

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

ОАС Софтверско инжењерство и информационе технологије

Организација података

Увод – датотеке и базе података

Садржај

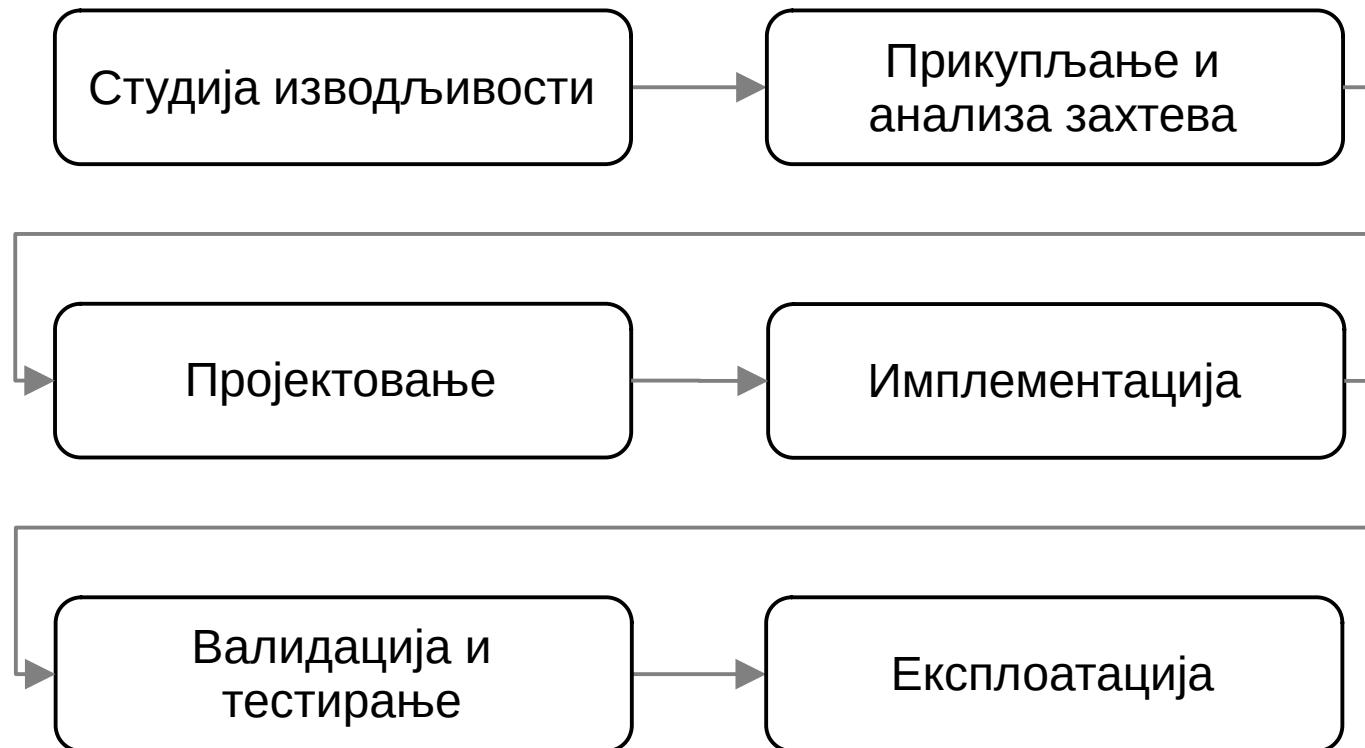
- **Информациони системи**
- Основни концепти
- Структуре над скупом обележја
- Структуре над скупом података
- Датотеке
- Базе података
- Ресурси

Информациони системи

- Информациони систем
 - информациони систем управља информацијама које су неопходне за обављање функција организације (Atzeni et al., 1999)
 - савремена тенденција је да информациони системи постају све више аутоматизовани кроз дигитализацију и повећану примену информационо-комуникационих технологија
 - рачунари, софтверске технологије, Интернет...
 - управљање информацијама (Atzeni et al., 1999)
 - на рачунарима информације се бележе посредством података
 - податке је потребно интерпретирати како би се дошло до информација

Информациони системи

- Информациони систем – животни циклус (Atzeni et al., 1999)



Информациони системи

- Информациони систем – животни циклус (Atzeni et al., 1999)
 - студија изводљивости
 - процена трошкова повезаних с могућим решењима
 - одређивање приоритета у изградњи компоненти система
 - прикупљање и анализа захтева
 - дефинисање и испитивање особина и функционалности информационог система
 - формирање неформалног описа података и операција које треба над њима да буду извршаване
 - одређивање хардверских и софтверских захтева

Информациони системи

- Информациони систем – животни циклус (Atzeni et al., 1999)
 - пројектовање
 - пројектовање базе података
 - формирање формалних описа структуре и организације података
 - оперативно пројектовање
 - формирање формалних описа особина апликативних програма
 - имплементација
 - изградња информационог система према испројектованој структури и особинама

Информациони системи

- Информациони систем – животни циклус (Atzeni et al., 1999)
 - валидација и тестирање
 - провера исправности у функционисању информационог система, као и провера његовог квалитета
 - тестирање треба да покрије услове експлоатације
 - експлоатација
 - информациони систем је у функцији и извршава задатке за које је испројектован
 - радње управљања и одржавања
 - евентуално отклањање грешака
 - евентуално модификовање функционалности

Информациони системи

- Пројектовање организације података информационог система
 - неке карактеристичне групе захтева
 - захтеви који указују на то о којим класама ентитета треба исказивати податке
 - *о коме/чему потребни подаци*
 - захтеви који указују на то које податке о ентитетима одређених класа ентитета треба исказивати
 - *који подаци потребни о њима*

Садржај

- Информациони системи
- **Основни концепти**
- Структуре над скупом обележја
- Структуре над скупом података
- Датотеке
- Базе података
- Ресурси

Основни концепти

- **Ентитет је јединица посматрања** (Mogin, 2008)
- **Класа ентитета је скуп сличних ентитета** (Mogin, 2008)
 - класе ентитета могу представљати разне класе
 - класе субјеката
 - нпр. чланови спортске екипе
 - класе објеката
 - нпр. музејски експонати
 - класе догађаја
 - нпр. учлањивање у библиотеку
 - класе појмова и појава
 - нпр. придеви
 - један те исти ентитет може бити члан различитих класа ентитета

Основни концепти

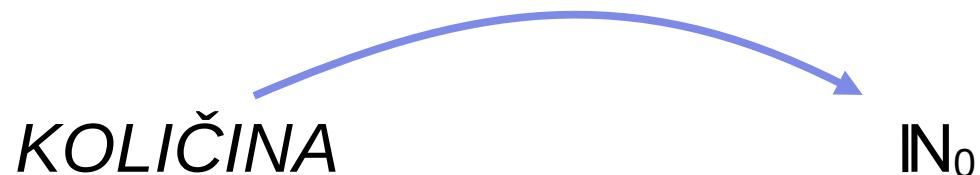
- **Обележје** (атрибут) је заједничка особина коју поседују ентитети једне класе (Mogin, 2008)
 - примери обележја
 - име, материјал, капацитет, маса, разред
 - обележје је обично означено великим словима латинице, скраћеним или пуним називом
 - нпр. *N*, *FREKV*, *REGBR*, *STATUS*, *VРЕME_OTVARANJA*

Основни концепти

- Врсте обележја (Mogin, 2008)
 - елементарно обележје
 - обележје за које је немогуће или за које се у разматраном контексту не изводи декомпоновање на друга обележја
 - нпр. обележје за старост особе
 - сложено обележје
 - скуп, низ или логички производ елементарних обележја
 - нпр. обележје за седиште компаније
 - *SEDIŠTE = {MESTO, DRŽAVA}*

Основни концепти

- **Домен** је скуп вредности из којег семантички дефинисани објекти узимају вредности (Mogin, 2008)
 - примери семантички дефинисаних објеката
 - обележје, тип ентитета
- Домен обележја је скуп свих могућих вредности које то обележје може имати у конкретним случајевима (Mogin, 2008)
 - сваком обележју одговара један домен
 - $dom(A)$ – означавање домена за обележје A



Основни концепти

- **Конкретизација обележја** представља податак о одређеном ентитету (Mogin, 2008)
 - вредности које обележје узима из свог домена зову се конкретизације обележја
 - нпр. за ентитет Србија конкретизација обележја за државно уређење је република

Основни концепти

- **Нула вредност** је специјална вредност која се користи када није могуће или није битно забележити вредност обележја (Mogin, 2008)
 - два најчешћа значења
 - постојећа али тренутно непозната вредност
 - посматрано обележје представља непримерено својство за дати ентитет
 - нула вредност представља могућу замену за сваку вредност из домена обележја
 - нула вредност може бити представљена са ω
 - примери ситуација у којима је нула вредност погодна
 - аутор уметничког дела није познат
 - датум рођења историјске личности није утврђен

Основни концепти

- **Тип ентитета** је модел класе ентитета^(Mogin, 2008)

- општа представа типа ентитета

$$N(A_1, \dots, A_n)$$

- N – назив типа ентитета
 - A_i – одабрано обележје класе ентитета
 - $1 \leq i \leq n$

Основни концепти

- Тип ентитета – примери
 - примери типова ентитета
 - *ARTIKL(ŠIFRA, NAZIV, VRSTA, CENA)*
 - *KLIJENT(EVBR, IME, PREZ, DATROĐ)*
 - *TRGOVAC(MATIČNI_BROJ, POSLOVNO_IME, ADRESA, PIB)*
 - *DRŽAVA(OZNAKA, ZVANIČNI_NAZIV, GLAVNI_GRAD)*
 - *POLETANJE(RBR, DATUM, VREME, PISTA, LET, AVION)*

Основни концепти

- **Појава типа ентитета** је модел једног ентитета одговарајуће класе ентитета (Mogin, 2008)
 - за класу ентитета E нека су дати тип ентитета $N(A_1, \dots, A_n)$ и скуп функција $\{A_i : E \rightarrow \text{dom}(A_i) \mid i = 1, \dots, n\}$
 - (a_1, \dots, a_n) представља појаву типа ентитета N ако важи квантификаторска формула
 - $\mathcal{F}((a_1, \dots, a_n)) = (\exists e \in E)(i \in \{1, \dots, n\})(a_i = A_i(e))$
 - $P = \{(a_1, \dots, a_n) \mid \mathcal{F}((a_1, \dots, a_n))\}$ представља скуп појава типа ентитета N
 - $p[T]$ представља рестрикцију појаве $p \in P$ на скуп обележја $T \subseteq \{A_1, \dots, A_n\}$
 - појава p се ограничава (редукује) на вредности само оних обележја која припадају скупу T

Основни концепти

- Појава типа ентитета – примери
 - примери појава типа ентитета
ARTIKL(ŠIFRA, NAZIV, VRSTA, CENA)
 - $p_1 = (1001, \text{jabuka ajdared}, \text{VOĆE}, 200)$
 - $p_2 = (1006, \text{kruška ekstra}, \text{VOĆE}, 300)$
 - $p_3 = (2015, \text{šargarepa}, \text{POVRĆE}, 100)$
 - примери рестрикција појава типа ентитета
ARTIKL(ŠIFRA, NAZIV, VRSTA, CENA)
 - $p_1[\{\text{ŠIFRA}, \text{NAZIV}, \text{CENA}\}] = (1001, \text{jabuka ajdared}, 200)$
 - $p_1[\{\text{ŠIFRA}, \text{VRSTA}\}] = (1001, \text{VOĆE})$
 - $p_2[\{\text{NAZIV}\}] = (\text{kruška ekstra})$

Основни концепти

- Појава типа ентитета – примери
 - примери појава типа ентитета
ARTIKL(ŠIFRA, NAZIV, VRSTA, CENA)
 - $p_1 = (1001, \text{jabuka ajdared}, \text{VOĆE}, 200)$
 - $p_2 = (1006, \text{kruška ekstra}, \text{VOĆE}, 300)$
 - $p_3 = (2015, \text{šargarepa}, \text{POVRĆE}, 100)$
 - примери рестрикција појава типа ентитета
ARTIKL(ŠIFRA, NAZIV, VRSTA, CENA)
 - ▶ ○ $p_1[\{\text{ŠIFRA}, \text{NAZIV}, \text{CENA}\}] = (1001, \text{jabuka ajdared}, 200)$
 - ▶ ○ $p_1[\{\text{ŠIFRA}, \text{VRSTA}\}] = (1001, \text{VOĆE})$
 - $p_2[\{\text{NAZIV}\}] = (\text{kruška ekstra})$

Основни концепти

- **Кључ типа ентитета** $N(A_1, \dots, A_n)$ је непразан скуп обележја $X \subseteq \{A_1, \dots, A_n\}$ који поседује својство јединствености, својство минималности у погледу јединствености и својство ненула вредности (Mogin, 2008)
 - нека је $P = \{p_i \mid i = 1, \dots, k\}$ скуп свих појава типа ентитета N
 - (1) својство јединствености
 - $(\forall p_i, p_j \in P)(p_i \neq p_j \Rightarrow p_i[X] \neq p_j[X])$
 - (2) својство минималности
 - $(\forall X' \subset X)(\neg(1))$
 - (3) својство ненула вредности
 - $(\forall p \in P)(\forall A \in X)(p[A] \neq \omega)$

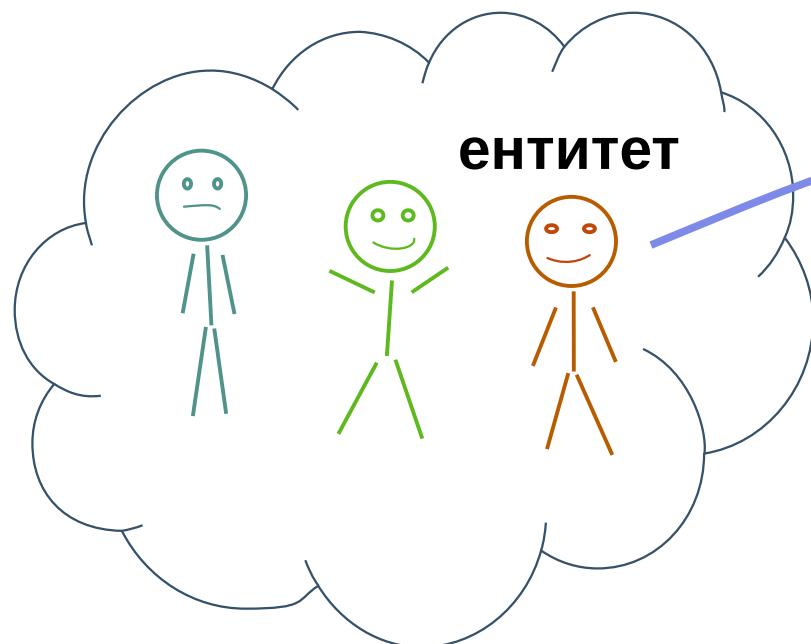
Основни концепти

- **Еквивалентни кључеви типа ентитета** су сви кључеви тог типа ентитета (Mogin, 2008)
 - за сваки тип ентитета постоји барем један кључ
 - за један тип ентитета може постојати више кључева
- **Примарни кључ типа ентитета** је један одабрани кључ међу еквивалентним кључевима тог типа ентитета (Mogin, 2008)
- Означавање кључа типа ентитета (Mogin, 2008)
 - један начин означавања кључа је да у дефиницији типа ентитета континуалном линијом буду подвучена обележја која чине кључ
 - нпр. *STUDENT(STPROG, GODUPIS, RBR, IME, PREZIME)*

Основни концепти

СВЕТ

класа ентитета
која обухвата особе
које студирају



МОДЕЛ СВЕТА

тип ентитета
STUDENT(ŠIF, IME, PRZ)

појава типа ентитета
(7258968255, Vanja, Vanjić)

Основни концепти

- **Тип повезника** је модел опште везе између ентитетâ две класе ентитета (Mogin, 2008)
 - општа представа типа повезника
 $N(X, Y, Q)$
 - N – назив типа повезника
 - X – једна од две класе ентитета
 - Y – друга од две класе ентитета
 - $Q = (A_1, \dots, A_k)$ – обележја
 - не мора постојати ниједно обележје
 - тип повезника може бити представљен као
 $N(X, Y, A_1, \dots, A_k)$

Основни концепти

- **Појава типа повезника** је модел конкретне везе између једног ентитета једне класе ентитета и једног ентитета друге класе ентитета (Mogin, 2008)
 - за класе ентитета X и Y и релацију R са X на Y којом су представљене везе између ентитета те две класе ентитета, $R \subseteq (X \times Y)$, нека су дати тип повезника $N(X, Y, Q)$, где је $Q = (A_1, \dots, A_k)$ низ обележја, и скуп функција $\{A_i : R \rightarrow \text{dom}(A_i) \mid i = 1, \dots, k\}$
 - (x, y, a_1, \dots, a_k) представља појаву типа повезника N ако важи квантификаторска формула
 - $\mathcal{F}((x, y, a_1, \dots, a_k)) = (\exists (x, y) \in R)(i \in \{1, \dots, k\})(a_i = A_i((x, y)))$
 - $P = \{(x, y, a_1, \dots, a_k) \mid \mathcal{F}((x, y, a_1, \dots, a_k))\}$ представља скуп појава типа повезника N

Основни концепти

- **Кључ типа повезника** може бити формиран на основу примарних кључева типова ентитета придржених класама ентитета које су обухваћене тим типом повезника (Mogin, 2008)
 - за тип повезника $N(X, Y, Q)$ појава типа повезника (x, y, a_1, \dots, a_k) може бити трансформисана у $(k_x, k_y, a_1, \dots, a_k)$
 - k_x – вредност кључа типа ентитета који је придружен класи ентитета X
 - k_y – вредност кључа типа ентитета који је придружен класи ентитета Y

Основни концепти

- **Кључ типа повезника** може бити формиран на основу примарних кључева типова ентитета придржених класама ентитета које су обухваћене тим типом повезника (Mogin, 2008)
 - под претпоставком да у једној логичкој структури над скупом обележја не постоје два типа ентитета с истим кључем
 - тип повезника $N(X, Y, Q)$ може бити трансформисан у $N(K_x, K_y, Q)$
 - K_x – примарни кључ типа ентитета придрженог класи ентитета X
 - K_y – примарни кључ типа ентитета придрженог класи ентитета Y
 - кључ типа повезника $N(K_x, K_y, Q)$ има ознаку K
 - $K \subseteq K_x \cup K_y$
 - структура кључа K зависила би од природе везе чији је модел тип повезника N

Основни концепти



- Тип повезника – примери

- тип повезника *UPRAVLJA* повезује класу ентитета која обухвата *капетане* и класу ентитета која обухвата *лађе*
 - нема придржених обележја
 - тип повезника *SADRŽI* повезује класу ентитета која обухвата *музичке албуме* и класу ентитета која обухвата *песме*
 - придржено обележје *REDNI_BROJ*

Садржај

- Информациони системи
- Основни концепти
- **Структуре над скупом обележја**
- Структуре над скупом података
- Датотеке
- Базе података
- Ресурси

Структуре над скупом обележја

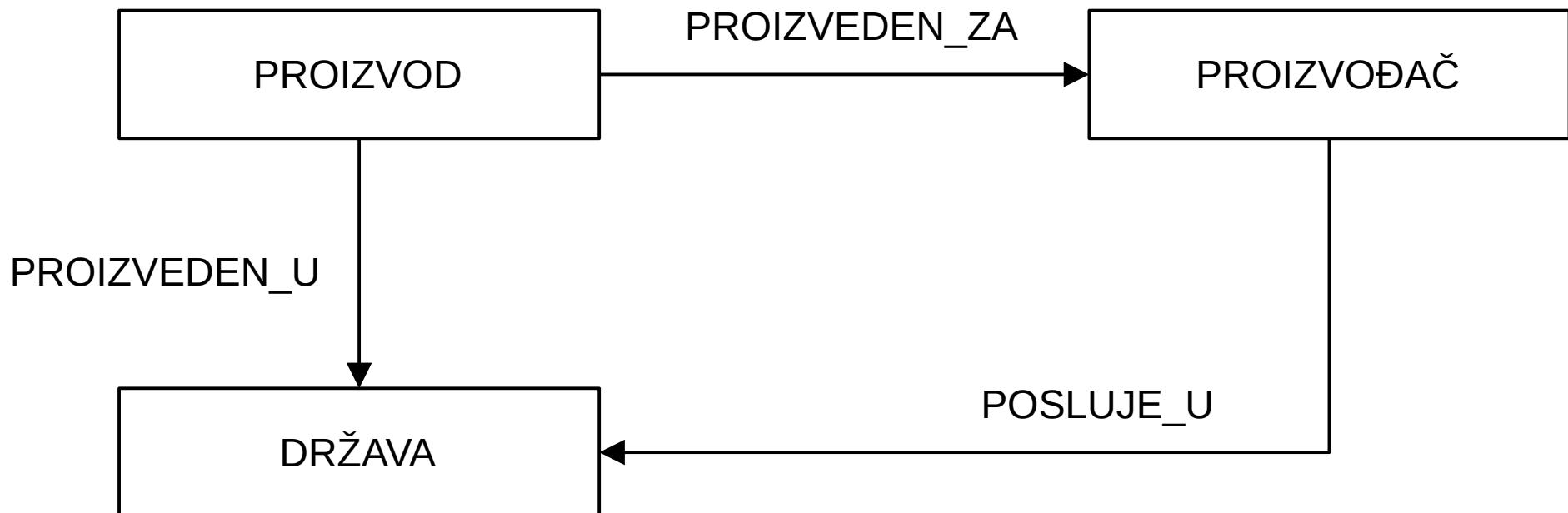
- Врсте структура података (Mogin, 2008)
 - према апстрактности скупа над којим се одређује семантика
 - **структуре над скупом обележја (структуре обележја)**
 - структуре над скупом података (структуре података)
 - логичке структуре података
 - физичке структуре података

Структуре над скупом обележја

- Логичка структура над скупом обележја (ЛСО) (Mogin, 2008)
 - статички модел реалног система
 - граф
 - чворови одговарају **типовима ентитета**
 - класе ентитета с придржаном семантиком и уведеним поретком у скуп обележја
 - ивице одговарају **типовима повезника**
 - везе између ентитета класе ентитета с придржаном семантиком и уведеним поретком у скуп обележја
 - условна статичност
 - структурне промене у реалном систему могу довести до промена у логичкој структури над скупом обележја

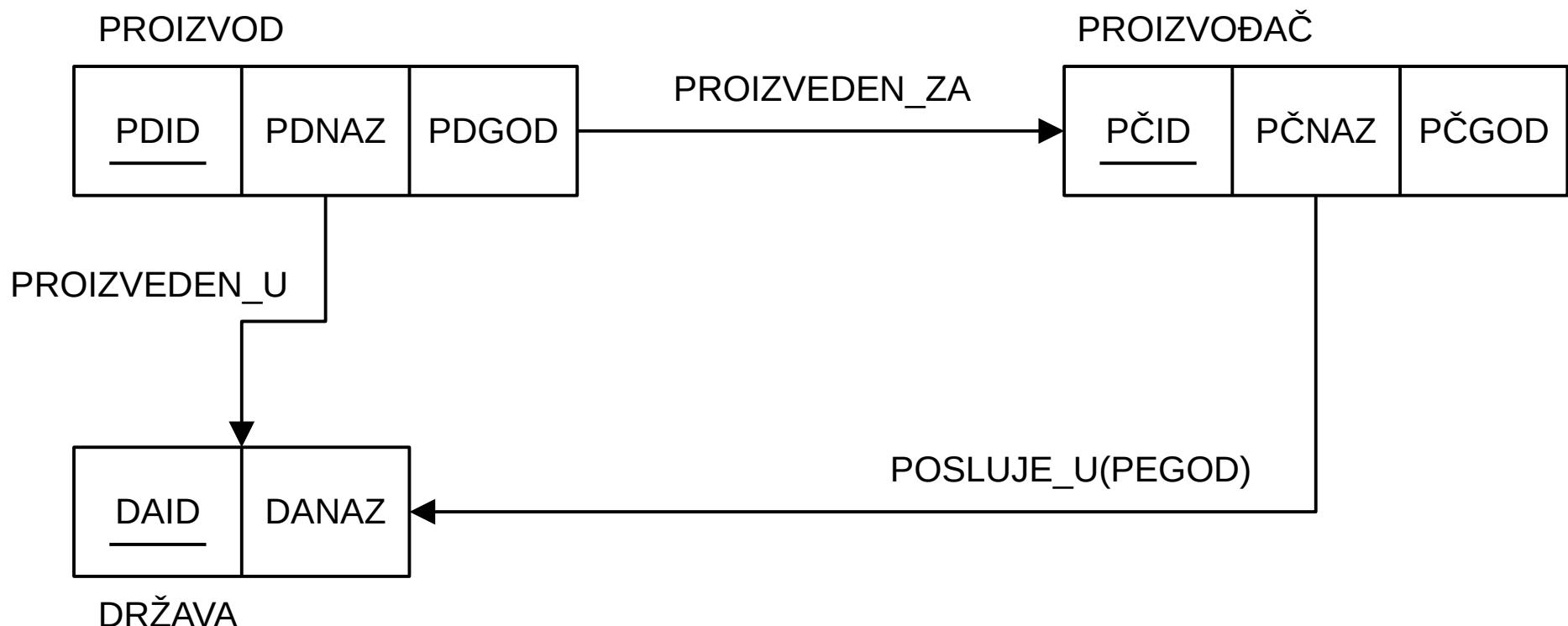
Структуре над скупом обележја

- Логичка структура над скупом обележја – пример
 - без приказа обележја



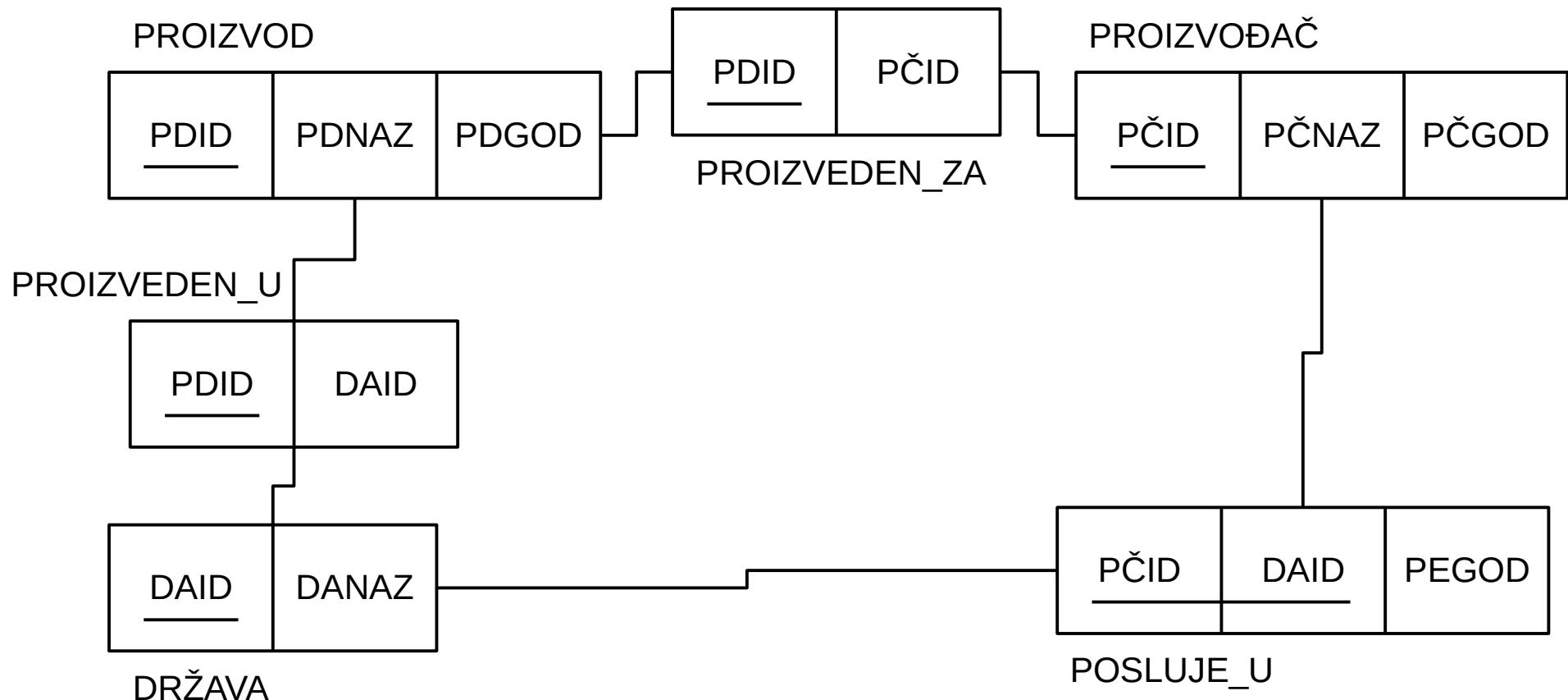
Структуре над скупом обележја

- Логичка структура над скупом обележја – пример
 - с приказом обележја



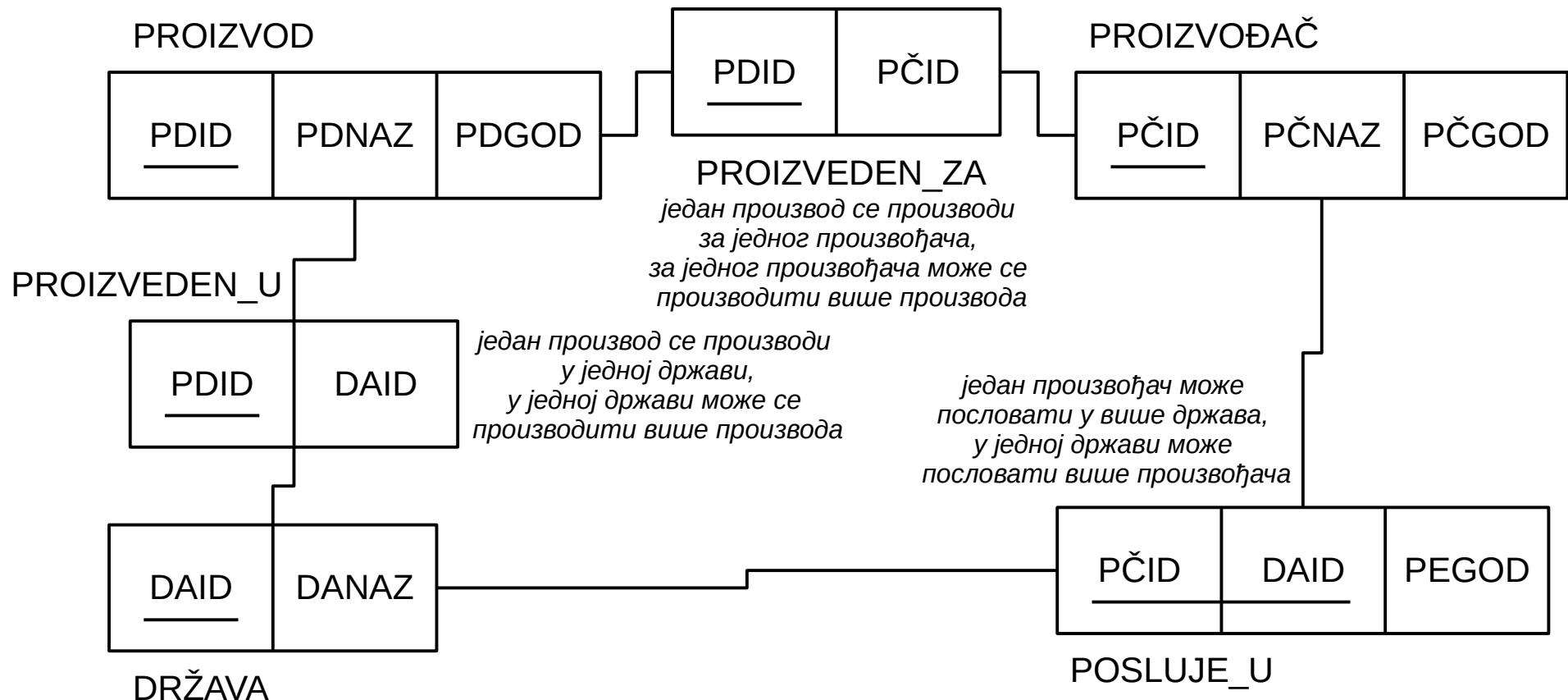
Структуре над скупом обележја

- Логичка структура над скупом обележја – пример
 - с приказом обележја и истим начином приказа за типове ентитета и типове повезника



Структуре над скупом обележја

- Логичка структура над скупом обележја – пример
 - с приказом обележја и истим начином приказа за типове ентитета и типове повезника



Структуре над скупом обележја

- Логичка структура над скупом обележја
 - разне варијације могу постојати у начину дефинисања и приказа основних концепата (обележја, типова ентитета, типова повезника...)

Структуре над скупом обележја

- Логичка структура над скупом обележја (Mogin, 2008)
 - тип ентитета и тип повезника представљају логичке структуре над скупом обележја
 - тип ентитета и тип повезника представљају моделе одговарајућих датотека
 - логичка структура над скупом обележја која садржи више од једног типа ентитета представља модел базе података

Садржај

- Информациони системи
- Основни концепти
- Структуре над скупом обележја
- **Структуре над скупом података**
- Датотеке
- Базе података
- Ресурси

Структуре над скупом података

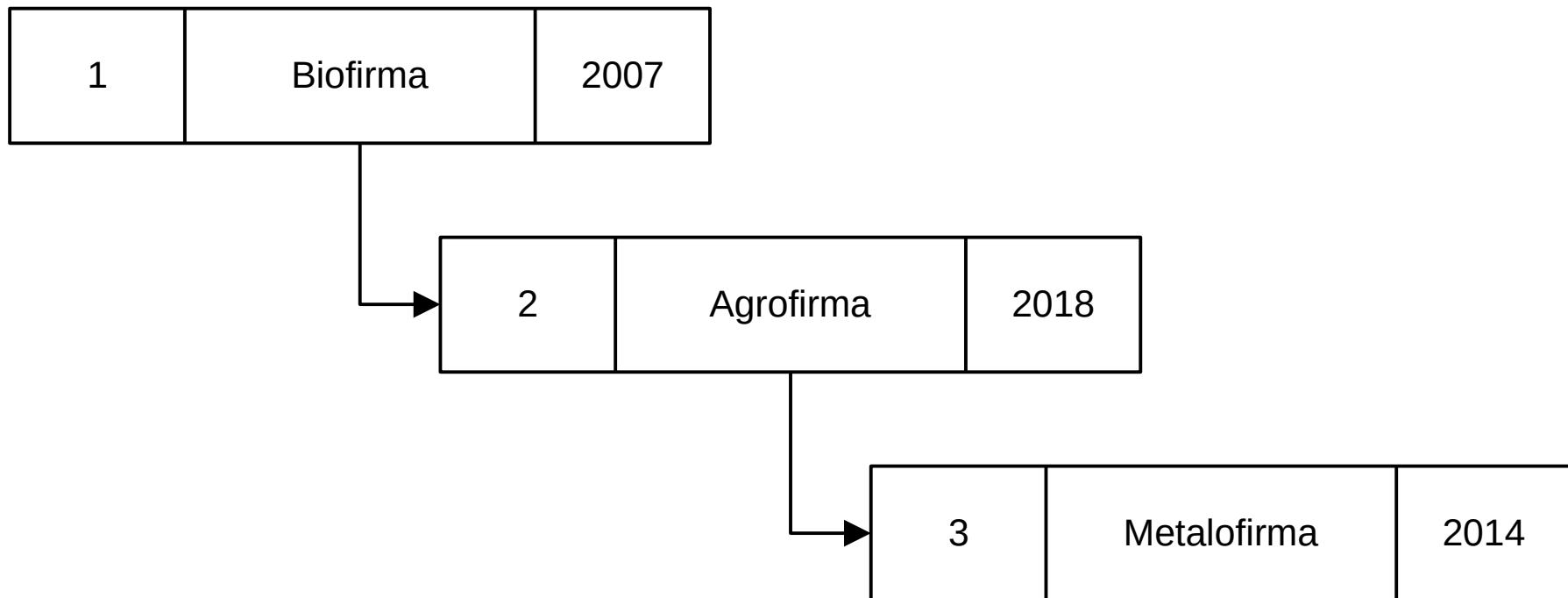
- Врсте структура података (Mogin, 2008)
 - према апстрактности скупа над којим се одређује семантика
 - структуре над скупом обележја (структуре обележја)
 - **структуре над скупом података (структуре података)**
 - **логичке структуре података**
 - физичке структуре података

Структуре над скупом података

- Логичка структура података (ЛСП) датотеке (Mogin, 2008)
 - граф с приданом семантиком
 - чворови одговарају скупу појава једног типа ентитета или скупу појава једног типа повезника
 - ивице одговарају релацији строгог поретка
 - уређење скупа појава којем одговарају чворови
 - уређење према растућим или опадајућим вредностима кључа

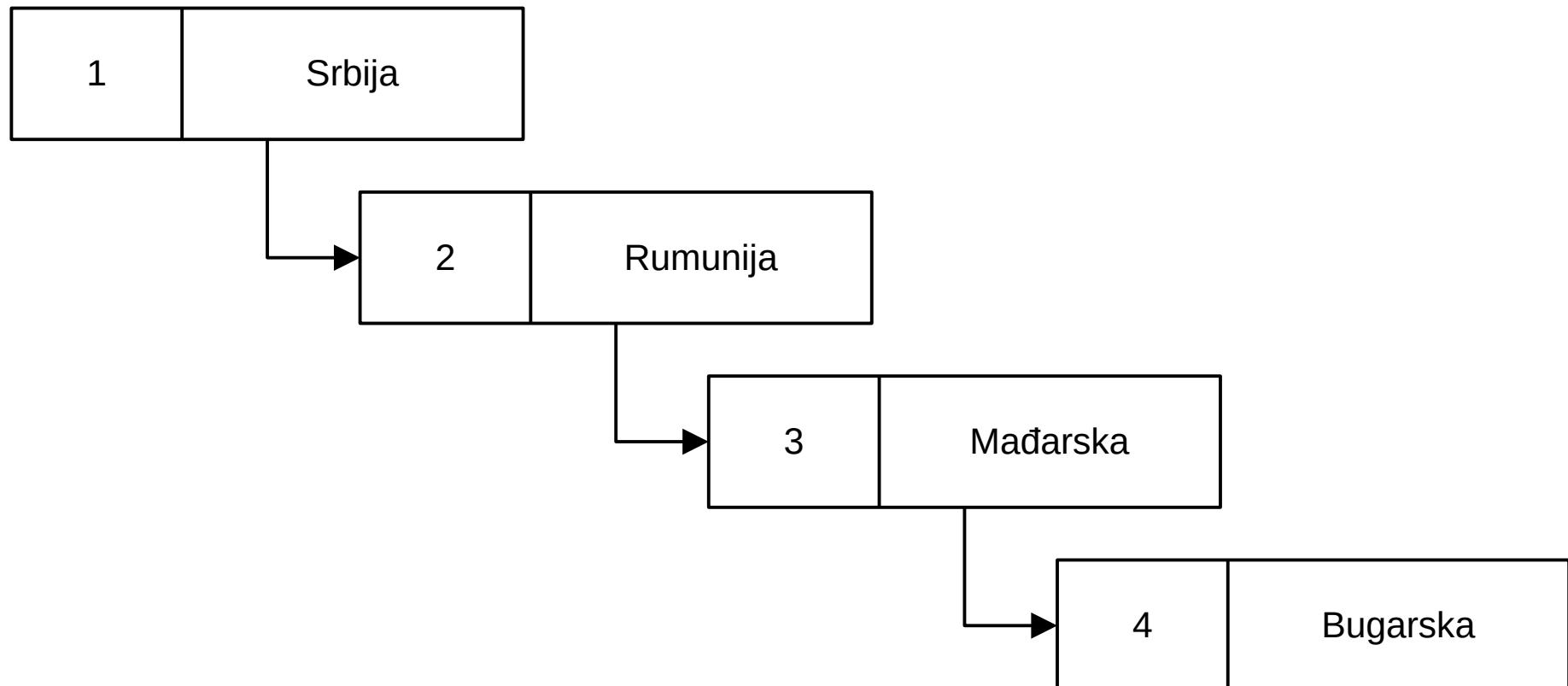
Структуре над скупом података

- Логичка структура података датотеке – пример
 - за скуп појава типа ентитета
PROIZVOĐAČ(PČID, PČNAZ, PČGOD)



Структуре над скупом података

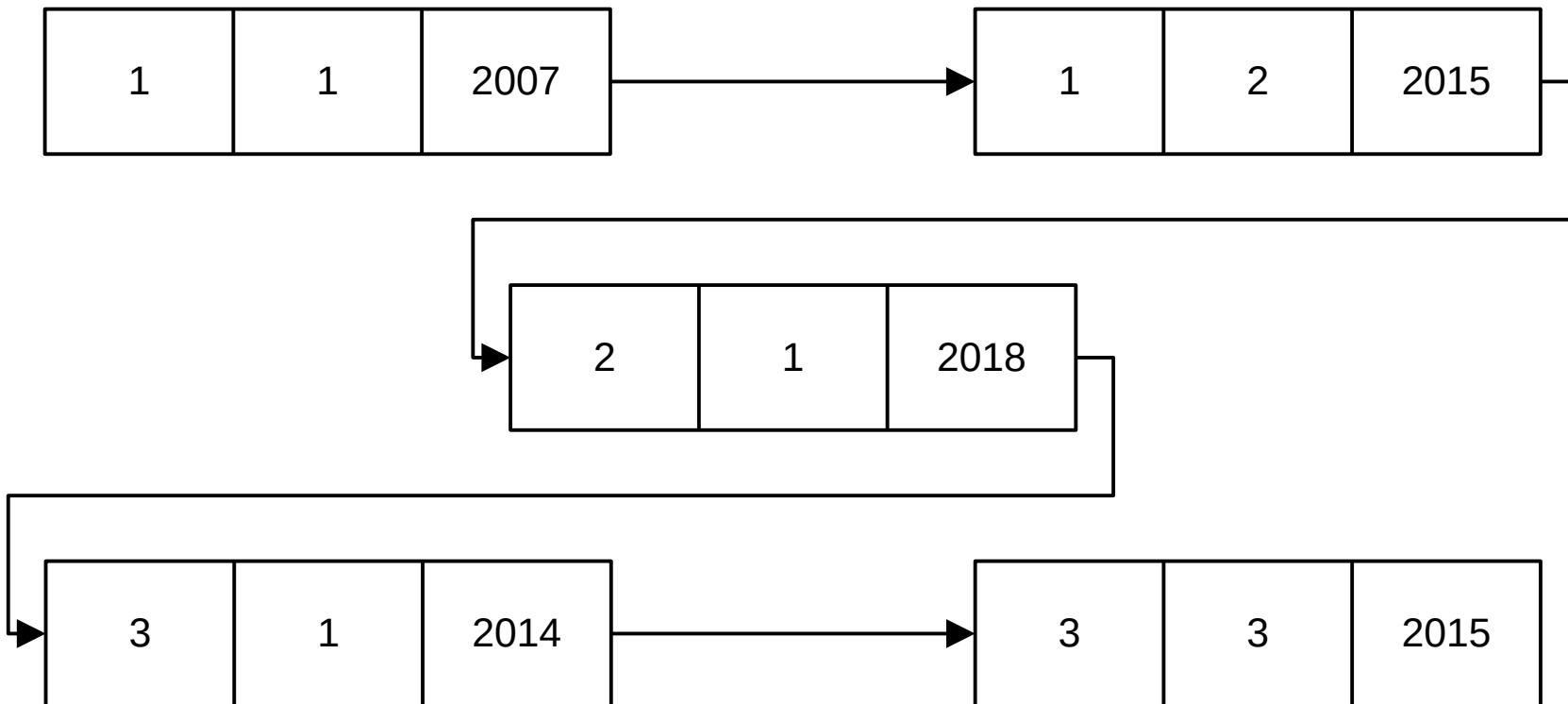
- Логичка структура података датотеке – пример
 - за скуп појава типа ентитета
DRŽAVA(DAID, DANAZ)



Структуре над скупом података

- Логичка структура података датотеке – пример

- за скуп појава типа повезника
POSLUJE_U(PČID, DAID, PEGOD)

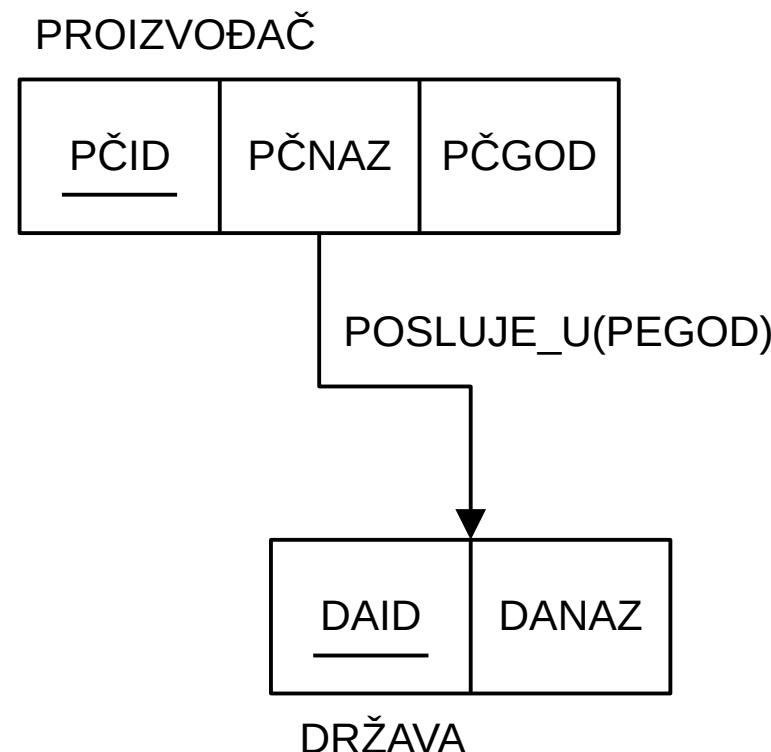


Структуре над скупом података

- Логичка структура података базе података
 - граф чијим чворовима је путем логичке структуре над скупом обележја придружена семантика

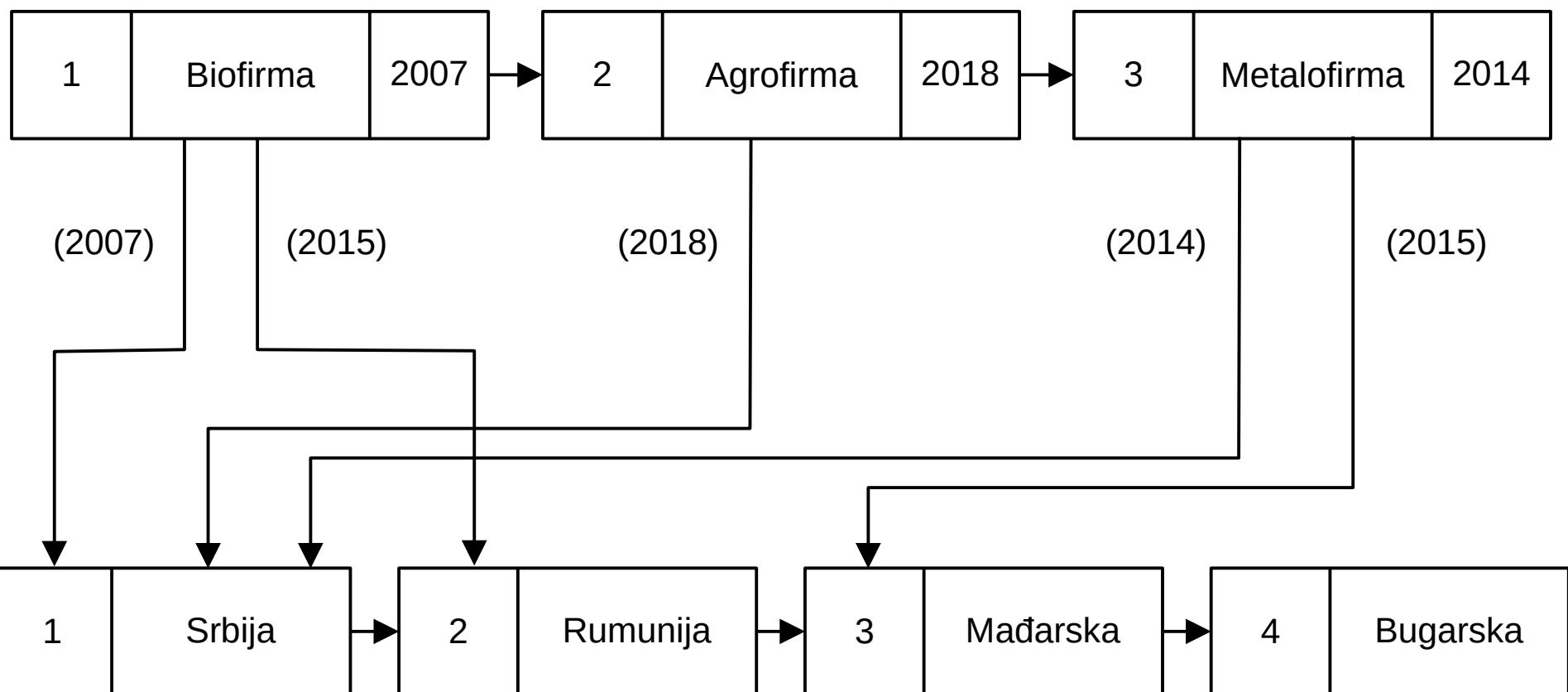
Структуре над скупом података

- Логичка структура података базе података – пример
 - одговарајућа логичка структура над скупом обележја



Структуре над скупом података

- Логичка структура података базе података – пример
 - логичка структура података базе података



Структуре над скупом података

- Врсте структура података (Mogin, 2008)
 - према апстрактности скупа над којим се одређује семантика
 - структуре над скупом обележја (структуре обележја)
 - **структуре над скупом података (структуре података)**
 - логичке структуре података
 - **физичке структуре података**

Структуре над скупом података

- **Физичка структура података (ФСП)** (Mogin, 2008)
 - настаје тако што се на медијум меморијског уређаја смешта семантика која је придржена чвровима и ивицама логичке структуре над скупом података
 - примењује се бинарно представљање података
 - могу бити потребни разни додатни подаци
 - представљања дужине
 - представљања ивица
 - ...

Садржај

- Информациони системи
- Основни концепти
- Структуре над скупом обележја
- Структуре над скупом података
- **Датотеке**
- Базе података
- Ресурси

Датотеке

- Врсте датотека (Mogin, 2008)
 - датотеке које садрже програме (програмске датотеке)
 - датотеке које садрже податке
 - датотеке с подацима у слободном формату
 - неструктуриране датотеке
 - полуструктурисане датотеке
 - датотеке с веома строгим форматом (датотеке са строго дефинисаном структуром)

Датотеке

- Датотеке које садрже податке (Mogin, 2008)
 - основни концепти
 - **тип слога**
 - тип слога одговара типу ентитета
 - **појава типа слога**
 - појава типа слога одговара појави типа ентитета

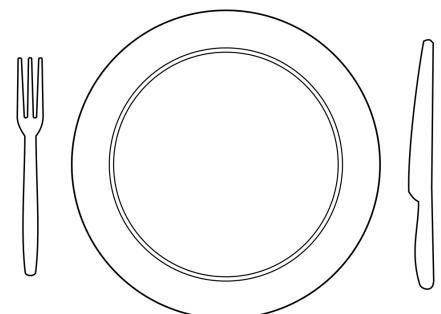
Датотеке

- Датотека са строго дефинисаном структуром (надаље датотека) (Mogin, 2008)
 - датотека F је структура над скупом P појава типа слога $N(A_1, \dots, A_n)$ и релацијом R , која уређује скуп P
 - $F = (P, R)$
 - релација R се најчешће дефинише у односу на вредности примарног кључа типа слога N
 - тип слога представља апстрактни модел одговарајуће датотеке

Датотеке

- Датотека – пример
 - тип слога *RESTORAN*(OZNAKA, NAZIV, ADRESA)
 - датотека над типом слога *RESTORAN*

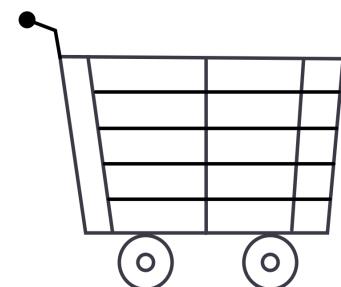
((*DEL, Deluks, Pozorišna 2*),
(*DIV, Divlja šuma, Šumska put bb*),
(*DOB, Dobro veče, Školska 24*),
(*EKS, Eksces, Lučka 7*),
(*GUR, Gurmanska fantazija, Baštenska 17*),
(*KAZ, Stari kazan, Gornji put 47*),
(*KUM, Kod kuma, Pčelarska 34*),
(*STO, Sto, Hrastova 53*),
(*VES, Vesela noć, Pesnikova 16*))



Датотеке

- Датотека – пример
 - тип слога *KATEG_ARTIKL(ŠIF, NAZ)*
 - датотека над типом слога *KATEG_ARTIKL*

((1, *hrana*),
(2, *piće*),
(3, *higijena*),
(4, *štampa*),
(5, *domaćinstvo*),
(6, *tehnika*),
(7, *odeća*))



Садржај

- Информациони системи
- Основни концепти
- Структуре над скупом обележја
- Структуре над скупом података
- Датотеке
- **Базе података**
- Ресурси

Базе података

- Традиционално управљање подацима у организацијама помоћу рачунара
 - основни начин рада (Atzeni et al., 1999)
 - употреба датотека за стално чување података
 - датотеке настале за потребе управљања подацима који су намењени конкретној процедуре или програму
 - рад на подацима путем посебних програма написаних обично у популарним општенаменским програмским језицима
 - појединачни програм може користити једну или више датотека, којима други програми немају приступ

Базе података

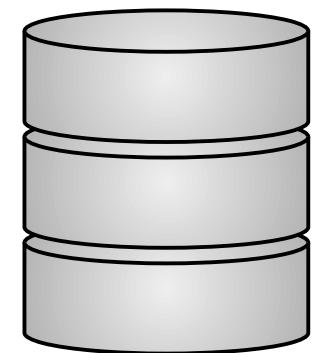
- Традиционално управљање подацима у организацијама помоћу рачунара
 - потенцијална ограничења и потешкоће
 - опције за приступање подацима и њихово дељење суrudиментарне
 - податке који су потребни за више програма треба умножавати
 - одржавање умножених података може бити захтевно
 - повећан ризик од неусаглашености између умножених података

Базе података

- Савремено управљање подацима у организацијама помоћу рачунара
 - током 60-их година 20. века појављују се посебни системи који су намењени управљању подацима(Atzeni et al., 1999; Abiteboul et al., 1995)
 - настају базе података и системи за управљање базама података
 - системи за управљање базама података проширују могућности датотечког система(Atzeni et al., 1999)
 - дељени приступ истим подацима у вишекорисничком и вишепрограмском режиму
 - разне услуге у интегралном облику
 - интерно се за складиштење података користе датотеке
 - податке је и даље могуће чувати кроз датотеке непосредним коришћењем датотечког система

Базе података

- База података (БП)
 - база података је колекција података са сврхом представљања информација од интереса за информациони систем (Atzeni et al., 1999)



Базе података

- База података
 - базе података су велике, дељене и перзистентне (Atzeni et al., 1999)
 - велике
 - количина података у бази података може превазићи капацитет примарне меморије
 - не мора свака база података садржати велику количину података
 - дељене
 - разни програми и корисници треба да имају приступ подацима
 - кроз дељење могу бити смањени редундантност у подацима и ризик за појаву неусаглашености између података
 - перзистентне
 - подаци се трајно чувају у бази података
 - постојање базе података није ограничено на период извршавања појединачних обрада

Базе података

- Систем за управљање базама података (СУБП)
 - *систем за управљање базама података је софтверски систем који може да управља колекцијама података које су велике, дељене и перзистентне и да обезбеди њихову поузданост и приватност* (Atzeni et al., 1999)
 - *поузданост*
 - могућност система да очува податке и у случају софтверских или хардверских проблема
 - могућност прављења резервних копија
 - могућност опоравка података
 - *приватност*
 - услед примене механизма ауторизације, корисници могу извести само оне радње за које су овлашћени

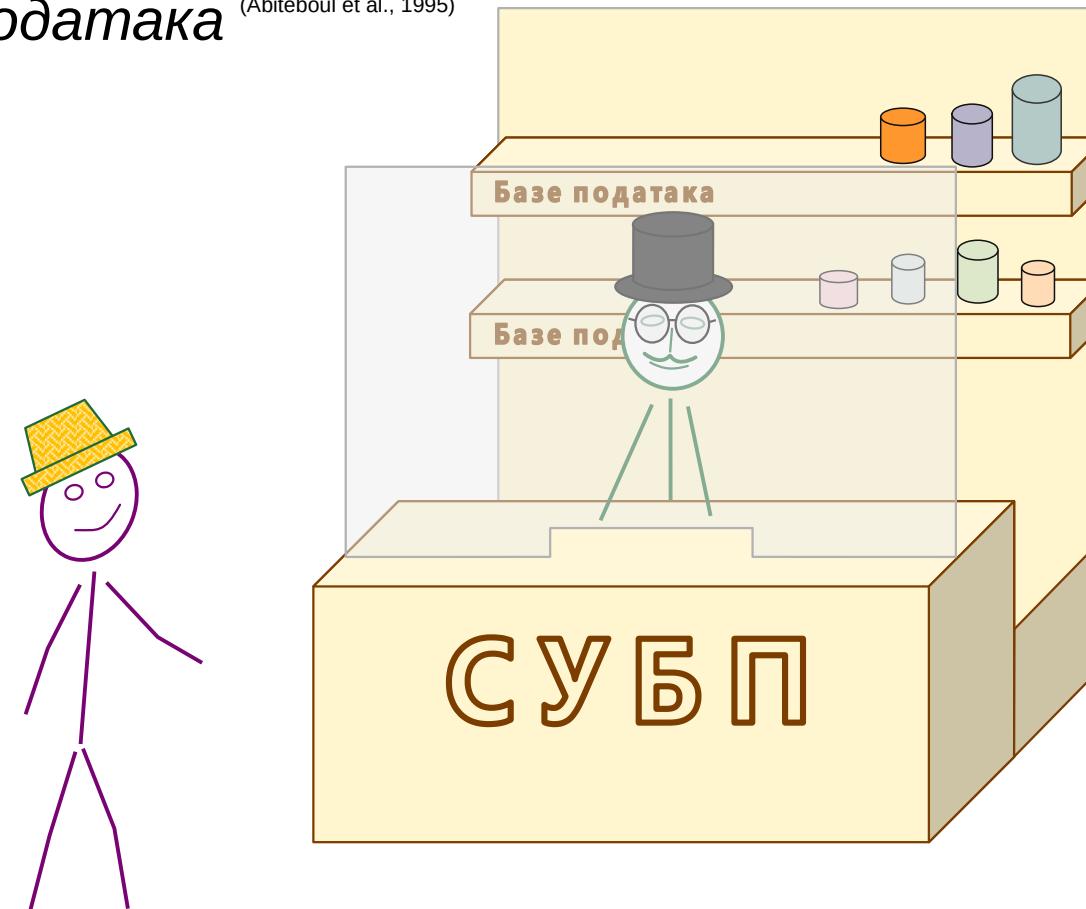
Базе података

- Систем за управљање базама података
 - *систем за управљање базама података мора бити ефикасан и ефективан* (Atzeni et al., 1999)
 - ефикасан
 - обављање радњи искоришћењем прикладне количине ресурса за сваког корисника (време и простор)
 - ефективан
 - обезбеђивање продуктивности корисника у њиховим активностима

Базе података

- Систем за управљање базама података
 - систем за управљање базама података је посредник између људи и података

(Abiteboul et al., 1995)



Базе података

- Систем за управљање базама података
 - главне групе људи који су у интеракцији с базама података и системима за управљање базама података (Atzeni et al., 1999)
 - администратори база података
 - пројектују базу података и управљају њоме, бринући о њеном исправном и задовољавајућем функционисању
 - пројектанти апликација и програмери
 - припремају и развијају софтвер који приступа бази података
 - корисници
 - употребљавају базу података у оквиру својих активности
 - коришћењем испрограмираних радњи
 - кроз интерактивни рад

Базе података

- Систем за управљање базама података
 - главне функционалности (Abiteboul et al., 1995)
 - управљање секундарним складиштем
 - перзистенција података
 - регулисање конкурентности у раду
 - заштита података
 - интерфејс између човека и машине
 - дистрибуирање података
 - компилација и оптимизација захтева према систему

Базе података

- Систем за управљање базама података
 - принцип независности података
 - подаци бивају организовани према усвојеном моделу података
 - модел података обухвата концепте чијом употребом је могуће специфицирати како подаци треба да буду организовани
 - примери модела података
 - хијерархијски модел података
 - мрежни модел података
 - релациони модел података
 - објектни модел података

(Abiteboul et al., 1995; Atzeni et al., 1999)

Садржај

- Информациони системи
- Основни концепти
- Структуре над скупом обележја
- Структуре над скупом података
- Датотеке
- Базе података
- **Ресурси**

Ресурси

- Извори и литература
 - Pavle Mogin. Strukture podataka i organizacija datoteka. 3. izdanje. Računarski fakultet (Beograd, Srbija), CET (Beograd, Srbija). 2008.
 - Glava 1. Klasifikacija struktura podataka
 - Paolo Atzeni, Stefano Ceri, Stefano Paraboschi, Riccardo Torlone. Database Systems: Concepts, Languages and Architectures. McGraw-Hill (Maidenhead, England, UK). 1999.
 - 1 Introduction
 - 5 Design Techniques and Models
 - Serge Abiteboul, Richard Hull, Victor Vianu. Foundations of Databases. Addison-Wesley (Reading, MA, USA). 1995.
 - 1 Database Systems

Ресурси

- Додатни ресурси
 - Gartner. Market Share Analysis: Database Management Systems, Worldwide, 2022. [Internet]. 2023. URL: <https://www.gartner.com/en/documents/4432699>
 - Gartner. Market Share: Database Management Systems, Worldwide, 2023. [Internet]. 2024. URL: <https://www.gartner.com/en/documents/5441963>
 - Red Gate Software. DB-Engines Ranking. [Internet]. 2024. URL: <https://db-engines.com/en/ranking>