

# *Oblikovanje i analiza algoritama*

## *1. predavanje*

Saša Singer

`singer@math.hr`

`web.math.pmf.unizg.hr/~singer`

PMF – Matematički odsjek, Zagreb

**Dobar dan, dobro došli  
na OAA**

# Sadržaj predavanja (početak)

- Uvod u kolegij:
  - Tko sam, što sam i kako do mene.
  - Pregled sadržaja kolegija.
  - Kolegiji “prethodnici” — **Ponovite!**
  - Ostale važne informacije o kolegiju. Posebno:
    - “Pravila igre” ili način polaganja ispita.
    - Kodeks ponašanja za sve zadatke.
    - Dostupni materijali i moja web–stranica.
    - Literatura.
    - Dodatna literatura.
  - **Malo prodike**, s najboljim namjerama :-).

# Sadržaj predavanja (nastavak)

- Uvodna priča o složenosti:
  - Primjeri algoritama iz Prog1, 2 — ponavljanje.
    - Sortiranje polja.
    - Pretraživanje.
  - Složenost tih algoritama — ponavljanje.
- Opis osnovnih pojmova:
  - Što je algoritam?
  - Što je složenost algoritma?

## Informacije — odrada

Utorak 8. 10. je praznik, a u utorak, 29. 10. sam na putu.

Termini **odrade** ova **dva** predavanja su:

- srijeda, 9. 10., od 14–17 u (201),
- srijeda, 16. 10., od 14–17 u (201).

# Informacije — web stranica

Moja web stranica za Oblikovanje i analizu algoritama je

<https://web.math.pmf.unizg.hr/~singer/oaa/>

ili, skraćeno

<https://web.math.hr/~singer/oaa/>

Kopija je na adresi

<http://degiorgi.math.hr/~singer/oaa/>

Službena web stranica za Oblikovanje i analizu algoritama je

<https://web.math.pmf.unizg.hr/nastava/oaa/>

# Informacije — kolokviji

Oblikovanje i analiza algoritama je u kolokvijskom razredu **B1**.

Službeni termini svih kolokvija su:

- Prvi kolokvij: srijeda, 20. 11. 2019., u 9 sati.
- Drugi kolokvij: srijeda, 29. 1. 2020., u 9 sati.
- Popravni kolokvij: srijeda, 12. 2. 2020., u 9 sati.

Uputa: “**izbjegnite**” popravni — obavite to **ranije!**

# Uvod u kolegij



# Sadržaj predavanja

- Uvod u kolegij:
  - Tko sam, što sam i kako do mene.
  - Cilj kolegija “Oblikovanje i analiza algoritama”.
  - Pregled sadržaja kolegija.
  - Kolegiji “prethodnici” — Ponovite!
  - Ostale važne informacije o kolegiju. Posebno:
    - “Pravila igre” ili način polaganja ispita.
    - Kodeks ponašanja za sve zadatke.
    - Dostupni materijali i moja web–stranica.
    - Literatura.
    - Dodatna literatura.
  - Malo prodike, s najboljim namjerama :-).

# Na samom početku

- **Moja malenkost** (u punom “sjaju”):

izv. prof. dr. sc. **Saša Singer**

- **Službeni osobni podaci:**

- ured (soba, kabinet): **227**, drugi kat,

- e-mail: **singer@math.hr**

- web stranica: **<https://web.math.hr/~singer/>**

- odn. **<https://web.math.pmf.unizg.hr/~singer/>**

- **Konzultacije:**

- samo za **OAA**: **utorak u 17 sati** (iza predavanja),

- službeno: **petak, 12–14 sati**,

- ili — po dogovoru.

# Cilj kolegija OAA

Cilj ovog kolegija je — sasvim ukratko:

- Oblikovanje efikasnih algoritama,
- Precizna analiza njihove složenosti u teoriji i praksi.

# Pregled sadržaja kolegija

- **Uvod u kolegij** — opis osnovnih pojmova

- **algoritam i složenost algoritma.**

Asimptotsko ponašanje funkcija, red veličine, zapis složenosti algoritma. Primjeri jednostavnih algoritama,

- **složenost** u teoriji i praksi, kako **povećati** efikasnost.

- **Rekurzivni algoritmi** — rekurzivne jednadžbe, primjeri rekurzivnih algoritama i njihova složenost, strategije

- “**smanji i vladaj**” — Hanojski tornjevi,

- “**podijeli i vladaj**” — binarno traženje, Mergesort, brzo množenje matrica i brojeva.

To je plan do **prvog kolokvija** (7 tjedana), i tu još dolazi

- **Priprema** za **1. kolokvij** — **primjeri** zadataka s rješenjima.

# Pregled sadržaja kolegija (nastavak)

- **Sortiranje** — algoritmi za sortiranje uspoređivanjem, složenost i praktična analiza složenosti ovih algoritama.

Neki bitni rezultati o složenosti sortiranja:

- **Donja** ograda za složenost sortiranja uspoređivanjem.
- Složenost i **prosječna** složenost **Quicksorta**.
- **Konstrukcija nekih efikasnih algoritama**. Posebno:
  - **Struktura disjunktних skupova** — za minimalna razapinjuća stabla i komponente povezanosti grafa.
  - **Brza Fourierova transformacija (FFT)**, neke primjene.  
Gledano prema **korisnosti** kroz cijelu povijest, to je “**top 1**” = **najvažniji** algoritam uopće!

I tu je negdje **kraj**, tako da ostane vremena za **seminare**.

## Pregled sadržaja kolegija — čega *nema*

Ovo ispod piše u *starom* nastavnom planu, ali *ne stignemo* do toga u 13 tjedana:

- *Teško rješivi problemi* — intuitivni pojam klasa  $P$  i  $NP$ , primjeri  $NP$ -potpunih i  $NP$ -teških problema,
  - problemi *ruksaka* i *trgovačkog putnika*.

Egzaktno i približno rješavanje takvih problema.

To ću samo *uzgred* spomenuti na početku, kad pričamo o

- tzv. “*brzini rasta*” funkcija (odnosno, složenosti) i pripadnim “*klasama rasta*”.

# Kolegiji “prethodnici” — *Ponovite!*

OAA, kao kolegij 1. godine diplomskog studija RiM,

- nominalno **nema** “zvaničnih prethodnika” na **tom** studiju.

Međutim, očekuje se **predznanje** s preddiplomskog studija **Matematika**, ili ekvivalentno. Bitne stvari su:

- Programiranje 1 i 2 — programski jezik **C** i **algoritmi**,
- Strukture podataka i algoritmi.

Dodatno, trebamo još ponešto od svačeg. Na primjer,

- **Diskretna matematika** — rekurzivne jednačbe,
- **Vjerojatnost i Statistika** — osnovni pojmovi,
- **Numerička matematika** — interpolacija polinomom, diskretni najmanji kvadrati.

# Pravila ocjenjivanja i kodeks ponašanja



# Pravila polaganja i ocjenjivanja (1)

Elementi ocjenjivanja su:

- redoviti kolokviji — 85%,
- domaće zadaće — 15%,
- eventualna završna provjera znanja (ispit) — 25%.

Napomena: Ovo su približni udjeli, a zbrajaju se bodovi!

Naime, postotak i bod nisu isto! Stvar postaje razumnija kad

- umjesto udjela (= postotka), čitate bodove.

Zbroj je 125% — što nije greška, v. objašnjenje malo niže.

Idemo redom ...

## Pravila polaganja i ocjenjivanja (2)

**Kolokviji.** Tijekom semestra pišu se **dva redovita** kolokvija:

- **1. kolokvij** — ima (najmanje) **40** bodova,
- **2. kolokvij** — ima (najmanje) **45** bodova,

tj. **oba** kolokvija mogu imati “**bonus**” bodove.

Na kolokvijima se provjerava

- poznavanje **teorijskog** i **praktičnog** dijela gradiva,
- tj. postavljaju se i **teorijska pitanja**.

Nakon **prvog** kolokvija, za one **najbolje**,

- postoji i **nagradna** mogućnost ...

## Pravila polaganja i ocjenjivanja (3)

Studenti koji na prvom kolokviju zarade najmanje 30 bodova,

- drugi kolokvij mogu (ne moraju) zamijeniti seminarom na temu koju odredi predmetni nastavnik.
- Tema se bira iz ponuđenog izbora tema.

Ocjena ide prema kvaliteti seminara, a

- prezentacija je javna, pred svim studentima u grupi.

Odmah, da znate,

- zadnji termin nastave predviđen je za ove prezentacije!

Ostali detalji ovise o broju takvih.

## Pravila polaganja i ocjenjivanja (4)

Studenti koji **ne pristupe** nekom od kolokvija tijekom semestra, a svoj nedolazak

- 📌 **pravovremeno opravdaju** na odgovarajući način (na pr., medicinskom dokumentacijom),
- 📌 kolokvij će **polagati** u dogovoru s nastavnikom.

**Realizacija:** Predati **molbu** s dokumentacijom u **Urudžbeni**.

Manje “pravnički”:

- 📌 Kad “**zapne**”, **javite** mi se (mailom) **čim možete**,
- 📌 a onda, kad “**oživite**”, javite se za dogovor o polaganju i predate molbu u Urudžbeni zapisnik.

# Pravila polaganja i ocjenjivanja (5)

## Domaće zadaće iz OAA:

- Tijekom semestra zadaje se jedna projektna domaća zadaća i donosi najviše 15 bodova.
- Zadaća uključuje i programski dio zadatka.
- Rješenje zadaće sadrži program i popratnu dokumentaciju.

## Predavanje zadaće je

- osobno nastavniku, s usmenim obrazloženjem rješenja,
- u posebnim, za to predviđenim terminima.

## Rok za predaju zadaća je

- dan drugog kolokvija.

# Pravila polaganja i ocjenjivanja (6)

Za **prolaznu** ocjenu potrebno je zaraditi:

- **najmanje 45 bodova**,
- kao **zbroj bodova** iz **kolokvija** (seminara) i **zadaće**,  
tj.  $\text{zbroj} = \text{prvi} + \text{drugi (ili seminar)} + \text{zadaca}$ .

“Prva” **ocjena** se formira na temelju tog **zbroja** bodova.

- Zato prva **3** elementa ocjenjivanja zbrojeno daju **100%**.
- No, možete zaraditi i puno **više** od **100 bodova**.

Ako ste **zadovoljni** ocjenom, to je (uglavnom) to!

# Pravila polaganja i ocjenjivanja (7)

**Završni ispit** (tzv. “završna provjera znanja”):

- U načelu — **završnog usmenog ispita NEMA**.

Mogući **izuzeci** su:

- po **želji** — ako **niste zadovoljni** “prvom” ocjenom, koja mora biti **prolazna**,
- po **kazni** — nastavnik **IMA PRAVO** pozvati studenta na usmeni ispit (na pr., zbog **prepisivanja** na kolokviju).

Na završnom ispitu moguće je ostvariti **najviše** još **25** bodova.

**Oprez:**

- Student može svojim **neznanjem** na završnoj provjeri znanja dobiti i **neprolaznu** ocjenu — tj. **pasti**.

# Pravila polaganja i ocjenjivanja (8)

**Popravni ispit.** Studenti koji su tijekom semestra

- na kolokvijima zaradili barem 10 bodova,
- a nisu položili kolegij,

mogu pristupiti popravnom kolokviju.

**Popravni kolokvij** obuhvaća gradivo cijelog kolegija.

- Na njemu je moguće ostvariti (barem) 85 bodova, tj., opet može biti “bonus” bodova.
- Bodovi s prva dva kolokvija se ne broje (brišu se).
- Bodovi iz zadaća se zbrajaju u ocjenu.

Na popravni kolokvij primjenjuje se isto pravilo o završnoj provjeri znanja (kao i za redovite kolokvije).



# Pravila polaganja i ocjenjivanja (9)

Tablica ocjenjivanja:

Bodovi	Ocjena
0 – 44	1
45 – 59	2
60 – 74	3
75 – 89	4
90 i više	5

Onih  $\leq 25$  bodova na završnom usmenom ispitu znači da

👉 jako dobrim znanjem možete zaraditi i dvije ocjene više!

# Kodeks ponašanja za sve zadatke

Sažetak = **Samostalan rad!**

- Zadatke rješavate **sami** — vi odgovarate za rješenje.
- **Dozvoljeno** je konzultirati se s **drugim** studentima, **prije** rješavanja zadatka (navesti njihova imena).
- **Ne smijete** iskorisiti **kôd** ili **dio kôda** koji imate otprije (izvor nije bitan), a **niste** ga radili potpuno **samostalno**.
- Propisno navedite **sve izvore** za materijale koje koristite.
- Utvrđi li se da **neki** zadatak **niste radili sami**, to povlači:
  - **disciplinsku prijavu**,
  - **poništavanje** svih bodova za dotični oblik rada (zadaća, kolokvij, seminar).

Ako imate **problema**, **nemojte krasti**, dođite na **konzultacije**.

# Rješavanje zadataka i prezentacija rješenja

Nužni uvjeti za **prihvaćanje rješenja** (veznik je “i”):

- Rješenja moraju biti **ispravna**, tj. moraju **davati** očekivane rezultate na test–primjerima.
- Programski kôd treba biti **pregledan** i dobro **komentiran**.
- Svoj programski kôd morate **dobro razumijeti**.  
Demonstracija (prezentacija) rješenja = **obrana** rješenja!
- Prilikom demonstracije (prezentacije) trebate znati
  - napraviti **manje preinake** u vlastitom kôdu,
  - nanovo **prevesti** kôd i **pokrenuti** program.

Ako **bilo koji** od ovih uvjeta **nije zadovoljen**  $\implies$  rješenje **neće** biti prihvaćeno.

# Autorstvo rješenja — “ne kradi”!

Završni uvjet (obično, i dovoljan, ako ispunite prethodne):

- 📍 Rješenje mora biti vaše **izvorno autorsko djelo**.

Ozbiljno **upozorenje**:

Međusobna **sličnost** kôdova i **plagiranje** rješenja



**najstrože sankcije**.

Kratke upute za **kvalitetnu** prezentaciju (rješenja, seminara):

- 📍 pogledajte web stranicu za seminarske teme iz **OAA**,
- 📍 javite se **meni** sa svim pitanjima.

# Kraj uvoda — pitanja, problemi, feedback, ...

Ima li (trenutno) nekih pitanja? Slušam ...

Ne zaboravite,

- ako bude bilo kakvih pitanja, problema, komentara, primjedbi, kritika, ...
- slobodno mi se obratite — što izravnije, to bolje!

Imate pravo reći svoje mišljenje i vaše mišljenje je važno!

- Ja sam tu za vas — “vas radi”, a ne “sebe radi”.

# Dostupni materijali, literatura, dodatna literatura

# Dostupni materijali (1) — moja web stranica

Osnovna literatura su, naravno :-),

• predavanja, primjeri ( $\approx$  vježbe) i popratni materijali, dostupni na webu (trenutno, samo na mom webu).

Moja web stranica za Oblikovanje i analizu algoritama je

<https://web.math.pmf.unizg.hr/~singer/oaa/>

ili, skraćeno

<https://web.math.hr/~singer/oaa/>

Tamo je “sve što postoji” od materijala za OAA, iz prošlih godina — od 2007. godine do danas,

• a stizat će i “novo” (kako nastaje) + sve bitne obavijesti.

## Dostupni materijali (2) — moja web stranica

Ukratko, što se tamo **nalazi**.

**Fiksni** dio je:

- “**zametak**” buduće **skripte**,
- “**scan**” (u **pdf** formatu) **svih** mojih **papira za nastavu**,

**Varijabilni** dio = povijest iz ranijih godina:

- **prezentacije** (slajdovi) za **poneke** dijelove nastave, (većinom = primjeri i rezultati),
- svi raniji **kolokviji** (uglavnom, **bez** rješenja),
- **domaće zadaće** i **seminarske teme** iz ranijih godina.

**Napomena.** To **nije** zamjena za “**živu**” nastavu (v. kasnije)!



# Digresija = dodatni linkovi na web stranici

Trenutno, tamo ima relativno **malo** dodatnih linkova.

Velika **molba** svim “tražiteljima po webu”:

- 🔴 Ako nađete **zgodne** materijale — kursevi, prezentacije, popratni materijali uz knjige (ili knjige same), i sl.,
- 🔴 za koje smatrate da mogu biti **korisni svima**,
- 🔴 **pošaljite** mi linkove (poveznice), pa ih stavim na web.

Pogledajte moj web iz **Umjetne inteligencije**, negdje pri dnu,

- 🔴 odmah ćete shvatiti na što mislim!

Svi **zajedno** možemo bitno unaprijediti cijeli **OAA**, a ne samo pripadnu web stranicu.

# Literatura (1)

🔴 Pokaži literaturu za buduću skriptu!

## *Dodatna literatura — floating–point aritmetika*

Ako želite saznati još ponešto o **floating–point prikazu** brojeva i **aritmetici**, pogledajte/potražite članak:

- **David Goldberg**, **What Every Computer Scientist Should Know About Floating–Point Arithmetic**, ACM Computing Surveys, Vol. 23, No. 1, March 1991, pp. 5–48.

Ovo je “ozbiljan” matematički članak — ima i teorema!

Postoji i **prošireno** izdanje, objavljeno kao

- **Appendix D**, **Numerical Computation Guide**, Sun Microsystems, Inc., July 2001.

Zbog “copyrighta”, ovo **nije** na mom webu, ali možete **dobiti**, ako želite.

## *Dodatna literatura — memorija računala*

Ako želite saznati više o detaljima funkcioniranja memorije modernih računala, pogledajte članak:

- Ulrich Drepper, [What Every Programmer Should Know About Memory](#), 2007.

Kompletna (prva) verzija članka može se naći na adresi

<http://www.akkadia.org/drepper/cpumemory.pdf>

Članak možete i [čitati](#) na webu. Početak je na adresi

<http://lwn.net/Articles/250967/>

a pri dnu su linkovi na ostala poglavlja.

# Prodike, upute, upozorenja — s najboljima namjerama

# Materijali na webu i “živa” nastava

Svi materijali su na webu...

Hm,... znam što sad slijedi:

- 🕒 to je dodatni razlog da na predavanja ne treba dolaziti!

Kako hoćete... neću popisivati “za bodove”!

Za početak, nije isto kad

- 🕒 prvi puta nešto vidite tik prije kolokvija,
- 🕒 ili ste sve to već jednom čuli na nastavi!

Hrpica toga (p)ostane “blago poznata”.

Jedna od svrha tih materijala je

- 🕒 priprema za nastavu = pogledate ih prije nastave.

# Materijali na webu i “živa” nastava (nastavak)

Međutim, **najkorisnija** stvar na predavanjima je

- ono što onako “**usput**” ispričam,
- a **ne piše** na folijama (slajdovima).

Naravno, i to da me se može **prekinuti** i ponešto **pitati!**

Materijali na webu imaju sasvim drugu **svrhu**.

- **Ne trebate** bjesomučno pisati **sve što kažem**,
- **najveći** dio **već piše!**

Savjet = “uputstvo za uporabu” tih materijala:

- **prije** predavanja, **pogledajte** i **isprintajte** ih — zgodno je 4 ili 6 slajdova po stranici, kako vam paše,
- a dodatne **bilješke** pišite na **tim papirima**.

# Prodika ...

- Zašto je OAA tako “težak”?  
Kreativnost = oblikovanje algoritma za novi problem!
- Kako se to “vježba”?  
Općim znanjem principa i iskustvom!