



*Dr Dinu Dragan*



*- INFORMACIONI INŽENJERING –*  
**TEORIJA ALGORITAMA**

# KO IZVODI NASTAVU



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

*O NASTAVU*

## Nastavnik:

**Docent dr Dinu Dragan**

Kabinet: NTP 330

Telefon: ---

E-mejl: [dinud@uns.ac.rs](mailto:dinud@uns.ac.rs)

## Asistenti:

**Msc Radovan Turović**  
**Msc Jovana Jovanović**

Kabinet: 328

Telefon: ---

E-mejl: [radovan.turovic@uns.ac.rs](mailto:radovan.turovic@uns.ac.rs)  
[jovana.jovanovic@uns.ac.rs](mailto:jovana.jovanovic@uns.ac.rs)

<http://www.acs.uns.ac.rs/>

Ako postoje pitanja, iskoristiti za to:

- Slobodno vreme na predavanjima i vežbama
- Individualne konsultacije (dogovor tokom prvih nedelja)
- E-mejl

**Asistenti nisu dibager !**



## HOW TO WRITE AN E-MAIL TO YOUR INSTRUCTOR OR T.A.

From: Student  
To: Instructor/TA

MY NAME IS NOT "HEY," "YO," "SUP" OR "DUDE." USE A PROPER GREETING!

"hey"

OMG, WHAT ARE YOU, 14? WRITE FULL SENTENCES! THE INTERNET HAS ENOUGH BANDWIDTH.

lol, when is your office huors?

btw, where is you're office?

SIGN YOUR NAME! THIS ISN'T CHAT AND WE ARE NOT FRIENDS.

AAAAHHH!! HOW DID YOU GRADUATE HIGH SCHOOL!?

BEFORE ASKING YOUR QUESTION, ALWAYS CONSULT:  
A) THE SYLLABUS  
B) COMMON SENSE  
C) THE SYLLABUS

IT ONLY TAKES A SECOND TO SPELL CHECK! SERIOUSLY, YOUR TIME IS NOT THAT IMPORTANT.

IT'S IN THE SYLLABUS!!!

JORGE CHAM © 2015

# O NASTAVNIKU - *Dr Dinu Dragan*



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

*O NASTAV*

- 1998. - 2003. – Elektrotehnika, smer Računarstvo i upravljanje sistemima, usmerenje Računarska nauka i informatika, FTN, Novi Sad
- 2003. – Diplomski rad, “Primena OMR algoritama u DMS sistemima,” FTN
- 2008. – Magistarska teza, “Enkapsulacija JPEG2000 kompresione tehnike u DICOM standard,” FTN
- 2013. – Doktorska disertacija, “Metrika prihvatljivosti kompresione tehnike mirne slike u implementaciji PACS sistema,” FTN
- Od **februara 2014.** godine docent na Departmanu za računarstvo i automatiku Fakulteta tehničkih nauka
- Interesovanja: kompresija podataka, HCI, računarska grafika, računarska vizija, multimedija, fotogrametrija, upravljanje projektima, ...
- **Praktični projekti**

# NAČIN POLAGANJA



## 1. Predispitne obaveze **70 poena**

- 3 programerska zadatka prasceni kratkim kvizovima
- 2 zadatka na času, treći je domaći koji se brani na času
- (ukupno 80! – 25+25+30)
- 10 poena ekstra
- dodatnih 5 poena na predavanjima na osnovu aktivnosti

## 2. Usmeni ispit (verovatnije i pismeni), ukupno **30 poena**

- 2 kolokvijuma tokom  
nastave (svaki od po 15 poena)

Za potpis treba **minimu 36 poena** iz  
predispitnih obaveza

Broj bodova	Ocena
51 – 60	Šest
61 – 70	Sedam
71 – 80	Osam
81 – 90	Devet
91 – 100	Deset



1. SKRIPTA + BELEŠKE SA PREDAVANJA
2. Cormen TH, Leiserson CE, Rivest RL, and Stein C. INTRODUCTION TO ALGORITHMS, Third Edition (3rd ed.). The MIT Press, 2009
3. Sedgwick R and Wayne K, ALGORITHMS (4th ed.). Addison-Wesley Professional, 2011.
4. Živković M, ALGORITMI. Matematički fakultet, Beograd, 2000.
5. Živković D, UVOD U ALGORITME I STRUKTURE PODATAKA. Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010.

# TEME IZUČAVANJA



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

1. Šta su to algoritmi?
2. Uvod u dizajn algoritama
3. Asimptotske notacije, funkcije i vremena izvršavanja
4. Zavadi-pa-vladaj algoritmi
5. Sortiranje
- 6. I kolokvijum**
7. Dinamičko programiranje
8. Pohlepni (greedy) algoritmi
9. Grafovi
10. NP-kompletnost
- 11. II kolokvijum**



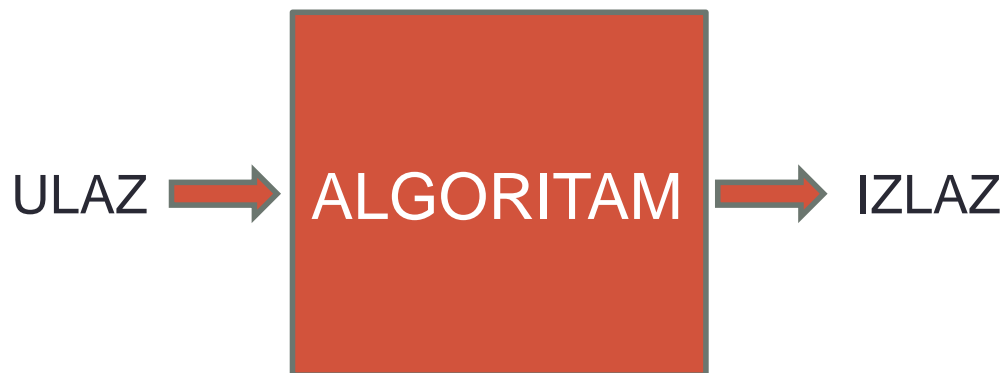
# UVOD

# ŠTA JE TO ALGORITAM?



- **Šta je to algoritam?**

- **Algoritam** je precizno definisan postupak sa konačnom listom koraka za rešavanje nekog problema
- **Algoritam** prihvata **ulazne vrednosti** i proizvodi **izlazne vrednosti**
- **Alat za rešavanja kompleksnog računarskog problema**

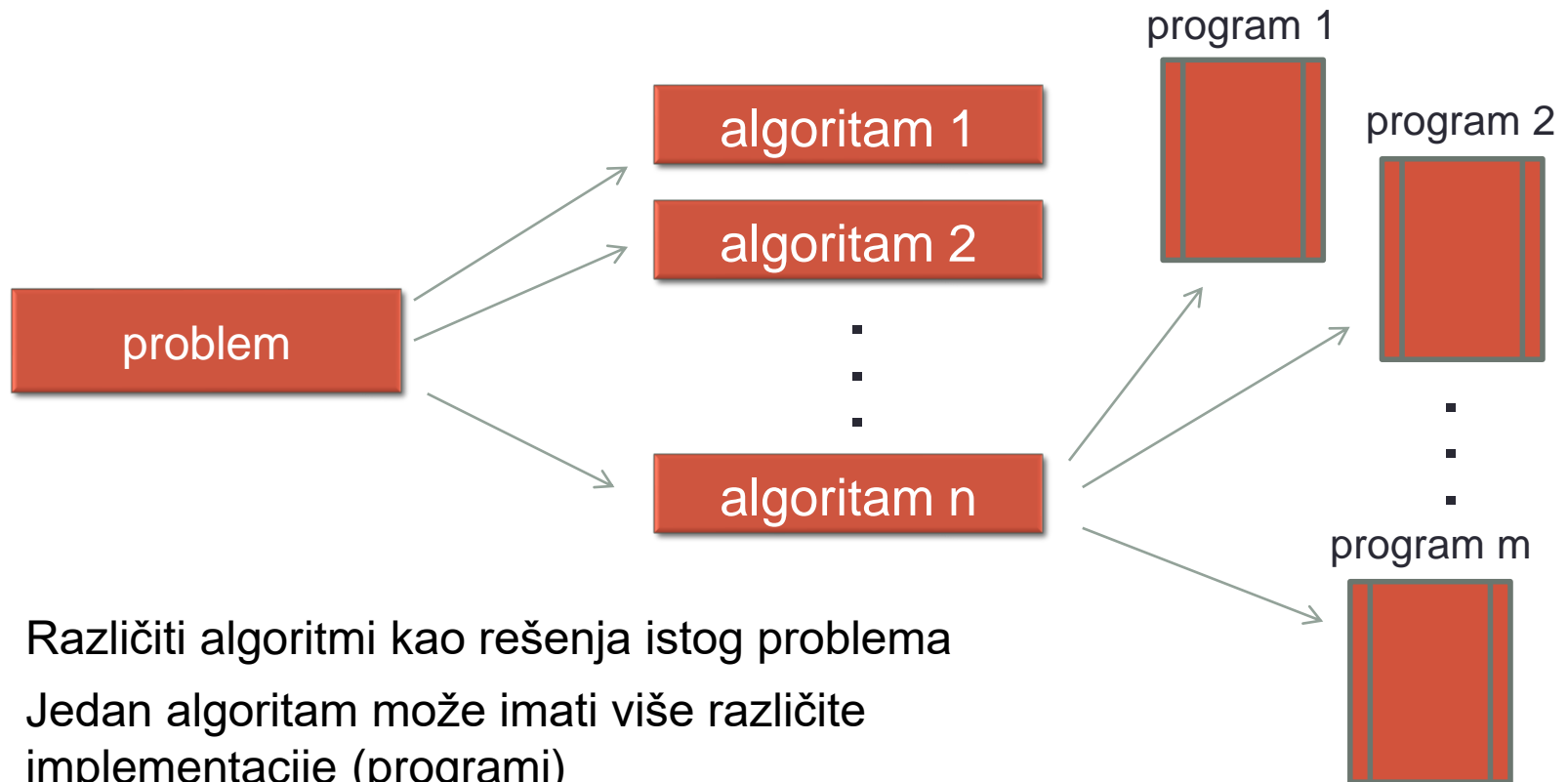


# PROBLEM, ALGORITAM I PROGRAM



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- U kom odnosu su problem, algoritam i program?



- Različiti algoritmi kao rešenja istog problema
- Jedan algoritam može imati više različite implementacije (programi)



- **Koje su osobine algoritma?**
- Podrazumeva se da algoritam mora prvo da bude ispravan (tačan)!
  1. Diskretnost
  2. Determinisanost
  3. Efektivnost (konačnost)
  4. Rezultativnost
  5. Generičnost (masovnost)
  6. (Optimalnost)

# ... OSOBINE ALGORITMA ...



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- **Diskretnost**

- Algoritam se sastoji od konačnog broja koraka
- Svaki korak zahteva obavljanje jedne ili više operacija
- U zavisnosti od operacija koje računar može da obavi, uvode se ograničenja za tip operacija koje se mogu koristiti u algoritmu

- **Determinisanost**

- Svaki algoritamski korak mora biti precizno definisan i potpuno jasan
- Izrazi „13/0“ ili „oduzmi 4 ili 5 od trenutne vrednosti proizvoda“ nisu dozvoljeni
- Posle izvršavanja tekućeg koraka u algoritmu mora biti jednoznačno određeno koji je sledeći korak

# ... OSOBINE ALGORITMA ...



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- **Efektivnost (konačnost)**

- Sve operacije koje se javljaju u algoritamskim koracima moraju se izvršiti za konačno (razumno kratko) vreme i moraju biti dovoljno jednostavne da se mogu tačno izvršiti
- Vreme izvršavanja celog algoritma mora biti konačno, tj. prihvatljivog trajanja

- **Rezultativnost**

- Svaki algoritam mora posle konačnog broja koraka generisati traženi rezultat
- Algoritam može imati nula ili više ulaznih podataka, a može generisati jednu ili više izlaznih vrednosti

# ... OSOBINE ALGORITMA



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- **Generičnost (masovnost)**

- Svaki algoritam definiše postupak za rešavanje klase problema, a ne pojedinačnog slučaja
- Pretraživanje ili sortiranje bilo kog podskupa celih ili realnih brojeva, množenje matrica/vektora bilo kog reda...

- **(Optimalnost)**

- Razlika između odličnog, dobrog, upotrebljivog i lošeg koda
- Ono što pravi razliku među programerima
- U nekim slučajevima nije prioritet
- U nekim slučajevima nije ostvarivo
- U nekim slučajevima izuzetno važno!



- **Kako se predstavljaju algoritmi?**
- Tekstualni opis na prirodnom jeziku
- Grafički (pomoću dijagrama toka)
- Pseudokod
- Strukturogram
- Programski jezik



- **Koje su karakteristike tekstualnog opisa algoritma?**
- Koriste se precizne rečenice govornog jezika
- Koristi se za lica koja se prvi put sreću sa pojmom algoritma
- Dobra osobina: razumljivost za širi krug ljudi
- Loše: nepreciznost koja proističe iz same prirode jezika
- Primer: put do kampusa?



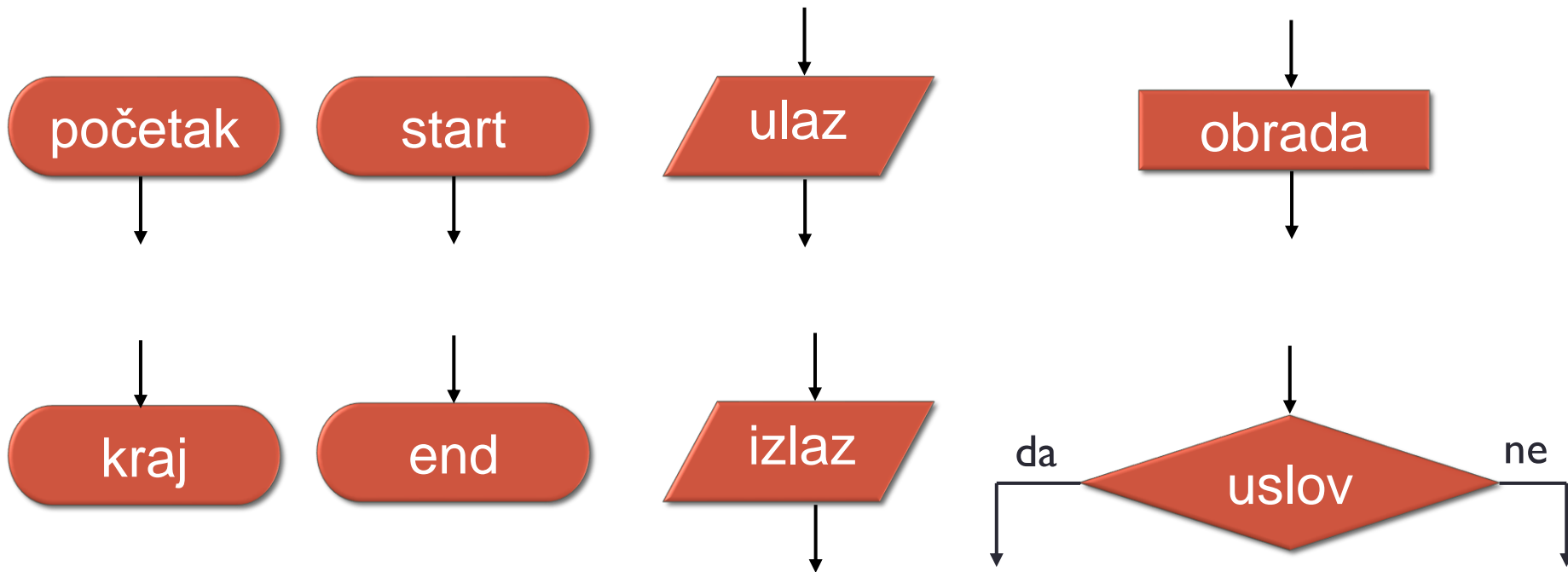
- **Šta je grafička predstava algoritma?**
- Koriste se grafički simboli za predstavljanje pojedinih aktivnosti u algoritmu
- Ideja je pozajmljena iz teorije grafova
- Algoritam se predstavlja usmerenim grafom
  - čvorovi grafa predstavljaju aktivnosti koje se obavljaju u algoritmu
  - potezi ukazuju na sledeću aktivnost koja treba da se obavi

# ... GRAFIČKA PREDSTAVA ALGORITMA ...



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- **Koji su elementi blok dijagrama algoritma?**

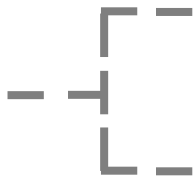
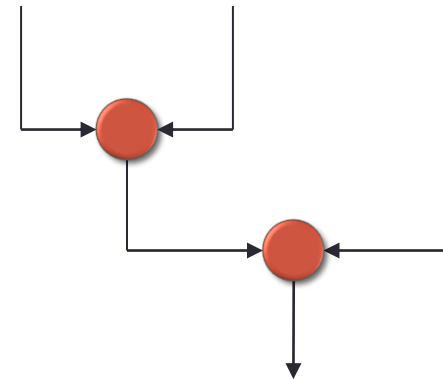
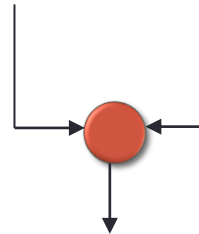
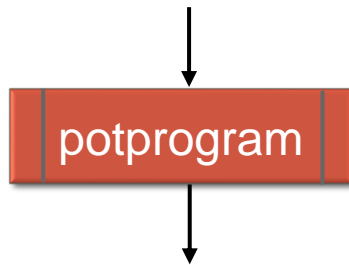


# ... GRAFIČKA PREDSTAVA ALGORITMA



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- **A elementi blok dijagrama algoritma za potprogram, komentar, spajanje tokova?**



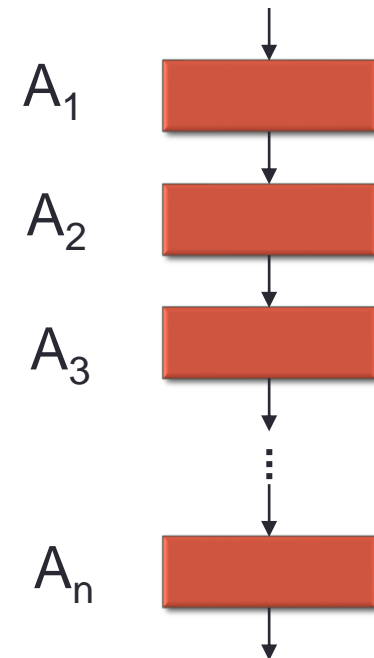


- **Koje su osnovne algoritamske strukture?**
- Nastaju kombinovanjem osnovnih gradivnih blokova
  - SEKVENCA
  - SELEKCIJA
  - ITERACIJA
- Pomoću osnovnih algoritamskih struktura može se konstruisati dijagram toka algoritma koji realizuje svaku izračunljivu funkciju (Teorema Bohm-Jacoppini 1966.)



- **Sekvenca**

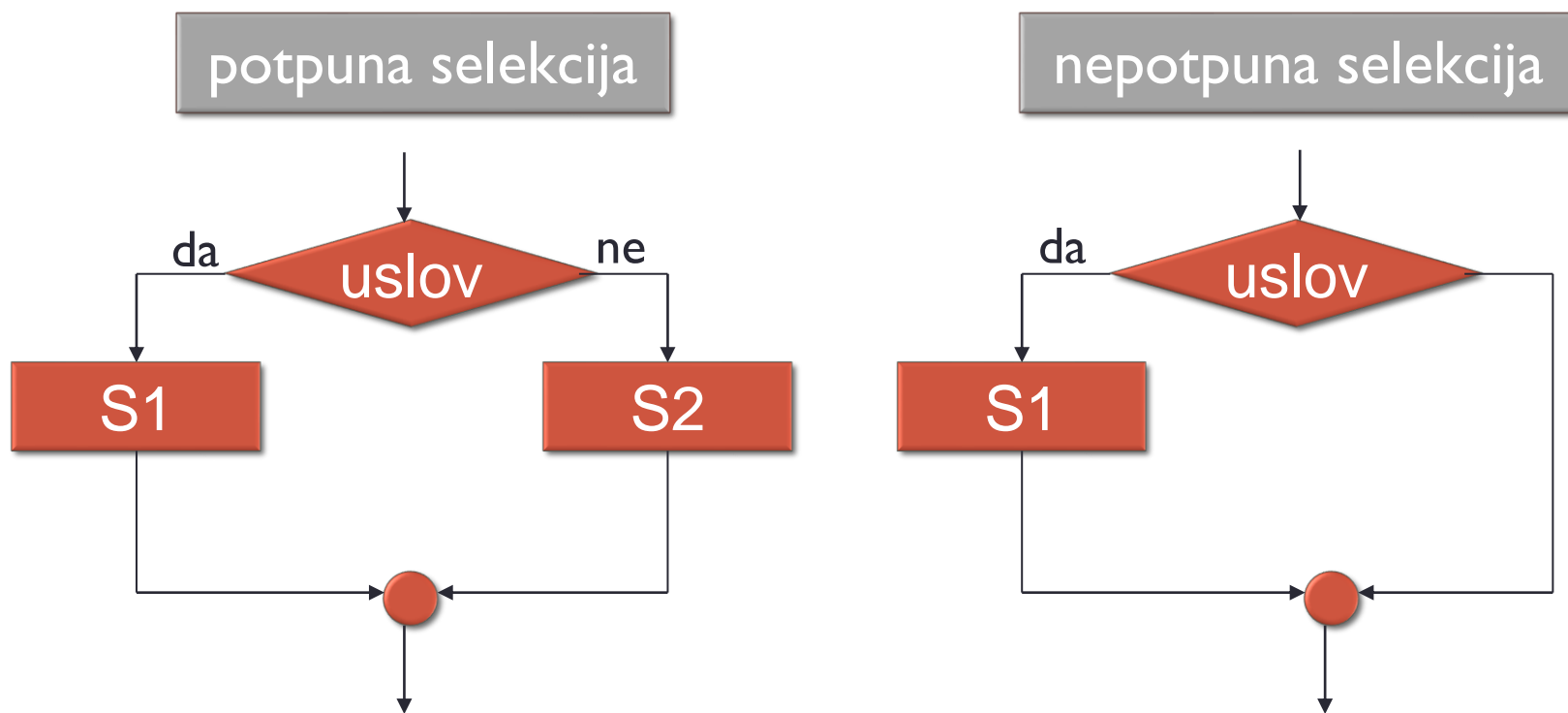
- Linijska struktura koja se dobija kaskadnim povezivanjem blokova obrade
- Algoritamski koraci se izvršavaju redom, jedan za drugim
- Algoritamski korak  $A_i$ ,  $i = 2, \dots, n$  ne može da otpočne sa izvršenjem dok se korak  $A_{i-1}$  ne završi
- Svaki segment predstavlja neku vrstu obrade (koja rezultuje dodelom vrednosti i/ili pozivom potprograma)





- **Selekcija**

- Linijska struktura koja se dobija kaskadnim povezivanjem blokova obrade



Blokovi označeni sa S1 i S2 mogu sadržati bilo koju kombinaciju osnovnih algoritamskih struktura.

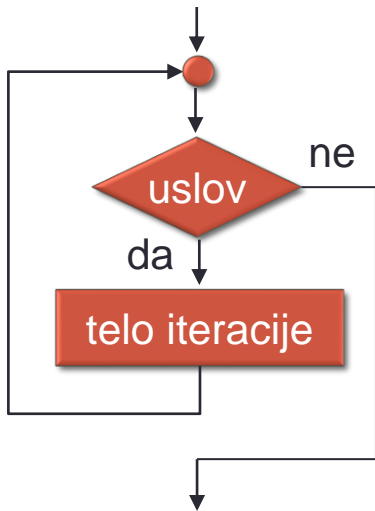
# ... OSNOVNE ALGORITAMSKE STRUKTURE ...



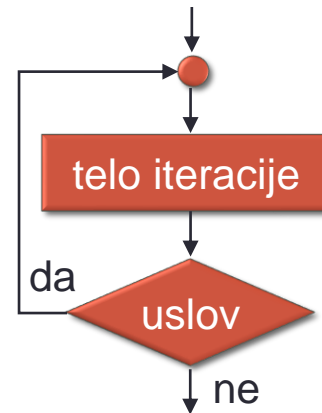
Dragan de Dinu - Teorija algoritama

## • Iteracija

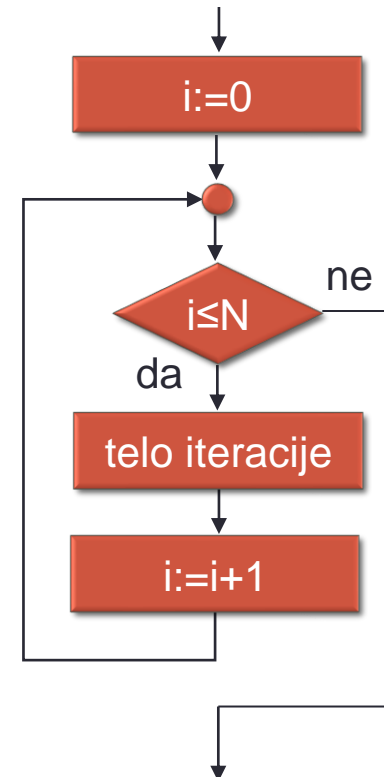
while



do-while



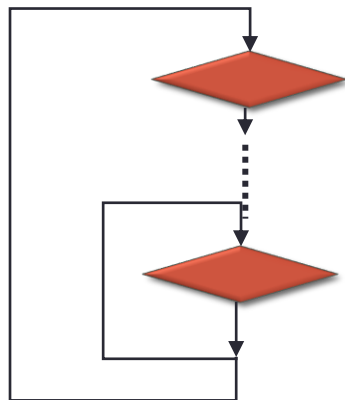
for (brojačka petlja)



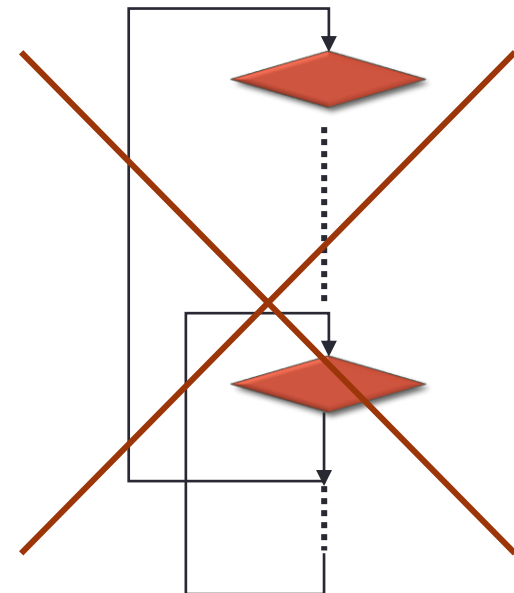


## • Koja su pravila za iteraciju?

- Iteracija koje ja započela unutar selekcije, u selekciji mora i da završi!
- Dozvoljene su paralelne (ugnježdene) iteracije.
- Nisu dozvoljene iteracije koje se seku!



paralelne iteracije



iteracije koje se seku



- **Šta je to pseudokod?**
- Koristi se tekstualni način dopunjen formalizmom
- Neformalni *high-level* opis funkcionisanja program ili algoritma
- Osnov može biti bilo koji programski jezik ali sa izostavljenim specifičnostima programskog jezika (tj. detaljima vezanim za izvršavanje na računaru)
- Primer iz knjige koju mi koristimo i sa predavanja Programski jezici i strukture podataka

# ... PSEUDOKOD ...



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- **Sekvenca**

- Predstavlja kao niz naredbi dodeljivanja odvojenih simbolom ;

a:=5;

b:=7;

b:=a\*b;

c:=b-a;

d:=c\*c;

...



- **Selekcija**

**Potpuna selekcija:**

```
if (uslov) then
    niz_naredbi
else
    niz_naredbi
endif;
```

**Primer:**

```
if (a>b) then
    max:=a
else
    max:=b
endif;
```

**Nepotpuna selekcija:**

```
ili
    if (uslov) then
        niz_naredbi
    endif;
```

**Primer:**

```
ili
    max:=a;
    if (max<b) then
        max:=b
    endif;
```

# ... PSEUDOKOD



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- **Iteracija**

```
while (uslov) do
    niz_naredbi
enddo;
```

Primer:

```
r:="ostatak od a/b"
while (r≠0) do
    a:=b;
    b:=r;
    r:="ostatak od a/b";
enddo;
nzd:=b;
```

```
do
    niz_naredbi
while (uslov);
```

Primer:

```
repeat
    r:="ostatak od a/b";
    a:=b;
    b:=r;
until (r=0);
nzd:=a;
```



- **Šta je to strukturogram?**
- Kombinacija grafičke reprezentacije i pseudokoda
- Mogu se kreirati samo za strukturirane programe
- Koriste se kao prikladna dokumentacija za već završene programe
- Program se piše tako da se popunjavaju određene geometrijske slike

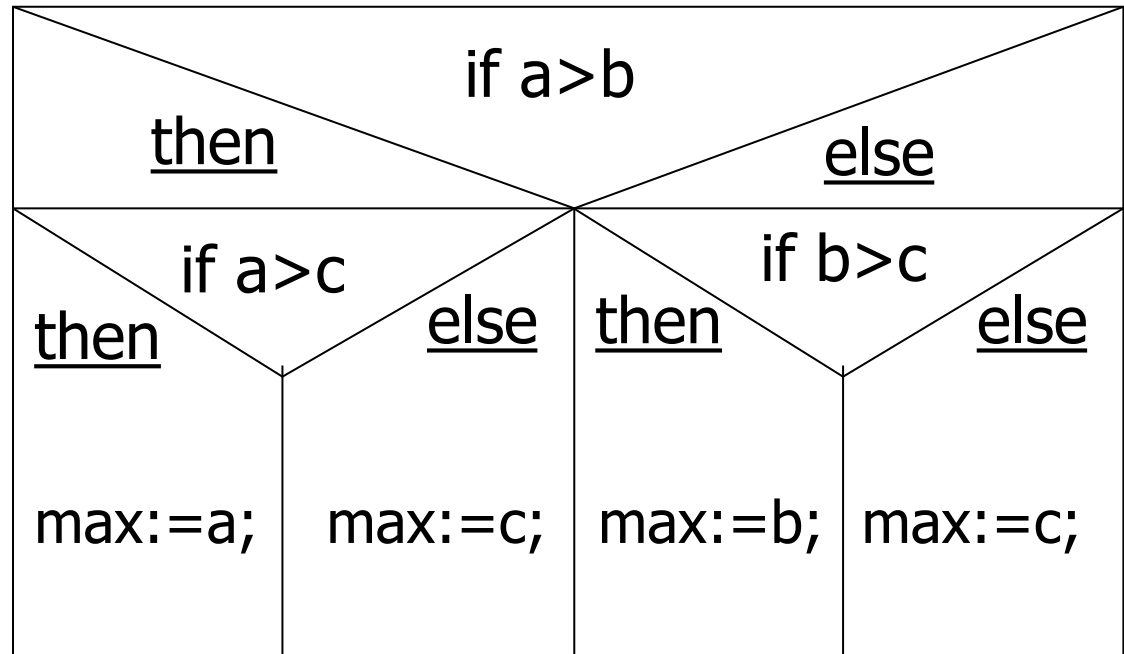
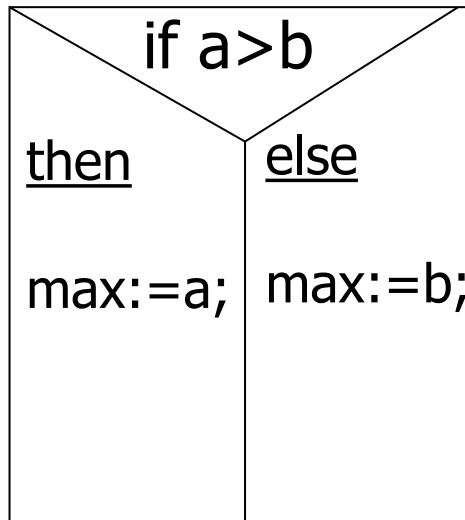


# STRUKTUROGRAM



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- **Primer, maksimum od 3 broja?**



# PROBLEMI KOJI SE REŠAVAJU ALGORITMOM ...



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- Pored uobičajenih, školskih, primera i neki vrlo vrlo ozbiljni
- **Šta još?**
- Human Genome Project
  - *Progres u identifikovanju svih 100,000 genes u ljudskoj DNA*
  - *Odredili sekvence od 3 milijardi hemijskih parova koji čine ljudski DNA, sačuvali informacije o njima u bazama podataka i razvili alate za njihovu analizu*
  - *Za sve su potrebni sofisticirani algoritmi koji štede vreme (i ljudima i računarima), ali i novac i to u sve većim količinama kako nastaje sve više i više informacija ekstrahovanih iz laboratorije*

# ... PROBLEMI KOJI SE REŠAVAJU ALGORITMOM ...



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- Internet
  - *Omogućuje brzo pretraživanje, pristupanje, preuzimanje i apload podataka*
  - *Uz pomoć pametnih algoritama moguće je upravljati i manipulirati velike količine podataka*
  - *Neki od problema koje rešavaju algoritmi uključuju pronalaženje najbržeg, najpouzdanijeg i najboljeg puta kojim podaci mogu da putuje i koje alati za pretragu mogu da koriste za pristup Internet prezentacijama*
- Elektronsko poslovanje
  - *Omogućuje razmenu dobara i usluga elektronski (kao i njihove pregovore i razmenu)*
  - *Oslanja se na razmenu informacija kao što su brojevi kreditnih kartica, lozinki i bankarskih transakcija*
  - *Osnovne tehnologije koje se ovde koriste su kriptografija i digitalni potpisi koji se baziraju na numeričkim algoritmima i numerici*

# ... PROBLEMI KOJI SE REŠAVAJU ALGORITMOM ...



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- Alociranje resursa
  - *Resursi u proizvodnji koji nisu uvek lako dostupni i kojih nema u izobilju zahtevaju često vrlo pametno i efikasno alociranje*
  - *Primeri: naftna industrija, predsednički izbori, avio-prevoznici*
  - *Sve se ovo može rešiti linearnim programiranjem*
- *Nema svaki problem jedinstven, niti očigledan skup algoritama koji ga mogu rešiti*
  - Zato postoje tehnike pristupu dizajniranja, razvoja i analizi algoritama
  - Tehnike koje omogućuju verifikaciju algoritama (da su oni pravi odgovor na problem)
  - Tehnike za razumevanje i dokazivanje efikasnost algoritama
- Učićemo i raditi različite algoritme za različite vrste problema

# ... PROBLEMI KOJI SE REŠAVAJU ALGORITMOM



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- Teški problemi
  - *Postoje problemi za koje ne postoje efikasni algoritmi*
  - *NP-kompletni problemi ((nondeterministic polynomial time)*
  - *NPC problemi su interesantni, jer efikasno rešenje nije pronađeno, ali nije ni dokazano da efikasno rešenje ne postoji*
  - *Interesantno je da ovi problemi imaju i osobinu da ako postoji efikasno rešenje za jedan problem iz klase problema, onda postoji efikasno rešenje za sve probleme iz klase – u tome leži i tolika fama oko ovih algoritama*
  - *Interesantno je i to što neki NPC problemi jako liče na neke druge probleme za koje postoje efikasna algoritmi*
  - *Mala promena u formulaciji problema može dovesti do NPC-a*
  - ***Zašto je ovo važno? Ako rešavate NPC problem, ne postoji svrha u traženju efikasnog, najboljeg, rešenja, jer ćete doći do dobrog, ali ne i najboljeg rešenja***

# ... PROBLEMI KOJI SE REŠAVAJU ALGORITMOM



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- Teški problem – primer
- Delivery company with a central depot
  - *Each day, it loads up each delivery truck at the depot and sends it around to deliver goods to several addresses. At the end of the day, each truck must end up back at the depot so that it is ready to be loaded for the next day. To reduce costs, the company wants to select an order of delivery stops that yields the lowest overall distance travelled by each truck*
  - *This problem is the well-known “traveling-salesman problem,” and it is NP-complete. It has no known efficient algorithm. Under certain assumptions, however, we know of efficient algorithms that give an overall distance which is not too far above the smallest possible.*

# ZAŠTO IZUČAVATI ALGORITME?



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- Šta da su računari beskonačno brzi i da imaju beskonačnu količinu memorije?
  - Kakvi bi bili programi/algoritmi tada?
- Naravno, računari, niti su beskonačno brzi, niti su resursi beskonačni
  - Kako je važno koristiti ove resurse mudro, algoritmi koji koriste ove resurse efikasno značajno pomažu u razvoju
- Ipak, efikasnost nije jedina karakteristika nekog algoritma
  - da radi
  - da je ispravan
  - da je lak za održavanje
  - da je robustan
  - da je modularan
  - da je user-friendly
  - koliko traje njegov razvoj
  - da li je jednostavan
  - da li je proširiv
  - da li je pouzdan

# ALGORITMI SPRAM TEHNOLOGIJE



*Dragan de Dinu - Teorija algoritama*

- Algoritmi se mogu tretira kao i druge tehnologije
- Kako napreduje hardver, tako napreduju i algoritmi
- Takođe, različite tehnologije (Web, GUI, hardver, mreže, itd.) se oslanjaju na algoritme
- Kako se računari koriste za rešavanje kompleksnih, velikih problema, razlika u efikasnosti algoritama, postaje izražena (reklo bi se dramatična) upravo na ovakvim problemima
- Iz knjige (ItA):  
*Having a solid base of algorithmic knowledge and technique is one characteristic that separates the truly skilled programmers from the novices. With modern computing technology, you can accomplish some tasks without knowing much about algorithms, but with a good background in algorithms, you can do much, much more*