

BAZE PODATAKA

Normalizacija Indeksi



Neđeljko Lekić

Irena Orović

www.etf.ac.me

U OVOJ LEKCIJI

■ Normalizacija

- Redudantnost podataka
- Funkcionalne zavisnosti
- Normalne forme
- Prva, Druga i Treća normalna forma.
- Dekompozicija bez gubitaka. Zašto je redukcija na 2NF i 3NF bez gubitaka.
- Denormalizacija.
- Boyce-Codd-ova normalna forma (BCNF)
- Više normalne forme.

■ Indeksi

REDUDANSA I NORMALIZACIJA

■ Redundanti podaci

- Mogu se dobiti iz drugih podataka baze.
- Dovode do različitih problema:
 - INSERT anomalije
 - UPDATE anomalije
 - DELETE anomalije

■ Normalizacija

- Ima cilj da smanji redundantnost podataka.
- Redudansa se izražava kroz pojam zavisnosti.
- Normalne forme su definisane tako da ne sadrže određene vrste zavisnosti.

PRVA NORMALNA FORMA

- U relacionom modelu
 - vrijednosti podataka trebaju biti atomske.
 - To znači da u tabeli, kao vrijednosti po kolonama (atributima), treba unositi pojedinačne vrijednosti, ne grupe ili kompozitne objekte.
- Za relaciju se kaže da je u prvoj normalnoj formi (1NF) ako su vrijednosti podataka atomske.

NORMALIZACIJA NA 1NF

Za svodjenje relacije na 1NF, treba razložiti svaku ne-atomsku vrijednost.

Nenormalizovana

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	L
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1, 2
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1, 3
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	4
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	1, 5
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	6

1NF

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	L
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	2
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	3
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	4
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	1
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	5
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	6

PROBLEMI U 1NF

1NF

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	L
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	2
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	3
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	4
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	1
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	5
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	6

- INSERT anomalije
 - Ne može se dodati predmet bez lekcije
- UPDATE anomalije
 - Prilikom promjene podataka predmeta 1, moraju se izmijeniti dva reda tabele.
- DELETE anomalije
 - Ako izbrišemo predmet 3, brišemo i podatke nastavnika 2.

FUNKCIONALNE ZAVISNOSTI

- Redudansu često uzrokuju funkcionalne zavisnosti.
- Funkcionalna zavisnost (FZ) je veza između dvije grupe podataka (atributa) u relaciji.
- Relacija se može normalizovati uklanjanjem neželjenih FZ.
- Grupa atributa, A, funkcionalno određuje grupu atributa, B, ili: postoji funkcionalna zavisnost između A i B ($A \rightarrow B$), ako svaki put kada dva zapisa relacije imaju iste vrijednosti atributa iz grupe A, imaju iste vrijednosti i atributa iz grupe B.

PRIMJER

- $\{idP, L\} \rightarrow \{Predmet, S, E, idO, Odjel, Fakultet, Stud, idN, Nastavnik, DatumR, Tel\}$
- $\{idO\} \rightarrow \{Odjel, Fakultet, Studije\}$
- $\{idN\} \rightarrow \{Nastavnik, DatumR, Tel\}$
- $\{idP\} \rightarrow \{Predmet, S, E, idO, Odjel, Fakultet, Stud, idN, Nastavnik, DatumR, Tel\}$

1NF

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	L
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	2
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	3
3	Baze podataka	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	4
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	1
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	5
5	Programiranje	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	6

FZ i NORMALIZACIJA

- Definiše se niz 'normalnih formi'
 - Svaka sljedeća normalna forma ima manje FZ nego prethodna.
 - Kako FZ predstavlja redudansu, svaka sljedeća normalna forma ima manje redudanse nego prethodna.
- Sve FZ ne izazivaju problem.
 - Definišu se tipovi FZ koji prave problem.
 - Svaka sljedeća normalna forma uklanja tip problematične FZ.
 - Potreban je postupak za uklanjanje FZ.

OSOBINE FZ

■ U svakoj relaciji

- Svaka grupa atributa relacije je u FZ od primarnog ključa

$$K \rightarrow X$$

- K je primarni ključ, X je grupa atributa.

- Isto važi i za kandidate za ključ.

- Svaka grupa atributa je u FZ sa samom sobom

$$X \rightarrow X$$

■ Pravila za FZ

- Refleksivnost: Ako je B podskup od A onda važi

$$A \rightarrow B$$

- Augmentacija (uvećanje-proširenje): ako je $A \rightarrow B$ onda je

$$A \cup C \rightarrow B \cup C$$

- Tranzitivnost:

Ako $A \rightarrow B$ i $B \rightarrow C$

onda $A \rightarrow C$

FZ: PRIMJER

1NF

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	L
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	2
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	3
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	4
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	1
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	5
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	6

■ Primarni ključ je

{idP, L}:

{idP, L} → {Predmet, S, E, idO, Odjel, Fakultet, Stud, idN, Nastavnik, DatumR, Tel}

■ 'Trivialna' FZ, primjeri:

{L, Odjel} → {L}

{Predmet} → {Predmet}

{Odjel, Nastavnik} → { }

FZ: PRIMJER

1NF

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	L
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	2
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	3
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	4
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	1
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	5
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	6

■ Druge FZ su

- {idP} → {idN, Nastavnik, DatumR, Tel}
- {idP} → {idO, Odjel, Fakultet, Studije}
- {idN} → {idO, Odjel, Fakultet, Studije}
- Ove FZ nijesu trivijalne. Atributi na lijevoj strani FZ ne predstavljaju ključ, niti su kandidat za ključ.

PARCIJALNE FZ i 2NF

■ Parcijalne FZ:

- FZ, $A \rightarrow B$ je parcijalna, ako se makar jedan atribut iz grupe A može ukloniti a da FZ i dalje postoji
- Formalno: postoji C , pravi podskup od A , $C \subset A$, takav da je $C \rightarrow B$

■ Atributi koji čine kandidata za ključ - ključni atributi,

■ Ostali – neključni atributi (ili atributi).

Druga normalna form:

■ Relacije je u drugoj normalnoj formi (2NF) ako je u 1NF i ne sadrži neključne attribute koji su u parcijalnoj zavisnosti od kandidata za ključ.

■ Drugim riječima, ne postoji C podskup kandidata za ključ i B neključni atributi, pri čemu važi: $C \rightarrow B$.

DRUGA NORMALNA FORMA

1NF

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	L
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	2
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	3
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	4
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	1
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	5
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	6

■ 1NF nije u 2NF

□ Postoji FZ

$\{idP, L\} \rightarrow \{Predmet, S, E, idO, Odjel, Fakultet, Stud, idN, Nastavnik, DatumR, Tel\}$

□ ali i $\{idP\} \rightarrow \{Predmet, S, E, idO, Odjel, Fakultet, Stud, idN, Nastavnik, DatumR, Tel\}$

□ Znači da su Predmet, S, E, idO, Odjel, Fakultet, Stud, idN, Nastavnik, DatumR i Tel u parcijalnoj zavisnosti od primarnog ključa.

UKLANJANJE FZ

- Neka je data relacija R sa šemom S u kojoj postoji funkcionalna zavisnost $A \rightarrow B$, pri čemu su A i B grupe atributa relacije R , i još važi da je $A \cap B = \{ \}$.
- Neka je $C = S - (A \cup B)$
 - Drugim riječima:
 - A – atributi na lijevoj strani FZ
 - B – atributi na desnoj strani FZ
 - C – ostali atributi
- U ovom slučaju relacija R se može podijeliti na dva dijela:
 - R_1 , sa šemom $A \cup B$
 - R_2 , sa šemom $A \cup C$
- Originalna relacija može se dobiti prirodnim spajanjem relacija R_1 i R_2 :
 $R = R_1 \text{ NATURAL JOIN } R_2$

1NF na 2NF: PRIMJER

1NF

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	L
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	2
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	3
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	4
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	1
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	5
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	6

Predmeti

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873

PrLe

idP	L
1	1
1	2
2	1
2	3
3	4
4	1
4	5
5	6

RIJEŠENI PROBLEMI U 2NF

■ Problemi u 1NF

- INSERT – Ne može se dodati predmet bez Lekcije.
- UPDATE – Izmjena podataka nastavnika za predmet 1, mora se uraditi u dva zapisa (reda).
- DELETE – Ako se izbriše predmet 3, briše se i nastavnik 2.

■ U Predmeti prva dva problema su otklonjena, ali ne i treći

Predmeti

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873

PREOSTALI PROBLEMI U 2NF

- INSERT anomalije
 - Ne može se dodati nastavnik koji ne predaje nijedan predmet.
- UPDATE anomalije
 - Da bi promijenili odjel nastavniku 1 moraju se izmijeniti 2 reda.
- DELETE anomalije
 - Ako se obriše predmet 3 briše se i nastavnik 2.

Predmeti

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873

TRANTIVNE FZ I 3NF

■ Tranzitivne FZ:

- FZ, $A \rightarrow C$ je tranzitivna FZ, ako postoji neka grupa atributa B takvih da postoje netrivialne FZ $A \rightarrow B$ i $B \rightarrow C$.
- Netrivialna FZ $A \rightarrow B$ znači: B nije podskup od A
- Na kraju se ima
$$A \rightarrow B \rightarrow C$$

■ Treća normalna forma

- Relacija je u trećoj normalnoj formi (3NF) ako je u 2NF i nema neključnih atributa tranzitivno zavisnih od kandidata za ključ.

TREĆA NORMALNA FORMA

Predmeti

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
2	Fizika	2	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873

■ Predmeti nije u 3NF

- Postoje FZ-ti: $\{idP\} \rightarrow \{Predmet, S, E, idN\}$ i
 $\{idN\} \rightarrow \{Nastavnik, DatumR, Tel, idO, Odjel, Fakultet, Studije\}$
- Prema tome postoji tranzitivna FZ od primarnog ključa
 $\{idP\} \rightarrow \{idN\} \rightarrow \{Nastavnik, DatumR, Tel, idO, Odjel, Fakultet, Studije\}$

2NF na 3NF: Primjer

Predmeti

idP	Predmet	S	E	idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel
1	Matematika	1	5	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
2	Fizika	1	4	1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
3	Baze pod.	3	6	1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782
4	Elektronika	4	6	2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321
5	Program.	4	5	2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873

Nastavnici

idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel
1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782
2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321
2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873

Predmeti

idP	Predmet	S	E	idN
1	Matematika	1	5	1
2	Fizika	1	4	1
3	Baze pod.	3	6	2
4	Elektronika	4	6	3
5	Program.	4	5	4

2NF na 3NF: Primjer

Nastavnici

idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel
1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782
2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321
2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873

■ Nastavnici nije u 3NF

- Postoje FZ-ti: $\{idN\} \rightarrow \{Nastavnik, DatumR, Tel, idO\}$ i
 $\{idO\} \rightarrow \{Odjel, Fakultet, Studije\}$
- Prema tome postoji tranzitivna FZ od primarnog ključa
 $\{idN\} \rightarrow \{idO\} \rightarrow \{Odjel, Fakultet, Studije\}$

2NF na 3NF: Primjer

Nastavnici

idO	Odjel	Fakultet	Studije	idN	Nastavnik	DatumR	Tel
1	SPR	ETF	Osnovne	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321
1	SPR	ETF	Osnovne	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782
2	Elektronika	ETF	Osnovne	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321
2	Elektronika	ETF	Osnovne	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873

Nastavnici

idN	Nastavnik	DatumR	Tel	idO
1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	1
3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	2
4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	2

Odjeli

idO	Odjel	Fakultet	Studije
1	SPR	ETF	Osnovne
2	Elektronika	ETF	Osnovne

RIJEŠENI PROBLEMI U 3NF

■ Problemi u 2NF

□ **INSERT** anomalije-
Ne može se dodati nastavnik koji ne predaje nijedan predmet.

□ **UPDATE** anomalije
Da bi promijenili odjel nastavniku N1 moraju se izmijeniti 2 reda.

□ **DELETE** anomalije
Ako se obriše P3 briše se i N2.

■ U 3NF svi ovi problemi su riješeni (u ovom slučaju da – ali 3NF i dalje može imati anomalije!)

Nastavnici	idN	Nastavnik	DatumR	Tel	idO
	1	Petar Petrovic	1956-01-02	020342321	1
	2	Marko Markovic	1953-07-22	020354782	1
	3	Mitar Mitrovic	1960-11-07	020231321	2
	4	Luka Lukovic	1950-12-13	032132873	2

Odjeli	idO	Odjel	Fakultet	Studije
	1	SPR	ETF	Osnovne
	2	Elektronika	ETF	Osnovne

PrLe

idP	L
1	1
1	2
2	1
2	3
3	4
4	1
4	5
5	6

Predmeti	idP	Predmet	S	E	idN
	1	Matematika	1	5	1
	2	Fizika	1	4	1
	3	Baze pod.	3	6	2
	4	Elektronika	4	6	3
	5	Program.	4	5	4

NORMALIZACIJA I DIZAJN

- Normalizacija je povezana sa dizajniranjem baze podataka
 - Za bazu podataka je normalno da bude najmanje u 3NF.
 - Ako Vas dizajn ne dovodi do 3NF baze podataka, treba ga korigovati.
- Kako zaključiti da nemate 3NF baze podataka:
 - Uočite FZ koje uzrokuju problem.
 - Razmislite dali dovode do ma koje insert, update ili delete anomalije
 - Pokušajte da ih uklonite.

REKAPITULACIJA

- Prvi normalni oblik
 - Sve vrijednosti podataka su atomske.
- Drugi normalni oblik
 - 1NF plus nema neključnih atributa u parcijalnoj zavisnosti od kandidata za ključ.
- Treći normalni oblik
 - 2NF plus nema neključnih atributa u tranzitivnoj zavisnosti od kandidata za ključ.

DEKOMPOZICIJA BEZ GUBITKA PODATAKA

- Prilikom normalizacija relacije koristi se projektovanje.
- Ako $R(A,B,C)$ zadovoljava $A \rightarrow B$ onda je možemo projektovati na A,B i A,C bez gubitka podataka.
- Dekompozicija bez gubitka podataka:

$$R = \pi_{AB}(R) \bowtie \pi_{AC}(R)$$

gdje su $\pi_{AB}(R)$ i $\pi_{AC}(R)$ projekcije R na AB i AC , i \bowtie prirodno spajanje.

- Podsjećanje na projekciju:

R			
A	B	C	D
1	x	1	w
1	x	2	v
1	x	3	u
2	y	1	w
2	y	2	v
2	y	3	u

$\pi_{AB}(R)$	
A	B
1	x
2	y

RELACIONA ALGEBRA - PODSJEĆANJE

SELEKCIJA

R

A	B	C	D
1	x	c	c
2	y	d	e
3	z	a	a
4	u	b	c
5	w	c	d

$\sigma_{C=D}(R)$

A	B	C	D
1	x	c	c
3	z	a	a

RELACIONA ALGEBRA - PODSJEĆANJE

PROIZVOD

R1

A	B
1	x
2	y

R2

C	D
1	w
2	v
3	u

$R1 \times R2$

A	B	C	D
1	x	1	w
1	x	2	v
1	x	3	u
2	y	1	w
2	y	2	v
2	y	3	u

RELACIONA ALGEBRA – SQL UPIT

```
SELECT DISTINCT A,B  
FROM R1, R2, R3  
WHERE (uslovi  $\alpha$  koji moraju biti ispunjeni)
```

Prevodjenjem u izraz relacione algebre, dobija se:

$$\pi_{A,B} \sigma_{\alpha} (R1 \times R2 \times R3)$$

RELACIONA ALGEBRA - PODSJEĆANJE

PRIRODNO SPAJANJE

$$R1 \bowtie R2 = \pi_{R1.A, B, C} \sigma_{R1.A = R2.A} (R1 \times R2)$$

R1

A	B
1	x
2	y

R2

A	C
1	w
2	v
3	u

R1 \bowtie R2

A	B	C
1	x	w
2	y	v

DEKOMPOZICIJA BEZ GUBITKA PODATAKA

Primjer:

Predmet \rightarrow Nastavnik

R

Predmet	Nastavnik	Lekcija
BPD	N1	L1
BPD	N1	L2
RHD	N1	L1
PRG	N2	L1

$R1: \pi_{\text{Predmet, Nastavnik}} R$

Predmet	Nastavnik
BPD	N1
RHD	N1
PRG	N2

$R2: \pi_{\text{Predmet, Lekcija}} R$

Predmet	Lekcija
BPD	L1
BPD	L2
RHD	L1
PRG	L1

DEKOMPOZICIJA BEZ GUBITKA PODATAKA

Primjer: Predmet → Nastavnik

$$R1 \bowtie R2 = R$$

$R1: \pi_{\text{Predmet, Nastavnik}} R$

Predmet	Nastavnik
BPD	N1
RHD	N1
PRG	N2

$R2: \pi_{\text{Predmet, Lekcija}} R$

Predmet	Lekcija
BPD	L1
BPD	L2
RHD	L1
PRG	L1

R

Predmet	Nastavnik	Lekcija
BPD	N1	L1
BPD	N1	L2
RHD	N1	L1
PRG	N2	L1

DEKOMPOZICIJA SA GUBITKOM PODATAKA

Primjer:

Nema funkcionalne zavisnosti.

S

Ime	Prezime	Starost
Jovan	Simić	20
Jovan	Brkić	30
Marija	Simić	20
Tomo	Brkić	10

$\pi_{\text{Ime, Prezime}} S$

Ime	Prezime
Jovan	Simić
Jovan	Brkić
Marija	Simić
Tomo	Brkić

$\pi_{\text{Ime, Starost}} S$

Ime	Starost
Jovan	20
Jovan	30
Marija	20
Tomo	10

DEKOMPOZICIJA SA GUBITKOM PODATAKA

Nastavak primjera:

Nema funkcionalne zavisnosti.

$$\pi_{\text{Ime, Prezime}} S \bowtie \pi_{\text{Ime, Starost}} S$$

$$\pi_{\text{Ime, Prezime}} S$$

Ime	Prezime
Jovan	Simić
Jovan	Brkić
Marija	Simić
Tomo	Brkić

$$\pi_{\text{Ime, Starost}} S$$

Ime	Starost
Jovan	20
Jovan	30
Marija	20
Tomo	10

Ime	Prezime	Starost
Jovan	Simić	20
<i>Jovan</i>	<i>Simić</i>	<i>30</i>
<i>Jovan</i>	<i>Brkić</i>	<i>20</i>
Jovan	Brkić	30
Marija	Simić	20
Tomo	Brkić	10

PRIMJER NORMALIZACIJE

- Neka je data tabela R koja predstavlja narudžbe on-line prodavaonice.
- Svaki red tabele predstavlja artikl pojedine narudžbe.
- Kolone
 - Narudžba
 - Proizvod
 - Kupac
 - Adresa
 - Kolicina
 - CijenaProizvoda
- Primarni ključ je {Narudžba, Proizvod}

FUNKCIONALNE ZAVISNOSTI

- Svaka narudžba je od jednog kupca

$\{\text{Narudžba}\} \rightarrow \{\text{Kupac}\}$

- Svaki kupac ima jednu adresu.

$\{\text{Kupac}\} \rightarrow \{\text{Adresa}\}$

- Svaki proizvod ima jednu cijenu

$\{\text{Proizvod}\} \rightarrow \{\text{CijenaProizvoda}\}$

- Iz FZ 1 i 2 i tranzitivnosti

$\{\text{Narudžba}\} \rightarrow \{\text{Adresa}\}$

NORMALIZACIJA NA 2NF

- Druga normalna forma znači uklanjanje parcijalnih zavisnosti od kandidata za ključ.

- {Narudžba} → {Kupac, Adresa}
- {Proizvod} → {CijenaProizvoda}

- Za uklanjanje FZ vrši se projektovanje relacije R na:

{Narudžba, Kupac, Adresa} (R1)

i

{Narudžba, Proizvod, Količina, CijenaProizvoda} (R2)

NORMALIZACIJA NA 2NF

- R1 je sada u 2NF, ali još uvijek postoje parcijana FZ u R2.

{Proizvod} → {CijenaProizvoda}

- Za njeno uklanjanje projektujemo relaciju R2 na:

{Proizvod, CijenaProizvoda} (R3)

i

{Narudžba, Proizvod, Količina} (R4)

NORMALIZACIJA NA 3NF

- Relacija R sada je podijeljena na 3 relacije - R1, R3, i R4

R1: {Narudžba, Kupac, Adresa}

R3: {Proizvod, CijenaProizvoda}

R4: {Narudžba, Proizvod, Količina}

- R3 i R4 su u 3NF
- R1 ima tranzitivnu FZ od ključa

- Za uklanjanje FZ

{Narudžba} → {Kupac} → {Adresa}

Treba projektovati R1 na relacije:

- {Narudžba, Kupac}
- {Kupac, Adresa}

NORMALIZACIJA

■ 1NF:

- {Narudžba, Proizvod, Kupac, Adresa, Količina, CijenaProizvoda}

■ 2NF:

- {Narudžba, Kupac, Adresa},
- {Proizvod, CijenaProizvoda}, i
- {Narudžba, Proizvod, Količina}

■ 3NF:

- {Proizvod, CijenaProizvoda},
- {Narudžba, Proizvod, Količina},
- {Narudžba, Kupac}, i
- {Kupac, Adresa}

DENORMALIZACIJA

■ Normalizacija

- Uklanja redundantnost iz podataka.
- Rješava INSERT, UPDATE i DELETE anomalije
- Čini lakšim održavanje podataka u bazi u konzistentnom stanju.

■ Međutim

- Umnožava tabele u bazi podataka.
- Često se tabele trebaju ponovo spojiti.
- Tako ponekad (ne često) vrijedi 'denormalizovati'

DENORMALIZACIJA

- Poželjno je denormalizovati ako:
 - Brzina baze podataka je neprihvatljiva (puno sporije izvršavanje upita).
 - Predviđa se vrlo malo INSERT, UPDATE, ili DELETE akcija.
 - Predviđa se puno SELECT upita u kojima se udružuju tabele.

Adrese

Broj	Ulica	Grad	PostBroj
------	-------	------	----------

Nije normalizovana zbog
{PostBroj} → {Grad}

Adrese1

Broj	Ulica	PostBroj
------	-------	----------

Adrese2

PostBroj	Grad
----------	------

INDEKSI

- Indeksi služe za uređivanje podataka.
 - Prema relacionom modelu - uređivanje nije važno.
 - Sa praktičnog stanovišta - vrlo je važno.
- Tipovi indeksa
 - Primarni ili klaster indeksi definišu poredak kojim se podaci smještaju u fajl.
 - Sekundarni indeksi dodaju tabelu pretraživanja.
 - Samo jedan primarni indeks, i više sekundarnih.

INDEKSI: PRIMJER

■ Telefonski imenik

- Sadrži adrese ljudi i njihove telefonske brojeve.
- Obično se zna ime a potreban je broj telefona.
- Ponekad se ima broj telefona i želi se znati ime.

■ Indeksi

- Klaster indeks se može napraviti na imenu.
- Sekundarni indeks se može napraviti na broju telefona.

INDEKSI: PRIMJER

Kao tabela

Ime	Broj
Jovan	9251229
Marija	9258923
Jana	9258501
Marko	8751209

Poredak nije u fokusu.

Kao fajl

Jana, 9258501
Jovan, 9251229
Marija, 9258923
Marko, 8751209

Najviše puta tražimo broj telefona po imenu, Tako da sortiramo fajl po imenu.

Sekundarni indeks

8751209
9251229
9258501
9258923

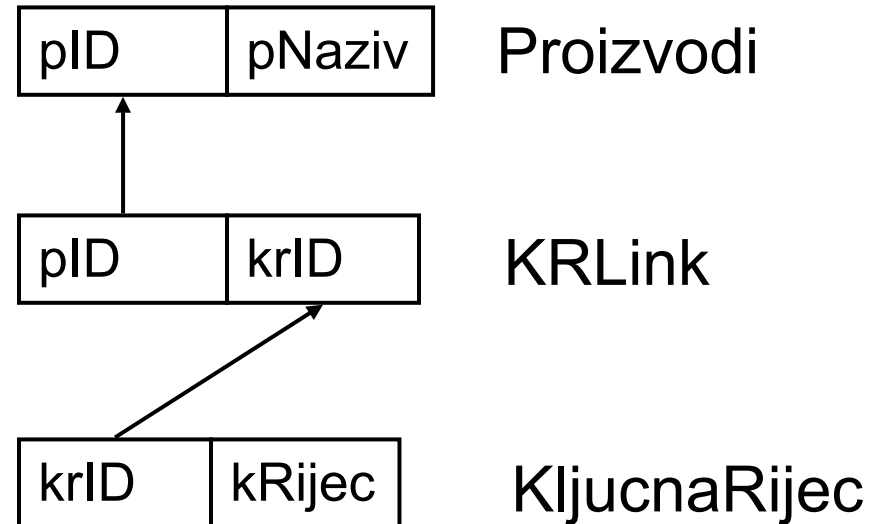
Ponekad tražimo ime po broju, tako da indeksiramo broj

IZBOR INDEKSA

- Može se imati samo jedan primarni indeks.
 - Najčešće tražena vrijednost je najbolji izbor.
 - Neki DBMS-ovi (MySQL takođe) podrazumijevaju da je primarni ključ primarni indeks.
- Ne praviti previše indeksa.
 - Indeksi mogu ubrzati upite pretraživanja, ali usporavaju insert, update i delete upite.
 - Kad god se izmijene podaci, najčešće treba ažurirati i indeks.

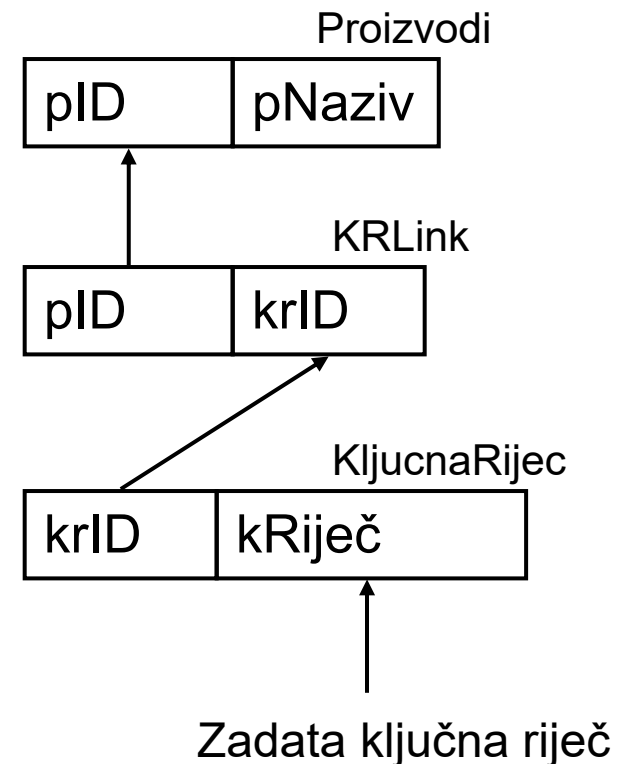
INDEKSI: PRIMJER

- Baza podataka proizvoda koju želimo pretraživati po ključnim riječima.
 - Svaki proizvod ima puno ključnih riječi.
 - Ista ključna riječ može biti povezana sa više proizvoda.



INDEKSI: PRIMJER

- Za nalaženje proizvoda pomoću date ključne riječi:
 1. Tražimo ključnu riječ u tabeli KljucnaRijec, da bi pronašli krID.
 2. Tražimo krID u KRLink da pronađemo pID-je.
 3. Tražimo pID-je u Proizvodi da nađemo više informacija o njima.



KREIRANJE INDEKSA

- U MySQL koristimo

CREATE INDEX:

```
CREATE INDEX  
<ime indeksa>  
ON <tabela>  
(<kolone>)
```

- Primjer:

```
CREATE INDEX  
krIndeks ON  
KljucnaRijec (kRiječ)
```

```
CREATE INDEX  
linkIndex ON  
KRLink (krID)
```

```
CREATE INDEX  
proizIndex ON  
Proizvodi (pID)
```

PRIMJER 1: 1NF

Izvršiti normalizaciju relacije Iznajmljivanja na 3NF.

Iznajmljivanja

KlijentID	KIme	StanID	Adresa	Cijena	VlasnikID	VIme
101	Petar Marić	804	Dalmatinska 145, Podgorica	350	40	M. Ivić
101	Petar Marić	560	Slobode 340, Podgorica	480	93	P. Katić
124	Iva Radžić	560	Slobode 340, Podgorica	480	93	P. Katić
124	Iva Radžić	45	Petra Prvog 32, Podgorica	350	40	M. Ivić
124	Iva Radžić	206	Vučedolska 102, Podgorica	400	93	P. Katić
124	Iva Radžić	3001	Hercegovačka 230, Podgorica	600	93	P. Katić

PR. 1: PARCIJALNE FUNKCIJSKE ZAVISNOSTI

Iznajmljivanja

KlijentID	KIme	StanID	Adresa	Cijena	VlasnikID	VIme
101	Petar Marić	804	Dalmatinska 145, Podgorica	350	40	M. Ivić
101	Petar Marić	560	Slobode 340, Podgorica	480	93	P. Katić
124	Iva Radžić	560	Slobode 340, Podgorica	480	93	P. Katić
124	Iva Radžić	45	Petra Prvog 32, Podgorica	350	40	M. Ivić
124	Iva Radžić	206	Vučedolska 102, Podgorica	400	93	P. Katić
124	Iva Radžić	3001	Hercegovačka 230, Podgorica	600	93	P. Katić

┌──────────────────┐ (primarni ključ)

┌──────────┐ ↑ (PFZ 1)

(PFZ 2) ┌──────────────────────────────────┐ ↑ ↑ ↑ ↑

2NF – uklanjanje atributa zavisnih od dijela primarnog ključa.

PRIMJER: TRANZITIVNE FUNKCIJSKE ZAVISNOSTI

Klijenti

KlijentID	Klme
101	Petar Marić
124	Iva Radžić

Iznajmljivanja

KlijentID	StanID
101	804
101	560
124	560
124	45
124	206
124	3001

Stanovi

StanID	Adresa	Cijena	VlasnikID	Vlme
804	Dalmatinska 145, Podgorica	350	40	M. Ivić
560	Slobode 340, Podgorica	480	93	P. Katić
45	Petra Prvog 32, Podgorica	350	40	M. Ivić
206	Vučedolska 102, Podgorica	400	93	P. Katić
3001	Hercegovačka 230, Podgorica	600	93	P. Katić

↑ (TFZ)

3NF – uklanjanje zavisnosti o atributima koji nijesu dio jedinstvenog identifikatora (primarnog ključa).

PRIMJER: 3NF

Klijenti

KlijentID	Klme
101	Petar Marić
124	Iva Radžić

Iznajmljivanja

KlijentID	StanID
101	804
101	560
124	560
124	45
124	206
124	3001

Stanovi

StanID	Adresa	Cijena	VlasnikID
804	Dalmatinska 145, Podgorica	350	40
560	Slobode 340, Podgorica	480	93
45	Petra Prvog 32, Podgorica	350	40
206	Vučedolska 102, Podgorica	400	93
3001	Hercegovačka 230, Podgorica	600	93

Vlasnici

VlasnikID	Vlme
93	P. Katić
40	M. Ivić

ZA VJEŽBU

Data je relacija sa šemom {ID, Ime, Adresa, PostBroj, TipKartice, BrojKartice}, kandidat za ključ {ID}, i sljedeće netrivialne funkcionalne zavisnosti:

- {ID} → {Ime, Adresa, PostBroj, TipKartice, BrojKartice}
- {Adresa} → {PostBroj}
- {BrojKartice} → {TipKartice}

(i) U kojoj normalnoj formi je relacija?

(ii) Objasniti.

(iii) Pokazati kako se ova relacija može prevesti u višu normalnu formu. Koje funkcionalne zavisnosti treba ukloniti? Objasniti zašto ih treba ukloniti, i prikazati rezultujuću(e) relaciju(e).

RELACIJA TERMINI

- Razmotrimo relaciju, Termini, koja sadrži informacije o vremenu u kojem se održava nastava u nekoj učionici.
- Na primer: Laboratorija za prvu godinu.
- Svaki predmet ima nekoliko termina.
- Samo jedan termin jednog predmeta postoji u datom vremenu.
- Svakom studentu je dodijeljen jedan termin za jedan predmet.

RELACIJA TERMINI

Student	Predmet	Vrijeme
Jovan	Baze podataka	12:00
Marija	Baze podataka	12:00
Risto	Baze podataka	15:00
Risto	Programiranje	10:00
Marija	Programiranje	10:00
Renata	Programiranje	13:00

Kandidati za ključ: {Student, Predmet} i {Student, Vrijeme}

FZ i RELACIJA TERMINI

Relacija ima sljedeće netrivijske FZ:

- {Student, Predmet} → {Vrijeme}
- {Vrijeme} → {Predmet}

Kako su svi atributi ključni atributi (pripadaju nekom kandidatu za ključ), relacija Termini je u 3NF.

Student	Predmet	Vrijeme
Jovan	Baze podataka	12:00
Marija	Baze podataka	12:00
Risto	Baze podataka	15:00
Risto	Programiranje	10:00
Marija	Programiranje	10:00
Renata	Programiranje	13:00

ANOMALIJE U RELACIJI TERMINI

- INSERT anomalije
 - Nemožete dodati prazan termin.
- UPDATE anomalije
 - Pomjeranjem termina 12:00 na 9:00 znači promjenu 2 reda.
- DELETE anomalije
 - Brisanjem Renate briše se i termin.

Student	Predmet	Vrijeme
Jovan	Baze podataka	12:00
Marija	Baze podataka	12:00
Risto	Baze podataka	15:00
Risto	Programiranje	10:00
Marija	Programiranje	10:00
Renata	Programiranje	13:00

BOYCE-CODD NORMALNA FORMA

- Relacija je u Boyce-Codd normalnoj formi (BCNF) ako za svaku FZ $A \rightarrow B$ važi:
 - B je podskup od A (FZ je trivijalna), ili
 - A sadrži kandidat za ključ relacije.
- Drugim riječima: svaki determinant u netrivialnoj zavisnosti je (super) ključ.
- Isto kao 3NF, osim što u 3NF brinemo samo o neključnim atributima sa desne strane FZ (B).
- Ako postoji samo jedan kandidat za ključ onda su 3NF i BCNF isto.

“Predstavljanje svake činjenice samo jednom.”

BOYCE-CODD NORMALNA FORMA

- 3NF, ali...
- Sve funkcionalne zavisnosti uključuju jedino kompletan ključ
- “Ključ, čitav ključ, i ništa osim ključa.”

PREPOZNAVANJE (ne)BCNF

- Relacija može biti u 3NF ali ne BCNF ako:
 - Postoji više kandidata za ključ.
 - Ključevi su sastavljeni od više atributa.
 - Postoje zajednički atributi u različitim ključevima.

TERMINI I BCNF

- Termini nije u BCNF jer FZ {Vrijeme} → {Predmet} je netrivialna i {Vrijeme} ne predstavlja kandidat za ključ.

Student	Predmet	Vrijeme
Jovan	Baze podataka	12:00
Marija	Baze podataka	12:00
Risto	Baze podataka	15:00
Risto	Programiranje	10:00
Marija	Programiranje	10:00
Renata	Programiranje	13:00

KONVERZIJA U BCNF

Student Predmet Vrijeme

Student	Predmet
---------	---------

Student	Predmet
Jovan	Baze podataka
Marija	Baze podataka
Risto	Baze podataka
Risto	Programiranje
Marija	Programiranje
Renata	Programiranje

Predmet	Vrijeme
---------	---------

Predmet	Vrijeme
Baze podataka	12:00
Baze podataka	15:00
Programiranje	10:00
Programiranje	13:00

Relacija Termini je prevedena u BCNF ali je izgubljena FZ
 $\{\text{Student, Predmet}\} \rightarrow \{\text{Vrijeme}\}$

KONVERZIJA U BCNF

SP

Student	Predmet
Jovan	Baze podataka
Marija	Baze podataka
Risto	Baze podataka
Risto	Programiranje
Marija	Programiranje
Renata	Programiranje

VP

Predmet	Vrijeme
Baze podataka	12:00
Baze podataka	15:00
Programiranje	10:00
Programiranje	13:00

U revidiranom dizajnu, SP tabela ima kandidat za ključ {Student, Predmet}, i tabela VP ima kandidat za ključ {Vrijeme}.

Na žalost, iako ovaj dizajn zadovoljava BCNF, neprihvatljiv je jer dozvoljava povezivanje studenta sa više termina za isti predmet. Drugim riječima, kandidati za ključ ne garantuju održanje funkcionalne zavisnosti {Student, Predmet} → {Vrijeme}.

KONVERZIJA U BCNF

Za razliku od prve tri normalne forme, BCNF nije uvijek dostižna.

Beeri i Bernstein su, 1979, pokazali da, na primjer, funkcionalne zavisnosti $\{AB \rightarrow C, C \rightarrow B\}$ ne mogu se predstaviti BCNF-om.

UKLANJANJE ANOMALIJA RELACIJE TERMINI

Dizajn koji eliminiše navedene anomalije je moguć, ali ne zadovoljava BCNF.

Dizajn se sastoji od originalne tabele Termini uz dodatak tebele VP.

Termini

Student	Predmet	Vrijeme
Jovan	Baze podataka	12:00
Marija	Baze podataka	12:00
Risto	Baze podataka	15:00
Risto	Programiranje	10:00
Marija	Programiranje	10:00
Renata	Programiranje	13:00

VP

Predmet	Vrijeme
Baze podataka	12:00
Baze podataka	15:00
Programiranje	10:00
Programiranje	13:00

Ako se ograničenje referencijanog integriteta definiše tako da se atributi {Predmet, Vrijeme} iz tabele Termini moraju referencirati na attribute {Predmet, Vrijeme} tabele VP, onda su prethodno opisane anomalije izbjegnute.

RELACIJA Dnevne rezervacije terena (DNT)

DNT

Teren	PocRez	KrajRez	TipRez
1	09:30	10:30	POVOLJNA
1	11:00	12:00	POVOLJNA
1	14:00	15:30	STANDARDNA
2	10:00	11:30	PREMIUM-B
2	11:30	13:30	PREMIUM-B
2	15:00	16:30	PREMIUM-A

Svaki red tabele predstavlja rezervaciju terena u teniskom klubu koji ima jedan tvrdi teren (Teren 1) i jedan zemljani teren (Teren 2).

Rezervacije je definisana terenom i periodom rezervacije.

Uz to svaka rezervacija ima tip rezervacije (TipRez). Postoji 4 različita tipa:

- POVOLJNA, za Teren 1, za članove kluba
- STANDARD, za Teren 1, za ostale
- PREMIUM-A, za Teren 2, za članove
- PREMIUM-B, za Teren 2, za ostale

RELACIJA Dnevne rezervacije terena (DNT)

DNT

Teren	PocRez	KrajRez	TipRez
1	09:30	10:30	POVOLJNA
1	11:00	12:00	POVOLJNA
1	14:00	15:30	STANDARDNA
2	10:00	11:30	PREMIUM-B
2	11:30	13:30	PREMIUM-B
2	15:00	16:30	PREMIUM-A

Kandidati za ključ su:

{Teren, PocRez}

{Teren, KrajRez}

{TipRez, PocRez}

{TipRez, KrajRez}

Podsjetimo se da 2NF zabranjuje parcijalne FZ neključnih atributa od kandidata za ključ, i da 3NF zabranjuje tranzitivne FZ neključnih atributa od kandidata za ključ.

U DNT, nema neključnih atributa jer svaki atribut pripada kandidatu za ključ. Prema tome tabela zadovoljava 2NF i 3NF.

Tabela ne zadovoljava BCNF. Ovo stoga što postoji FZ TipRez → Teren, u kojoj determinant TipRez nije kandidat za ključ niti superključ.

Zavisnost TipRez → Teren označava da se određeni TipRez primjenjuje na samo jedan Teren.

RELACIJA Dnevne rezervacije terena (DNT)

Dizajn se može modifikovati da zadovolji BCNF:

VrsteRez

TipRez	Teran
POVOLJNA	1
STANDARDNA	1
PREMIUM-B	2
PREMIUM-A	2

DNTm

TipRez	PocRez	KrajRez
POVOLJNA	09:30	10:30
POVOLJNA	11:00	12:00
STANDARDNA	14:00	15:30
PREMIUM-B	10:00	11:30
PREMIUM-B	11:30	13:30
PREMIUM-A	15:00	16:30

Kandidat za ključ za tabelu VrsteRez je TipRez.

Kandidati za ključ za tabelu DNTm su {TipRez, PocRez} i {TipRez, KrajRez}.

Obije tabele su u BCNF.

Dodjeljivanje jednog TipRez za dva Terena nije moguće, pa su anomalije originalne tabele eliminisane.

DEKOMPOZICIJA - REZIME

- Bez gubitaka:
Prilikom podjele relacija podaci se ne smiju izgubiti ili kreirati.
- Očuvanje zavisnosti:
Prilikom podjele relacija poželjno je očuvati funkcionalne zavisnosti.
- Normalizacija na 3NF je uvijek bez gubitaka i sa očuvanim funkcionalnim zavisnostima.
- Normalizacija na BCNF može raskinuti funkcionalnu zavisnost.

VIŠE NORMALNE FORME

- Nećemo ići dalje od BCNF sa FZ-ima.
 - Više normalne forme su bazirane na drugoj vrsti zavisnosti.
 - Četvrta normalna forma uklanja više-vrednosne zavisnosti.
 - Peta normalna forma ulanja zavisnosti udruživanja.

