

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

ОАС Софтверско инжењерство и информационе технологије

Организација података

Увод – датотеке и базе података

Садржај

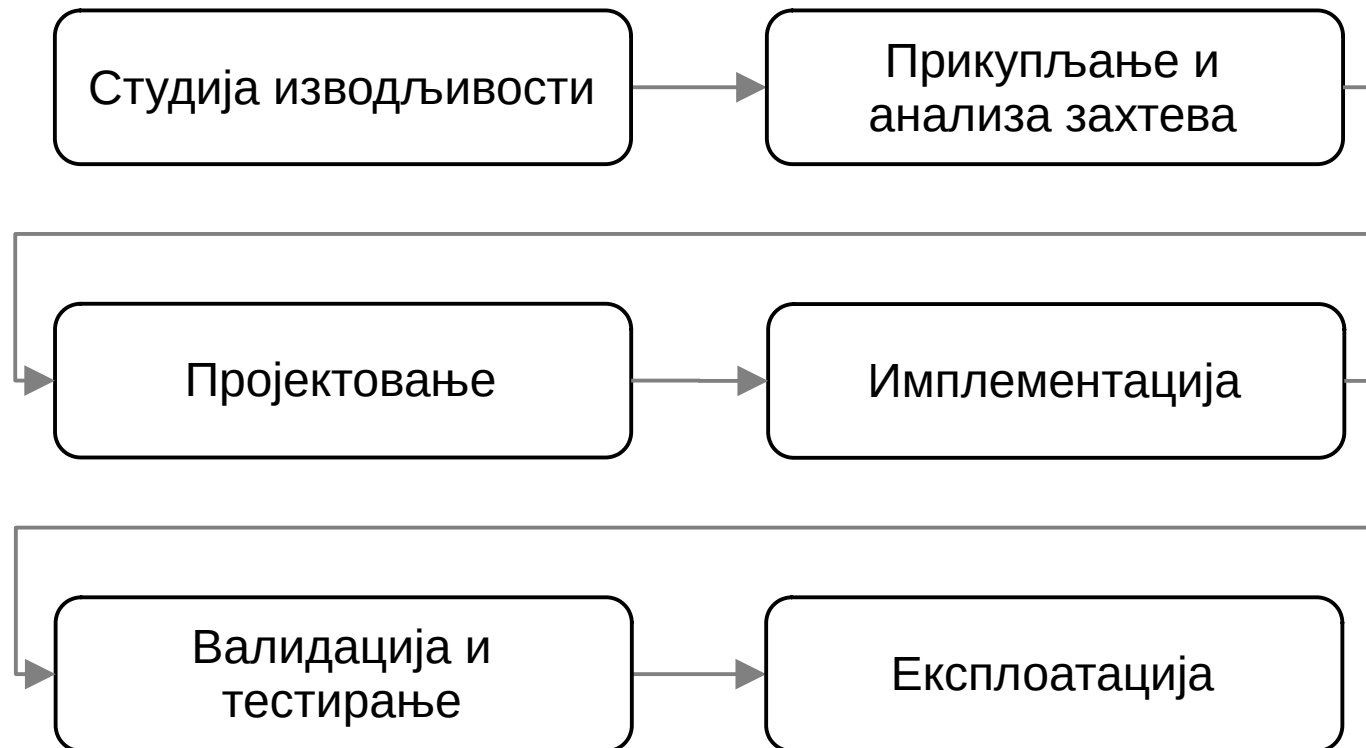
- **Информациони системи**
- Основни концепти
- Структуре над скупом обележја
- Структуре над скупом података
- Датотеке
- Базе података
- Ресурси

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 (Mogin, 2008)
 - 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

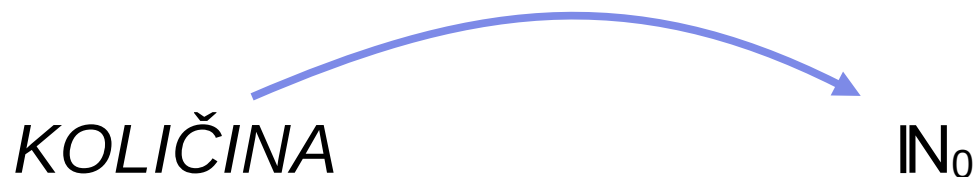
- **Обележје** (атрибут) је заједничка особина коју поседују ентитети једне класе (Mogin, 2008)
 - примери обележја
 - име, материјал, капацитет, маса, разред
 - обележје је обично означено великим словима латинице, скраћеним или пуним називом
 - нпр. *N*, *FREKV*, *REGBR*, *STATUS*, *VREME_OTVARANJA*

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

ОСНОВНИ КОНЦЕПТИ

- Појава типа ентитета – примери

- примери појава типа ентитета

ARTIKL(ŠIFRA, NAZIV, VRSTA, CENA)

- $p_1 = (1001, jabuka ajdared, VOĆE, 200)$

- $p_2 = (1006, kruška ekstra, VOĆE, 300)$

- $p_3 = (2015, šargarepa, POVRĆE, 100)$

- примери рестрикција појава типа ентитета

ARTIKL(ŠIFRA, NAZIV, VRSTA, CENA)

- ▶ ○ $p_1[\{ŠIFRA, NAZIV, CENA\}] = (1001, jabuka ajdared, 200)$

- ▶ ○ $p_1[\{ŠIFRA, VRSTA\}] = (1001, VOĆE)$

- $p_2[\{NAZIV\}] = (kruška ekstra)$

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
 - $(\forall p \in P)(\forall A \in X)(p[A] \neq \omega)$

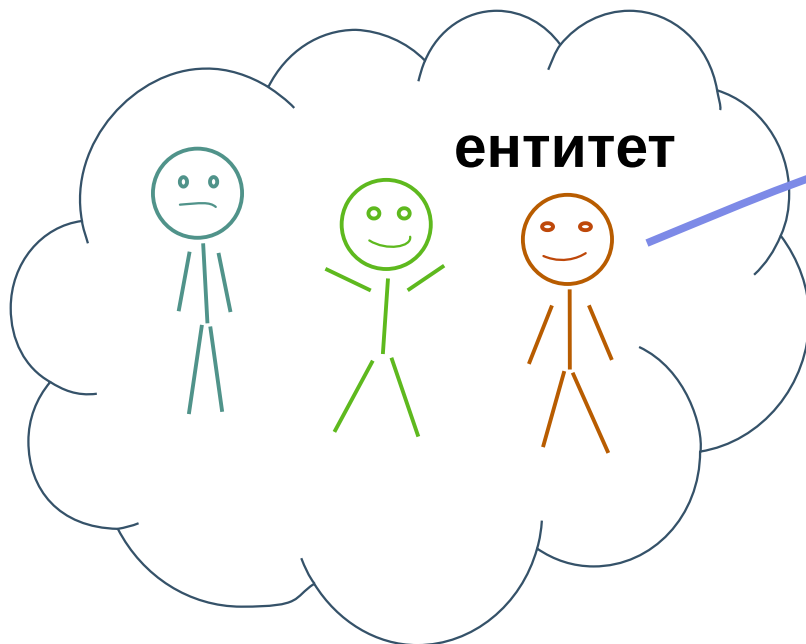
Основни концепти

- **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



ентитет

МОДЕЛ СВЕТА

тип ентитета
STUDENT(ŠIF, *IME*, *PRZ*)

појава типа ентитета
(7258968255, *Vanja*, *Vanjić*)

Основни концепти

- **Тип повезника** је модел опште везе између ентитетаâ 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 придружених 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 придружених 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 придруженог класи ентитета X
 - K_y – примарни кључ типа ентитета придруженог 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 придружених обележја



- тип повезника *SADRŽI* повезује класу ентитета која обухвата *музичке албуме* и класу ентитета која обухвата *песме*
 - придружено обележје *REDNI_BROJ*

Садржај

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

Структуре над скупом обележја

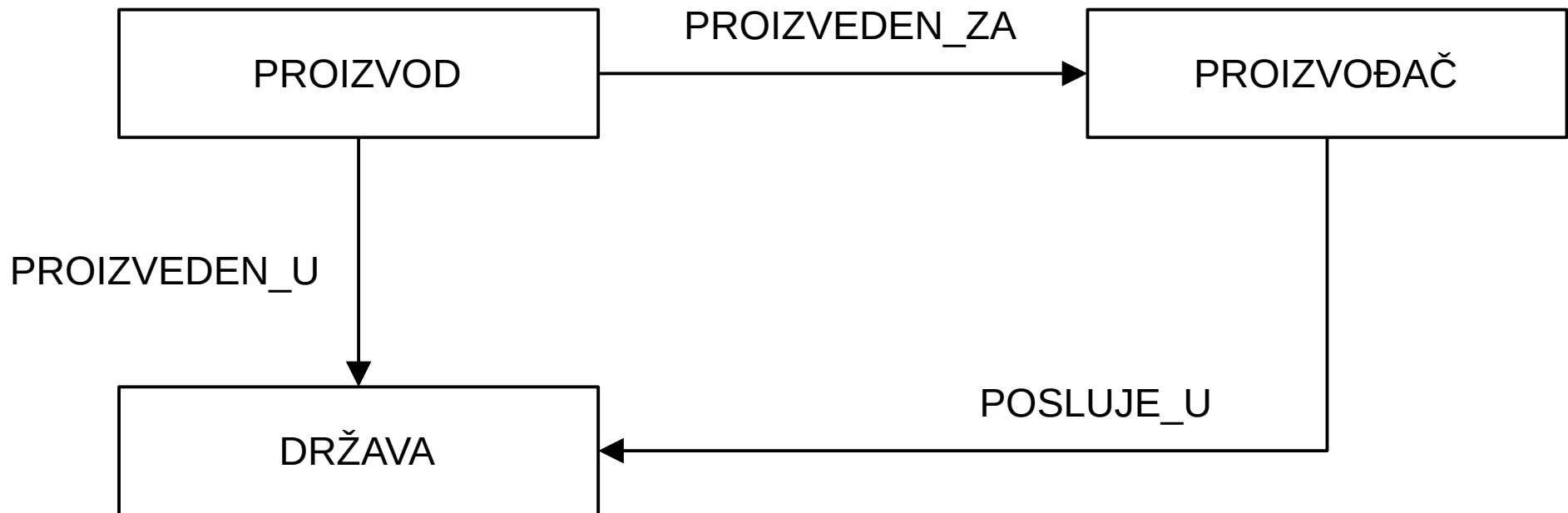
- Врсте структура података ^(Mogin, 2008)
 - према апстрактности скупа над којим се одређује семантика
 - **структуре над скупом обележја (структуре обележја)**
 - структуре над скупом података (структуре података)
 - логичке структуре података
 - физичке структуре података

Структуре над скупом обележја

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

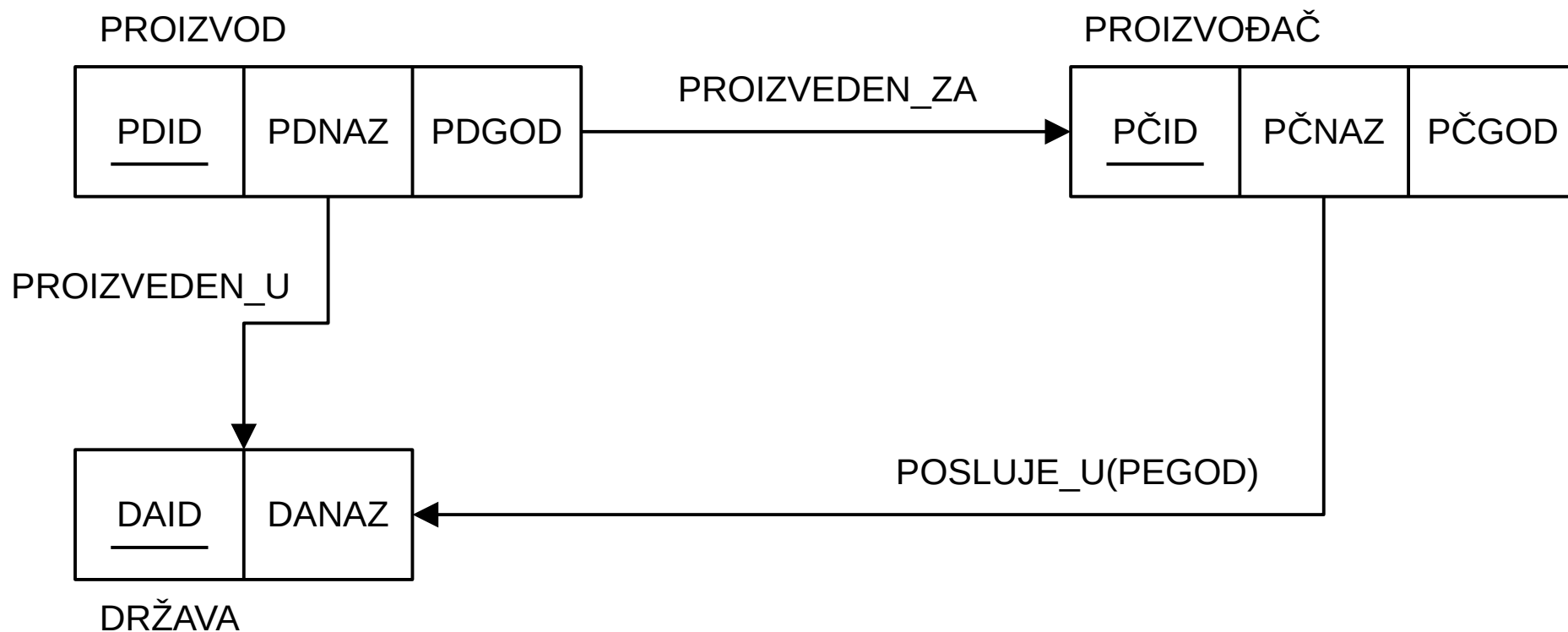
Структуре над скупом обележја

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



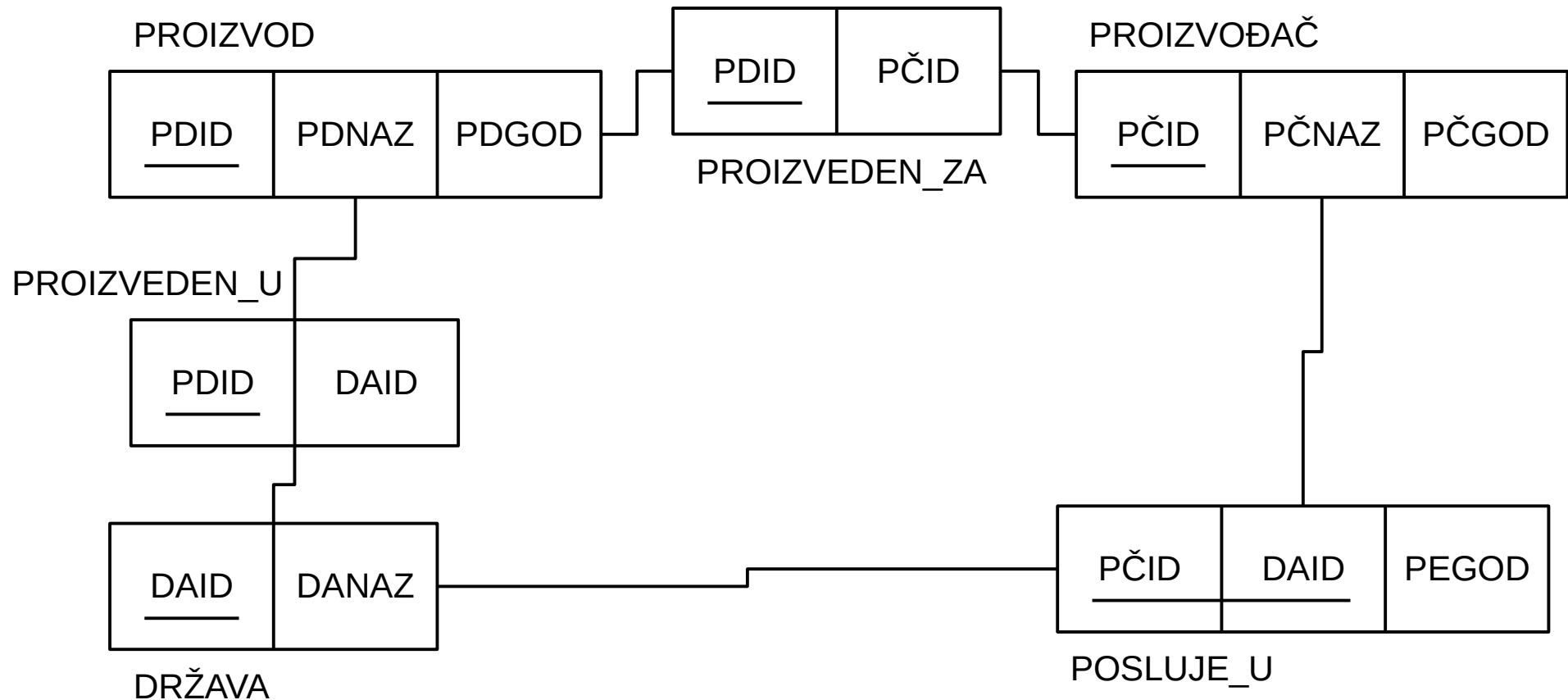
Структуре над скупом обележја

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



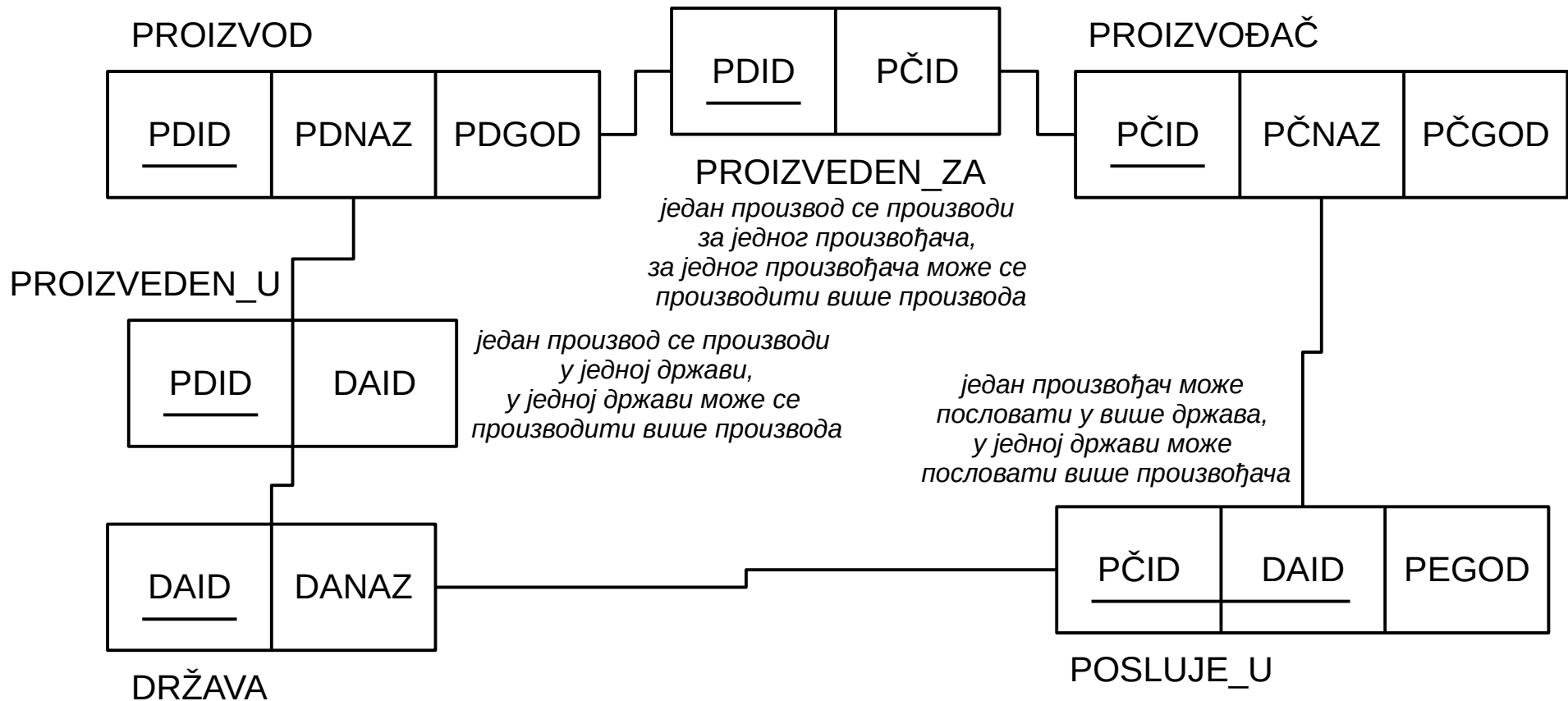
Структуре над скупом обележја

- 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

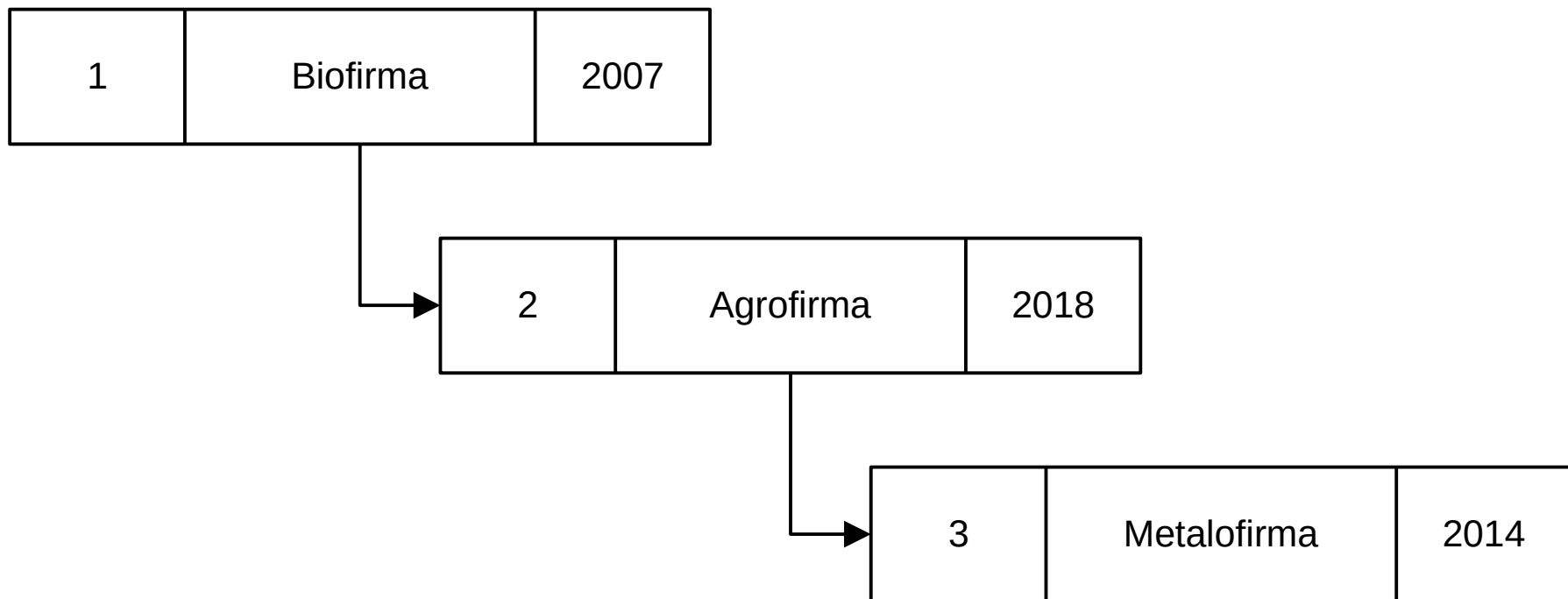
- Врсте структура података ^(Mogin, 2008)
 - према апстрактности скупа над којим се одређује семантика
 - структуре над скупом обележја (структуре обележја)
 - **структуре над скупом података (структуре података)**
 - **логичке структуре података**
 - физичке структуре података

Структуре над скупом података

- Логичка структура података (ЛСП) датотеке (Mogin, 2008)
 - граф с придруженом 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

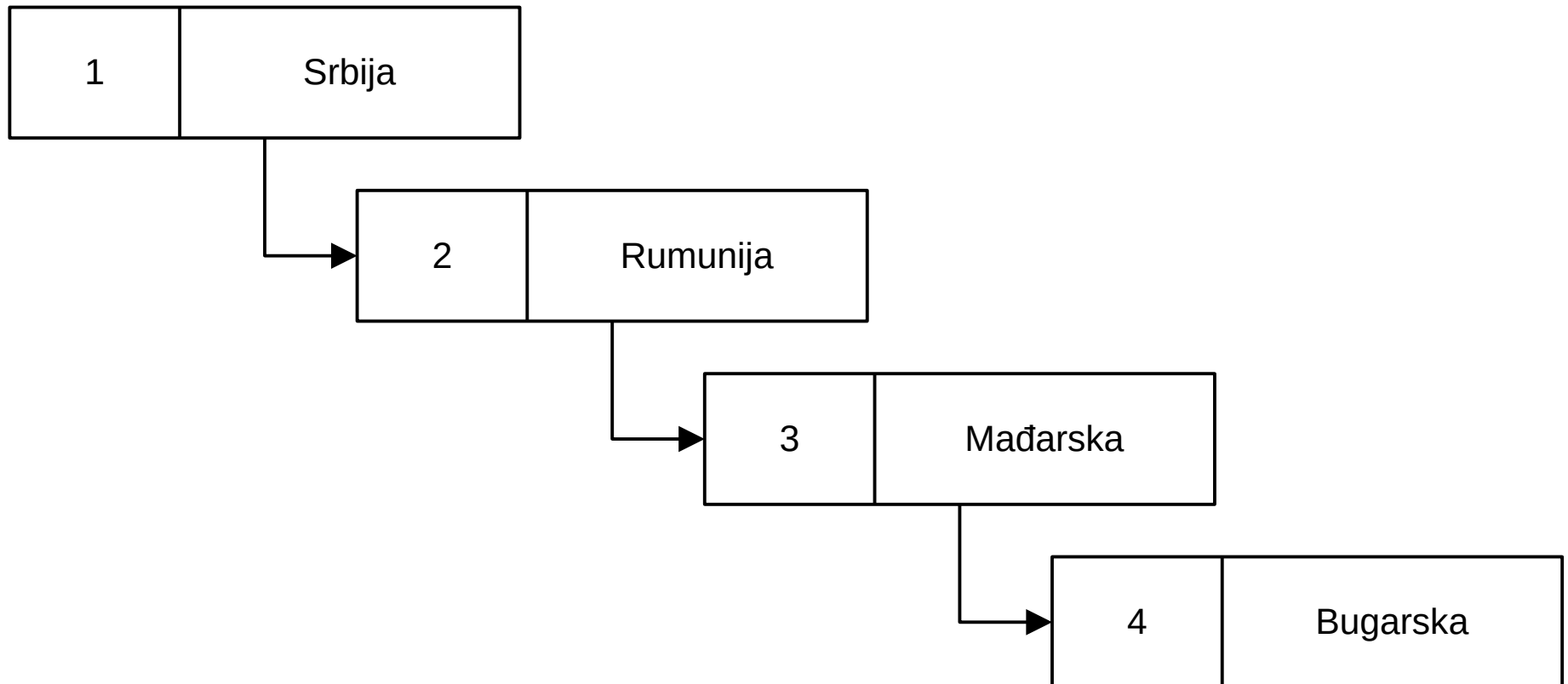
Структуре над скупом података

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



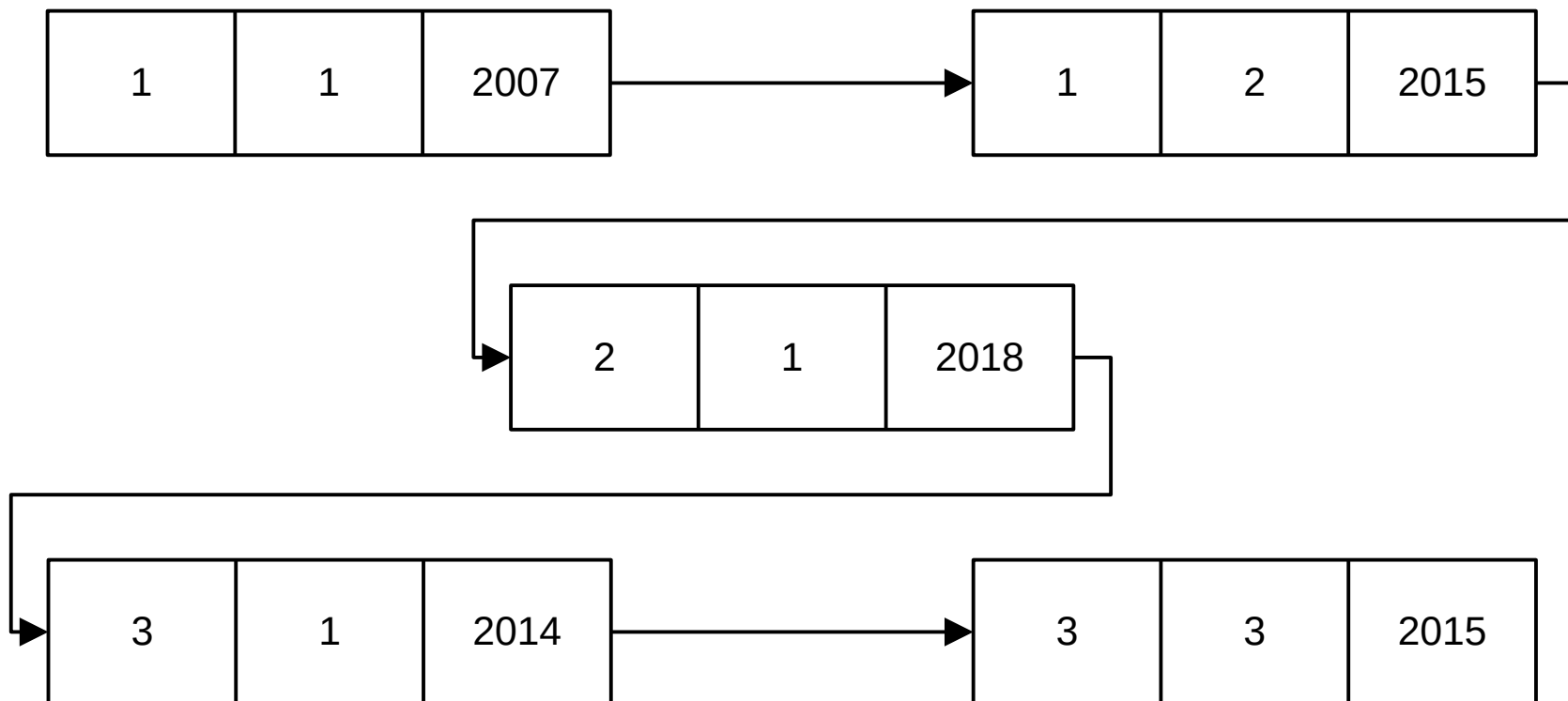
Структуре над скупом података

- 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)

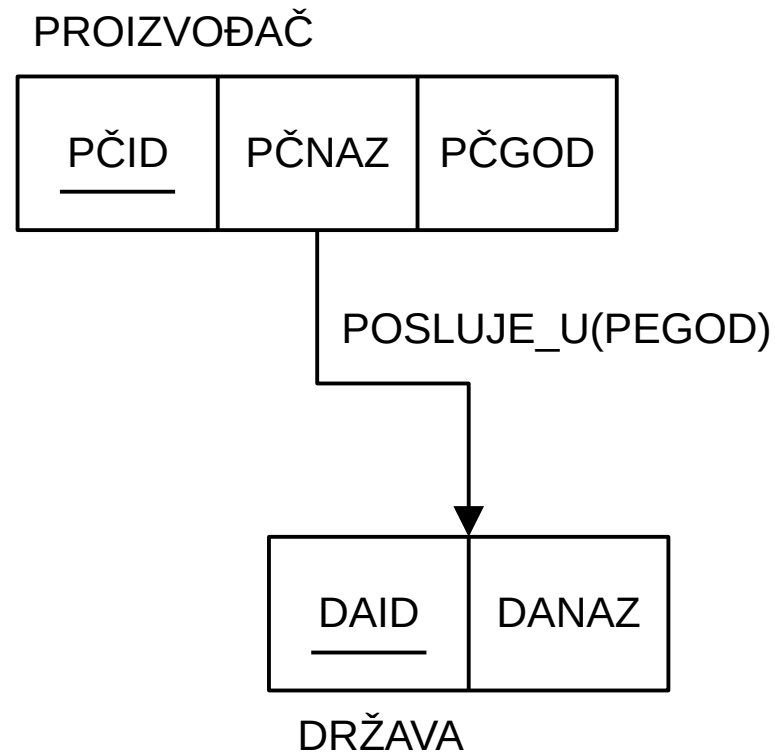


Структуре над скупом података

- Логичка структура података базе података (Mogin, 2008)
 - граф чијим чворовима је путем логичке структуре над скупом обележја придружена семантика

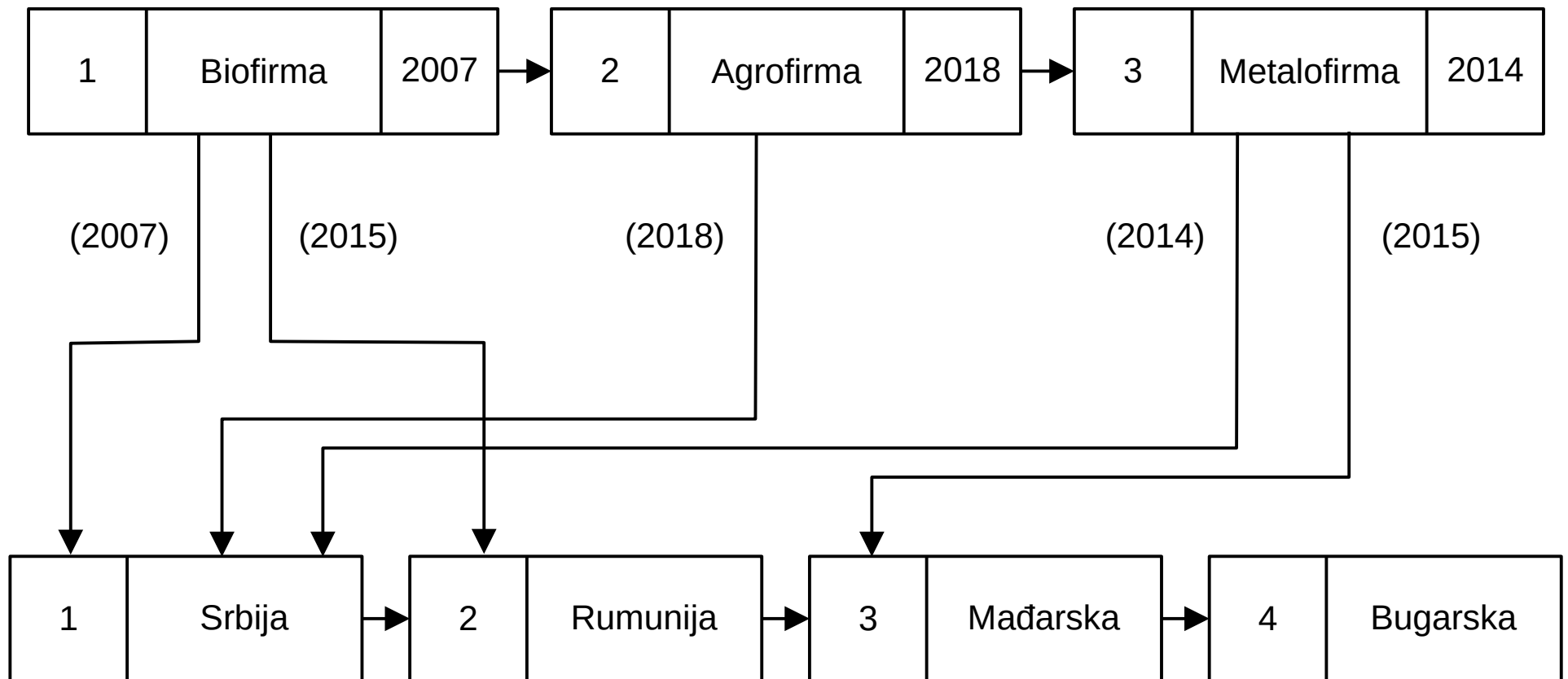
Структуре над скупом података

- 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 придружена чворовима 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
 - полуструктуриране 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

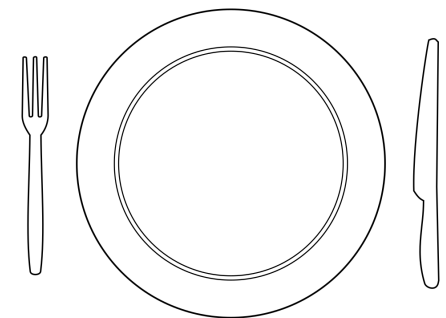
Датотеке

- 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*

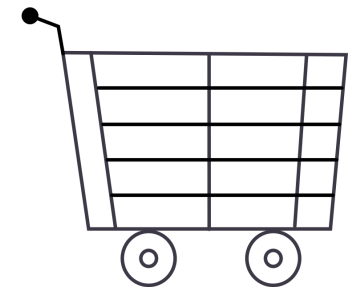
*((DEL, Deluks, Pozorišna 2),
(DIV, Divlja šuma, Šumski put bb),
(DOB, Dobro večer, Školska 24),
(EKS, Eksces, Lučka 7),
(GUR, Gurmanska fantazija, Baštenska 17),
(KAZ, Stari kazan, Gornji put 47),
(KUM, Kod kuma, Pčelarska 34),
(STO, Sto, Hrastova 53),
(VES, Vesela noć, Pesnikova 16))*



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 процедури 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

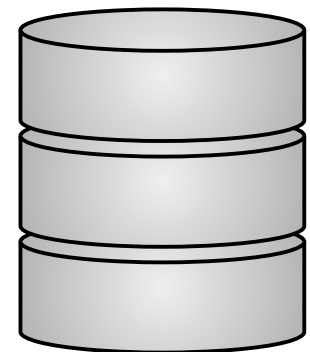
- Традиционално управљање подацима у организацијама помоћу рачунара
 - потенцијална ограничења и потешкоће (Atzeni et al., 1999)
 - опције за приступање подацима и њихово дељење су рудиментарне
 - податке који су потребни за више програма треба умножавати
 - одржавање умножених података може бити захтевно
 - 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 редувантност 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

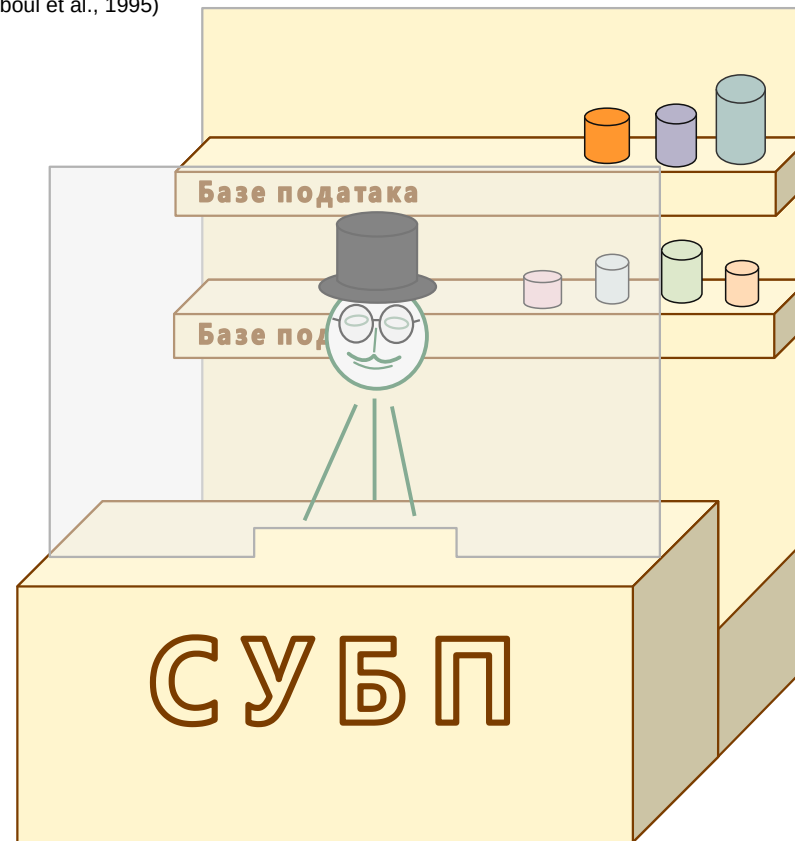
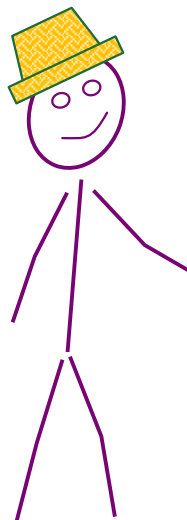
- Систем за управљање базама података (СУБП)
 - *систем за управљање базама података је софтверски систем који може да управља колекцијама података које су велике, дељене и перзистентне и да обезбеди њихову поузданост и приватност* (Atzeni et al., 1999)
 - *поузданост*
 - могућност система да очува податке 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 (Abiteboul et al., 1995; Atzeni et al., 1999)
 - 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

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]. 2025. URL: <https://db-engines.com/en/ranking>