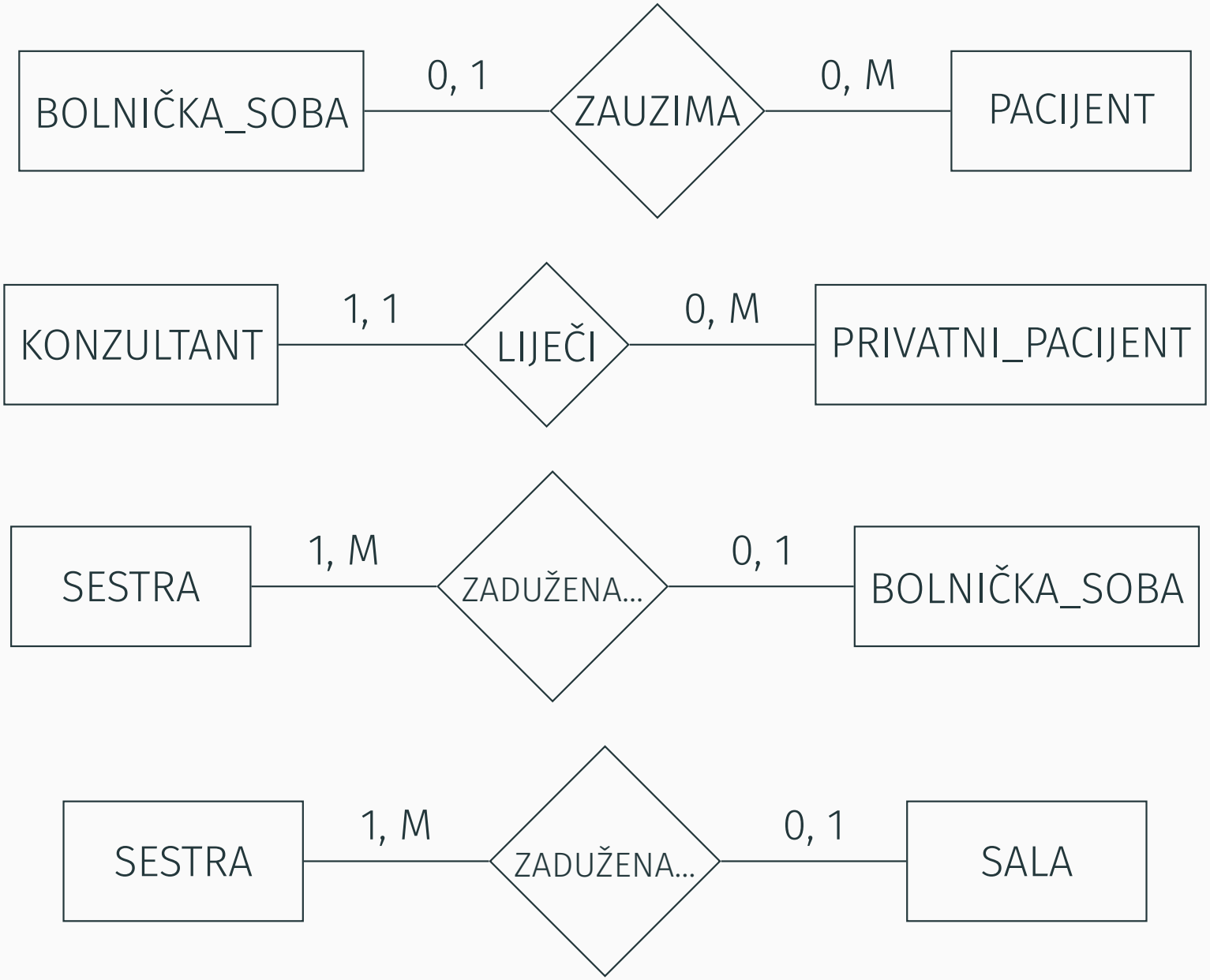
- `Pacijenti koji zauzimaju sobe.` Pacijent se obično smješta u bolničku sobu prilikom dolaska u bolnicu. Svaka soba može primiti mnogo pacijenata. Konzultanti (stariji kirurzi) bolnice smiju imati i svoje privatne pacijente, koji su smješteni u jednokrevetnim privatnim sobama. Informacije koje treba pamtiti o pacijentu uključuju osobni identifikacijski broj (OIB), prezime, ime, adresu i tako dalje.
- `Medicinske sestre zadužene za sobe.` Sestra može ili ne mora biti zadužena za sobu (bolničku). Pritom jedna sestra može biti zadužena najviše za jednu sobu, no za istu sobu može biti zaduženo više sestara. Sestra je jednoznačno određena svojim OIB-om.
- `Kirurške operacije koje se obavljaju nad pacijentima.` Nad istim pacijentom može se obaviti više kirurških operacija. Neke informacije o jednoj operaciji su: tip operacije, datum i vrijeme.
- `Kirurzi koji obavljaju operacije.` Jednu operaciju obavlja samo jedan kirurg, a za ostale prisutne kirurge se smatra da oni asistiraju pri operaciji. Kirurge nadgledaju stariji kirurzi, tj. konzultanti, koji također mogu obavljati operacije ili asistirati. Informacije o jednom kirurgu su: OIB, prezime i ime, adresa, broj telefona, i tako dalje. Svaki konzultant ima svoju specijalnost.
- `Operacijske sale u kojima se odvijaju operacije.` Jedna se operacija odvija samo u jednoj sali, no ista sala može biti poprište mnogih operacija. Svaka sala ima svoju identifikacijsku oznaku. Neke sale su specijalno opremljene za neke vrste operacija.
- `Medicinske sestre zadužene za sale.` Sestra može ili ne mora biti zadužena za salu, no ne može biti zadužena za više od jedne sale. Za jednu salu može biti zaduženo više sestara.

Primjer: bolnica—uočavamo veze

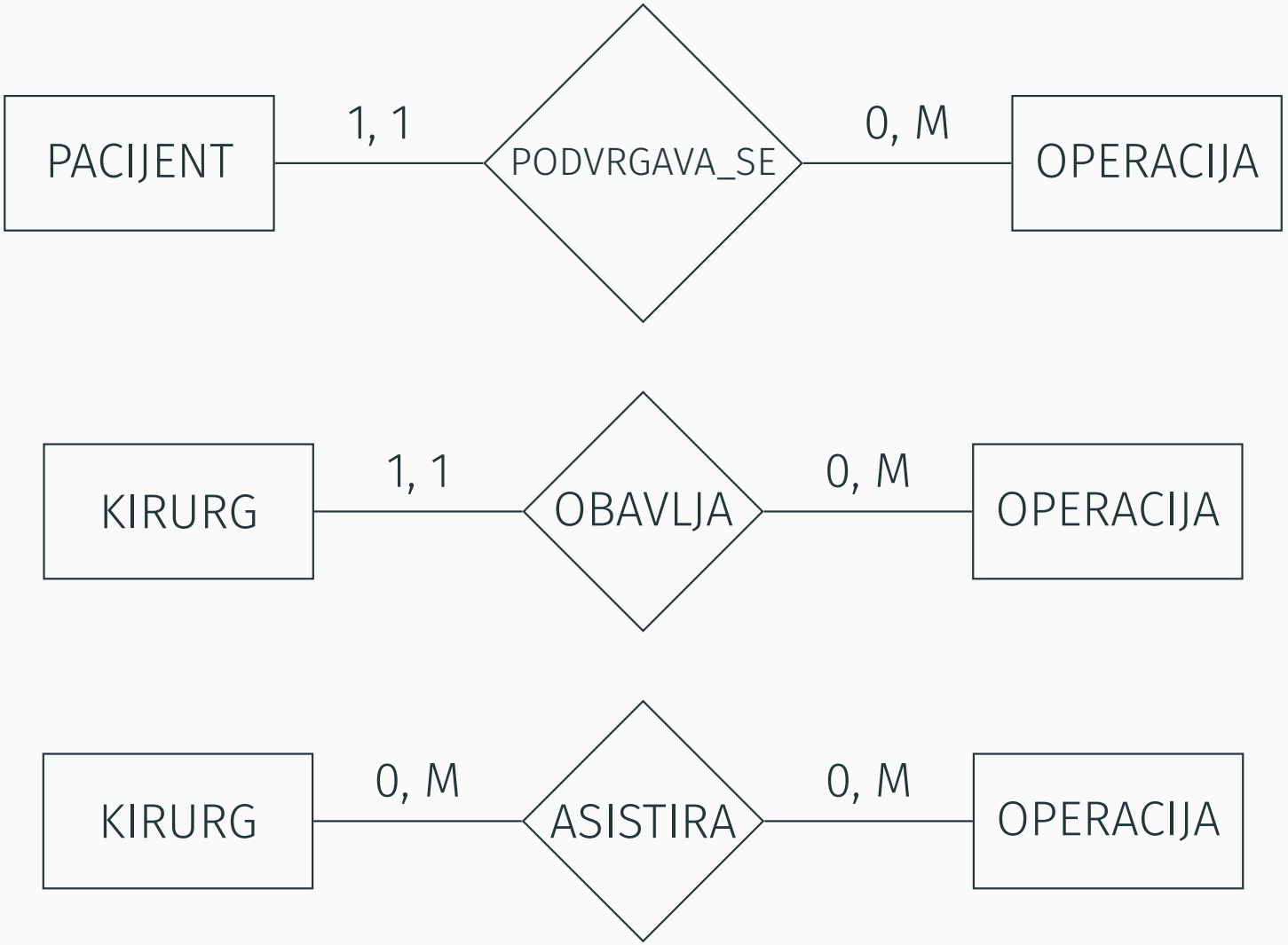
Veza	Između tipova entiteta	Atributi
OBAVLJA	KIRURG, OPERACIJA	
ASISTIRA	KIRURG, OPERACIJA	
NADGLEDA	KONZULTANT, KIRURG	
LIJEČI	KONZULTANT, PRIVATNI_PACIJENT	
PODVRGAVA_SE	PACIJENT, OPERACIJA	
ZAUZIMA	BOLNIČKA_SOBA, PACIJENT	
ODVIJA_SE	SALA, OPERACIJA	
ZADUŽENA_ZA_SOBU	SESTRA, BOLNIČKA_SOBA	DATUM_ZADUŽIVANJA
ZADUŽENA_ZA_SALU	SESTRA, SALA	DATUM_ZADUŽIVANJA

Dodali smo i neke korisne atribute koji nisu eksplicitno spomenuti.

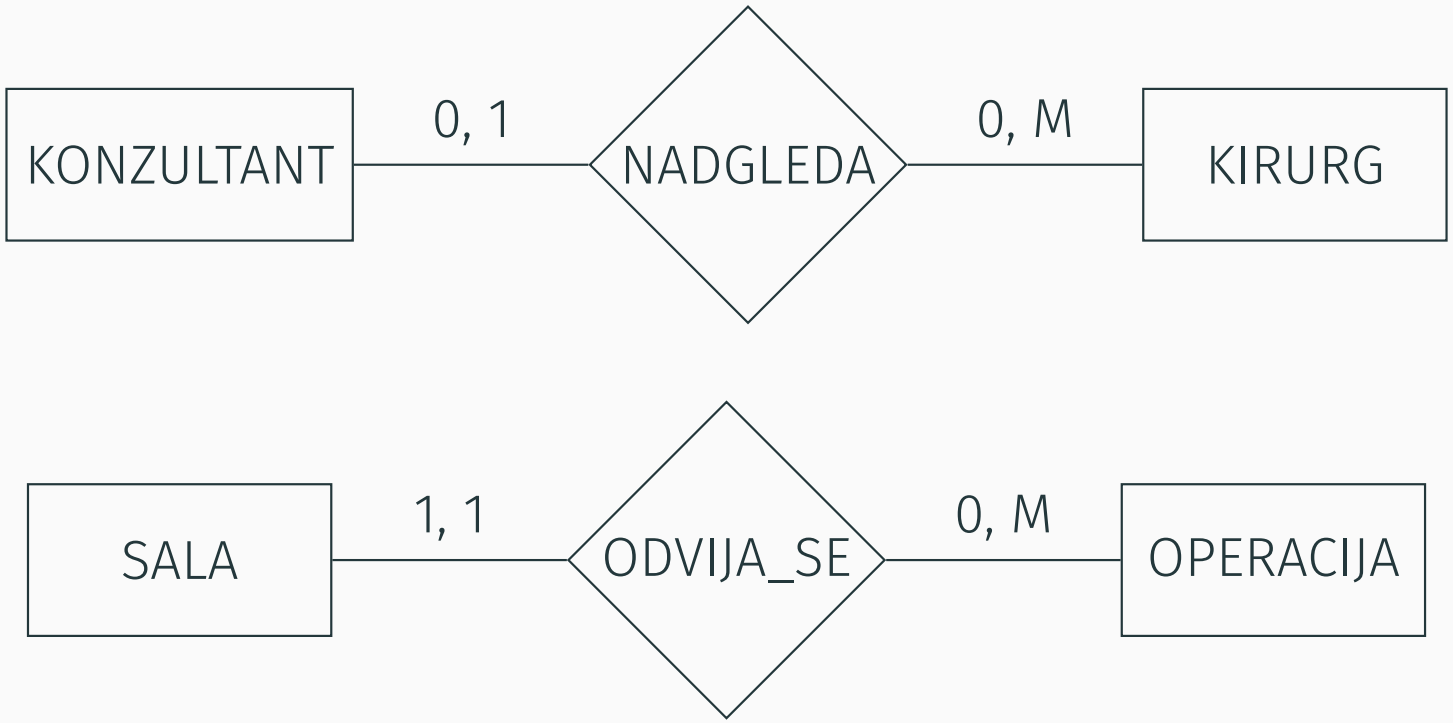
Primjer: bolnica—izrada dijagrama



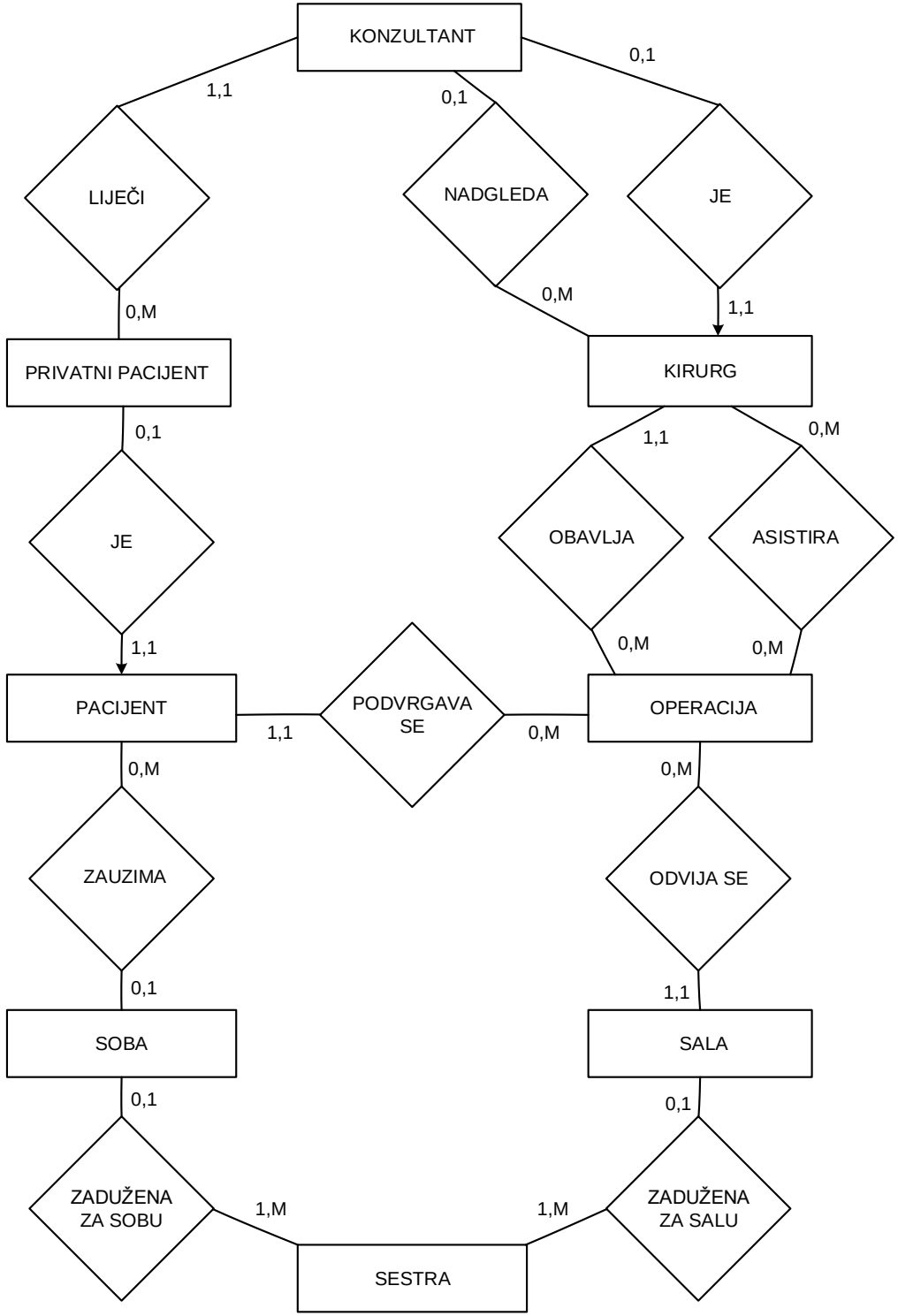
Primjer: bolnica—izrada dijagrama



Primjer: bolnica—izrada dijagrama



(Na slici na sljedećoj stranici piše samo “SOBA” umjesto “BOLNIČKA_SOBA”)


KONZULTANT
1,1
0,1
0,1
LIJEČI
NADGLEDA
JE
0,M
0,M
1,1
PRIVATNI PACIJENT
KIRURG
0,1
1,1
0,M
JE
OBAVLJA
ASISTIRA
1,1
0,M
0,M
PACIJENT
PODVRGAVA SE
OPERACIJA
1,1
0,M
0,M
0,M
ZAUZIMA
ODVIJA SE
0,1
1,1
SOBA
SALA
0,1
0,1
ZADUŽENA ZA SOBU
ZADUŽENA ZA SALU
1,M
1,M
SESTRA

Primjer: bolnica—logičko oblikovanje

Za veze koje imaju kardinalnost $0,1$ u nekom smjeru možemo birati što napraviti, ovisno o tome koliko će nam smetati *null*-vrijednosti.

- Samo za vezu ZAUZIMA odlučili smo se ne raditi novu relaciju: "... pacijent se **obično** smješta u bolničku sobu ..."

Relacijska shema—početak

KIRURG(OIB, IME, PREZIME, ADRESA, BR_TELEFONA)
KONZULTANT(OIB, SPECIJALNOST)
PACIJENT(OIB, IME, PREZIME, ADRESA, DATUM_ROĐENJA, ID_SOBE)
PRIVATNI_PACIJENT(OIB, ID_PRIVATNE_SOBE, OIB_KONZULTANTA)
SESTRA(OIB, IME, PREZIME)
BOLNIČKA_SOBA(ID_SOBE, BROJ_KREVETA)
SALA(ID_SALE, OPREMLJENOST)
OPERACIJA(ID_OPERACIJE, TIP_OPERACIJE, DATUM, VRIJEME, OIB_KIRURGA, OIB_PACIJENTA, ID_SALE)

Primjer: bolnica—logičko oblikovanje

Relacijska shema za bolnicu—nastavak

NADGLEDA(OIB_NADGLEDANOG, OIB_NADGLEDAJUĆEG)
ZADUŽENA_ZA_SOBU(OIB_SESTRE, ID_SOBE, DATUM_ZADUŽIVANJA)
ZADUŽENA_ZA_SALU(OIB_SESTRE, ID_SALE, DATUM_ZADUŽIVANJA)

ASISTIRA(OIB_KIRURGA, ID_OPERACIJE)

Sljedeći je korak drugi dio logičkog oblikovanja: normalizacija.

Nakon toga slijedi fizičko oblikovanje (SQL kod za stvaranje baze), te samo korištenje baze.

Normalizacija (2. faza logičkog oblikovanja)

Relacije dobivene u prvoj fazi logičkog oblikovanja mogu imati nepoželjna svojstva. Osnovno nepoželjno svojstvo je pamćenje istih podataka na više mjesta nego što je potrebno. To svojstvo otežava unos, promjenu i brisanje tih podataka.

Normalizacija je proces transformiranja relacija u oblik koji zadovoljava normalne forme. Obradit ćemo 1NF, 2NF, 3NF, BCNF i 4NF.

Ako se relacijska shema temelji na konceptualnom i logičkom oblikovanju, njene relacije vjerojatno već jesu u navedenim normalnim formama.

No, često je potrebno normalizirati drugačije dobivene sheme (npr. “shema” *Excel* tablica koje želimo zamijeniti relacijskom bazom podataka).

Normalizacija: 1NF

1NF se odnosi na malo općenitiji pojam shema kod pohrane podataka—ne nužno relacijske sheme.

U kontekstu pohrane podataka, *zapis* (eng. *record*) je bilo kakva struktura u koju se spremaju informacije o pojedinom objektu. To može biti redak u tablici relacijske baze podataka, ali i redak u proračunskoj tablici, član nekog binarno zapisanog niza struktura itd.

Primjer tablice zapisa (možda iz neke *Excel* datoteke) koja pamti informacije o ispitnim rokovima.

ISPITNI_ROK	JMBAG	OCJENA	DATUM		
			DAN	MJESEC	GODINA
BP ljeto 17/18 1. rok	0124	2	1	srpanj	2018
BP ljeto 17/18 1. rok	0931	3	1	srpanj	2018
MA1 zima 18/19 1. rok	0124	4	15	veljača	2019

Normalizacija: 1NF

ISPITNI_ROK	JMBAG	OCJENA	DATUM		
			DAN	MJESEC	GODINA
BP ljeto 17/18 1. rok	0124	2	1	srpanj	2018
BP ljeto 17/18 1. rok	0931	3	1	srpanj	2018
MA1 zima 18/19 1. rok	0124	4	15	veljača	2019

Uočite:

- Primarni ključ ne određuje jedinstveno ostale atribute: za isti rok postoji više vrijednosti atributa {JMBAG, OCJENA} (ponavljajuća skupina)
- Postoje “atributi u atributu” (DAN, MJESEC i GODINA u atributu DATUM) (podzapis)

Normalizacija: 1NF

Normalizacijom (1NF) uklanjamo podzapise (atribute sastavljene od drugih atributa) i ponavljajuće skupine. Za podzapise:

- Ako imamo potrebu pristupati sastavnim atributima podzapisa, podzapis zamijenimo njegovim sastavnim atributima. Primjerice, umjesto DATUM uvedemo **samostalne** atribute DAN, MJESEC i GODINA.
- Inače, spojimo sastavne atribute podzapisa u jedan (nedjeljiv) atribut, najčešće niz znakova. Drugim riječima, na razini sheme više ne razlikujemo dijelove podzapisa.

Za svaku ponavljajuću skupinu S u relaciji R s primarnim ključem P:

- Uklanjamo S iz početne tablice.
- Odredimo $S' \subseteq S$ takav da $P \cup S'$ jedinstveno određuje pojedinu $|S|$-torku ponavljajuće skupine.
- Definiramo novu relaciju s atributima $P \cup S$, s primarnim ključem $P \cup S'$.

Normalizacija: 1NF

U primjeru završavamo s dvije tablice. Jedna koja odgovara početnoj, druga izrađena za (jedinu) ponavljajuću skupinu {JMBAG, OCJENA}. Za prvu imamo dvije mogućnosti.

Prva mogućnost za prvu tablicu:

ISPITNI_ROK	DAN	MJESEC	GODINA
BP ljeto 17/18 1. rok	1	srpanj	2018
MA1 zima 18/19 1. rok	15	veljača	2019

Druga mogućnost za prvu tablicu:

ISPITNI_ROK	DATUM
BP ljeto 17/18 1. rok	1. srpnja 2018.
MA1 zima 18/19 1. rok	15. veljače 2019.

Normalizacija: 1NF

Za drugu tablicu imamo samo jednu mogućnost. Uočite primarni ključ.

ISPITNI_ROK	JMBAG	OCJENA
BP ljeto 17/18 1. rok	0124	2
BP ljeto 17/18 1. rok	0931	3
MA1 zima 18/19 1. rok	0124	4

Ako postoje ponavljajuće skupine unutar drugih ponavljajućih skupina, cijeli proces iteriramo krećući od većih (vanjskih) ponavljajućih skupina.

Normalizacija: 1NF, primjer: podaci o zaposlenicima

Zadatak. Zadan je niz zapisa sljedećeg oblika. Preoblikujte u relaciju u **1NF**.

OIB_ZAP	IME_I_PREZIME	GOD_ROĐENJA	IME_DJETETA	GOD_ROĐENJA_DJETETA

Rješenje

Normalizacija: 1NF, primjer: podaci o zaposlenicima

Zadatak. Zadan je niz zapisa sljedećeg oblika. Preoblikujte u relaciju u **1NF**.

OIB_ZAP	IME_I_PREZIME	GOD_ROĐENJA	IME_DJETETA	GOD_ROĐENJA_DJETETA

Rješenje

ZAPOSLENIK(OIB_ZAP, IME_I_PREZIME, GOD_ROĐENJA)
DIJETE(OIB_ZAP, IME_DJETETA, GOD_ROĐENJA_DJETETA)

Normalizacija: 2NF

Za (neprazne) skupove atributa A i B kažemo:

- B je *funkcionalno* ovisan o A ako vrijednosti od A jedinstveno određuju vrijednosti od B; pišemo $A \to B$.
- B je *potpuno funkcionalno* ovisan o A ako $A \to B$, i ne postoji $A' \subsetneq A$ t.d. $A' \to B$.
- B je *parcijalno funkcionalno* ovisan o A ako $A \to B$, ali postoji $A' \subsetneq A$ t.d. $A' \to B$.

Ako je U skup svih atributa relacije, primarni ključ možemo definirati i u terminima funkcionalne ovisnosti: primarni ključ je izbor nekog $P \subseteq U$ takvog da je U potpuno funkcionalno ovisan o P.

Normalizacija: 2NF

Za atribut kažemo da je *primaran* ako je element primarnog ključa, a inače, da je *neprimaran*.

> *Za relaciju R kažemo da je u **2NF** ako je u **1NF** i svaki je neprimarni atribut potpuno funkcionalno ovisan o primarnom ključu.*

Napomena (!)

Različiti autori koriste različite definicije. Primjerice, *primaran* atribut se često definira kao element *bilo kojeg* ključa. Štoviše, u različitoj literaturi su različite i definicije samih normalnih formi.

Primjerice, relacija (*pretp. da jedan kolegij predaje jedan nastavnik*)

UPISAO(JMBAG, ID_KOLEGIJA, IME_STUDENTA, PREZ_STUDENTA, PREZ_NASTAVNIKA, OCJENA)

nije u 2NF jer neprimarni atributi IME_STUDENTA, PREZ_STUDENTA i PREZ_NASTAVNIKA parcijalno ovise o primarnom ključu.

Normalizacija: 2NF

Transformacija relacije R s primarnim ključem P u 2NF. Ponavljamo sljedeće korake za svaki neprazan skup atributa $P' \subsetneq P$:

1. Ako postoji barem jedan neprimarni atribut koji potpuno funkcionalno ovisi o P', definiramo novu relaciju R'.
2. Relacija R' sadrži atribute P', te sve neprimarne atribute iz R koji potpuno funkcionalno ovise o P'. Primarni je ključ P'.
3. Iz relacije R uklonimo sve neprimarne atribute iz R'.

Normalizacija: 2NF

Primjerice, relacija

UPISAO(JMBAG, ID_KOLEGIJA, IME_STUDENTA, PREZ_STUDENTA, PREZ_NASTAVNIKA, OCJENA)

je rastavljena na sljedeće relacije:

Rješenje

Normalizacija: 2NF

Primjerice, relacija

UPISAO(JMBAG, ID_KOLEGIJA, IME_STUDENTA, PREZ_STUDENTA, PREZ_NASTAVNIKA, OCJENA)

je rastavljena na sljedeće relacije:

Rješenje

UPISAO(JMBAG, ID_KOLEGIJA, OCJENA)
STUDENT(JMBAG, IME_STUDENTA, PREZ_STUDENTA)
KOLEGIJ(ID_KOLEGIJA, PREZ_NASTAVNIKA)

U nekim situacijama možemo završiti s različitim rješenjima, ovisno o poretku kojim razmatramo skupove P' u postupku transformacije.

Normalizacija: 2NF, primjer: tvornica i dobavljači

Zadatak. Tvornica sklapa proizvode od dijelova, a dijelove kupuje od raznih dobavljača. Isti se dio može dobaviti od raznih dobavljača po raznim cijenama, a jedan dobavljač nudi razne dijelove. Preoblikujte u **2NF**.

CJENIK(ID_DIJELA, ID_DOBAVLJAČA, IME_DOBAVLJAČA, ADRESA_DOBAVLJAČA, CIJENA)

Rješenje

Normalizacija: 2NF, primjer: tvornica i dobavljači

Zadatak. Tvornica sklapa proizvode od dijelova, a dijelove kupuje od raznih dobavljača. Isti se dio može dobaviti od raznih dobavljača po raznim cijenama, a jedan dobavljač nudi razne dijelove. Preoblikujte u **2NF**.

CJENIK(ID_DIJELA, ID_DOBAVLJAČA, IME_DOBAVLJAČA, ADRESA_DOBAVLJAČA, CIJENA)

Rješenje

CJENIK(ID_DIJELA, ID_DOBAVLJAČA, CIJENA)
DOBAVLJAČ(ID_DOBAVLJAČA, IME_DOBAVLJAČA, ADRESA_DOBAVLJAČA)

Normalizacija: 2NF, primjer: *rent-a-car*

Zadatak. Baza dostupnosti *rent-a-car* automobila. Cijena ovisi samo o proizvođaču i zapremnini motora, dok se broj "slobodnih komada" odnosi na broj primjeraka automobila danog proizvođača, modela i zapremnine. Preoblikujte u **2NF**.

KATALOG(PROIZVOĐAČ, MODEL, ZAPREMNINA, SLOBODNIH_KOMADA, CIJENA)

Rješenje

Normalizacija: 2NF, primjer: *rent-a-car*

Zadatak. Baza dostupnosti *rent-a-car* automobila. Cijena ovisi samo o proizvođaču i zapremnini motora, dok se broj "slobodnih komada" odnosi na broj primjeraka automobila danog proizvođača, modela i zapremnine. Preoblikujte u **2NF**.

KATALOG(PROIZVOĐAČ, MODEL, ZAPREMNINA, SLOBODNIH_KOMADA, CIJENA)

Rješenje

KATALOG(PROIZVOĐAČ, MODEL, ZAPREMNINA, SLOBODNIH_KOMADA)
CIJENE(PROIZVOĐAČ, ZAPREMNINA, CIJENA)

Normalizacija: 3NF

Osnovna je intuicija za 3NF da želimo izbjeći tranzitivne ovisnosti.

Primjerice, relacija

$$\text{STUDENT}(\underline{\text{JMBAG}}, \text{OIB_MENTORA}, \text{PREZIME_MENTORA})$$

sadrži tranzitivnu ovisnost JMBAG $\rightarrow$ OIB_MENTORA $\rightarrow$ PREZIME_MENTORA, što rješavamo uz sljedeću shemu:

Shema u 3NF

STUDENT(<u>JMBAG</u>, OIB_MENTORA)
MENTOR(<u>OIB_MENTORA</u>, PREZIME_MENTORA)

3NF se definira složenije jer ipak nisu sve tranzitivne ovisnosti nepoželjne. Primjerice, JMBAG $\rightarrow$ JMBAG $\rightarrow$ JMBAG je dobar (i neizbježan) slijed ovisnosti.

Normalizacija: 3NF

Kad god među skupovima atributa Y, X i A relacije R s primarnim ključem P imamo slijed ovisnosti

$$Y \to X \to A,$$

onda imamo i tranzitivan slijed ovisnosti

$$P \to X \to A,$$

pa posebno i tranzitivan slijed ovisnosti (za bilo koji atribut $a \in A$)

$$P \to X \to a.$$

Stoga se dovoljno fokusirati na ovisnosti oblika $X \to a$. Koje?

- Ako je X nadskup primarnog ključa, ili nekog drugog kandidata za ključ, to je prihvatljiva (i neizbježna) ovisnost.
- Ako je $a \in X$, i to je prihvatljiva (i neizbježna) ovisnost.
- Ako je $a \in P$, i to se smatra prihvatljivim za 3NF.

Normalizacija: 3NF

*Za relaciju R s primarnim ključem P kažemo da je u **3NF** ako (je u **2NF** i) **svaka** ovisnost $X \to a$ povlači **barem jedno** od:*

- *$K \subseteq X$, gdje je K neki kandidat za ključ, ili*
- *$a \in X$, ili*
- *$a \in P$ (donja transformacija bi inače uklonila dio od P iz R!)*

Transformacija relacije R u 3NF. Ponavljamo sljedeće korake za svaku **potpunu** funkcionalnu ovisnost $X \to a$ koja ne ispunjava nijedan uvjet iz definicije.

1. Ako ne postoji relacija R' s primarnim ključem X, stvaramo takvu relaciju R'.
2. U relaciju R' dodajemo atribut a.
3. Iz relacije R uklonimo atribut a.

Normalizacija: 3NF, primjer: suradnici na projektima

Zadatak. Suradnici neke tvrtke rade na projektima. Pritom jedan suradnik radi na točno jednom projektu. Preoblikujte u **3NF**.

SURADNIK(<u>OIB</u>, IME_I_PREZIME, PLAĆA, ID_PROJEKTA, ROK_ZAVRŠETKA_PROJEKTA)

Rješenje

Normalizacija: 3NF, primjer: suradnici na projektima

Zadatak. Suradnici neke tvrtke rade na projektima. Pritom jedan suradnik radi na točno jednom projektu. Preoblikujte u **3NF**.

SURADNIK(OIB, IME_I_PREZIME, PLAĆA, ID_PROJEKTA, ROK_ZAVRŠETKA_PROJEKTA)

Rješenje

SURADNIK(OIB, IME_I_PREZIME, PLAĆA, ID_PROJEKTA)
PROJEKT(ID_PROJEKTA, ROK_ZAVRŠETKA_PROJEKTA)

Normalizacija: 3NF, primjer: kolegiji

Zadatak. Pretpostavimo da se svaki kolegij drži na točno jednom smjeru studija, i to na točno jednoj godini tog smjera. Zatim, pretpostavimo da svi studenti istoga smjera i iste godine slušaju točno iste kolegije. Preoblikujte u **3NF**.

KOLEGIJ(ID_KOLEGIJA, NAZIV, GOD_STUDIJA, SMJER_STUDIJA, BR_STUDENATA).

Rješenje

Normalizacija: 3NF, primjer: kolegiji

Zadatak. Pretpostavimo da se svaki kolegij drži na točno jednom smjeru studija, i to na točno jednoj godini tog smjera. Zatim, pretpostavimo da svi studenti istoga smjera i iste godine slušaju točno iste kolegije. Preoblikujte u **3NF**.

KOLEGIJ(ID_KOLEGIJA, NAZIV, GOD_STUDIJA, SMJER_STUDIJA, BR_STUDENATA).

Rješenje

KOLEGIJ(ID_KOLEGIJA, NAZIV, GOD_STUDIJA, SMJER_STUDIJA)
STATISTIKA(GOD_STUDIJA, SMJER_STUDIJA, BR_STUDENATA)

Uočite: BR_STUDENATA funkcionalno ovisi o {GOD_STUDIJA, SMJER_STUDIJA}, jer svi studenti pojedine godine i smjera slušaju iste kolegije.

Normalizacija: 3NF, primjer: isporuka proizvoda

Zadatak. Jedna isporuka šalje se jednom kupcu i može sadržavati više komada istog ili različitih proizvoda. Preoblikujte u relacije u **3NF**.

ID_ISPORUKE	ID_KUPCA	IME_KUPCA	ID_PROIZVODA	IME_PROIZVODA	KOMADA

Rješenje

Normalizacija: 3NF, primjer: isporuka proizvoda

Zadatak. Jedna isporuka šalje se jednom kupcu i može sadržavati više komada istog ili različitih proizvoda. Preoblikujte u relacije u **3NF**.

ID_ISPORUKE	ID_KUPCA	IME_KUPCA	ID_PROIZVODA	IME_PROIZVODA	KOMADA

Rješenje

(1NF) ISPORUKA(ID_ISPORUKE, ID_KUPCA, IME_KUPCA)
STAVKA(ID_ISPORUKE, ID_PROIZVODA, IME_PROIZVODA, KOMADA)

Normalizacija: 3NF, primjer: isporuka proizvoda

Zadatak. Jedna isporuka šalje se jednom kupcu i može sadržavati više komada istog ili različitih proizvoda. Preoblikujte u relacije u **3NF**.

ID_ISPORUKE	ID_KUPCA	IME_KUPCA	ID_PROIZVODA	IME_PROIZVODA	KOMADA

Rješenje

(1NF) ISPORUKA(ID_ISPORUKE, ID_KUPCA, IME_KUPCA)
STAVKA(ID_ISPORUKE, ID_PROIZVODA, IME_PROIZVODA, KOMADA)

(2NF) ISPORUKA(ID_ISPORUKE, ID_KUPCA, IME_KUPCA)
STAVKA(ID_ISPORUKE, ID_PROIZVODA, KOMADA)
PROIZVOD(ID_PROIZVODA, IME_PROIZVODA)

Normalizacija: 3NF, primjer: isporuka proizvoda

Zadatak. Jedna isporuka šalje se jednom kupcu i može sadržavati više komada istog ili različitih proizvoda. Preoblikujte u relacije u **3NF**.

ID_ISPORUKE	ID_KUPCA	IME_KUPCA	ID_PROIZVODA	IME_PROIZVODA	KOMADA

Rješenje

(1NF) ISPORUKA(ID_ISPORUKE, ID_KUPCA, IME_KUPCA)
STAVKA(ID_ISPORUKE, ID_PROIZVODA, IME_PROIZVODA, KOMADA)

(2NF) ISPORUKA(ID_ISPORUKE, ID_KUPCA, IME_KUPCA)
STAVKA(ID_ISPORUKE, ID_PROIZVODA, KOMADA)
PROIZVOD(ID_PROIZVODA, IME_PROIZVODA)

(3NF) ISPORUKA(ID_ISPORUKE, ID_KUPCA)
KUPAC(ID_KUPCA, IME_KUPCA)
STAVKA(ID_ISPORUKE, ID_PROIZVODA, KOMADA)
PROIZVOD(ID_PROIZVODA, IME_PROIZVODA)

Normalizacija: BCNF

Za neki podskup X atributa kažemo da je determinanta ako postoji barem jedan atribut $a \notin X$ i **potpuna** funkcionalna ovisnost $X \to a$.

> *Za relaciju R kažemo da je u **BCNF** ako je **svaka** njezina determinanta X ujedno i kandidat za ključ.*

BCNF povlači 3NF (kontrapozicija)

Pretpostavimo da relacija nije u 3NF. Tada postoji potpuna funkcionalna ovisnost $X \to a$, $a \notin X$, $a \notin P$, i za svaki kandidat za ključ K vrijedi $K \not\subseteq X$. Dakle, X je determinanta. Ali, X nije nadskup nijednog kandidata za ključ, pa X nije kandidat za ključ.

Normalizacija: BCNF

BCNF možemo definirati vrlo slično kao 3NF:

> *Za relaciju R kažemo da je u **BCNF** ako **svaka** ovisnost $X \to a$ povlači **barem jedno** od:*
>
> - $K \subseteq X$, *gdje je K neki kandidat za ključ, ili*
> - $a \in X$.

Slijedi da je jedina situacija kada je relacija u 3NF, a nije u BCNF, ona u kojoj tranzitivna ovisnost završava u nekom primarnom atributu.

U takvim situacijama postupamo slično kao u 3NF: iz početne relacije R premještamo a iz R u novu relaciju. No, sada je taj uklonjeni dio potrebno nekako nadomjestiti (inače više nemamo primarni ključ), npr. s X.

Normalizacija: BCNF

U donjem primjeru pretpostavimo da student može upisati više fakulteta i na svakom ima jednog mentora, a svaki mentor radi na samo jednom fakultetu (s možda mnogo studenata).

$$\text{UPISAO}(\underline{\text{STUDENT}}, \underline{\text{FAKULTET}}, \text{OIB_MENTORA})$$

Imamo $\{\text{STUDENT}, \text{FAKULTET}\} \to \text{OIB_MENTORA} \to \text{FAKULTET}$.

Rješenje

Normalizacija: BCNF

U donjem primjeru pretpostavimo da student može upisati više fakulteta i na svakom ima jednog mentora, a svaki mentor radi na samo jednom fakultetu (s možda mnogo studenata).

$$\text{UPISAO}(\underline{\text{STUDENT}}, \underline{\text{FAKULTET}}, \text{OIB_MENTORA})$$

Imamo $\{\text{STUDENT}, \text{FAKULTET}\} \to \text{OIB_MENTORA} \to \text{FAKULTET}$.

Rješenje

$\text{MENTORSTVO}(\underline{\text{STUDENT}}, \underline{\text{OIB_MENTORA}})$
$\text{MENTOR}(\underline{\text{OIB_MENTORA}}, \text{FAKULTET})$

Dakle, postupak je nalik postupku za 3NF, razlika je dodavanje srednjeg atributa (OIB_MENTORA) u primarni ključ početne relacije.

Normalizacija: BCNF, primjer: zauzeće predavaonica i termina

Zadatak. Promatramo fakultet koji održava nastavu na više lokacija. Jedan kolegij održava se uvijek u istoj predavaonici, no u nekoliko vremenskih termina tjedno. Unutar pojedine zgrade, predavaonice imaju jedinstven redni broj. Preoblikujte u **BCNF**.

RASPORED(ZGRADA_PREDAVAONICE, BROJ_PREDAVAONICE, VREMENSKI_TERMIN, ID_KOLEGIJA).

Rješenje

Normalizacija: BCNF, primjer: zauzeće predavaonica i termina

Zadatak. Promatramo fakultet koji održava nastavu na više lokacija. Jedan kolegij održava se uvijek u istoj predavaonici, no u nekoliko vremenskih termina tjedno. Unutar pojedine zgrade, predavaonice imaju jedinstven redni broj. Preoblikujte u **BCNF**.

RASPORED(ZGRADA_PREDAVAONICE, BROJ_PREDAVAONICE, VREMENSKI_TERMIN, ID_KOLEGIJA).

Rješenje

ZAUZEĆE_TERMINA(VREMENSKI_TERMIN, ID_KOLEGIJA)
MJESTO_NASTAVE(ID_KOLEGIJA, ZGRADA_PREDAVAONICE, BROJ_PREDAVAONICE)

Normalizacija: 4NF

Postoje relacije koje su čak u BCNF, a već na prvi pogled vidimo da su nevješto organizirane; npr. dana je relacija KANDIDAT (za neki posao):

OIB	ZAVRŠEN_STUDIJ	RADNO_ISKUSTVO
0124	PREDDIP. MATEMATIKA	PROGRAMER
0124	PREDDIP. MATEMATIKA	ANALITIČAR
0124	DIPL. MATEMATIKA	PROGRAMER
0124	DIPL. MATEMATIKA	ANALITIČAR
0931	PREDDIP. MATEMATIKA	ASISTENT
0931	DIPL. MATEMATIKA	ASISTENT
0931	DOKT. MATEMATIKA	ASISTENT

No završeni studiji i radna iskustva *ne ovise* jedno o drugome; ako dodamo da je zaposlenik s OIB-om 0931 radio i kao poslijedoktorand, prijelaz s

$$\{0931\} \times \{\text{PREDDIP., DIPL., DOKT.}\} \times \{\text{ASISTENT}\} \text{ na}$$

$$\{0931\} \times \{\text{PREDDIP., DIPL., DOKT.}\} \times \{\text{ASISTENT, POSLIJEDOKTORAND}\}$$

dodaje čak tri retka u tablicu.

Normalizacija: 4NF

OIB	ZAVRŠEN_STUDIJ	RADNO_ISKUSTVO
0124	PREDDIP. MATEMATIKA	PROGRAMER
0124	PREDDIP. MATEMATIKA	ANALITIČAR
0124	DIPL. MATEMATIKA	PROGRAMER
0124	DIPL. MATEMATIKA	ANALITIČAR
0931	PREDDIP. MATEMATIKA	ASISTENT
0931	DIPL. MATEMATIKA	ASISTENT
0931	DOKT. MATEMATIKA	ASISTENT

Grupirajmo sve atribute relacije R u disjunktne neprazne skupove A, B i C. Kažemo da postoji *višeznačna ovisnost* od A do B, pišemo $A \twoheadrightarrow B$, ako za sve moguće vrijednosti x (atributa iz A), y (atributa iz B) te z (atributa iz C) vrijedi: ako u relaciji R postoje reci oblika $(x, y, _)$ i $(x, _, z)$, onda postoji i redak (x, y, z). Ekvivalentno je:

- $A \twoheadrightarrow B$.
- $A \twoheadrightarrow C$.
- Za sve vrijednosti x atributa iz A postoje skupovi vrijednosti Y (atributa iz B) te Z (atributa iz C) takvi da je $\{x\} \times Y \times Z$ skup svih redaka u R kojima su vrijednosti atributa iz A jednake x.

Normalizacija: 4NF

OIB	ZAVRŠEN_STUDIJ	RADNO_ISKUSTVO
0124	PREDDIP. MATEMATIKA	PROGRAMER
0124	PREDDIP. MATEMATIKA	ANALITIČAR
0124	DIPL. MATEMATIKA	PROGRAMER
0124	DIPL. MATEMATIKA	ANALITIČAR
0931	PREDDIP. MATEMATIKA	ASISTENT
0931	DIPL. MATEMATIKA	ASISTENT
0931	DOKT. MATEMATIKA	ASISTENT

Iz $A \twoheadrightarrow B$ slijedi da A određuje **skup** vrijednosti atributa B. Ako je taj skup jednočlan, onda zapravo vrijedi $A \rightarrow B$.

Kažemo da je relacija R u 4NF ako je u BCNF te za svaku ovisnost $A \twoheadrightarrow B$ vrijedi $A \rightarrow B$.

Ekvivalentno, R je u 4NF ako je u BCNF te za svaku ovisnost $A \twoheadrightarrow B$ vrijedi da A funkcionalno određuje sve atribute od R.

Normalizacija: 4NF

OIB	ZAVRŠEN_STUDIJ	RADNO_ISKUSTVO
0124	PREDDIP. MATEMATIKA	PROGRAMER
0124	PREDDIP. MATEMATIKA	ANALITIČAR
0124	DIPL. MATEMATIKA	PROGRAMER
0124	DIPL. MATEMATIKA	ANALITIČAR
0931	PREDDIP. MATEMATIKA	ASISTENT
0931	DIPL. MATEMATIKA	ASISTENT
0931	DOKT. MATEMATIKA	ASISTENT

Nefunkcionalnu ovisnost $A \twoheadrightarrow B$ eliminiramo uvođenjem $R_1(\underline{A}, \underline{B})$ i $R_2(\underline{A}, \underline{C})$.

Rješenje

DIPLOME(OIB, ZAVRŠEN_STUDIJ)
RAD(OIB, RADNO_ISKUSTVO)

Normalizacija: 4NF, primjer: izborni kolegiji

Zadatak. Studenti upisuju izborne kolegije iz matematike i izborne kolegije iz računarstva. Ne postavljaju se nikakvi uvjeti na izbor jednih u odnosu na druge. Preoblikujte u **4NF**.

IZBOR(JMBAG, MAT_KOLEGIJ, RAČ_KOLEGIJ).

Rješenje

Normalizacija: 4NF, primjer: izborni kolegiji

Zadatak. Studenti upisuju izborne kolegije iz matematike i izborne kolegije iz računarstva. Ne postavljaju se nikakvi uvjeti na izbor jednih u odnosu na druge. Preoblikujte u **4NF**.

IZBOR(JMBAG, MAT_KOLEGIJ, RAČ_KOLEGIJ).

Rješenje

IZBOR_MAT(JMBAG, MAT_KOLEGIJ)
IZBOR_RAČ(JMBAG, RAČ_KOLEGIJ)

Literatura

Definicije i neki primjeri preuzeti su iz *Manger, Robert.* ***Baze podataka****. Zagreb: Element, 2014.*