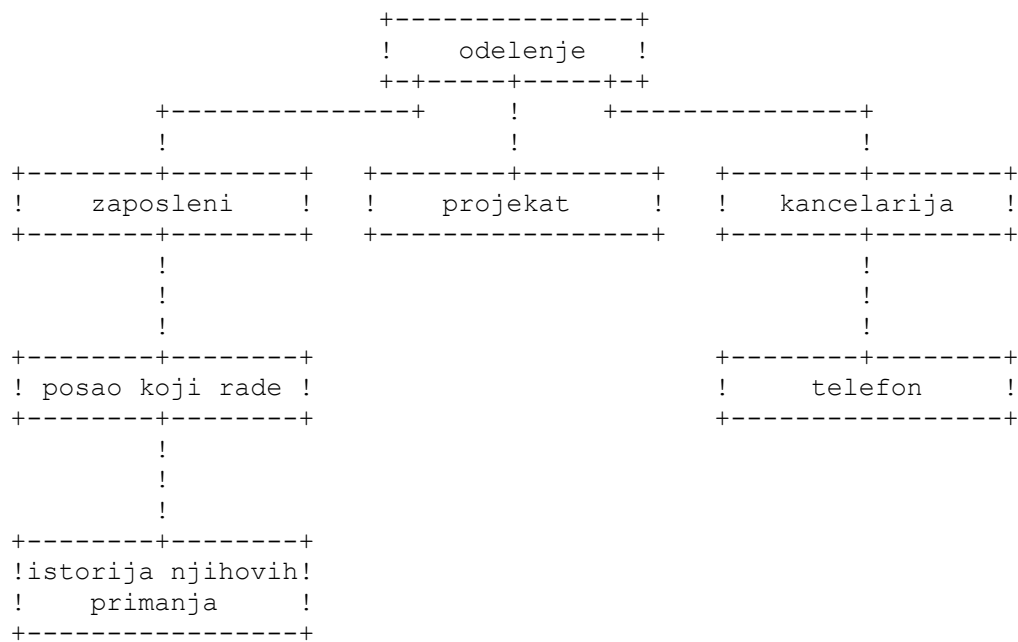


Zadatak: Na slici je prikazana hijerarhijska (nenormalizovana) reprezentacija skupa informacija koje su sakupljene u bazi podataka jedne kompanije:



Slika se interpretira na sledeći način:

- Kompanija ima više odeljenja.
- Svako odeljenje poseduje skup zaposlenih, skup projekata i skup kancelarija.
- Svaki zaposleni ima istoriju poslova (opis poslova koje je radio). Za svaki takav posao zaposleni poseduju i istoriju primanja (podatke o primanjima koje su dobili dok su radili taj posao).
- Svaka kancelarija poseduje skup (jedan ili više) telefona.

Baza podataka sadrži sledeće informacije:

- Za svako odeljenje: jedinstven identifikacioni broj odeljenja, budžet i jedinstven identifikacioni broj rukovodioca odeljenja.
- Za svakog zaposlenog: jedinstven identifikacioni broj zaposlenog, identifikacioni broj tekućeg projekta, broj kancelarije i broj telefona. Takođe, baza sadrži i naziv svakog posla koga obavlja ili je obavljao zaposleni, kao i datum i primanja za svako različito plaćanje koje je dobijeno za taj posao.
- Za svaki projekat: jedinstven broj projekta i budžet.
- Za svaku kancelariju: jedinstven broj kancelarije, površinu (u kvadratnim metrima) i jedinstvene brojeve svih telefona u toj kancelariji.

Formirati odgovarajući skup normalizovanih relacija koje prikazuju ove informacije. Navesti sve pretpostavke koje se odnose na obuhvaćene jedinstvenosti.

Rešenje:

Imena atributa su uzeta prema njihovom značenju u engleskoj verziji:

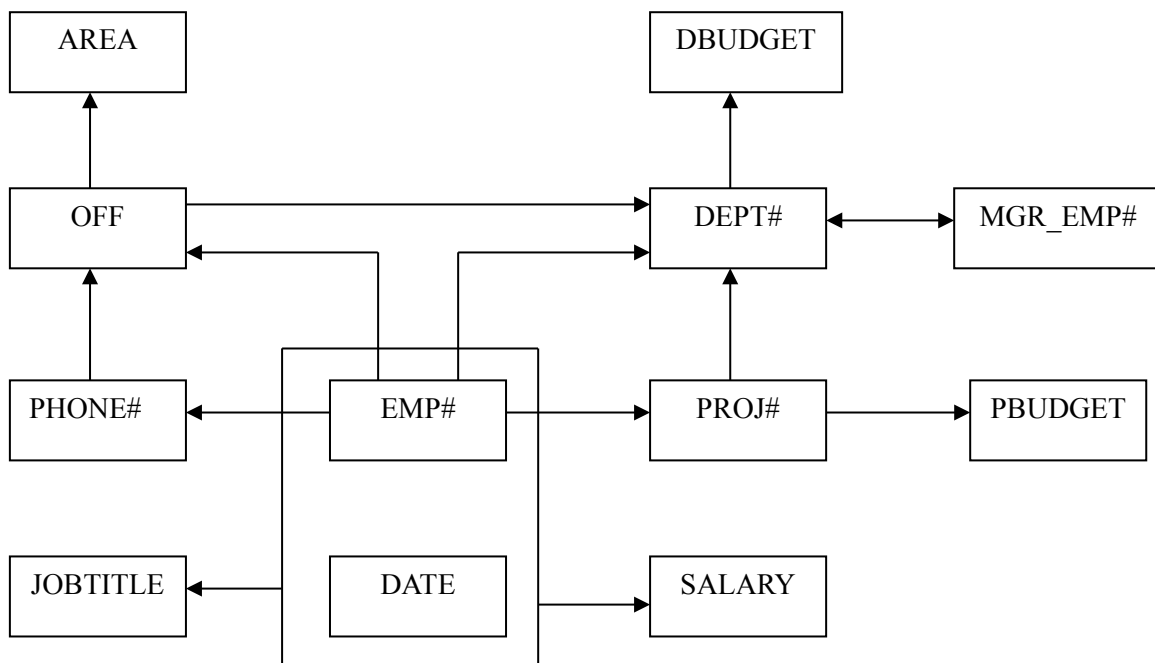
AREA	- površina
OFF#	- broj kancelarije
PHONE#	- broj telefona
JOBTITLE	- naziv posla
DBUDGET	- budžet odeljenja
DEPT#	- identifikacioni broj odeljenja
MGR_EMP#	- identifikacioni broj rukovodioca odeljenja
PROJ#	- broj projekta

PBUDGET - budžet projekta
 SALARY - plaćanje
 EMP# - broj zaposlenog
 DATE - datum

Semantičke pretpostavke:

1. Ni jedan zaposleni nije istovremeno rukovodilac više od jednog odeljenja.
2. Ni jedan zaposleni ne radi istovremeno u dva ili više odeljenja.
3. Ni jedan zaposleni ne radi istovremeno na dva ili više projekta.
4. Ni jedan zaposleni nema više od jedne kancelarije ili telefona istovremeno.
5. Ni jedan zaposleni nema više od jedne kancelarije ili telefona istovremeno.
6. Ni jedan zaposleni ne radi više poslova istovremeno.
7. Ni jedan projekat nije dodeljen istovremeno više od jednom odeljenju.
8. Kancelarija je, u jednom trenutku, dodeljena samo jednom odeljenju.
9. Brojevi odeljenja, zaposlenih, projekata, kancelarija i telefona su 'globalno' jedinstveni.

Na narednoj slici su prikazane funkcionalne zavisnosti.



Korak 0: Ustanovljavanje početne strukture relvar-a:

Originalna hijerarhiska struktura može biti posmatrana kao relvar DEPT0 sa relaciono-vrednosnim atributima.

```

DEPT0{DEPT#, DBUDGET, MGR_EMP#, XEMP0, XPROJ0, XOFFICE0}
  KEY{DEPT#}
  KEY{MGR_EMP#}
  
```

u kojoj su značenja atributa DEPT#, DBUDGET i MGR_EMP# broj odeljenja, budžet i identifikacioni broj rukovodioca, dok su XEMP0, XPROJ0 i XOFFICE0 relaciono-vrednosni atributi:

- Vrednost XPROJ0 unutar date torke DEPT0 je relacija sa atributima PROJ# i PBUDGET.

- Vrednost XOFFICE0 unutar date torke DEPT0 je relacija sa atributima OFF#, AREA; i XPHONE0, gde je XPHONE0 opet relaciono-vrednosni atribut. Relacija XPHONE0 ima jedan atribut PHONE#.
- Vrednost XEMP0 unutar date torke DEPT0 je relacija sa atributima EMP#, PROJ#, OFF#, PHONE# i XJOB0, pri čemu je XJOB0 relaciono-vrednosni atribut. XJOB0 relacija ima atribute JOBTITLE i XSALHIST0, pri čemu je XSALHIST0 opet relaciono-vrednosni atribut. XSALHIST0 relacija ima tribute DATE i SALARY.

Ova hijerarhija može da bude prikazana kao sledeća ugneždena struktura:

```
DEPT0 { DEPT#, DBUDGET, MGR_EMP#,
        XEMP0 { EMP#, PROJ#, OFF#, PHONE#,
              XJOB0 { JOBTITLE,
                    SALHIST0 { DATE, SALARY } } },
        XPROJ0 { PROJ#, PBUDGET },
        XOFFICE0 { OFF#, AREA, XPHONE0 { PHONE# } } }
```

Primedba: umesto označavanja kandidata za ključeve ukošenim slovima su prikazani nazivi atributa koji su jedinstveni bar u okviru roditelj relacije. Ustvari, prema našoj pretpostavci DEPT#, EMP#, PROJ#, OFF# i PHONE# su globalno jedinstveni.

Korak 1: Eliminacija relaciono-vrednosnih atributa.

Pretpostavimo, zbog jednostavnosti, da svaki relvar ima primarni ključ. U slučaju DEPT0 uzećemo DEPT# kao primarni ključ, dok MGR_EMP# ostaje alternativni ključ.

Redukcija relacije DEPT0 se odvija na sledeći način: počevši od relacije na vrhu hijerarhije, uzima se njen primarni ključ i proširuje svaka od neposredno podređenih relacija dodavanjem tog primarnog ključa. Primarni ključ svake od proširenih relacija je kombinacija primarnog ključa "roditelj relacija" i primarnog ključa osnovne relacije (pre proširivanja).

Posle toga se iz "roditelj relacije" izbacuju svi relaciono-vrednosni atributi, ukloni se čvor na vrhu hijerarhije i ponovi postupak za ostatak hijerarhije. Na kraju se dobija sledeći skup 1NF relacija:

```
DEPT1 { DEPT#, DBUDGET, MGR_EMP# }
        PRIMARY KEY { DEPT# }
        ALTERNATE KEY { MGR_EMP# }

EMP1 { DEPT#, EMP#, PROJ#, OFF#, PHONE# }
        PRIMARY KEY { DEPT# , EMP# }

JOB1 { DEPT#, EMP#, JOBTITLE }
        PRIMARY KEY { DEPT# , EMP# , JOBTITLE }

SALHIST1 { DEPT#, EMP#, JOBTITLE, DATE, SALARY }
          PRIMARY KEY { DEPT# , EMP# , JOBTITLE, DATE }

PROJ1 { DEPT#, PROJ#, PBUDGET }
        PRIMARY KEY { DEPT# , PROJ# }

OFFICE1 { DEPT#, OFF#, AREA }
         PRIMARY KEY { DEPT# , OFF# }

PHONE1 { DEPT#, OFF#, PHONE# }
         PRIMARY KEY { DEPT# , OFF#, PHONE# }
```

Korak 2: Relvar-a u 1NF treba redukovati u ekvivalentan oblik u 2NF eliminacijom svake FZ koja nije nereducibilna.

DEPT1 relvar je već u 2NF

EMP1 DEPT# je redundantna komponenta primarnog ključa ovog relvar-a. Kao primarni ključ može da se uzme samo EMP# posle čega relvar postaje relvar u 2NF.

JOB1 DEPT# nije potreban kao komponenta primarnog ključa. Pošto EMP# ---fd--->DEPT# postoji neključni atribut (DEPT#) koji nije ireducibilno zavisen od primarnog ključa {EMP#, JOBTITLE} pa JOB1 nije u 2NF. JOB1 može da se zameni sa

```
JOB2A { EMP#, JOBTITLE }
      PRIMARY KEY { EMP#, JOBTITLE }
```

i

```
JOB2B(EMP#, DEPT#)
      PRIMARY KEY { EMP# }
```

koje su projekcije relacija SALHIST2 (JOB2A) i EMP2 (JOB2B), tako da obe relacije mogu da se odbace.

SALHIST1 Kao i kod JOB1, DEPT# može da se odbaci u potpunosti. Štaviše, JOBTITLE nije potreban kao komponenta primarnog ključa. Dovoljna je kombinacija { EMP#, DATE } da bi dobili relvar u 2NF.

```
SALHIST2 { EMP#, DATE, JOBTITLE, SALARY }
          PRIMARY KEY { EMP#, DATE }
```

PROJ1 Kao i kod EMP1 DEPT# može da se posmatra kao ne-ključni atribut. Dobijeni relvar je u 2NF.

OFFICE1 Slično kao i u prethodnom slučaju.

PHONE1 DEPT# se može u potpunosti izbaciti pošto je relvar (DEPT#, OFF#) projekcija OFFICE2. Takođe, OFF# je funkcionalno zavistan od PHONE#, tako da { PHONE# } može da se uzme kao primarni ključ, čime se dobija relvar u 2NF

```
PHONE2 { PHONE#, OFF# }
        PRIMARY KEY { PHONE# }
```

Primedba: Ovaj relvar nije obavezno projekcija EMP2 (telefoni i kancelarije mogu da postoje bez uslova da su dodeljeni službenicima) pa PHONE2 ne može da se izbaci.

Skup relvar-a u 2NF je:

```
DEPT2 { DEPT#, DBUDGET, MGR_EMP# }
      PRIMARY KEY { DEPT# }
      ALTERNATE KEY { MGR_EMP# }
```

```
EMP2 { EMP#, DEPT#, PROJ#, OFF#, PHONE# }
      PRIMARY KEY { EMP# }
```

```
SALHIST2 { EMP#, DATE, JOBTITLE, SALARY }
          PRIMARY KEY { EMP# , DATE }
```

```
PROJ2 { PROJ#, DEPT#, PBUDGET }
      PRIMARY KEY { PROJ# }
```

```
OFFICE2 { OFF#, DEPT#, AREA }
        PRIMARY KEY { OFF# }
```

```
PHONE2 { PHONE#, OFF# }
        PRIMARY KEY { PHONE# }
```

Korak 3: Redukcija u 3NF.

2NF se redukuje u 3NF eliminisanjem tranzitivnih zavisnosti. Jedini relvar koji već nije u 3NF je relvar EMP2 u kome su OFF# i DEPT# tranzitivno zavisni od primarnog ključa EMP#:

- OFF# preko PHONE# i
- DEPT# preko PROJ# i OFF# (i implicitno preko PHONE#).

3NF relvari (projekcija) odgovaraju EMP2 su:

EMP3 { EMP#, PROJ#, PHONE# }
PRIMARY KEY { EMP# }

X { PHONE#, OFF }
PRIMARY KEY { PHONE# }

Y { PROJ#, DEPT# }
PRIMARY KEY { PROJ# }

Z { OFF#, DEPT# }
PRIMARY KEY { OFF# }

Međutim, X je relvar PHONE2, Y je relvar PROJ2 a Z je relvar OFFICE2. Tako je skup relvar-a u 3NF:

DEPT3 { DEPT#, DBUDGET, MGR_EMP# }
PRIMARY KEY { DEPT# }
ALTERNATE KEY { MGR_EMP# }

EMP3 { EMP#, PROJ#, PHONE# }
PRIMARY KEY { EMP# }

SALHIST3 { EMP#, DATE, JOBTITLE, SALARY }
PRIMARY KEY { EMP# , DATE }

PROJ3 { PROJ#, DEPT#, PBUDGET }
PRIMARY KEY { PROJ# }

OFFICE3 { OFF#, DEPT#, AREA }
PRIMARY KEY { OFF# }

PHONE3 { PHONE#, OFF# }
PRIMARY KEY { PHONE# }

Lako se vidi da je svaka od ovih relacija i u BCNF.