

Univerzitet u Beogradu  
Matematički fakultet

**Milena Vujošević Janičić, Jelena Graovac,  
Ana Spasić, Mirko Spasić,  
Anđelka Zečević, Nina Radojičić**

# **PROGRAMIRANJE 2**

## **Zbirka zadataka sa rešenjima**

**Beograd  
2016.**

Autori:

*dr Milena Vujošević Janičić*, docent na Matematičkom fakultetu u Beogradu

*dr Jelena Graovac*, docent na Matematičkom fakultetu u Beogradu

*Ana Spasić*, asistent na Matematičkom fakultetu u Beogradu

*Mirko Spasić*, asistent na Matematičkom fakultetu u Beogradu

*Anđelka Zečević*, asistent na Matematičkom fakultetu u Beogradu

*Nina Radojičić*, asistent na Matematičkom fakultetu u Beogradu

## PROGRAMIRANJE 2

Zbirka zadataka sa rešenjima

Izdavač: Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu

Studentski trg 16, 11000 Beograd

Za izdavača: *prof. dr Zoran Rakić*, dekan

Recenzenti:

*dr Gordana Pavlović-Lažetić*, redovni profesor na Matematičkom fakultetu u Beogradu

*dr Dragan Urošević*, naučni savetnik na Matematičkom institutu SANU

Obrada teksta, crteži i korice: *autori*

Štampa: Skripta internacional, Beograd

Tiraž: 150

СІР Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

©2015. Milena Vujošević Janičić, Jelena Graovac, Ana Spasić, Mirko Spasić, Anđelka Zečević, Nina Radojičić

Ovo delo zaštićeno je licencom Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 (Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License). Detalji licence mogu se videti na veb-adresi <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. Dozvoljeno je umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje dela, pod uslovom da se navedu imena autora. Upotreba dela u komercijalne svrhe nije dozvoljena. Prerada, preoblikovanje i upotreba dela u sklopu nekog drugog nije dozvoljena.



# Sadržaj

<b>1</b>	<b>Uvodni zadaci</b>	<b>1</b>
1.1	Podela koda po datotekama . . . . .	1
1.2	Algoritmi za rad sa bitovima . . . . .	5
1.3	Rekurzija . . . . .	11
1.4	Rešenja . . . . .	20
<b>2</b>	<b>Pokazivači</b>	<b>69</b>
2.1	Pokazivačka aritmetika . . . . .	69
2.2	Višedimenzioni nizovi . . . . .	73
2.3	Dinamička alokacija memorije . . . . .	77
2.4	Pokazivači na funkcije . . . . .	84
2.5	Rešenja . . . . .	86
<b>3</b>	<b>Algoritmi pretrage i sortiranja</b>	<b>127</b>
3.1	Algoritmi pretrage . . . . .	127
3.2	Algoritmi sortiranja . . . . .	133
3.3	Bibliotečke funkcije pretrage i sortiranja . . . . .	143
3.4	Rešenja . . . . .	148
<b>4</b>	<b>Dinamičke strukture podataka</b>	<b>221</b>
4.1	Liste . . . . .	221
4.2	Stabla . . . . .	232
4.3	Rešenja . . . . .	241
<b>A</b>	<b>Ispitni rokovi</b>	<b>337</b>
A.1	Praktični deo ispita, jun 2015. . . . .	337
A.2	Praktični deo ispita, jul 2015. . . . .	339
A.3	Praktični deo ispita, septembar 2015. . . . .	341
A.4	Praktični deo ispita, januar 2016. . . . .	343
A.5	Rešenja . . . . .	343



# Predgovor

U okviru kursa *Programiranje 2* na Matematičkom fakultetu vežbaju se zadaci koji imaju za cilj da studente nauče rekurzivnom pristupu rešavanju problema, ispravnom radu sa pokazivačima i dinamički alociranom memorijom, osnovnim algoritmima pretraživanja i sortiranja, kao i radu sa dinamičkim strukturama podataka, poput listi i stabala. Zadaci koji se nalaze u ovoj zbirci predstavljaju objedinjen skup zadataka sa vežbi i praktikuma ovog kursa, kao i primere zadataka sa održanih ispita. Elektronska verzija zbirke i radni repozitorijum elektronskih verzija rešenja zadataka, dostupni su u okviru strane kursa [www.programiranje2.matf.bg.ac.rs](http://www.programiranje2.matf.bg.ac.rs), besplatno.

U prvom poglavlju zbirke obrađene su uvodne teme koje obuhvataju osnovne tehnike koje se koriste u rešavanju svih ostalih zadataka u zbirci: podela koda po datotekama i rekurzivni pristup rešavanju problema. Takođe, u okviru ovog poglavlja dati su i osnovni algoritmi za rad sa bitovima. Drugo poglavlje je posvećeno pokazivačima: pokazivačkoj aritmetici, višedimenzionim nizovima, dinamičkoj alokaciji memorije i radu sa pokazivačima na funkcije. Treće poglavlje obrađuje algoritme pretrage i sortiranja, a četvrto dinamičke strukture podataka: liste i stabla. Dodatak sadrži najvažnije ispitne rokove iz jedne akademske godine. Većina zadataka je rešena, a teži zadaci su obeleženi zvezdicom.

Autori velikog broja zadataka ove zbirke su ujedno i autori same zbirke, ali postoje i zadaci za koje se ne može tačno utvrditi ko je originalni autor jer su zadacima davali svoje doprinose različiti asistenti koji su držali vežbe iz ovog kursa u prethodnih desetak godina. Zbog toga smatramo da je naš osnovni doprinos što smo objedinili, precizno formulisali, rešili i detaljno iskomentarisali sve najvažnije zadatke koji su potrebni za uspešno savlađivanje koncepata koji se obrađuju u okviru kursa.

Zahvaljujemo recenzentima, Gordani Pavlović Lažetić i Draganu Uroševiću, na veoma pažljivom čitanju rukopisa i na brojnim korisnim sugestijama. Takođe, zahvaljujemo studentima koji su svojim aktivnim učešćem u nastavi pomogli i doprineli u uobličavanju ovog materijala.

Svi komentari i sugestije na zadatke i rešenja zbirke su dobrodošli i osećajte se slobodno da ih pošaljete elektronskom poštom bilo kome od autora<sup>1</sup>.

*Autori*

---

<sup>1</sup>Adrese autora su: milena, jgraovac, aspasic, mirko, andjelkaz, nina, sa nastavkom @matf.bg.ac.rs

# 1

## Uvodni zadaci

### 1.1 Podela koda po datotekama

**Zadatak 1.1** Napisati program za rad sa kompleksnim brojevima.

- (a) Definirati strukturu `KompleksanBroj` koja opisuje kompleksan broj zadat njegovim realnim i imaginarnim delom.
- (b) Napisati funkciju `void ucitaj_kompleksan_broj(KompleksanBroj * z)` koja učitava kompleksan broj `z` sa standardnog ulaza.
- (c) Napisati funkciju `void ispisi_kompleksan_broj(KompleksanBroj z)` koja ispisuje kompleksan broj `z` na standardni izlaz u odgovarajućem formatu.
- (d) Napisati funkciju `float realan_deo(KompleksanBroj z)` koja vraća vrednost realnog dela broja `z`.
- (e) Napisati funkciju `float imaginaran_deo(KompleksanBroj z)` koja vraća vrednost imaginarnog dela broja `z`.
- (f) Napisati funkciju `float moduo(KompleksanBroj z)` koja vraća moduo kompleksnog broja `z`.
- (g) Napisati funkciju `KompleksanBroj konjugovan(KompleksanBroj z)` koja vraća konjugovano-kompleksni broj broja `z`.
- (h) Napisati funkciju `KompleksanBroj saberi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)` koja vraća zbir dva kompleksna broja `z1` i `z2`.

## 1 Uvodni zadaci

---

- (i) Napisati funkciju `KompleksanBroj oduzmi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)` koja vraća razliku dva kompleksna broja  $z1$  i  $z2$ .
- (j) Napisati funkciju `KompleksanBroj mnozi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)` koja vraća proizvod dva kompleksna broja  $z1$  i  $z2$ .
- (k) Napisati funkciju `float argument(KompleksanBroj z)` koja vraća argument kompleksnog broja  $z$ .

Napisati program koji testira prethodno napisane funkcije. Sa standardnog ulaza uneti dva kompleksna broja  $z1$  i  $z2$ , a zatim ispisati realni deo, imaginarni deo, moduo, konjugovano-kompleksan broj i argument broja koji se dobija kao zbir, razlika ili proizvod brojeva  $z1$  i  $z2$  u zavisnosti od znaka ('+', '-', '\*') koji se unosi sa standardnog ulaza.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite realni i imaginarni deo kompleksnog broja: 1 -3
(1.00 - 3.00 i)
Unesite realni i imaginarni deo kompleksnog broja: -1 4
(-1.00 + 4.00 i)
Unesite znak (+,-,*): -
(1.00 - 3.00 i) - (-1.00 + 4.00 i) = (2.00 - 7.00 i)
Realni_deo: 2
Imaginarni_deo: -7.000000
Moduo: 7.280110
Konjugovano kompleksan broj: (2.00 + 7.00 i)
Argument kompleksnog broja: - 1.292497
```

[Rešenje 1.1]

**Zadatak 1.2** Uraditi prethodni zadatak tako da su sve napisane funkcije za rad sa kompleksnim brojevima zajedno sa definicijom strukture `KompleksanBroj` izdvojene u posebnu biblioteku. Napisati program koji testira ovu biblioteku. Sa standardnog ulaza uneti kompleksan broj, a zatim na standardni izlaz ispisati njegov polarni oblik.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite realni i imaginarni deo kompleksnog broja: -5 2
Polarni oblik kompleksnog broja je 5.39 * ei * 2.76
```

[Rešenje 1.2]

**Zadatak 1.3** Napisati biblioteku za rad sa polinomima.



- (a) Definirati strukturu `Polinom` koja opisuje polinom stepena najviše 20 koji je zadat nizom svojih koeficijenata tako da se na  $i$ -toj poziciji u nizu nalazi koeficijent uz  $i$ -ti stepen polinoma.
- (b) Napisati funkciju `void ispisi(const Polinom * p)` koja ispisuje polinom `p` na standardni izlaz, od najvišeg ka najnižem stepenu. Ispisati samo koeficijente koji su različiti od nule.
- (c) Napisati funkciju `Polinom ucitaj()` koja učitava polinom sa standardnog ulaza. Za polinom najpre uneti stepen, a zatim njegove koeficijente.
- (d) Napisati funkciju `double izracunaj(const Polinom * p, double x)` koja vraća vrednosti polinoma `p` u datoj tački `x` koristeći Hornerov algoritam.
- (e) Napisati funkciju `Polinom saberi(const Polinom * p, const Polinom * q)` koja vraća zbir dva polinoma `p` i `q`.
- (f) Napisati funkciju `Polinom pomnozi(const Polinom * p, const Polinom * q)` koja vraća proizvod dva polinoma `p` i `q`.
- (g) Napisati funkciju `Polinom izvod(const Polinom * p)` koja vraća izvod polinoma `p`.
- (h) Napisati funkciju `Polinom n_izvod(const Polinom * p, int n)` koja vraća  $n$ -ti izvod polinoma `p`.

Napisati program koji testira prethodno napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati polinome `p` i `q`, a zatim ih ispisati na standardni izlaz u odgovarajućem formatu. Izračunati i ispisati zbir `z` i proizvod `r` unetih polinoma `p` i `q`. Sa standardnog ulaza učitati realni broj `x`, a zatim na standardni izlaz ispisati vrednost polinoma `z` u tački `x` zaokruženu na dve decimale. Na kraju, sa standardnog ulaza učitati broj `n` i na izlaz ispisati  $n$ -ti izvod polinoma `r`.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite polinom p (prvo stepen, pa zatim koeficijente od najvećeg stepena do nultog):
3 1.2 3.5 2.1 4.2
Unesite polinom q (prvo stepen, pa zatim koeficijente od najvećeg stepena do nultog):
2 2.1 0 -3.9
Zbir polinoma je polinom z:
1.20x^3+5.60x^2+2.10x+0.30
Proizvod polinoma je polinom r:
2.52x^5+7.35x^4-0.27x^3-4.83x^2-8.19x-16.38
Unesite tacku u kojoj racunate vrednost polinoma z:
0
Vrednost polinoma z u tacki 0.00 je 0.30
Unesite izvod polinoma koji zelite:
3
3. izvod polinoma r je: 151.20x^2+176.40x-1.62
```

**Zadatak 1.4** Napisati biblioteku za rad sa razlomcima.

- (a) Definisati strukturu `Razlomak` koja opisuje razlomak.
- (b) Napisati funkciju `Razlomak ucitaj()` za učitavanje razlomka.
- (c) Napisati funkciju `void ispisi(const Razlomak * r)` koja ispisuje razlomak `r`.
- (d) Napisati funkciju `int brojilac(const Razlomak * r)` koja vraća brojilac razlomka `r`.
- (e) Napisati funkciju `int imenilac(const Razlomak * r)` koja vraća imenilac razlomka `r`.
- (f) Napisati funkciju `double realna_vrednost(const Razlomak * r)` koja vraća odgovarajuću realnu vrednost razlomka `r`.
- (g) Napisati funkciju `double recipročna_vrednost(const Razlomak * r)` koja vraća recipročnu vrednost razlomka `r`.
- (h) Napisati funkciju `Razlomak skрати(const Razlomak * r)` koja vraća skraćenu vrednost datog razlomka `r`.
- (i) Napisati funkciju `Razlomak saberi(const Razlomak * r1, const Razlomak * r2)` koja vraća zbir dva razlomka `r1` i `r2`.
- (j) Napisati funkciju `Razlomak oduzmi(const Razlomak * r1, const Razlomak * r2)` koja vraća razliku dva razlomka `r1` i `r2`.
- (k) Napisati funkciju `Razlomak pomnozi(const Razlomak * r1, const Razlomak * r2)` koja vraća proizvod dva razlomka `r1` i `r2`.
- (l) Napisati funkciju `Razlomak podeli(const Razlomak * r1, const Razlomak * r2)` koja vraća količnik dva razlomka `r1` i `r2`.

Napisati program koji testira prethodne funkcije. Sa standardnog ulaza učitati dva razlomka `r1` i `r2`. Na standardni izlaz ispisati skraćene vrednosti zbira, razlike, proizvoda i količnika razlomaka `r1` i recipročne vrednosti razlomka `r2`.

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite imenilac i brojilac prvog razlomka: 1 2
Unesite imenilac i brojilac drugog razlomka: 2 3
1/2 + 3/2 = 2
1/2 - 3/2 = -1
1/2 * 3/2 = 3/4
1/2 / 3/2 = 1/3
```

## 1.2 Algoritmi za rad sa bitovima

**Zadatak 1.5** Napisati biblioteku `stampanje_bitova` za rad sa bitovima. Biblioteka treba da sadrži funkcije `stampanje_bitova`, `stampanje_bitova_short` i `stampanje_bitova_char` za štampanje bitova u binarnom zapisu celog broja tipa `int`, `short` i `char`, koji se zadaje kao argument funkcije. Napisati program koji testira napisanu biblioteku. Sa standardnog ulaza učitati u heksadekadnom formatu cele brojeve tipa `int`, `short` i `char` i na standardni izlaz ispisati njihovu binarnu reprezentaciju.

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj tipa int: 0xf4f4f4f
Binarna reprezentacija: 01001111010011110100111101001111
Unesite broj tipa short: 0xf4f
Binarna reprezentacija: 0100111101001111
Unesite broj tipa char: 0xf
Binarna reprezentacija: 01001111
```

[Rešenje 1.5]

**Zadatak 1.6** Napisati funkcije `prebroj_bitove_1` i `prebroj_bitove_2` koje vraćaju broj jedinica u binarnom zapisu označenog celog broja  $x$  koji se zadaje kao argument funkcije. Prebrojavanje bitova ostvariti na dva načina:

- formiranjem odgovarajuće maske i njenim pomeranjem (funkcija `prebroj_bitove_1`)
- formiranjem odgovarajuće maske i pomeranjem promenljive  $x$  (funkcija `prebroj_bitove_2`).

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati ceo broj u heksadekasnom formatu i redni broj funkcije koju treba primeniti ('1' ili '2'), a zatim na standardni izlaz ispisati broj jedinica u binarnom zapisu učitanoog broja pozivom izabrane funkcije. Ukoliko korisnik ne unese ispravnu vrednost za

## 1 Uvodni zadaci

---

redni broj funkcije, prekinuti izvršavanje programa i ispisati odgovarajuću poruku na standardni izlaz za greške.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj: 0x7F
Unesite redni broj funkcije: 1
Poziva se funkcija prebroj_bitove_1
Broj jedinica u zapisu je 7
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj: -0x7F
Unesite redni broj funkcije: 2
Poziva se funkcija prebroj_bitove_2
Broj jedinica u zapisu je 26
```

### Primer 3

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj: 0x00FF00FF
Unesite redni broj funkcije: 2
Poziva se funkcija prebroj_bitove_2
Broj jedinica u zapisu je 16
```

### Primer 4

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj: 0x00FF00FF
Unesite redni broj funkcije: 3
IZLAZ ZA GREŠKU:
Neodgovarajući redni broj funkcije!
```

[Rešenje 1.6]

**Zadatak 1.7** Napisati funkcije `unsigned najveci(unsigned x)` i `unsigned najmanji(unsigned x)` koje vraćaju najveći, odnosno najmanji neoznačen ceo broj koji se može zapisati istim binarnim ciframa kao broj `x`.

Napisati program koji testira prethodno napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati neoznačen ceo broj u heksadekadnom formatu, a zatim ispisati binarnu reprezentaciju najvećeg i najmanjeg broja koji se može zapisati istim binarnim ciframa kao učitani broj.

### Test 1

```
ULAZ:
0x7F
IZLAZ:
Najveci:
11111110000000000000000000000000
Najmanji:
00000000000000000000000001111111
```

### Test 2

```
ULAZ:
0x80
IZLAZ:
Najveci:
10000000000000000000000000000000
Najmanji:
00000000000000000000000000000001
```

### Test 3

```
ULAZ:
0x00FF00FF
IZLAZ:
Najveci:
11111111111111111000000000000000
Najmanji:
00000000000000000111111111111111
```

### Test 4

```
ULAZ:
0xFFFFFFFF
IZLAZ:
Najveci:
11111111111111111111111111111111
Najmanji:
11111111111111111111111111111111
```

[Rešenje 1.7]



### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite neoznaceni broj x: 2882398951
Unesite neoznaceni broj n: 5
Unesite neoznaceni broj p: 10
Unesite neoznaceni broj y: 35156526
x = 2882398951                = 10101011110011011110101011100111
postavi_0(2882398951, 5, 10)  = 10101011110011011110100000100111

x = 2882398951                = 10101011110011011110101011100111
postavi_1(2882398951, 5, 10)  = 10101011110011011110111111100111

x = 2882398951                = 10101011110011011110101011100111
vrati_bitove(2882398951, 5, 10) = 00000000000000000000000000001011

x = 2882398951                = 10101011110011011110101011100111
y = 35156526                  = 00000010000110000111001000101110
postavi_1_n_bitove(2882398951, 5, 10, 35156526) = 10101011110011011110101110100111

x = 2882398951                = 10101011110011011110101011100111
invertuj(2882398951, 5, 10)   = 10101011110011011110110100100111
```

[Rešenje 1.8]

**Zadatak 1.9** Pod rotiranjem bitova ulevo podrazumeva se pomeranje svih bitova za jednu poziciju ulevo, s tim što se bit sa pozicije najveće težine pomera na poziciju najmanje težine. Analogno, rotiranje bitova udesno podrazumeva pomeranje svih bitova za jednu poziciju udesno, s tim što se bit sa pozicije najmanje težine pomera na poziciju najveće težine.

- (a) Napisati funkciju `unsigned rotiraj_ulevo(unsigned x, unsigned n)` koja vraća broj koji se dobija rotiranjem `n` puta ulevo datog celog neoznačenog broja `x`.
- (b) Napisati funkciju `unsigned rotiraj_udesno(unsigned x, unsigned n)` koja vraća broj koji se dobija rotiranjem `n` puta udesno datog celog neoznačenog broja `x`.
- (c) Napisati funkciju `int rotiraj_udesno_oznaceni(int x, unsigned n)` koja vraća broj koji se dobija rotiranjem `n` puta udesno datog celog broja `x`.

Napisati program koji sa standardnog ulaza učitava neoznačene cele brojeve `x` i `n` koji se unose u heksadekaskom formatu, tatim ispisuje binarnu reprezentaciju vrednosti dobijene pozivanjem tri prethodno napisane funkcije sa argumentima `x` i `n`, a na kraju ispisuje binarnu reprezentaciju vrednosti dobijene pozivanjem funkcije `rotiraj_udesno_oznaceni` za argumente `-x` i `n`.

### Primer 1

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite neoznaceni broj x: ba11a7
Unesite neoznaceni broj n: 5
x = 00000000101110100001000110100111
rotiraj_ulevo(ba11a7, 5) = 00010111010000100011010011100000
rotiraj_udesno(ba11a7, 5) = 00111000000001011101000010001101
rotiraj_udesno_oznaceni(ba11a7, 5) = 00111000000001011101000010001101
rotiraj_udesno_oznaceni(-ba11a7, 5) = 1100011111110100010111101110010

```

[Rešenje 1.9]

**Zadatak 1.10** Napisati funkciju `unsigned ogledalo(unsigned x)` koja vraća ceo broj čiji binarni zapis predstavlja sliku u ogledalu binarnog zapisa broja `x`. Napisati program koji testira datu funkciju za broj koji se sa standardnog ulaza zadaje u heksadekadnom formatu. Najpre ispisati binarnu reprezentaciju unetog broja, a zatim i binarnu reprezentaciju broja dobijenog kao njegova slika u ogledalu.

### Test 1

```

ULAZ:
255
IZLAZ:
00000000000000000000000010010101
10101010010000000000000000000000

```

### Test 2

```

ULAZ:
-15
IZLAZ:
11111111111111111111111111101011
11010111111111111111111111111111

```

[Rešenje 1.10]

**Zadatak 1.11** Napisati funkciju `int broj_01(unsigned int n)` koja za dati broj `n` vraća 1 ako u njegovom binarnom zapisu ima više jedinica nego nula, a inače vraća 0. Napisati program koji tu funkciju testira za broj koji se zadaje sa standardnog ulaza.

### Test 1

```

ULAZ:
10
IZLAZ:
0

```

### Test 2

```

ULAZ:
2147377146
IZLAZ:
1

```

### Test 3

```

ULAZ:
1111111115
IZLAZ:
0

```

[Rešenje 1.11]

**Zadatak 1.12** Napisati funkciju `int broj_parova(unsigned int x)` koja vraća broj pojava dve uzastopne jedinice u binarnom zapisu celog neoznačenog

## 1 Uvodni zadaci

---

broja  $x$ . Napisati program koji tu funkciju testira za broj koji se zadaje sa standardnog ulaza. NAPOMENA: *Tri uzastopne jedinice sadrže dve uzastopne jedinice dva puta.*

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
ULAZ:    11    IZLAZ:    1	ULAZ:    1024    IZLAZ:    0	ULAZ:    2147377146    IZLAZ:    22

[Rešenje 1.12]

\* **Zadatak 1.13** Napisati program koji sa standardnog ulaza učitava pozitivan ceo broj, a na standardni izlaz ispisuje vrednost tog broja sa razmenjenim vrednostima bitova na pozicijama  $i$  i  $j$ . Pozicije  $i$  i  $j$  učitati kao parametre komandne linije. Pri rešavanju nije dozvoljeno koristiti ni pomoćni niz ni aritmetičke operatore  $+$ ,  $-$ ,  $/$ ,  $*$ ,  $\%$ .

<i>Primer 1</i>	<i>Primer 2</i>	<i>Primer 2</i>
POKRETANJE: ./a.out 1 2    INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:    ULAZ:    11    IZLAZ:    13	POKRETANJE: ./a.out 1 2    INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:    ULAZ:    1024    IZLAZ:    1024	POKRETANJE: ./a.out 12 12    INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:    ULAZ:    12345    IZLAZ:    12345

\* **Zadatak 1.14** Napisati funkciju `void prevod(unsigned int x, char s[])` koja na osnovu neoznačenog broja  $x$  formira nisku  $s$  koja sadrži heksadekadni zapis broja  $x$  koristeći algoritam za brzo prevođenje binarnog u heksadekadni zapis (svake 4 binarne cifre se zamenjuju jednom odgovarajućom heksadekadnom cifrom). Napisati program koji tu funkciju testira za broj koji se zadaje sa standardnog ulaza.

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
ULAZ:    11    IZLAZ:    0000000B	ULAZ:    1024    IZLAZ:    00000400	ULAZ:    12345    IZLAZ:    00003039

[Rešenje 1.14]

\* **Zadatak 1.15**



Napisati funkciju koja za data dva neoznačena broja  $x$  i  $y$  invertuje one bitove u broju  $x$  koji se poklapaju sa odgovarajućim bitovima u broju  $y$ . Ostali bitovi treba da ostanu nepromenjeni. Napisati program koji testira tu funkciju za brojeve koji se zadaju sa standardnog ulaza.

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
ULAZ: 123 10 IZLAZ: 4294967285	ULAZ: 3251 0 IZLAZ: 4294967295	ULAZ: 12541 1024 IZLAZ: 4294966271

**Zadatak 1.16** Napisati funkciju koja vraća broj petica u oktalnom zapisu neoznačenog celog broja  $x$ . Napisati program koji testira tu funkciju za broj koji se zadaje sa standardnog ulaza. NAPOMENA: *Zadatak rešiti isključivo korišćenjem bitskih operatora.*

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
ULAZ: 123 IZLAZ: 0	ULAZ: 3245 IZLAZ: 2	ULAZ: 100328 IZLAZ: 1

## 1.3 Rekurzija

**Zadatak 1.17** Napisati rekurzivnu funkciju koja izračunava  $x^k$ , za dati ceo broj  $x$  i prirodan broj  $k$

- (a) tako da rešenje bude linearne složenosti,
- (b) tako da rešenje bude logaritamske složenosti.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati redni broj funkcije koju treba primeniti ('1' ili '2'), ceo broj  $x$  i prirodan broj  $k$ , a zatim na standardni izlaz ispisati rezultat primene izabrane funkcije na unete brojeve. Ukoliko se na ulazu unese pogrešan redni broj funkcije, ispisati odgovarajuću poruku o grešci na standardni izlaz i prekinuti izvršavanje programa.

### Primer 1

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Unesite redni broj funkcije (1/2):
|| 1
|| Unesite broj x:      2
|| Unesite broj k:     10
|| 1024
```

### Primer 2

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Unesite redni broj funkcije (1/2):
|| 2
|| Unesite broj x:      9
|| Unesite broj k:      4
|| 6561
```

[Rešenje 1.17]

**Zadatak 1.18** Koristeći uzajamnu (posrednu) rekurziju napisati:

- (a) funkciju `unsigned paran(unsigned n)` koja proverava da li je broj cifara broja `x` paran i vraća 1 ako jeste, a 0 inače;
- (b) i funkciju `unsigned neparan(unsigned n)` koja proverava da li je broj cifara broja `x` neparan i vraća 1 ako jeste, a 0 inače.

Napisati program koji testira napisane funkcije tako što za heksadekadni broj koji se unosi sa standardnog ulaza ispisuje da li je broj njegovih cifara paran ili neparan.

### Test 1

```
|| ULAZ:
|| 11
|| IZLAZ:
|| Uneti broj ima paran broj cifara.
```

### Test 2

```
|| ULAZ:
|| 123
|| IZLAZ:
|| Uneti broj ima neparan broj cifara.
```

[Rešenje 1.18]

**Zadatak 1.19** Napisati repno-rekurzivnu funkciju koja izračunava faktorijel broja  $n$ . Napisati program koji testira napisanu funkciju za proizvoljan broj  $n$  ( $n \leq 12$ ) unet sa standardnog ulaza. NAPOMENA: *Gornja vrednost za  $n$  je postavljena na 12 zbog ograničenja veličine broja koji može da stane u promenljivu tipa `int` i činjenice da niz faktorijela brzo raste.*

### Primer 1

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Unesite n (<= 12): 5
|| 5! = 120
```

### Primer 2

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Unesite n (<= 12): 0
|| 0! = 1
```

[Rešenje 1.19]

**Zadatak 1.20** Napisati funkciju koja vraća  $n$ -ti element u nizu Fibonačijevih brojeva. Elementi niza Fibonačijevih brojeva  $F$  izračunavaju se na osnovu sledećih rekurentnih relacija:

$$F(0) = 0$$

$$F(1) = 1$$

$$F(n) = F(n-1) + F(n-2).$$

Napisati program koji testira napisanu funkciju. Sa standardnog ulaza učitati prirodan broj  $n$  i na standardni izlaz ispisati rezultat primene napisane funkcije na prirodan broj  $n$ .

*Primer 1*

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Unesite koji clan niza se racuna: 5
|| F(5) = 5
```

*Primer 2*

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Unesite koji clan niza se racuna: 8
|| F(8) = 21
```

**Zadatak 1.21** Elementi niza  $F$  izračunavaju se na osnovu sledećih rekurentnih relacija:

$$F(0) = 0$$

$$F(1) = 1$$

$$F(n) = a * F(n-1) + b * F(n-2).$$

Napisati funkciju koja računa  $n$ -ti element u nizu  $F$

- (a) iterativno,
- (b) tako da funkcija bude rekurzivna i da koristi navedene rekurentne relacije,
- (c) tako da funkcija bude rekurzivna ali da se problemi manje dimenzije rešavaju samo jedan put.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati redni broj funkcije koju treba primeniti ('1','2','3'), vrednosti koeficijenata  $a$  i  $b$  i prirodan broj  $n$ . Na standardni izlaz ispisati rezultat primene odabrane funkcije nad učitanim podacima, a u slučaju unosa pogrešnog rednog broja funkcije ispisati odgovarajuću poruku i prekinuti izvršavanje programa. NAPOMENA: Niz  $F$  definisan na ovaj način predstavlja uopštenje Fibonačijevih brojeva.

## 1 Uvodni zadaci

---

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite redni broj funkcije koju zelite:
1 - iterativna
2 - rekurzivna
3 - rekurzivna napredna
1
Unesite koeficijente: 2 3
Unesite koji clan niza se racuna: 5
F(5) = 61
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite redni broj funkcije koju zelite:
1 - iterativna
2 - rekurzivna
3 - rekurzivna napredna
3
Unesite koeficijente: 4 2
Unesite koji clan niza se racuna: 8
F(8) = 31360
```

[Rešenje 1.21]

**Zadatak 1.22** Napisati rekurzivnu funkciju koja sabira dekadne cifre datog celog broja  $x$ . Napisati program koji testira ovu funkciju za broj koji se unosi sa standardnog ulaza.

### Test 1

```
ULAZ:
123
IZLAZ:
6
```

### Test 2

```
ULAZ:
23156
IZLAZ:
17
```

### Test 3

```
ULAZ:
1432
IZLAZ:
10
```

### Test 4

```
ULAZ:
1
IZLAZ:
1
```

### Test 5

```
ULAZ:
0
IZLAZ:
0
```

[Rešenje 1.22]

**Zadatak 1.23** Napisati rekurzivnu funkciju koja sumira elemente niza celih brojeva

- (a) sabirajući elemente počev od početka niza ka kraju niza,
- (b) sabirajući elemente počev od kraja niza ka početku niza.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati redni broj funkcije ('1' ili '2'), zatim dimenziju  $n$  ( $0 < n \leq 100$ ) celobrojnog niza, a potom i elemente niza. Na standardni izlaz ispisati rezultat primene odabrane funkcije nad učitanim nizom, a u slučaju unosa pogrešnog rednog broja funkcije ispisati odgovarajuću poruku i prekinuti izvršavanje programa.

*Primer 1*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite redni broj funkcije (1 ili 2): 1
Unesite dimenziju niza: 5
Unesite elemente niza:
1 2 3 4 5
Suma elemenata je 15

```

*Primer 2*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite redni broj funkcije (1 ili 2): 2
Unesite dimenziju niza: 4
Unesite elemente niza:
-5 2 -3 6
Suma elemenata je 0

```

[Rešenje 1.23]

**Zadatak 1.24** Napisati rekurzivnu funkciju koja određuje maksimum niza celih brojeva. Napisati program koji testira ovu funkciju za niz koji se unosi sa standardnog ulaza. Elementi niza se unose sve do kraja ulaza (EOF). Pretpostaviti da niz neće imati više od 256 elemenata.

*Test 1*

```

ULAZ:
3 2 1 4 21
IZLAZ:
21

```

*Test 2*

```

ULAZ:
2 -1 0 -5 -10
IZLAZ:
2

```

*Test 3*

```

ULAZ:
1 11 3 5 8 1
IZLAZ:
11

```

[Rešenje 1.24]

**Zadatak 1.25** Napisati rekurzivnu funkciju koja izračunava skalarni proizvod dva vektora celih brojeva. Napisati program koji testira ovu funkciju za nizove (vektore) koji se unose sa standardnog ulaza. Prvo treba uneti dimenziju nizova, a zatim i njihove elemente. Na standardni izlaz ispisati skalarni proizvod unetih nizova. Pretpostaviti da nizovi neće imati više od 256 elemenata.

*Primer 1*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju nizova: 3
Unesite elemente prvog niza:
1 2 3
Unesite elemente drugog niza:
1 2 3
Skalarni proizvod je 14

```

*Primer 2*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju nizova: 2
Unesite elemente prvog niza:
3 5
Unesite elemente drugog niza:
2 6
Skalarni proizvod je 36

```

[Rešenje 1.25]

**Zadatak 1.26** Napisati rekurzivnu funkciju koja vraća broj pojavljivanja elementa  $x$  u nizu  $a$  dužine  $n$ . Napisati program koji testira ovu funkciju za broj  $x$  i niz  $a$  koji se unose sa standardnog ulaza. Prvo se unosi  $x$ , a zatim elementi niza sve do kraja ulaza. Pretpostaviti da nizovi neće imati više od 256 elemenata.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ceo broj:
4
Unesite elemente niza:
1 2 3 4
Broj pojavljivanja je 1
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ceo broj:
11
Unesite elemente niza:
3 2 11 14 11 43 1
Broj pojavljivanja je 2
```

### Primer 3

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ceo broj:
1
Unesite elemente niza:
3 21 5 6
Broj pojavljivanja je 0
```

[Rešenje 1.26]

**Zadatak 1.27** Napisati rekurzivnu funkciju kojom se proverava da li su tri data cela broja uzastopni članovi datog celobrojnog niza. Sa standardnog ulaza učitati tri broja, a zatim elemente niza sve do kraja ulaza. Na standardni izlaz ispisati rezultat primene funkcije nad učitanim podacima. Pretpostaviti da neće biti uneto više od 256 brojeva.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite tri cela broja:
1 2 3
Unesite elemente niza:
4 1 2 3 4 5
Uneti brojevi jesu uzastopni članovi niza.
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite tri cela broja:
1 2 3
Unesite elemente niza:
11 1 2 4 3 6
Uneti brojevi nisu uzastopni članovi niza.
```

[Rešenje 1.27]

**Zadatak 1.28** Napisati rekurzivnu funkciju `int prebroj(int x)` koja vraća broj bitova postavljenih na 1 u binarnoj reprezentaciji broja `x`. Napisati program koji testira napisanu funkciju za broj koji se učitava sa standardnog ulaza u heksadekadnom formatu.

### Test 1

```
ULAZ:
0x7F
IZLAZ:
7
```

### Test 2

```
ULAZ:
0x00FF00FF
IZLAZ:
16
```

### Test 3

```
ULAZ:
0xFFFFFFFF
IZLAZ:
32
```

[Rešenje 1.28]

**Zadatak 1.29** Napisati rekurzivnu funkciju koja štampa bitovsku reprezentaciju neoznačenog celog broja, i program koji je testira za vrednost koja se zadaje sa standardnog ulaza.

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>
ULAZ:	ULAZ:
10	0
IzLAZ:	IzLAZ:
000000000000000000000000000000001010	000000000000000000000000000000000000

**Zadatak 1.30** Napisati rekurzivnu funkciju za određivanje najveće cifre u oktalnom zapisu neoznačenog celog broja korišćenjem bitskih operatora. UPUTSTVO: *Binarne cifre grupisati u podgrupe od po tri cifre, počev od bitova najmanje težine.*

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
ULAZ:	ULAZ:	ULAZ:
5	125	8
IZLAZ:	IZLAZ:	IZLAZ:
5	7	1

[Rešenje 1.30]

**Zadatak 1.31** Napisati rekurzivnu funkciju za određivanje (dekadne vrednosti) najveće cifre u heksadekadnom zapisu neoznačenog celog broja korišćenjem bitskih operatora. UPUTSTVO: *Binarne cifre grupisati u podgrupe od po četiri cifre, počev od bitova najmanje težine.*

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
ULAZ:	ULAZ:	ULAZ:
5	16	18
IZLAZ:	IZLAZ:	IZLAZ:
5	1	2

[Rešenje 1.31]

**Zadatak 1.32** Napisati rekurzivnu funkciju `int palindrom(char s[], int n)` koja ispituje da li je data niska `s` palindrom. Napisati program koji testira ovu funkciju za nisku koja se zadaje sa standardnog ulaza. Pretpostaviti da niska neće imati više od 31 karaktera.

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
<pre> ULAZ: a IZLAZ: da </pre>	<pre> ULAZ: aa IZLAZ: da </pre>	<pre> ULAZ: aba IZLAZ: da </pre>
<i>Test 4</i>	<i>Test 5</i>	
<pre> ULAZ: programiranje IZLAZ: ne </pre>	<pre> ULAZ: anavolimilovana IZLAZ: da </pre>	

[Rešenje 1.32]

\* **Zadatak 1.33** Napisati rekurzivnu funkciju koja prikazuje sve permutacije skupa  $\{1, 2, \dots, n\}$ . Napisati program koji testira napisanu funkciju za proizvoljan prirodan broj  $n$  ( $n \leq 15$ ) unet sa standardnog ulaza.

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
<pre> ULAZ: 2 IZLAZ: 1 2 2 1 </pre>	<pre> ULAZ: 3 1 2 3 1 3 2 2 1 3 2 3 1 3 1 2 3 2 1 </pre>	<pre> ULAZ: -5 Duzina permutacije mora biti broj iz intervala [0, 15]! </pre>

[Rešenje 1.33]

\* **Zadatak 1.34** Paskalov trougao sadrži brojeve čije se vrednosti računaju tako što svako polje ima vrednost zbira dve vrednosti koje su u susedna dva polja iznad. Izuzetak su jedinice na krajevima. Vrednosti brojeva Paskalovog trougla odgovaraju binomnim koeficijentima tj. vrednost polja  $(n, k)$ , gde je  $n$  redni broj hipotenuze, a  $k$  redni broj elementa u tom redu (na toj hipotenuzi) odgovara binomnom koeficijentu  $\binom{n}{k}$ , pri čemu brojanje počinje od nule. Na primer, vrednost polja  $(4, 2)$  je 6.

				1				
			1		1			
		1		2		1		
	1		3		3		1	
1		4		6		4		1
1	5		10		10		5	1



- (a) Napisati rekurzivnu funkciju koja izračunava vrednost binomnog koeficijenta  $\binom{n}{k}$  koristeći osobine Paskalovog trougla.
- (b) Napisati rekurzivnu funkciju koja izračunava  $d_n$  kao sumu elemenata  $n$ -te hipotenuze Paskalovog trougla.

Napisati program koji za unetu veličinu Paskalovog trougla i redni broj hipotenuze najpre iscrtava Paskalov trougao, a zatim štampa sumu elemenata hipotenuze.

Test 1

```

ULAZ:
5 3
IZLAZ:
      1
     1 1
    1 2 1
   1 3 3 1
  1 4 6 4 1
 1 5 10 10 5 1
8

```

Test 2

```

ULAZ:
6 5
IZLAZ:
      1
     1 1
    1 2 1
   1 3 3 1
  1 4 6 4 1
 1 5 10 10 5 1
1 6 15 20 15 6 1
32

```

[Rešenje 1.34]

\* **Zadatak 1.35** Napisati rekurzivnu funkciju koja prikazuje sve varijacije sa ponavljanjem dužine  $n$  skupa  $\{a, b\}$ , i program koji je testira, za  $n$  koje se unosi sa standardnog ulaza.

Test 1

```

ULAZ:
2
IZLAZ:
a a
a b
b a
b b

```

Test 2

```

ULAZ:
3
IZLAZ:
a a a
a a b
a b a
a b b
b a a
b a b
b b a
b b b

```

\* **Zadatak 1.36 Hanojske kule:** Data su tri vertikalna štapa. Na jednom od njih se nalazi  $n$  diskova poluprečnika 1, 2, 3, ... do  $n$ , tako da se najveći nalazi na dnu, a najmanji na vrhu. Ostala dva štapa su prazna. Potrebno je premestiti diskove sa jednog na drugi štap tako da budu u istom redosledu, pri čemu se ni u jednom trenutku ne sme staviti veći disk preko manjeg. Preostali štap koristiti

kao pomoćni štap prilikom premeštanja.

Napisati program koji za proizvoljnu vrednost  $n$ , koja se unosi sa standardnog ulaza, prikazuje proces premeštanja diskova.

**\* Zadatak 1.37 Modifikacija Hanojskih kula:** Data su četiri vertikalna štapa. Na jednom se nalazi  $n$  diskova poluprečnika 1, 2, 3,... do  $n$ , tako da se najveći nalazi na dnu, a najmanji na vrhu. Ostala tri štapa su prazna. Potrebno je premestiti diskove na drugi štap tako da budu u istom redosledu, premestajući jedan po jedan disk, pri čemu se ni u jednom trenutku ne sme staviti veći disk preko manjeg. Preostala dva štapa koristiti kao pomoćne štapove prilikom premeštanja.

Napisati program koji za proizvoljnu vrednost  $n$ , koja se unosi sa standardnog ulaza, prikazuje proces premeštanja diskova.

## 1.4 Rešenja

### Rešenje 1.1

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <math.h>
4
5  /* Struktura kojom je predstavljan kompleksan broj sadrzi realan i
6     imaginaran deo kompleksnog broja */
7  typedef struct {
8     float real;
9     float imag;
10 } KompleksanBroj;
11
12 /* Funkcija ucitava sa standardnog ulaza realan i imaginara deo
13     kompleksnog broja i smesta ih u strukturu cija je adresa argument
14     funkcije */
15 void ucitaj_kompleksan_broj(KompleksanBroj * z)
16 {
17     /* Ucitavanje vrednosti sa standardnog ulaza */
18     printf("Unesite realni i imaginarni deo kompleksnog broja: ");
19     scanf("%f", &z->real);
20     scanf("%f", &z->imag);
21 }
22
23 /* Funkcija ispisuje na standardan izlaz zadati kompleksni broj u
24     obliku (x + i y). Ovoj funkciji se argument prenosi po vrednosti
25     jer se u samoj funkciji ne menja njegova vrednost */
26 void ispisi_kompleksan_broj(KompleksanBroj z)
27 {
28     /* Zapocinje se sa ispisom */
```

```

printf("(");
30
/* Razlikuju se dva slucaja: 1) realni deo kompleksnog broja
32 razlicit od nule: tada se realni deo ispisuje na standardni
izlaz, nakon cega se ispisuje znak + ili - u zavisnosti da li je
34 imaginarni deo pozitivan ili negativan, a potom i apsolutna
vrednost imaginarnog dela kompleksnog broja 2) realni deo
36 kompleksnog broja je nula: tada se samo ispisuje imaginaran deo,
s tim sto se ukoliko su oba dela nula ispisuje samo 0, bez
38 decimalnih mesta */

40 if (z.real != 0) {
    printf("%.2f", z.real);
42
    if (z.imag > 0)
44         printf(" + %.2f i", z.imag);
    else if (z.imag < 0)
46         printf(" - %.2f i", -z.imag);
    } else {
48         if (z.imag == 0)
            printf("0");
50         else
            printf("%.2f i", z.imag);
52     }

54 /* Završava se sa ispisom */
printf(")");
56
}

58 /* Funkcija vraca vrednosti realnog dela kompleksnog broja */
60 float realan_deo(KompleksanBroj z)
{
62     return z.real;
}

64 /* Funkcija vraca vrednosti imaginarnog dela kompleksnog broja */
66 float imaginaran_deo(KompleksanBroj z)
{
68     return z.imag;
}

70 /* Funkcija vraca vrednost modula zadatog kompleksnog broja */
72 float moduo(KompleksanBroj z)
{
74     return sqrt(z.real * z.real + z.imag * z.imag);
}

76 /* Funkcija vraca vrednost konjugovano kompleksnog broja koji
78 odgovara kompleksnom broju argumentu */
KompleksanBroj konjugovan(KompleksanBroj z)
80 {

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
82  /* Konjugovano kompleksan broj z se dobija tako sto se promeni znak
    imaginarnom delu kompleksnog broja */

84  KomplexsanBroj z1 = z;

86  z1.imag *= -1;

88  return z1;
}

90  /* Funkcija vraca kompleksan broj cija vrednost je jednaka zbiru
    argumenata funkcije */
92  KomplexsanBroj saberi(KomplexsanBroj z1, KomplexsanBroj z2)
94  {
    /* Rezultat sabiranja dva kompleksna broja z1 i z2 je kompleksan
    broj ciji je realan deo zbir realnih delova kompleksnih brojeva
    z1 i z2, a imaginaran deo zbir imaginarnih delova kompleksnih
    brojeva z1 i z2 */

100  KomplexsanBroj z = z1;

102  z.real += z2.real;
    z.imag += z2.imag;

104  return z;
106 }

108 /* Funkcija vraca kompleksan broj cija vrednost je jednaka razlici
    argumenata funkcije */
110 KomplexsanBroj oduzmi(KomplexsanBroj z1, KomplexsanBroj z2)
112 {
    /* Rezultat oduzimanja dva kompleksna broja z1 i z2 je kompleksan
    broj ciji je realan deo razlika realnih delova kompleksnih
    brojeva z1 i z2, a imaginaran deo razlika imaginarnih delova
    kompleksnih brojeva z1 i z2 */

116  KomplexsanBroj z = z1;

118  z.real -= z2.real;
120  z.imag -= z2.imag;

122  return z;
124 }

126 /* Funkcija vraca kompleksan broj cija vrednost je jednaka proizvodu
    argumenata funkcije */
128 KomplexsanBroj mnozi(KomplexsanBroj z1, KomplexsanBroj z2)
130 {
    /* Rezultat mnozenja dva kompleksna broja z1 i z2 je kompleksan
    broj ciji se realan i imaginaran deo racunaju po formuli za
    mnozenje kompleksnih brojeva z1 i z2 */

132
```

```

KompleksanBroj z;
134
    z.real = z1.real * z2.real - z1.imag * z2.imag;
136    z.imag = z1.real * z2.imag + z1.imag * z2.real;

138    return z;
}
140
/* Funkcija vraca argument zadatog kompleksnog broja */
142 float argument(KompleksanBroj z)
{
144     /* Argument kompleksnog broja z se racuna pozivanjem funkcije atan2
        iz biblioteke math.h */

146     return atan2(z.imag, z.real);
148 }

150 int main()
{
152     char c;

154     /* Deklaracija 3 promenljive tipa KompleksanBroj */
    KompleksanBroj z1, z2, z;

156
    /* Ucitavanje prvog kompleksnog broja, a potom i njegovo
        ispisivanje na standardni izlaz */
158    ucitaj_kompleksan_broj(&z1);
160    ispisi_kompleksan_broj(z1);
    printf("\n");

162
    /* Ucitavanje drugog kompleksnog broja, a potom njegovo ispisivanje
        na standardni izlaz */
164    ucitaj_kompleksan_broj(&z2);
166    ispisi_kompleksan_broj(z2);
    printf("\n");

168
    /* Ucitavanje i provera znaka na osnovu koga korisnik bira
        aritmeticku operaciju koja ce se izvrstiti nad kompleksnim
        brojevima */
170    getchar();
    printf("Unesite znak (+,-,*): ");
174    scanf("%c", &c);
    if (c != '+' && c != '-' && c != '*') {
176        printf("Greska: nedozvoljena vrednost operatora!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
178    }

180
    /* Analizira se uneti operator */
    if (c == '+') {
182        /* Racuna se zbir */
        z = saberi(z1, z2);
184    } else if (c == '-') {

```

## 1 Uvodni zadaci

```
186     /* Racuna se razlika */
    z = oduzmi(z1, z2);
188 } else {
    /* Racuna se proizvod */
    z = mnozi(z1, z2);
190 }

192 /* Ispisuje se rezultat */
ispisi_kompleksan_broj(z1);
194 printf(" %c ", c);
ispisi_kompleksan_broj(z2);
196 printf(" = ");
ispisi_kompleksan_broj(z);
198

/* Ispisuje se realan, imaginaran deo i moduo prvog kompleksnog
200 broja */
202 printf("\nRealni_deo: %.f\nImaginarni_deo: %.f\nModuo: %.f\n",
    realan_deo(z), imaginaran_deo(z), moduo(z));

204 /* Izracunava se i ispisuje konjugovano kompleksan broj drugog
    kompleksnog broja */
206 printf("Konjugovano kompleksan broj: ");
ispisi_kompleksan_broj(konjugovan(z));
208 printf("\n");

210 /* Testira se funkcija koja racuna argument kompleksnog broja */
printf("Argument kompleksnog broja: %.f\n", argument(z));
212
    exit(EXIT_SUCCESS);
214 }
```

### Rešenje 1.2

*kompleksan\_broj.h*

```
1 /* Zaglavlje kompleksan_broj.h sadrzi definiciju tipa KompleksanBroj
    i
    deklaracije funkcija za rad sa kompleksnim brojevima. Zaglavlje
3 nikada ne treba da sadrzi definicije funkcija. Da bi neki program
    mogao da koristi ove brojeve i funkcije iz ove biblioteke,
5 neophodno je da ukljuci ovo zaglavlje. */

7 /* Ovim pretprocesorskim direktivama se zakljucava zaglavlje i
    onemogucava se da se sadrzaj zaglavlja vise puta ukljuci. Niska
9 posle kljucne reci ifndef je proizvoljna, ali treba da se ponovi u
    narednoj pretprocesorskoj define direktivi. */
11 #ifndef _KOMPLEKSAN_BROJ_H
    #define _KOMPLEKSAN_BROJ_H
13

/* Zaglavlja standardne biblioteke koje sadrže deklaracije funkcija
```

```
15     koje se koriste u definicijama funkcija navedenim u
        kompleksan_broj.c */
16 #include <stdio.h>
17 #include <math.h>

18
19 /* Struktura KompleksanBroj */
typedef struct {
20     float real;
21     float imag;
22 } KompleksanBroj;

23
24 /* Deklaracije funkcija za rad sa kompleksnim brojevima. Sve one su
    definisane u kompleksan_broj.c */
25
26 /* Funkcija ucitava sa standardnog ulaza realan i imaginara deo
    kompleksnog broja i smesta ih u strukturu cija je adresa argument
    funkcije */
27
28 void ucitaj_kompleksan_broj(KompleksanBroj * z);
29
30 /* Funkcija ispisuje na standardan izlaz zadati kompleksni broj u
    obliku (x + i y) */
31
32 void ispisi_kompleksan_broj(KompleksanBroj z);
33
34 /* Funkcija vraca vrednosti realnog dela kompleksnog broja */
35 float realan_deo(KompleksanBroj z);
36
37 /* Funkcija vraca vrednosti imaginarnog dela kompleksnog broja */
38 float imaginaran_deo(KompleksanBroj z);
39
40 /* Funkcija vraca vrednost modula zadatog kompleksnog broja */
41 float moduo(KompleksanBroj z);
42
43 /* Funkcija vraca vrednost konjugovano kompleksnog broja koji
    odgovara kompleksnom broju argumentu */
44 KompleksanBroj konjugovan(KompleksanBroj z);
45
46 /* Funkcija vraca kompleksan broj cija vrednost je jednaka zbiru
    argumenata funkcije */
47 KompleksanBroj saberi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2);
48
49 /* Funkcija vraca kompleksan broj cija vrednost je jednaka razlici
    argumenata funkcije */
50 KompleksanBroj oduzmi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2);
51
52 /* Funkcija vraca kompleksan broj cija vrednost je jednaka proizvodu
    argumenata funkcije */
53 KompleksanBroj mnozi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2);
54
55 /* Funkcija vraca argument zadatog kompleksnog broja */
56 float argument(KompleksanBroj z);
57
58 /* Kraj zakljucanog dela */
59
```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
#endif
```

*kompleksan\_broj.c*

```
/* Ukljucuje se zaglavlje za rad sa kompleksnim brojevima, jer je
2   neophodno da bude poznata definicija tipa KompleksanBroj. Takodje,
   time su ukljucena zaglavlja standardne biblioteke koja su navedena
4   u kompleksan_broj.h */
#include "kompleksan_broj.h"

6

8 void ucitaj_kompleksan_broj(KompleksanBroj * z)
{
10   /* Ucitavanje vrednosti sa standardnog ulaza */
   printf("Unesite realan i imaginaran deo kompleksnog broja: ");
12   scanf("%f", &z->real);
   scanf("%f", &z->imag);
14 }

16 void ispisi_kompleksan_broj(KompleksanBroj z)
{
18   /* Zapocinje se sa ispisom */
   printf("(");

20

   /* Razlikuju se dva slucaja: 1) realni deo kompleksnog broja
22   razlicit od nule: tada se realni deo ispisuje na standardni
   izlaz, nakon cega se ispisuje znak + ili - u zavisnosti da li je
24   imaginarni deo pozitivan ili negativan, a potom i apsolutna
   vrednost imaginarnog dela kompleksnog broja 2) realni deo
26   kompleksnog broja je nula: tada se samo ispisuje imaginaran deo,
   s tim sto se ukoliko su oba dela nula ispisuje samo 0, bez
28   decimalnih mesta */

30   if (z.real != 0) {
       printf("%.2f", z.real);

32

       if (z.imag > 0)
34           printf(" + %.2f i", z.imag);
       else if (z.imag < 0)
36           printf(" - %.2f i", -z.imag);
   } else {
38       if (z.imag == 0)
           printf("0");
       else
40           printf("%.2f i", z.imag);
42   }

44   /* Zavrшава se sa ispisom */
   printf(")");
46 }
```



```
48 float realan_deo(KompleksanBroj z)
49 {
50     /* Vraca se vrednost realnog dela kompleksnog broja */
51     return z.real;
52 }
53
54 float imaginaran_deo(KompleksanBroj z)
55 {
56     /* Vraca se vrednost imaginarnog dela kompleksnog broja */
57     return z.imag;
58 }
59
60 float moduo(KompleksanBroj z)
61 {
62     /* Koriscenjem funkcije sqrt racuna se moduo kompleksnog broja */
63     return sqrt(z.real * z.real + z.imag * z.imag);
64 }
65
66 KompleksanBroj konjugovan(KompleksanBroj z)
67 {
68     /* Konjugovano kompleksan broj se dobija od datog broja z tako sto
69        se promeni znak imaginarnom delu kompleksnog broja */
70     KompleksanBroj z1 = z;
71     z1.imag *= -1;
72     return z1;
73 }
74
75 KompleksanBroj saberi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)
76 {
77     /* Rezultat sabiranja dva kompleksna broja z1 i z2 je kompleksan
78        broj ciji je realan deo zbir realnih delova kompleksnih brojeva
79        z1 i z2, a imaginaran deo zbir imaginarnih delova kompleksnih
80        brojeva z1 i z2 */
81     KompleksanBroj z = z1;
82
83     z.real += z2.real;
84     z.imag += z2.imag;
85
86     return z;
87 }
88
89 KompleksanBroj oduzmi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)
90 {
91     /* Rezultat oduzimanja dva kompleksna broja z1 i z2 je kompleksan
92        broj ciji je realan deo razlika realnih delova kompleksnih
93        brojeva z1 i z2, a imaginaran deo razlika imaginarnih delova
94        kompleksnih brojeva z1 i z2 */
95     KompleksanBroj z = z1;
96     z.real -= z2.real;
97     z.imag -= z2.imag;
98     return z;
99 }
```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
100 KompleksanBroj mnozi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)
102 {
104     /* Rezultat mnozenja dva kompleksna broja z1 i z2 je kompleksan
        broj ciji se realan i imaginaran deo racunaju po formuli za
        mnozenje kompleksnih brojeva z1 i z2 */
106     KompleksanBroj z;

108     z.real = z1.real * z2.real - z1.imag * z2.imag;
        z.imag = z1.real * z2.imag + z1.imag * z2.real;

110     return z;
112 }

114 float argument(KompleksanBroj z)
116 {
118     /* Argument kompleksnog broja z se racuna pozivanjem funkcije atan2
        iz biblioteke math.h */
        return atan2(z.imag, z.real);
120 }
```

*main.c*

```
1  /*****
2  Ovaj program koristi korektno definisanu biblioteku kompleksnih
3  brojeva. U zaglavlju kompleksan_broj.h nalazi se definicija
        kompleksnog broja
        i popis deklaracija podrzanih funkcija, a u kompleksan_broj.c se
        nalaze
5  njihove definicije.

7  Kompilacija programa se najjednostavnije postize naredbom
        gcc -Wall -lm -o kompleksan_broj kompleksan_broj.c main.c
9
        Kompilacija se moze uraditi i na sledeci nacin:
11 gcc -Wall -c -o kompleksan_broj.o kompleksan_broj.c
        gcc -Wall -c -o main.o main.c
13 gcc -lm -o kompleksan_broj kompleksan_broj.o main.o

15 Napomena: Prethodne komande se koriste kada se sva tri navedena
        dokumenta nalaze u istom direktorijumu. Ukoliko se biblioteka (npr.
17 kompleksan_broj.c kompleksan_broj.h) nalazi u direktorijumu sa imenom
        header_dir
        prevodjenje se vrsi dodavanjem opcije opcije -I header_dir
19 gcc -I header_dir -Wall -lm -o kompleksan_broj kompleksan_broj.c main
        .c
        *****/
21

23 #include <stdio.h>
```

```

/* Uključuje se zaglavlje neophodno za rad sa kompleksnim brojevima
*/
25 #include "kompleksan_broj.h"

27 /* U glavnoj funkciji se za uneti kompleksan broj ispisuje njegov
   polarni oblik */
29 int main()
{
31     KompleksanBroj z;

33     /* Učitavamo kompleksan broj */
    učitaj_kompleksan_broj(&z);

35     /* Ispisujemo njegov polarni oblik */
37     printf("Polarni oblik kompleksnog broja je %.2f * e~i * %.2f\n",
           moduo(z), argument(z));

39     return 0;
41 }

```

### Rešenje 1.3

*polinom.h*

```

1  #ifndef _POLINOM_H
   #define _POLINOM_H
3
   #include <stdio.h>
5   #include <stdlib.h>

7   /* Maksimalni stepen polinoma */
   #define MAKS_STEPEN 20
9

11  /* Polinomi se predstavljaju strukturom koja cuva koeficijente
    (koef[i] je koeficijent uz clan x^i) i stepen polinoma */
13  typedef struct {
       double koef[MAKS_STEPEN + 1];
15     int stepen;
   } Polinom;
17

   /* Funkcija koja ispisuje polinom na standardni izlaz u citljivom
19    obliku. Polinom se prenosi po adresi da bi se uštedela memorija:
    ne kopira se cela struktura, vec se samo prenosi adresa na kojoj
21    se nalazi polinom koji ispisujemo */
   void ispisi(const Polinom * p);
23

   /* Funkcija koja učitava polinom sa tastature */
25 Polinom učitaj();

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
27 /* Funkcija racuna i vraca vrednost polinoma p u tacki x Hornerovim
    algoritmom */
29 double izracunaj(const Polinom * p, double x);

31 /* Funkcija koja sabira dva polinoma */
    Polinom saberi(const Polinom * p, const Polinom * q);
33
    /* Funkcija koja mnozi dva polinoma p i q */
35 Polinom pomnozi(const Polinom * p, const Polinom * q);

37 /* Funkcija koja racuna izvod polinoma p */
    Polinom izvod(const Polinom * p);
39
    /* Funkcija koja racuna n-ti izvod polinoma p */
41 Polinom n_izvod(const Polinom * p, int n);
    #endif
```

*polinom.c*

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
    #include "polinom.h"
4
    void ispisi(const Polinom * p)
6 {
    int nulaPolinom = 1;
    int i;
8    /* Ispisivanje polinoma pocinje od najviseg stepena ka najnizem da
    bi polinom bio ispisan na prirodan nacin. Ispisuju se samo oni
10 koeficijenti koji su razliciti od nule. Ispred pozitivnih
    koeficijenata je potrebno ispisati znak + (osim u slucaju
12 koeficijenta uz najvisi stepen). */
14 for (i = p->stepen; i >= 0; i--) {

16     if (p->koef[i]) {
        /* Polinom nije nula polinom, cim je neki od koeficijenata
18        razlicit od nule */
        nulaPolinom = 0;
20        if (p->koef[i] >= 0 && i != p->stepen)
            putchar('+');
22        if (i > 1)
            printf("%.2fx~%d", p->koef[i], i);
24        else if (i == 1)
            printf("%.2fx", p->koef[i]);
26        else
            printf("%.2f", p->koef[i]);
28    }
}

30 /* U slucaju nula polinoma indikator ce imati vrednost 1 i tada se
    ispisuje nula. */
32 if(nulaPolinom)
```

```

    printf("0");
34   putchar('\n');
}
36
Polinom ucitaj()
38 {
    int i;
40   Polinom p;

    /* Ucitava se stepena polinoma */
42   scanf("%d", &p.stepen);

44   /* Ponavlja se ucitavanje stepena sve dok se ne unese stepen iz
    dovoljenog opsega */
46   while (p.stepen > MAKS_STEPEN || p.stepen < 0) {
48       printf("Stepen polinoma pogresno unet, pokusajte ponovo: ");
       scanf("%d", &p.stepen);
50   }

52   /* Unose se koeficijenti polinoma */
       for (i = p.stepen; i >= 0; i--)
54       scanf("%lf", &p.koef[i]);

56   /* Vraca se procitani polinom */
       return p;
58 }

60 double izracunaj(const Polinom * p, double x)
{
62   /* Rezultat se na pocetku inicijalizuje na nulu, a potom se u
    svakoj iteraciji najpre mnozi sa x, a potom i uvecava za
64   vrednost odgovarajuceg koeficijenta */

66   /* Primer: Hornerov algoritam za polinom  $x^4+2x^3+3x^2+2x+1$ :
     $x^4+2x^3+3x^2+2x+1 = ((x+2)*x + 3)*x + 2)*x + 1$  */

68   double rezultat = 0;
70   int i = p->stepen;
       for (; i >= 0; i--)
72       rezultat = rezultat * x + p->koef[i];
       return rezultat;
74 }

76 Polinom saberi(const Polinom * p, const Polinom * q)
{
78   Polinom rez;
       int i;

80   /* Stepen rezultata ce odgovarati stepenu polinoma sa vecim
    stepenom */
82   rez.stepen = p->stepen > q->stepen ? p->stepen : q->stepen;
84

```

```
86  /* Racunaju se svi koeficijenti rezultujuceg polinoma tako sto se
88  sabiraju koeficijenti na odgovarajucim pozicijama polinoma koje
      sabiramo. Ukoliko je pozicija za koju se racuna koeficijent veca
      od stepena nekog od polaznih polinoma podrazumeva se da je
      koeficijent jednak koeficijentu uz odgovarajuci stepen iz drugog
      polinoma */
90  for (i = 0; i <= rez.stepen; i++)
92      rez.koef[i] =
          (i > p->stepen ? 0 : p->koef[i]) +
          (i > q->stepen ? 0 : q->koef[i]);

96  /* Vraca se dobijeni polinom */
98  return rez;
100 }

102 Polinom pomnozi(const Polinom * p, const Polinom * q)
104 {
    int i, j;
    Polinom r;

106  /* Stepen rezultata ce odgovarati zbiru stepena polaznih polinoma
      */
    r.stepen = p->stepen + q->stepen;
108    if (r.stepen > MAKS_STEPEN) {
        fprintf(stderr, "Stepen proizvoda polinoma izlazi iz opsega\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
110    }

112  /* Svi koeficijenti rezultujuceg polinoma se inicijalizuju na nulu
      */
114  for (i = 0; i <= r.stepen; i++)
      r.koef[i] = 0;

116  /* U svakoj iteraciji odgovarajuci koeficijent rezultata se uvecava
      za proizvod odgovarajucih koeficijenata iz polaznih polinoma */
118  for (i = 0; i <= p->stepen; i++)
      for (j = 0; j <= q->stepen; j++)
120          r.koef[i + j] += p->koef[i] * q->koef[j];

122  /* Vraca se dobijeni polinom */
124  return r;
126 }

128 Polinom izvod(const Polinom * p)
130 {
    int i;
    Polinom r;

132  /* Izvod polinoma ce imati stepen za jedan stepen manji od stepena
      polaznog polinoma. Ukoliko je stepen polinoma p vec nula, onda
      je rezultujuci polinom nula (izvod od konstante je nula). */
134
```

```

136     if (p->stepen > 0) {
138         r.stepen = p->stepen - 1;

138         /* Racunanje koeficijenata rezultata na osnovu koeficijenata
139            polaznog polinoma */
140         for (i = 0; i <= r.stepen; i++)
142             r.koef[i] = (i + 1) * p->koef[i + 1];
144     } else
146         r.koef[0] = r.stepen = 0;

144     /* Vraca se dobijeni polinom */
146     return r;
148 }

148 Polinom n_izvod(const Polinom * p, int n)
150 {
152     int i;
154     Polinom r;

154     /* Provera da li je n nenegativna vrednost */
156     if (n < 0) {
158         fprintf(stderr, "U n-tom izvodu polinoma, n mora biti >=0 \n");
160         exit(EXIT_FAILURE);
162     }

160     /* Multi izvod je bas taj polinom */
162     if (n == 0)
164         return *p;

164     /* Za n>=1, n-ti izvod se racuna tako sto se n puta pozove funkcija
165        za racunanje prvog izvoda polinoma */
166     r = izvod(p);
168     for (i = 1; i < n; i++)
170         r = izvod(&r);

170     /* Vraca se dobijeni polinom */
172     return r;
174 }

```

*main.c*

```

1 #include <stdio.h>
2 #include "polinom.h"

4 int main(int argc, char **argv)
5 {
6     Polinom p, q, z, r;
7     double x;
8     int n;

10     /* Unos polinoma p */

```

```
printf
12     ("Unesite polinom p (prvo stepen, pa zatim koeficijente od
    najveceg stepena do nultog):\n");
p = ucitaj();

14

/* Ispis polinoma p */
16 ispisi(&p);

/* Unos polinoma q */
18 printf
20     ("Unesite drugi polinom q (prvo stepen, pa zatim koeficijente
    od najveceg stepena do nultog):\n");
q = ucitaj();

22

/* Polinomi se sabiraju i ispisiuje se izracunati zbir */
24 z = saberi(&p, &q);
printf("Zbir polinoma je polinom z:\n");
26 ispisi(&z);

/* Polinomi se mnoze i ispisiuje se izracunati proizvod */
28 r = pomnozi(&p, &q);
printf("Prozvod polinoma je polinom r:\n");
30 ispisi(&r);

32

/* Ispisiuje se vrednost polinoma u unetoj tacki */
34 printf("Unesite tacku u kojoj racunate vrednost polinoma z:\n");
scanf("%lf", &x);
36 printf("Vrednost polinoma z u tacki %.2f je %.2f\n", x, izracunaj(&
    z, x));

38

/* Racuna se n-ti izvoda polinoma i ispisiuje se dobijeni polinoma
    */
40 printf("Unesite izvod polinoma koji zelite:\n");
scanf("%d", &n);
42 r = n_izvod(&r, n);
printf("%d. izvod polinoma r je: ", n);
44 ispisi(&r);

46 exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

### Rešenje 1.5

*stampanje\_bitova.h*

```
1 #ifndef _STAMPANJE_BITOVA_H
#define _STAMPANJE_BITOVA_H
3
#include <stdio.h>
```



```

5  /* Funkcija prikazuje na standardni izlaz binarnu reprezentaciju
7  celog broja u memoriji. Bitove koji predstavljaju binarnu
   reprezentaciju broja treba ispisati sa leva na desno, tj. od bita
9  najveće težine ka bitu najmanje težine */
   void stampaj_bitove(unsigned x);

11 /* Funkcija prikazuje na standardni izlaz binarnu reprezentaciju
13 celog broja tipa 'short' u memoriji. */
   void stampaj_bitove_short(short x);

15 /* Funkcija prikazuje na standardni izlaz binarnu reprezentaciju
17 karaktera u memoriji. */
   void stampaj_bitove_char(char x);

19 #endif

```

*stampanje\_bitova.c*

```

#include <stdio.h>
#include "stampanje_bitova.h"

4 void stampaj_bitove(unsigned x)
{
6   /* Broj bitova celog broja */
   unsigned velicina = sizeof(unsigned) * 8;

8   /* Maska koja se koristi za "ocitavanje" bitova celog broja */
   unsigned maska;

12  /* Pocetna vrednost maske se postavlja na broj ciji binarni zapis
   na mestu bita najveće težine sadrži jedinicu, a na svim ostalim
14  mestima sadrži nulu. U svakoj iteraciji maska se menja tako sto
   se jedini bit jedinica pomera udesno, kako bi se odredio naredni
16  bit broja x koji je argument funkcije. Zatim se odgovarajuca
   cifra, ('0' ili '1'), ispisuje na standardnom izlazu. Neophodno
18  je da promenljiva maska bude deklarirana kao neoznaceni ceo broj
   kako bi se pomeranjem u desno vrsilo logicko pomeranje
20  (popunjavanje nulama), a ne aritmeticko pomeranje (popunjavanje
   znakom broja). */
22  for (maska = 1 << (velicina - 1); maska != 0; maska >>= 1)
   putchar(x & maska ? '1' : '0');

24  putchar('\n');
26 }

28 void stampaj_bitove_short(short x)
{
30  /* Broj bitova celog broja tipa short */
   unsigned velicina = sizeof(short) * 8;

32

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
34  /* Maska koja se koristi za "ocitavanje" bitova broja tipa short */
    unsigned short maska;

36  for (maska = 1 << (velicina - 1); maska != 0; maska >>= 1)
    putchar(x & maska ? '1' : '0');

38
    putchar('\n');
40 }

42 void stampaj_bitove_char(char x)
{
44     /* Broj bitova karaktera */
    unsigned velicina = sizeof(char) * 8;

46
    /* Maska koja se koristi za "ocitavanje" bitova jednog karaktera */
    unsigned char maska;

48
    for (maska = 1 << (velicina - 1); maska != 0; maska >>= 1)
        putchar(x & maska ? '1' : '0');

50
    putchar('\n');
52
54 }
```

*main.c*

```
#include <stdio.h>
2 #include "stampanje_bitova.h"

4 int main()
{
6     int broj_int;
    short broj_short;
8     char broj_char;

10     printf("Unesite broj tipa int: ");
    /* Ucitava se broj sa ulaza */
12     scanf("%x", &broj_int);

14     /* I ispisuje se njegova binarna reprezentacija */
    printf("Binarna reprezentacija: ");
    stampaj_bitove(broj_int);

16

18     printf("Unesite broj tipa short: ");
    /* Ucitava se broj sa ulaza */
20     scanf("%hx", &broj_short);

22     /* I ispisuje se njegova binarna reprezentacija */
    printf("Binarna reprezentacija: ");
    stampaj_bitove_short(broj_short);

24

26     printf("Unesite broj tipa char: ");
```

```

/* Ucitava se broj sa ulaza */
28 scanf("%hhx", &broj_char);

/* I ispisuje se njegova binarna reprezentacija */
30 printf("Binarna reprezentacija: ");
32 stampaj_bitove_char(broj_char);

34 return 0;
}

```

### Rešenje 1.6

```

1 #include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

3
/* Funkcija vraca broj jedinica u binarnoj reprezentaciji broja x
   kreiranjem odgovarajuće maske i njenim pomeranjem */
5 int prebroj_bitove_1(int x)
7 {
   int br = 0;
   unsigned broj_pomeranja = sizeof(unsigned) * 8 - 1;

11  /* Formiranje se maska čija binarna reprezentacija izgleda
    100000...0000000, koja služi za očitavanje bita najveće težine.
    U svakoj iteraciji maska se pomera u desno za 1 mesto, i
13  očitavamo sledeći bit. Petlja se završava kada više nema
    jedinica tj. kada maska postane nula. */
15  unsigned maska = 1 << broj_pomeranja;
   for (; maska != 0; maska >>= 1)
       x & maska ? br++ : 1;

19  return br;
21 }

23 /* Funkcija vraca broj jedinica u binarnoj reprezentaciji broja x
   formiranjem odgovarajuće maske i pomeranjem promenljive x */
25 int prebroj_bitove_2(int x)
   {
27     int br = 0;
     unsigned broj_pomeranja = sizeof(int) * 8 - 1;

29     /* Kako je argument funkcije označen ceo broj x naredba x>>=1 bi
    vrsila aritmetičko pomeranje u desno, tj. popunjavanje bita
    najveće težine bitom znaka. U tom slučaju nikad ne bi bio
31  ispunjen uslov x!=0 i program bi bio zarobljen u beskončnoj
    petlji. Zbog toga se koristi pomeranje broja x ulevo i maska
33  koja očitava bit najveće težine. */

35     unsigned maska = 1 << broj_pomeranja;
     for (; x != 0; x <<= 1)
         x & maska ? br++ : 1;

37
39

```

```
41     return br;
42 }
43
44 int main()
45 {
46     int x, i;
47
48     /* Ucitava se broj sa ulaza */
49     printf("Unesite broj:\n");
50     scanf("%x", &x);
51
52     /* Dozvoljava se korisniku da bira na koji nacin ce biti izracunat
53        broj jedinica u zapisu broja */
54     printf("Unesite redni broj funkcije:\n");
55     scanf("%d", &i);
56
57     /* Ispisuje se rezultat */
58     if (i == 1){
59         printf("Poziva se funkcija prebroj_bitove_1\n");
60         printf("Broj jedinica u zapisu je %d\n", prebroj_bitove_1(x));
61     }else if (i == 2){
62         printf("Poziva se funkcija prebroj_bitove_2\n");
63         printf("Broj jedinica u zapisu je %d\n", prebroj_bitove_2(x));
64     }else {
65         fprintf(stderr, "Neodgovarajuci redni broj funkcije!\n");
66         exit(EXIT_FAILURE);
67     }
68
69     exit(EXIT_SUCCESS);
70 }
```

**Rešenje 1.7**      NAPOMENA: *Rešenje koristi biblioteku za štampanje bitova*

*iz zadatka 1.5.*

```
1  #include <stdio.h>
2  #include "stampanje_bitova.h"
3
4  /* Funkcija vraca najveći neoznačeni broj sastavljen od istih bitova
5     koji se nalaze u binarnoj reprezentaciji vrednosti promenjive x */
6  unsigned najveći(unsigned x)
7  {
8      unsigned velicina = sizeof(unsigned) * 8;
9
10     /* Formira se maska 100000...0000000 */
11     unsigned maska = 1 << (velicina - 1);
12
13     /* Rezultat se inicijalizuje vrednošću 0 */
14     unsigned rezultat = 0;
15 }
```

```
17  /* Promenljiva x se pomera u levo sve dok postoje jedinice u njenoj
    binarnoj reprezentaciji (tj. sve dok je promenljiva x razlicita
    od nule). */
19  for (; x != 0; x <= 1) {
    /* Za svaku jedinicu koja se koriscenjem maske detektuje na
    21  poziciji najvece tezine u binarnoj reprezentaciji promenjive
    x, potiskuje se jedna nova jedinicu sa leva u rezultat */
    23  if (x & maska) {
        rezultat >>= 1;
    25  rezultat |= maska;
    }
    27  }

    29  /* Vraca se dobijena vrednost */
    return rezultat;
    31  }

    33  /* Funkcija vraca najmanji neoznaceni broj sastavljen od istih bitova
    koji se nalaze u binarnoj reprezentaciji vrednosti promenjive x */
    35  unsigned najmanji(unsigned x)
    {
    37  /* Rezultat se inicijalizuje vrednoscu 0 */
    unsigned rezultat = 0;
    39

    /* Promenljiva x se pomera u desno sve dok postoje jedinice u
    41  njenoj binarnoj reprezentaciji (tj. sve dok je promenljiva x
    razlicita od nule). */
    43  for (; x != 0; x >= 1) {
        /* Za svaku jedinicu koja se koriscenjem vrednosti 1 za masku
        45  detektuje na poziciji najmanje tezine u binarnoj
        reprezentaciji promenjive x, potiskuje se jedna nova jedinicu
        47  sa desna u rezultat */
        if (x & 1) {
            49  rezultat <= 1;
            rezultat |= 1;
        }
        51  }
    }
    53

    /* Vraca se dobijena vrednost */
    55  return rezultat;
    }

    57  int main()
    59  {
        int broj;

    61

        /* Ucitava se broj sa ulaza */
    63  scanf("%x", &broj);

    65  /* Ispisuju se, redom, najveci i najmanji broj formirani od bitova
    unetog broja */
    67  printf("Najveci:\n");
```

## 1 Uvodni zadaci

```
    stampaj_bitove(najveci(broj));
69
    printf("Najmanji:\n");
71    stampaj_bitove(najmanji(broj));
73
    return 0;
}
```

**Rešenje 1.8**      NAPOMENA: *Rešenje koristi biblioteku za štampanje bitova iz zadatka 1.5.*

```
#include <stdio.h>
2 #include "stampanje_bitova.h"

4 /* Funkcija postavlja na nulu n bitova pocev od pozicije p. */
unsigned postavi_0(unsigned x, unsigned n, unsigned p)
6 {
8     /******
    Formira se maska cija binarna reprezentacija ima n bitova
    postavljenih na 0 pocev od pozicije p, dok su svi ostali
    postavljeni na 1. Na primer, za n=5 i p=10 formira se maska oblika
    1111 1111 1111 1111 1111 1000 0011 1111
    To se postize na sledeci nacin:
    ~0                                1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
    (~0 << n)                        1111 1111 1111 1111 1111 1110 0000
    ~(~0 << n)                       0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 1111
    ~(~0 << n) << (p-n+1)           0000 0000 0000 0000 0000 0111 1100 0000
    ~(~0 << n) << (p-n+1)           1111 1111 1111 1111 1111 1000 0011 1111
    18 *****/
    unsigned maska = ~(~0 << n) << (p - n + 1);
20
    return x & maska;
22 }

24
/* Funkcija postavlja na jedinicu n bitova pocev od pozicije p. */
26 unsigned postavi_1(unsigned x, unsigned n, unsigned p)
{
28     /******
    Formira se maska kod koje je samo n bitova pocev od pocev od
    pozicije p jednako 1, a ostali su 0.
    Na primer, za n=5 i p=10 formira se maska oblika
    0000 0000 0000 0000 0000 0111 1100 0000
    34 *****/
    unsigned maska = ~(~0 << n) << (p - n + 1);
36
    return x | maska;
38 }
```

```

40 /* Funkcija vraca celobrojno polje bitova, desno poravnato, koje
    predstavlja n bitova pocev od pozicije p u binarnoj
42 reprezentaciji broja x. */
    unsigned vrati_bitove(unsigned x, unsigned n, unsigned p)
44 {
46     /******
        Kreira se maska kod koje su poslednjih n bitova 1, a ostali su 0.
48     Na primer, za n=5
        0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 1111
50     *****/
    unsigned maska = ~(~0 << n);
52
    /* Najpre se vrednost promenljive x pomera u desno tako da trazeno
    polje bude uz desni kraj. Zatim se maskiraju ostali bitovi, sem
54 zeljenih n i funkcija vraca tako dobijenu vrednost */
    return maska & (x >> (p - n + 1));
56 }
58
60 /* Funkcija vraca broj x kome su n bitova pocev od pozicije p
    postavljeni na vrednosti n bitova najmanje tezine binarne
62 reprezentacije broja y */
    unsigned postavi_1_n_bitova(unsigned x, unsigned n, unsigned p,
        unsigned y)
64 {
    /* Kreira se maska kod kod koje su poslednjih n bitova 1, a
66     ostali su 0. */
    unsigned poslednjih_n_1 = ~(~0 << n);
68
    /* Kao i kod funkcije postavi_0, i ovde se kreira maska koja ima n
    bitova postavljenih na 0 pocevsi od pozicije p, dok su
70     ostali bitovi 1. */
    unsigned srednjih_n_0 = ~(~0 << n) << (p - n + 1);
72
    /* U promenljivu x_postavi_0 se smesta vrednost dobijena kada se u
    binarnoj reprezentaciji vrednosti promenljive x postavi na 0 n
74     bitova na pozicijama pocev od p */
    unsigned x_postavi_0 = x & srednjih_n_0;
76
    /* U promenljivu y_pomeri_srednje se smesta vrednost dobijena od
    binarne reprezentacije vrednosti promenljive y cijih je n bitova
80     najnize tezine pomera tako da stoje pocev od pozicije p. Ostali
    bitovi su nule. Sa (y & poslednjih_n_1) postave na 0 svi bitovi
82     osim najnizih n */
    unsigned y_pomeri_srednje = (y & poslednjih_n_1) << (p - n + 1);
84
    return x_postavi_0 ^ y_pomeri_srednje;
86 }
88
90 /* Funkcija invertuje bitove u zapisu broja x pocevsi od pozicije p

```

```

    njih n */
92 unsigned invertuj(unsigned x, unsigned n, unsigned p)
{
94     /* Formira se maska sa n jedinica pocev od pozicije p. */
    unsigned maska = ~(~0 << n) << (p - n + 1);

96     /* Operator ekskluzivno ili invertuje sve bitove gde je
98     odgovarajuci bit maske 1. Ostali bitovi ostaju nepromenjeni. */
    return maska ^ x;
100 }

102 int main()
{
104     unsigned x, p, n, y;

106     /* Ucitavaju se vrednosti sa standardnog ulaza */
    printf("Unesite neoznaceni broj x:\n");
108     scanf("%u", &x);
    printf("Unesite neoznaceni broj n:\n");
110     scanf("%u", &n);
    printf("Unesite neoznaceni broj p:\n");
112     scanf("%u", &p);
    printf("Unesite neoznaceni broj y:\n");
114     scanf("%u", &y);

116     /* Ispisuju se binarne reprezentacije broja x i broja koji se
        dobije kada se primeni funkcija postavi_0 za x, n i p*/
118     printf("x = %10u %36s = ", x, "");
    stampaj_bitove(x);
120     printf("postavi_0(%10u,%6u,%6u)%16s = ", x, n, p, "");
    stampaj_bitove(postavi_0(x, n, p));
122     printf("\n");

124     /* Ispisuju se binarne reprezentacije broja x i broja koji se
        dobije kada se primeni funkcija postavi_1 za x, n i p*/
126     printf("x = %10u %36s = ", x, "");
    stampaj_bitove(x);
128     printf("postavi_1(%10u,%6u,%6u)%16s = ", x, n, p, "");
    stampaj_bitove(postavi_1(x, n, p));
130     printf("\n");

132     /* Ispisuju se binarne reprezentacije broja x i broja koji se
        dobije kada se primeni funkcija vrati_bitove za x, n i p*/
134     printf("x = %10u %36s = ", x, "");
    stampaj_bitove(x);
136     printf("vrati_bitove(%10u,%6u,%6u)%13s = ", x, n, p, "");
    stampaj_bitove(vrati_bitove(x, n, p));
138     printf("\n");

140     /* Ispisuju se binarne reprezentacije brojeva x, y i broja koji se
        dobije kada se primeni funkcija postavi_1_n_bitova za x, n i p*/
142     printf("x = %10u %36s = ", x, "");

```



```

144     stampaj_bitove(x);
145     printf("y = %10u %36s = ", y, "");
146     stampaj_bitove(y);
147     printf("postavi_1_n_bitova(%10u,%4u,%4u,%10u) = ", x, n, p, y);
148     stampaj_bitove( postavi_1_n_bitova(x, n, p, y));
149     printf("\n");

150     /* Ispisuju se binarne reprezentacije broja x i broja koji se
151        dobije kada se primeni funkcija invertuj za x, n i p*/
152     printf("x = %10u %36s = ", x, "");
153     stampaj_bitove(x);
154     printf("invertuj(%10u,%6u,%6u)%17s = ", x, n, p, "");
155     stampaj_bitove( invertuj(x, n, p));
156
157     return 0;
158 }

```

**Rešenje 1.9**      NAPOMENA: *Rešenje koristi biblioteku za štampanje bitova iz zadatka 1.5.*

```

1  #include <stdio.h>
2  #include "stampanje_bitova.h"

4  /* Funkcija ceo broj x rotira u levo za n mesta. */
5  unsigned rotiraj_u_levo(int x, unsigned n)
6  {
7      unsigned bit_najvece_tezine;
8
9      /* Maska koja ima samo bit na poziciji najveće težine postavljen na
10         1 je neophodna da bi pre pomeranja u levo za 1 bit na poziciji
11         najveće težine bio sacuvan */
12     unsigned bit_najvece_tezine_maska = 1 << (sizeof(unsigned) * 8 - 1)
13         ;
14     int i;

15     /* n puta se vrši rotaciju za jedan bit u levo. U svakoj iteraciji
16        se odredi bit na poziciji najveće težine, a potom se pomera
17        binarna reprezentacija trenutne vrednosti promenljive x u levo
18        za 1. Nakon toga, bit na poziciji najmanje težine se postavlja
19        na vrednost koju je imao bit na poziciji najveće težine koji je
20        istisnut pomeranjem */
21     for (i = 0; i < n; i++) {
22         bit_najvece_tezine = x & bit_najvece_tezine_maska;
23         x = x << 1 | (bit_najvece_tezine ? 1 : 0);
24     }

25     /* Vraca se dobijena vrednost */
26     return x;
27 }

```

## 1 Uvodni zadaci

```
30 /* Funkcija neoznaceni broj x rotira u desno za n mesta. */
   unsigned rotiraj_udesno(unsigned x, unsigned n)
32 {
   unsigned bit_najmanje_tezine;
34   int i;

36   /* n puta se ponavlja rotacija u desno za jedan bit. U svakoj
      iteraciji se odredjuje bit na poziciji najmanje tezine broja x,
38   zatim tako odredjeni bit se pomera u levo tako da bit na
      poziciji najmanje tezine dodje do pozicije najveće tezine.
40   Zatim, nakon pomeranja binarne reprezentacije trenutne vrednosti
      promenljive x za 1 u desno, bit na poziciji najveće tezine se
42   postavlja na vrednost vec zapamcenog bita koji je bio na
      poziciji najmanje tezine. */
44   for (i = 0; i < n; i++) {
       bit_najmanje_tezine = x & 1;
46   x = x >> 1 | bit_najmanje_tezine << (sizeof(unsigned) * 8 - 1);
   }

48   /* Vraca se dobijena vrednost */
50   return x;
   }

52 /* Verzija funkcije koja broj x rotira u desno za n mesta, gde je
   argument funkcije x oznaceni ceo broj */
54 int rotiraj_udesno_oznaceni(int x, unsigned n)
56 {
   unsigned bit_najmanje_tezine;
58   int i;

60   /* U svakoj iteraciji se odredjuje bit na poziciji najmanje tezine
      i smesta u promenljivu bit_najmanje_tezine. Kako je x oznacen
62   ceo broj, tada se prilikom pomeranja u desno vrši aritmeticko
      pomeranje i cuva se znak broja. Dakle, razlikuju se dva slucaja
64   u zavisnosti od znaka broja x. Nije dovoljno da se ova provera
      izvrši pre petlje, s obzirom da rotiranjem u desno na poziciju
66   najveće tezine može doći i 0 i 1, nezavisno od pocetnog znaka
      broja smestenog u promenljivu x. */
68   for (i = 0; i < n; i++) {
       bit_najmanje_tezine = x & 1;

70       if (x < 0)
72   /******
      Siftovanjem u desno broja koji je negativan dobija se 1 kao bit
74   na poziciji najveće tezine. Na primer ako je x
      1010 1011 1100 1101 1110 0001 0010 001b
76   (sa b je oznacen ili 1 ili 0 na poziciji najmanje tezine)
      Onda je sadržaj promenljive bit_najmanje_tezine:
78   0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 000b
      Nakon siftovanja sadržaja promenljive x za 1 u desno
80   1101 0101 1110 0110 1111 0000 1001 0001
      Kako bi umesto 1 na poziciji najveće tezine u trenutnoj binarnoj
```

```

82     reprezentaciji x bilo postavljeno b nije dovoljno da se pomeri na
83     poziciju najveće težine jer bi se time dobile 0, a u ovom slučaju
84     su potrebne jedinice zbog bitovskog & zato se prvo vrši
85     komplementiranje, a zatim pomeranje
86     ~bit_najmanje_tezine << (sizeof(int)*8 -1)
87     B000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
88     gde B označava ~b.
89     Potom se ponovo vrši komplementiranje kako bi se b nalazilo na
90     poziciji najveće težine i sve jedinice na ostalim pozicijama
91     ~(~bit_najmanje_tezine << (sizeof(int)*8 -1))
92     b111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
93     *****/
94     x = (x >> 1) & ~(~bit_najmanje_tezine << (sizeof(int) * 8 - 1))
95     ;
96     else
97         x = (x >> 1) | bit_najmanje_tezine << (sizeof(int) * 8 - 1);
98     }
99
100     /* Vraca se dobijena vrednost */
101     return x;
102 }
103
104 int main()
105 {
106     unsigned x, n;
107
108     /* Ucitavaju se vrednosti sa standardnog ulaza */
109     printf("Unesite neoznaceni broj x:");
110     scanf("%x", &x);
111     printf("Unesite neoznaceni broj n:");
112     scanf("%x", &n);
113
114     /* Ispisuje se binarna reprezentacija broja x */
115     printf("x\t\t\t\t\t= ");
116     stampaj_bitove(x);
117
118     /* Testira se rad napisanih funkcija */
119     printf("rotiraj_ulevo(%x,%u)\t\t= ", x, n);
120     stampaj_bitove(rotiraj_ulevo(x, n));
121
122     printf("rotiraj_udesno(%x,%u)\t\t= ", x, n);
123     stampaj_bitove(rotiraj_udesno(x, n));
124
125     printf("rotiraj_udesno_oznaceni(%x,%u)\t\t= ", x, n);
126     stampaj_bitove(rotiraj_udesno_oznaceni(x, n));
127
128     printf("rotiraj_udesno_oznaceni(-%x,%u)\t\t= ", x, n);
129     stampaj_bitove(rotiraj_udesno_oznaceni(-x, n));
130
131     return 0;
132 }

```

## 1 Uvodni zadaci

---

**Rešenje 1.10**      NAPOMENA: *Rešenje koristi biblioteku za štampanje bitova iz zadatka 1.5.*

```
1 #include <stdio.h>
2 #include "stampanje_bitova.h"
3
4 /* Funkcija vraća vrednost čija je binarna reprezentacija slika u
5    ogledalu binarne reprezentacije broja x. */
6 unsigned ogledalo(unsigned x)
7 {
8     unsigned najnizi_bit;
9     unsigned rezultat = 0;
10
11     int i;
12     /* U svakoj iteraciji najnizi bit u binarnoj reprezentaciji tekuće
13        vrednosti broja x se određuje i pamti u promenljivoj
14        najnizi_bit, nakon čega se na promenljivu x primeni pomeranje u
15        desno */
16     for (i = 0; i < sizeof(x) * 8; i++) {
17         najnizi_bit = x & 1;
18         x >>= 1;
19         /* Potiskivanjem trenutnog rezultata ka levom kraju svi prethodno
20            postavljeni bitovi dobijaju veću poziciju. Novi bit se
21            postavlja na najnizu poziciju */
22         rezultat <<= 1;
23         rezultat |= najnizi_bit;
24     }
25
26     /* Vraća se dobijena vrednost */
27     return rezultat;
28 }
29
30 int main()
31 {
32     int broj;
33
34     /* Učitava se broj sa ulaza */
35     scanf("%x", &broj);
36
37     /* Ispisuje se njegova binarna reprezentacija */
38     stampaj_bitove(broj);
39
40     /* Ispisuje se i binarna reprezentacija broja dobijenog pozivom
41        funkcije ogledalo */
42     stampaj_bitove(ogledalo(broj));
43
44     return 0;
45 }
```

## Rešenje 1.11

```
2  #include <stdio.h>
3
4  /* Funkcija vraca 1 ukoliko je u binarnoj reprezentaciji broja n broj
   jedinica veci od broja nula. U suprotnom funkcija vraca 0 */
5  int broj_01(unsigned int n)
6  {
7
8     int broj_nula, broj_jedinica;
9     unsigned int maska;
10
11     broj_nula = 0;
12     broj_jedinica = 0;
13
14     /* Maska je inicijalizovana tako da moze da analizira bit najvece
       tezine */
15     maska = 1 << (sizeof(unsigned int) * 8 - 1);
16
17     /* Cilj je proci kroz sve bitove broja x, zato se maska u svakoj
       iteraciji pomera u desno pa ce jedini bit koji je postavljen na
       1 biti na svim pozicijama u binarnoj reprezentaciji maske */
18     while (maska != 0) {
19
20         /* Provera da li se na poziciji koju odredjuje maska nalazi 0 ili
           1 i uveca se odgovarajuci brojac */
21         if (n & maska) {
22             broj_jedinica++;
23         } else {
24             broj_nula++;
25         }
26
27         /* Pomera se maska u desnu stranu */
28         maska = maska >> 1;
29     }
30
31     /* Ako je broj jedinica veci od broja nula funkcija vraca 1, u
       suprotnom vraca 0 */
32     return (broj_jedinica > broj_nula) ? 1 : 0;
33 }
34
35 int main()
36 {
37     unsigned int n;
38
39     /* Ucitava se broj sa ulaza */
40     scanf("%u", &n);
41
42     /* Ispisuje se rezultat */
43     printf("%d\n", broj_01(n));
44
45     return 0;
46 }
```

52 | }

### Rešenje 1.12

```
#include <stdio.h>

2
/* Funkcija broji koliko se puta dve uzastopne jedinice pojavljuju u
4   binarnom zapisu celog čneoznaenog broja x */
int broj_parova(unsigned int x)
6 {
8     int broj_parova;
    unsigned int maska;
10
    /* Vrednost promenljive koja predstavlja broj parova se
12     inicijalizuje na 0 */
    broj_parova = 0;
14
    /* Postavlja se maska tako da moze da procitamo da li su dva
16     najmanja bita u zapisu broja x 11 */
    /* Binarna reprezentacija broja 3 je 000...00011 */
18     maska = 3;
20
    while (x != 0) {
22
        /* Provera da li se na najmanjim pozicijama broj x nalazi 11 par
        */
        if ((x & maska) == maska) {
24             broj_parova++;
        }
26
        /* Pomera se broj u desnu stranu da bi se u narednoj iteraciji
28         proveravao sledeci par bitova. Pomeranjem u desno bit najvece
        tezine se popunjava nulom jer je x neoznaceni broj */
30         x = x >> 1;
    }
32
    /* Vraca se dobijena vrednost */
34     return broj_parova;
36 }

38 int main()
{
40     unsigned int x;

42     /* Ucitava se broj sa ulaza */
    scanf("%u", &x);
44
    /* Ispisuje se rezultat */
46     printf("%d\n", broj_parova(x));
```

```

48     return 0;
}

```

### Rešenje 1.14

```

#include <stdio.h>

/* Niska koja se formira je duzine (sizeof(unsigned int)*8)/4 +1 jer
   su za svaku heksadekadnu cifru potrebne 4 binarne cifre i jedna
   dodatna pozicija za terminirajucu nulu.
   Prethodni izraz se moze zapisati kao sizeof(unsigned int)*2+1. */
#define MAKS_DUZINA sizeof(unsigned int)*2 +1

/* Funkcija za neoznacen broj x formira nisku s koja sadrzi njegov
   heksadekadni zapis */
void prevod(unsigned int x, char s[])
{
    int i;
    unsigned int maska;
    int vrednost;

    /* Heksadekadni zapis broja 15 je 000...0001111 - odgovarajuca
       maska za citanje 4 uzastopne cifre */
    maska = 15;

    /******
       Broj se posmatra od pozicije najmanje tezine ka poziciji najvece
       tezine. Na primer za broj cija je binarna reprezentacija
       00000000001101000100001111010101
       u prvom koraku se citaju bitovi izdvojeni sa <...>:
       0000000000110100010000111101<0101>
       u drugom koraku:
       000000000011010001000011<1101>0101
       u trecem koraku:
       00000000001101000100<0011>11010101 i tako redom...

       Indeks i oznacava poziciju na koju se smesta vrednost.
       *****/
    for (i = MAKS_DUZINA - 2; i >= 0; i--) {
        /* Vrednost izdvojene cifre */
        vrednost = x & maska;

        /* Ako je vrednost iz opsega od 0 do 9 odgovarajuci karakter se
           dobija dodavanjem ASCII koda '0'. Ako je vrednost iz opsega od
           10 do 15 odgovarajuci karakter se dobija tako sto se prvo
           oduzme 10 (time se dobiju vrednosti od 0 do 5) pa se na tako
           dobijenu vrednost doda ASCII kod 'A' (time se dobija
           odgovarajuce slovo 'A', 'B', ... 'F') */
        if (vrednost < 10) {

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
46     s[i] = vrednost + '0';
47 } else {
48     s[i] = vrednost - 10 + 'A';
49 }
50
51 /* Primenljiva x se pomera za 4 bita u desnu stranu i time se u
52    narednoj iteraciji posmatraju sledeca 4 bita */
53 x = x >> 4;
54 }
55
56 /* Upisuje se terminirajuca nula */
57 s[MAKS_DUZINA - 1] = '\0';
58 }
59
60 int main()
61 {
62     unsigned int x;
63     char s[MAKS_DUZINA];
64
65     /* Ucitava se broj sa ulaza */
66     scanf("%u", &x);
67
68     /* Poziva se funkcija za prevodjenje */
69     prevod(x, s);
70
71     /* I stampa se dobijena niska */
72     printf("%s\n", s);
73
74     return 0;
75 }
```

### Rešenje 1.17

```
#include <stdio.h>
2
3 /******
4    Resenje linearne slozenosti:
5    x^0 = 1
6    x^k = x * x^(k-1)
7    *****/
8 int stepen(int x, int k)
9 {
10     if (k == 0)
11         return 1;
12
13     return x * stepen(x, k - 1);
14     /* kraci zapis: return k == 0 ? 1 : x * stepen(x,k-1); */
15 }
16
17 /******
18    Resenje logaritamske slozenosti:
19 */
```



```

20     x^0 =1;
21     x^k = x * (x^2 )^(k/2) , za neparno k
22     x^k = (x^2)^(k/2) , za parno k
23     Ovom resenju ce biti potrebno manje rekurzivnih poziva da bi
24     se doslo do rezultata, i stoga je efikasnije.
25     *****/
26 int stepen_2(int x, int k)
27 {
28     if (k == 0)
29         return 1;
30
31     /* Ako je stepen paran */
32     if ((k % 2) == 0)
33         return stepen_2(x * x, k / 2);
34
35     /* Inace (ukoliko je stepen neparan) */
36     return x * stepen_2(x * x, k / 2);
37 }
38
39 int main()
40 {
41     int x, k, ind;
42
43     /* Ucitava se redni broj funkcije koja ce se primeniti */
44     printf("Unesite redni broj funkcije (1/2):\n");
45     scanf("%d", &ind);
46
47     /* Ucitavaju se vrednosti za x i k */
48     printf("Unesite broj x:\n");
49     scanf("%d%d", &x);
50     printf("Unesite broj k:\n");
51     scanf("%d%d", &k);
52
53     /* Ispisuje se vrednost koju vraca odgovarajuca funkcija */
54     if (x == 1)
55         printf("%d\n", stepen(x, k));
56     else if (x == 2)
57         printf("%d\n", stepen_2(x, k));
58     else {
59         fprintf(stderr, "Neodgovarajuci redni broj funkcije!\n");
60         exit(EXIT_FAILURE);
61     }
62     return 0;
63 }

```

### Rešenje 1.18

```

1  #include <stdio.h>
2
3  /* NAPOMENA: Ovaj problem je iskoriscen da ilustruje uzajamnu
4  (posrednu) rekurziju */

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
6  /* Deklaracija funkcije neparan mora da bude navedena jer se ta
   funkcija koristi u telu funkcije paran, tj. koristi se pre svoje
   definicije. Funkcija je mogla biti deklarirana i u telu funkcije
   paran. */
8  unsigned neparan(unsigned n);

12 /* Funkcija vraca 1 ako broj n ima paran broj cifara, inace vraca 0
   */
   unsigned paran(unsigned n)
14 {
16     if (n <= 9)
18         return 0;
   else
       return neparan(n / 10);
20 }

   /* Funkcija vraca 1 ako broj n ima neparan broj cifara, inace vraca
   0 */
22 unsigned neparan(unsigned n)
24 {
26     if (n <= 9)
28         return 1;
   else
       return paran(n / 10);
30 }

32 int main()
34 {
   int n;

36     /* Ucitava se ceo broj */
   scanf("%d", &n);

38     /* Ispisuje se rezultat */
40     printf("Uneti broj ima %sparan broj cifara.\n",
           (paran(n) == 1 ? "" : "ne"));
42
   return 0;
44 }
```

### Rešenje 1.19

```
1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3
   /* Pomocna funkcija koja izracunava n! * result. Koristi repnu
   5   rekurziju. Result je argument u kome se akumulira do tada
   izracunatu vrednost faktoriijela. Kada dodje do izlaza iz rekurzije
   7   iz rekurzije potrebno je da vratimo result. */
```

```
int faktorijel_repna(int n, int result)
9 {
11     if (n == 0)
        return result;

13     return faktorijel_repna(n - 1, n * result);
15 }

/* U sledecim funkcijama je prikazan postupak oslobadjanja od
17 repne rekurzije koja postoji u funkciji faktorijel_repna. */

19 /* Funkcija se transformise tako sto se rekurzivni poziv zemeni sa
    naredbama kojima se vrednost argumenta funkcije postavlja na
21 vrednost koja bi se prosledjivala rekurzivnom pozivu i navodjenjem
    goto naredbe za vracanje na pocetak tela funkcije. */
23 int faktorijel_repna_v1(int n, int result)
    {
25 pocetak:
        if (n == 0)
27             return result;

29         result = n * result;
        n = n - 1;
31         goto pocetak;
    }

33

/* Pisanje bezuslovnih skokova (goto naredbi) nije dobra programerska
35 praksa i prethodna funkcija se koristi samo kao medjukorak. Sledi
    iterativno resenje bez bezuslovnih skokova */
37 int faktorijel_repna_v2(int n, int result)
    {
39         while (n != 0) {
            result = n * result;
41             n = n - 1;
        }

43         return result;
45     }

47 /* Prilikom poziva prethodnih funkcija pored prvog argumenta celog
    broja n, mora da se salje i 1 za vrednost drugog argumenta u kome
49 ce se akumulirati rezultat. Funkcija faktorijel(n) je ovde radi
    udobnosti korisnika, jer je sasvim prirodno da za faktorijel
51 zahteva samo 1 parametar. Funkcija faktorijel izracunava n!, tako
    sto odgovarajucoj gore navedenoj funkciji koja zaista racuna
53 faktorijel, salje ispravne argumente i vraca rezultat koju joj ta
    funkcija vrati. Za testiranje, zameniti u telu funkcije faktorijel
55 poziv faktorijel_repna sa pozivom faktorijel_repna_v1, a zatim sa
    pozivom funkcije faktorijel_repna_v2. */
57 int faktorijel(int n)
    {
59         return faktorijel_repna(n, 1);
```

## 1 Uvodni zadaci

---

```

}
61
int main()
63 {
    int n;
65
    /* Ucitava se ceo broj */
67    printf("Unesite n (<= 12): ");
    scanf("%d", &n);
69    if (n > 12) {
        fprintf(stderr, "Greska: nedozvoljena vrednost za n!\n");
71        exit(EXIT_FAILURE);
    }
73
    /* Ispisuje se rezultat */
75    printf("%d! = %d\n", n, faktorijel(n));
77    exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

### Rešenje 1.21

```

1 #include <stdio.h>
2
3 /* a) Funkcija racuna n-ti element u nizu F - iterativna verzija */
4 int f_iterativna(int n, int a, int b)
5 {
6     int i;
7     int f_0 = 0;
8     int f_1 = 1;
9     int tmp;
10
11     if (n == 0)
12         return 0;
13
14     for (i = 2; i <= n; i++) {
15         tmp = a * f_1 + b * f_0;
16         f_0 = f_1;
17         f_1 = tmp;
18     }
19
20     return f_1;
21 }
22
23 /* b) Funkcija racuna n-ti element u nizu F - rekurzivna verzija */
24 int f_rekurzivna(int n, int a, int b)
25 {
26     /* Izlaz iz rekurzije */
27     if (n == 0 || n == 1)
28         return n;
29
30     return a * f_rekurzivna(n-1, a, b) + b * f_rekurzivna(n-2, a, b);
31 }

```

```

31  /* Rekurzivni pozivi */
32  return a * f_rekurzivna(n - 1, a, b) +
33      b * f_rekurzivna(n - 2, a, b);
34  }

35  /* NAPOMENA: U slucaju da se rekurzijom problem svodi na vise manjih
36     podproblema koji se mogu preklapati, postoji opasnost da se
37     pojedini podproblemi manjih dimenzija resavaju veci broj puta.
38     Npr.  $F(20) = a \cdot F(19) + b \cdot F(18)$ , a  $F(19) = a \cdot F(18) + b \cdot F(17)$ , tj.
39     problem  $F(18)$  se resava dva puta! Problemi manjih
40     dimenzija ce se resavati jos veci broj puta. Resenje za ovaj
41     problem je kombinacija rekurzije sa dinamicnim programiranjem.
42     Podproblemi se resavaju samo jednom, a njihova resenja se pamte u
43     memoriji (obicno u nizovima ili matricama), odakle se koriste ako
44     tokom resavanja ponovo budu potrebni.

45     U narednoj funkciji vec izracunati clanovi niza se cuvaju u
46     statickom nizu celih brojeva, jer se staticki niz ne smesta
47     na stek, kao sto je to slucaj sa lokalnim promenljivama, vec na
48     segment podataka, odakle je dostupan svim pozivima
49     rekurzivne funkcije. */

50
51  /* c) Funkcija racuna n-ti broj niza F - napredna rekurzivna
52     verzija */
53  int f_napredna(int n, int a, int b)
54  {
55      /* Niz koji cuva resenja podproblema. Kompajler inicijalizuje
56         staticke promenljive na podrazumevane vrednosti. Stoga, elemente
57         celobrojnog niza inicijalizuje na 0 */
58      static int f[20];

59      /* Ako je podproblem vec ranije resen, koristi se resenje koje je
60         vec izracunato i */
61      if (f[n] != 0)
62          return f[n];

63      /* Izlaz iz rekurzije */
64      if (n == 0 || n == 1)
65          return f[n] = n;

66      /* Rekurzivni pozivi */
67      return f[n] =
68          a * f_napredna(n - 1, a, b) + b * f_napredna(n - 2, a, b);
69  }

70
71  int main()
72  {
73      int n, a, b, ind;

74      /* Unosi se redni broj funkcije koja ce se primeniti */
75      printf("Unesite redni broj funkcije koju zelite:\n");
76      printf("1 - iterativna\n");

```

```
printf("2 - rekurzivna\n");
83 printf("3 - rekurzivna napredna\n");
scanf("%d", &ind);

85
/* Ucitavaju se koeficijenti a i b */
87 printf("Unesite koeficijente:\n");
scanf("%d%d", &a, &b);

89
/* Ucitava se broj n */
91 printf("Unesite koji clan niza se racuna:\n");
scanf("%d", &n);

93
/* Na osnovu vrednosti promenljive ind ispisuje se rezultat poziva
95 funkcije f_iterativna, f_rekurzivna ili f_napredna */
if (ind == 0)
97     printf("F(%d) = %d\n", n, f_iterativna(n, a, b));
else if (ind == 1)
99     printf("F(%d) = %d\n", n, f_rekurzivna(n, a, b));
else
101     printf("F(%d) = %d\n", n, f_napredna(n, a, b));

103 return 0;
}
```

### Rešenje 1.22

```
#include <stdio.h>

2
/* Funkcija odredjuje zbir cifara zadatog broja x */
4 int zbir_cifara(unsigned int x)
{
6     /* Izlazak iz rekurziije: ako je broj jednocifren */
    if (x < 10)
8         return x;

10     /* Zbir cifara broja jednak je zbiru svih njegovih cifara osim
        poslednje cifre + poslednja cifra tog broja */
12     return zbir_cifara(x / 10) + x % 10;
}

14
int main()
16 {
    unsigned int x;

18
    /* Ucitava se ceo broj */
20     scanf("%u", &x);

22
    /* Ispisuje se zbir cifara ucitanog broja */
    printf("%d\n", zbir_cifara(x));

24
    return 0;
}
```

26 }

## Rešenje 1.23

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define MAKS_DIM 100

/* Ako je n<=0, onda je suma niza jednaka nuli. Ako je n>0, onda je
   suma niza jednaka sumi prvih n-1 elementa uvecenoj za poslednji
   element niza. */
int suma_niza_1(int *a, int n)
{
    if (n <= 0)
        return 0;

    return suma_niza_1(a, n - 1) + a[n - 1];
}

/* Funkcija napisana na drugi nacin: Ako je n<=0, onda je suma niza
   jednaka nuli. Ako je n>0, suma niza je jednaka zbiru prvog
   elementa niza i sume preostalih n-1 elementa. */
int suma_niza_2(int *a, int n)
{
    if (n <= 0)
        return 0;

    return a[0] + suma_niza_2(a + 1, n - 1);
}

int main()
{
    int a[MAKS_DIM];
    int n, i = 0, ind;

    /* Ucitava se redni broj funkcije */
    printf("Unesite redni broj funkcije (1 ili 2):\n");
    scanf("%d", &ind);

    /* Ucitava se broj elemenata niza */
    printf("Unesite dimenziju niza:");
    scanf("%d", &n);

    /* Ucitava se n elemenata niza. */
    printf("Unesite elemente niza:");
    for (i = 0; i < n; i++)
        scanf("%d", &a[i]);

    /* Na osnovu vrednosti promenljive ind ispisuje se rezultat poziva
       funkcije suma_niza_1, odnosno suma_niza_2 */

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
48     if (ind == 1)
        printf("Suma elemenata je %d\n", suma_niza_1(a, n));
50     else if (ind == 2)
        printf("Suma elemenata je %d\n", suma_niza_2(a, n));
52     else{
        fprintf(stderr, "Neodgovarajuci redni broj funkcije!\n");
54         exit(EXIT_FAILURE);
    }
56     exit(EXIT_SUCCESS);
58 }
```

### Rešenje 1.24

```
#include <stdio.h>
2  #define MAKS_DIM 256

4  /* Rekurzivna funkcija koja odredjuje maksimum celobrojnog niza niz
   dimenzije n */
6  int maksimum_niza(int niz[], int n)
{
8     /* Izlazak iz rekurzije: ako je niz dimenzije jedan, najveći je
       ujedno i jedini element niza */
10    if (n == 1)
        return niz[0];
12
14    /* Resavanje problema manje dimenzije */
    int max = maksimum_niza(niz, n - 1);

16    /* Na osnovu poznatog resenja problema dimenzije n-1, resava se
       problem dimenzije n */
18    return niz[n - 1] > max ? niz[n - 1] : max;
}

20
22 int main()
{
24     int brojevi[MAKS_DIM];
    int n;

26     /* Sve dok se ne stigne do kraja ulaza, brojeve se ucitavaju u niz.
       Promenljiva i predstavlja indeks tekućeg broja. U niz se ne može
       učitati više od MAKS_DIM brojeva, pa se u slučaju da promenljiva
       i dostigne vrednost MAKS_DIM prekida unos novih brojeva. */
30     int i = 0;
    while (scanf("%d", &brojevi[i]) != EOF) {
32         i++;
        if (i == MAKS_DIM)
34             break;
    }
36     n = i;
```



```

38  /* Stampa se maksimum unetog niza brojeva */
    printf("%d\n", maksimum_niza(brojevi, n));
40
    return 0;
42 }

```

### Rešenje 1.25

```

1  #include <stdio.h>
   #define MAKS_DIM 256
3
   /* Funkcija koja izracunava skalarni proizvod dva data vektora */
5  int skalarno(int a[], int b[], int n)
   {
7      /* Izlazak iz rekurzije: vektori su duzine 0 */
       if (n == 0)
9         return 0;

12     /* Na osnovu resenja problema dimenzije n-1, resava se problem
        dimenzije n primenom definicije skalarnog proizvoda
13     a*b = a[0]*b[0] + a[1]*b[1] +...+ a[n-2]*a[n-2] + a[n-1]*a[n-1]
        Dakle, skalarni proizvod dva vektora duzine n se dobija kada se
15     na skalarni proizvod dva vektora duzine n-1 koji se dobiju od
        polazna dva vektora otklanjanjem poslednjih elemenata, doda
17     proizvod poslednja dva elementa polaznih vektora. */
       else
19         return skalarno(a, b, n - 1) + a[n - 1] * b[n - 1];
   }

21
   int main()
23   {
       int i, a[MAKS_DIM], b[MAKS_DIM], n;

25
       /* Unosi se dimenzija nizova */
27       printf("Unesite dimenziju nizova:");
       scanf("%d", &n);

29
       /* Provera da li je dimenzija niza odgovarajuca */
31       if (n < 0 || n > MAKS_DIM) {
           printf("Dimenzija mora biti prirodan broj <= %d!\n", MAKS_DIM);
33           return 0;
       }

35
       /* A zatim i elementi nizova */
37       printf("Unesite elemente prvog niza:");
       for (i = 0; i < n; i++)
39           scanf("%d", &a[i]);

41       printf("Unesite elemente drugog niza:");
       for (i = 0; i < n; i++)
43           scanf("%d", &b[i]);

```

```
45  /* Ispisuje se rezultat skalarnog proizvoda dva učitana niza */
    printf("Skalarni proizvod je %d\n", skalarno(a, b, n));
47
    return 0;
49 }
```

### Rešenje 1.26

```
#include <stdio.h>
2  #define MAKS_DIM 256

4  /* Funkcija koja racuna broj pojavljivanja elementa x u nizu a duzine
    n */
6  int br_pojave(int x, int a[], int n)
    {
8      /* Izlazak iz rekurzije: za niz duzine jedan broj pojava broja x u
        nizu je 1 ukoliko je jedini element a[0] bas x ili 0 inace */
10     if (n == 1)
        return a[0] == x ? 1 : 0;

12     /* U promenljivu bp se smesta broj pojava broja x u prvih n-1
        elemenata niza a. Ukupan broj pojavljivanja broja x u celom nizu
        a je jednak bp uvecanom za jedan ukoliko je se na poziciji n-1 u
        nizu a nalazi broj x */
14     int bp = br_pojave(x, a, n - 1);
16     return a[n - 1] == x ? 1 + bp : bp;
18 }

20
22 int main()
    {
24     int x, a[MAKS_DIM];
26     int n, i = 0;

28     /* Ucitava se ceo broj */
    printf("Unesite ceo broj:");
    scanf("%d", &x);

30     /* Sve dok se ne stigne do kraja ulaza, ucitavaju se brojevi u niz.
        Promenljiva i predstavlja indeks tekuceg broja. U niz se ne moze
        ucitati vise od MAKS_DIM brojeva, pa se u slucaju da promenljiva
        i dostigne vrednost MAKS_DIM prekida unos novih brojeva. */
32     printf("Unesite elemente niza:");
    i = 0;
34     while (scanf("%d", &a[i]) != EOF) {
        i++;
36         if (i == MAKS_DIM)
            break;
38     }
40     n = i;
42 }
```

```

44  /* Ispisuje se broj pojavljivanja */
    printf("Broj pojavljivanja je %d\n", br_pojave(x, a, n));
46  return 0;
}

```

### Rešenje 1.27

```

#include <stdio.h>
2  #define MAKS_DIM 256

4  /* Funkcija koja proverava da li su tri zadata broja uzastopni
   *   clanovi niza */
6  int tri_uzastopna_clana(int x, int y, int z, int a[], int n)
   {
8     /* Ako niz ima manje od tri elementa izlazi se iz rekurzije i vraca
       *   se 0 jer nije ispunjeno da su x, y i z uzastopni clanovi niza */
10    if (n < 3)
        return 0;

12    /* Da bi bilo ispunjeno da su x, y i z uzastopni clanovi niza a
       *   dovoljno je da su oni poslednja tri clana niza ili da se oni
       *   rekuzivno tri uzastopna clana niza a bez poslednjeg elementa */
14    return ((a[n - 3] == x) && (a[n - 2] == y) && (a[n - 1] == z))
        || tri_uzastopna_clana(x, y, z, a, n - 1);
18 }

20 int main()
   {
22     int x, y, z, a[MAKS_DIM];
        int n;

24     /* Ucitavaju se tri cela broja za koje se ispituje da li su
       *   uzastopni clanovi niza */
26     printf("Unesite tri cela broja:");
        scanf("%d%d%d", &x, &y, &z);

28     /* Sve dok se ne stigne do kraja ulaza, brojeve se ucitavaju u niz.
       *   Promenljiva i predstavlja indeks tekuceg broja. U niz se ne moze
       *   ucitati vise od MAKS_DIM brojeva, pa se u slucaju da promenljiva
       *   i dostigne vrednost MAKS_DIM prekida unos novih brojeva. */
30     printf("Unesite elemente niza:");
        int i = 0;
32     while (scanf("%d", &a[i]) != EOF) {
            i++;
34             if (i == MAKS_DIM)
                break;
            }
40     n = i;

42     /* Na osnovu rezultata poziva funkcije tri_uzastopna_clana ispisuje

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
44     se odgovarajuca poruka */
45     if (tri_uzastopna_clana(x, y, z, a, n))
46         printf("Uneti brojevi jesu uzastopni clanovi niza.\n");
47     else
48         printf("Uneti brojevi nisu uzastopni clanovi niza.\n");
49
50     return 0;
51 }
```

### Rešenje 1.28

```
#include <stdio.h>

2
/* Funkcija koja broji bitove postavljene na 1. */
4 int prebroj(int x)
{
6     /* Izlaz iz rekurzije */
7     if (x == 0)
8         return 0;

10     /* Ukoliko vrednost promenljive x nije 0, neki od bitova broja x je
11     postavljen na 1. Koriscenjem odgovarajuce maske proverava se
12     vrednost bita na poziciji najvece tezine i na osnovu toga se
13     razlikuju dva slucaja. Ukoliko je na toj poziciji nula, onda je
14     broj jedinica u zapisu x isti kao broj jedinica u zapisu broja
15     x<<1, jer se pomeranjem u levo sa desne stane dopisuju 0. Ako je
16     na poziciji najvece tezine jedinica, rezultat dobijen
17     rekurzivnim pozivom funkcije za x<<1 treba uvecati za jedan.
18     Za rekurzivni poziv se salje vrednost koja se dobija kada se x
19     pomeri u levo. Napomena: argument funkcije x je oznacen ceo
20     broj, usled cega se ne koristi pomeranje udesno, jer funkciji
21     moze biti prosledjen i negativan broj. Iz tog razloga,
22     odlucujemo se da proveramo najvisi, umesto najnizeg bita */
23     if (x & (1 << (sizeof(x) * 8 - 1)))
24         return 1 + prebroj(x << 1);
25     else
26         return prebroj(x << 1);
27     /******
28     Krace zapisano
29     return ((x& (1<<(sizeof(x)*8-1))) ? 1 : 0) + prebroj(x<<1);
30     *****/
31 }

32
33 int main()
34 {
35     int x;

36     /* Ucitava se ceo broj */
37     scanf("%x", &x);

38
39     /* Ispisuje se rezultat */
40 }
```

```

    printf("%d\n", prebroj(x));
42
    return 0;
44 }

```

### Rešenje 1.30

```

#include <stdio.h>
2
/* Rekurzivna funkcija za odredjivanje najveće oktalne cifre u broju
   */
4 int maks_oktalna_cifra(unsigned x)
{
6     /* Izlazak iz rekurzije: ako je vrednost broja 0, onda je i
       vrednost najveće oktalne cifre u broju 0 */
8     if (x == 0)
        return 0;

10     /* Odredjivanje poslednje oktalne cifre u broju */
12     int poslednja_cifra = x & 7;

14     /* Odredjivanje maksimalne oktalne cifre u broju kada se iz njega
       izbrise poslednja oktalna cifra */
16     int maks_bez_poslednje_cifre = maks_oktalna_cifra(x >> 3);

18     return poslednja_cifra > maks_bez_poslednje_cifre ? poslednja_cifra
        : maks_bez_poslednje_cifre;
20 }

22 int main()
{
24     unsigned x;

26     /* Ucitava se neoznaceni ceo broj */
    scanf("%u", &x);

28     /* Ispisuje se vrednost najveće oktalne cifre unetog broja */
30     printf("%d\n", maks_oktalna_cifra(x));

32     return 0;
}

```

### Rešenje 1.31

```

#include <stdio.h>
2
/* Rekurzivna funkcija za odredjivanje najveće heksadekadne cifre u
   broju */
4 int maks_heksadekadna_cifra(unsigned x)

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
6 {
8     /* Izlazak iz rekurzije: ako je vrednost broja 0, onda je i
       vrednost najveće heksadekadne cifre u broju 0 */
10     if (x == 0)
11         return 0;

12     /* Odredjivanje poslednje heksadekadne cifre u broju */
13     int poslednja_cifra = x & 15;

14     /* Odredjivanje maksimalne heksadekadne cifre broja kada se iz
       njega izbrise poslednja heksadekadna cifra */
16     int maks_bez_poslednje_cifre = maks_heksadekadna_cifra(x >> 4);

18     return poslednja_cifra > maks_bez_poslednje_cifre ? poslednja_cifra
20         : maks_bez_poslednje_cifre;
21 }

22 int main()
23 {
24     unsigned x;

26     /* Ucitava se neoznaceni ceo broj */
28     scanf("%u", &x);

30     /* Ispisuje se vrednost najveće heksadekadne cifre unetog broja */
31     printf("%d\n", maks_heksadekadna_cifra(x));

32     return 0;
33 }
```

### Rešenje 1.32

```
#include <stdio.h>
2 #include <string.h>

4 /* Niska može imati najviše 31 karaktera + 1 za terminalnu nulu */
5 #define MAKS_DIM 32

6 /* Funkcija ispituje da li je zadata niska dužine n palindrom */
7 int palindrom(char s[], int n)
8 {
9     /* Izlaz iz rekurzije - trivijalno, niska dužine 0 ili 1 je
       palindrom */
10     if ((n == 1) || (n == 0))
11         return 1;

12     /* Da bi niska bila palindrom potrebno je da se poklapaju prvi i
       poslednji karakter i da je palindrom niska koja nastaje kada se
       polaznoj nisci otklone prvi i poslednji karakter */
14     return (s[n - 1] == s[0]) && palindrom(s + 1, n - 2);
15 }
```

```

20 int main()
21 {
22     char s[MAKS_DIM];
23     int n;
24
25     /* Ucitavanje niske sa standardnog ulaza */
26     scanf("%s", s);
27
28     /* Odredjuje se duzina niske */
29     n = strlen(s);
30
31     /* Ispisuje se poruka da li je niska palindrom ili nije */
32     if (palindrom(s, n))
33         printf("da\n");
34     else
35         printf("ne\n");
36
37     return 0;
38 }

```

### Rešenje 1.33

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAKS_DUZINA_PERMUTACIJE 15

/* Funkcija koja ispisuje elemente niza a duzine n */
void ispisi_niz(int a[], int n)
{
    int i;

    for (i = 1; i <= n; i++)
        printf("%d ", a[i]);
    printf("\n");
}

/* Funkcija koja proverava da li se broj x nalazi u nizu a duzine n */
int koriscen(int a[], int n, int x)
{
    int i;

    /* Obilaze se svi elementi niza */
    for (i = 1; i <= n; i++)
        /* Ukoliko se naide na trazenu vrednost, pretraga se prekida */
        if (a[i] == x)
            return 1;

    /* Zakljucuje se da broj nije pronadjen */
    return 0;
}

```

```
28 }

30 /* Funkcija koja ispisuje sve permutacije od skupa {1,2,...,n} dobija
32    kao argument niz a[] u koji se smesta permutacija, broj m oznacava
34    da se u okviru tog poziva funkcije na m-tu poziciju u permutaciji
36    smesta jedan od preostalih celih brojeva, n je velicina skupa koji
    se permutuje. Funkciju se inicijalno poziva sa argumentom m = 1,
    jer formiranje permutacije pocinje od pozicije broj 1. Stoga, a[0]
    se ne koristi. */
void permutacija(int a[], int m, int n)
{
    int i;

    /* Izlaz iz rekurzije: Ako je pozicija na koju treba smestiti broj
       premasila velicinu skupa, onda se svi brojevi vec nalaze u
       permutaciji i ispisuje se permutacija. */
    if (m > n) {
        ispisi_niz(a, n);
        return;
    }

    /* Ideja: pronalazi se prvi broj koji moze da se postavi na m-to
       mesto u nizu (broj koji se do sada nije pojavio u permutaciji).
       Zatim, rekurzivno se pronalaze one permutacije koje odgovaraju
       ovako postavljenom pocetku permutacije. Kada se to zavrshi, vrsi
       se provera da li postoji jos neki broj koji moze da se stavi na
       m-to mesto u nizu (to se radi u petlji). Ako ne postoji,
       funkcija zavrшава sa radom. Ukoliko takav broj postoji, onda se
       ponovo poziva rekurzivno pronalazenje odgovarajucih permutacija,
       ali sada sa drugacije postavljenim prefiksom. */
    for (i = 1; i <= n; i++) {
        /* Ako se broj i nije do sada pojavio u permutaciji od 1 do m-1
           pozicije, onda se on postavlja na poziciju m i poziva se
           ponovo funkcija da dopuni ostatak permutacije posle upisivanja
           i na poziciju m. Inace, nastavlja se dalje, trazeci broj koji
           se nije pojavio do sada u permutaciji. */
        if (!koriscen(a, m - 1, i)) {
            a[m] = i;
            permutacija(a, m + 1, n);
        }
    }
}

70
72 int main(void)
73 {
74     int n;
75     int a[MAKS_DUZINA_PERMUTACIJE+1];

76     /* Ucitava se broja n i proverava se da li je u odgovarajucem opsegu
       */
77     scanf("%d", &n);
78     if (n < 0 || n > MAKS_DUZINA_PERMUTACIJE) {
```



```

    fprintf(stderr,
80         "Duzina permutacije mora biti broj iz intervala [0, %d]!\n"
        "n",
            MAKS_DUZINA_PERMUTACIJE);
82     exit(EXIT_FAILURE);
    }

84     /* Ispisuju se permutacije duzine n */
86     permutacija(a, 1, n);

88     exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

### Rešenje 1.34

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>

4  /* Rekurzivna funkcija za racunanje binomnog koeficijenta */
int binomni_koeficijent(int n, int k)
6  {
    /* Ukoliko je k=0 ili k=n, onda je binomni koeficijent 0.
8     Ukoliko je k strogo izmedju 0 i n, onda se koristi formula
        bk(n,k) = bk(n-1,k-1) + bk(n-1,k)
10     koja se moze izvesti iz definicije binomnog koeficijenata */
    return (0 < k && k < n) ?
12         binomni_koeficijent(n - 1, k - 1) + binomni_koeficijent(n - 1,
                                                                    k) : 1;
14 }

16 /*****
    Iterativno izracunavanje datog binomnog koeficijenta
18
    int binomni_koeficijent (int n, int k) {
20         int i, j, b;

22         for (b=i=1, j=n; i<=k; b =b * j-- / i++);

24         return b;
    }

26
    Iterativno resenje je efikasnije i preporucuje se. Rekurzivno
28     resenje je navedeno u cilju demonstracije rekurzivnih tehnika.
    *****/

30 /* Svaki element n-te hipotenuze (osim ivicnih jedinica) dobija kao
32     zbir 2 elementa iz n-1 hipotenuze. Ukljucujuci i pomenute dve
        ivicne jedinice suma elemenata n-te hipotenuze je tacno 2 puta
34     veca od sume elemenata prethodne hipotenuze. */
int suma_elemenata_hipotenuze(int n)
36 {

```

## 1 Uvodni zadaci

---

```
    return n > 0 ? 2 * suma_elemenata_hipotenuze(n - 1) : 1;
38 }

40 int main()
41 {
42     int n, k, i, d, r;

44     /* Ucitavaju se brojevi d i r */
45     scanf("%d %d", &d, &r);

46     /* Ispisuje se Paskalov trougao */
47     putchar('\n');
48     for (n = 0; n <= d; n++) {
49         for (i = 0; i < d - n; i++)
50             printf(" ");
51         for (k = 0; k <= n; k++)
52             printf("%4d", binomni_koeficijent(n, k));
53         putchar('\n');
54     }

56     /* Provera da li je r nenegativan */
57     if (r < 0) {
58         fprintf(stderr,
59             "Redni broj hipotenuze mora biti veci ili jednak od 0!\n"
60         );
61         exit(EXIT_FAILURE);
62     }

64     /* Ispisuje se suma elemenata hipotenuze */
65     printf("%d\n", suma_elemenata_hipotenuze(r));

66     exit(EXIT_SUCCESS);
68 }
```

## 2

# Pokazivači

## 2.1 Pokazivačka aritmetika

**Zadatak 2.1** Za dati celobrojni niz dimenzije  $n$ , napisati funkciju koja obrće njegove elemente:

- (a) korišćenjem indeksne sintakse,
- (b) korišćenjem pokazivačke sintakse.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati dimenziju niza  $n$  ( $0 < n \leq 100$ ), a zatim elemente niza. Pozvati funkciju koja obrće njegove elemente korišćenjem indeksne sintakse i prikazati sadržaj niza. Nakon toga pozvati funkciju koja obrće njegove elemente korišćenjem pokazivačke sintakse i prikazati sadržaj niza.

### *Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza: 3
Unesite elemente niza:
1 -2 3
Nakon obrtanja elemenata, niz je:
3 -2 1
Nakon ponovnog obrtanja elemenata,
niz je:
3 -2 1
```

### *Primer 2*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza: 0
Greska: neodgovarajuca dimenzija niza.
```

[Rešenje 2.1]

**Zadatak 2.2** Dat je niz realnih brojeva dimenzije  $n$ . Korišćenjem pokazivačke sintakse, napisati:

## 2 Pokazivači

- (a) funkciju `zbir` koja izračunava zbir elemenata niza,
- (b) funkciju `proizvod` koja izračunava proizvod elemenata niza,
- (c) funkciju `min_element` koja izračunava najmanji element niza,
- (d) funkciju `max_element` koja izračunava najveći element niza.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati dimenziju  $n$  ( $0 < n \leq 100$ ) realnog niza, a zatim i elemente niza. Na standardni izlaz ispisati zbir, proizvod, minimalni i maksimalni element učitano niza.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza:  3
Unesite elemente niza:
-1.1 2.2 3.3
Zbir elemenata niza je 4.400.
Proizvod elemenata niza je -7.986
Minimalni element niza je -1.100
Maksimalni element niza je 3.300
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza:  5
Unesite elemente niza:
1.2 3.4 0.0 -5.4 2.1
Zbir elemenata niza je 1.300.
Proizvod elemenata niza je -0.000.
Minimalni element niza je -5.400.
Maksimalni element niza je 3.400.
```

[Rešenje 2.2]

**Zadatak 2.3** Korišćenjem pokazivačke sintakse, napisati funkciju koja vrednosti elemenata u prvoj polovini niza povećava za jedan, a u drugoj polovini smanjuje za jedan. Ukoliko niz ima neparan broj elemenata, onda vrednost srednjeg elementa niza ostaviti nepromenjenim. Napisati program koji testira napisanu funkciju. Sa standardnog ulaza učitati dimenziju  $n$  ( $0 < n \leq 100$ ) celobrojnog niza, a zatim i elemente niza. Na standardni izlaz ispisati rezultat primene napisane funkcije nad učitanim nizom.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza:  5
Unesite elemente niza:
1 2 3 4 5
Transformisan niz je:
2 3 3 3 4
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza:  4
Unesite elemente niza:
4 -3 2 -1
Transformisan niz je:
5 -2 1 -2
```

### Primer 3

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza:  0
Greska: neodgovarajuca dimenzija niza.
```

### Primer 4

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza:  101
Greska: neodgovarajuca dimenzija niza.
```

[Rešenje 2.3]

**Zadatak 2.4** Napisati program koji ispisuje broj prihvaćenih argumenata komandne linije, a zatim i same argumenate kojima prethode njihovi redni brojevi. Nakon toga ispisati prve karaktere svakog od argumenata. Zadatak rešiti:

- (a) korišćenjem indeksne sintakse,
- (b) korišćenjem pokazivačke sintakse.

Od korisnika sa ulaza tražiti da izabere koje od ova dva rešenja treba koristiti prilikom ispisa.

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out prvi 2. treci -4

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Broj argumenata komandne linije je 5.
  Kako zelite da ispisete argumente,
  koriscenjem indeksne ili pokazivacke
  sintakse (I ili P)? I
  Argumenti komandne linije su:
  0 ./a.out
  1 prvi
  2 2.
  3 treci
  4 -4
  Pocetna slova argumenata komandne linije:
  . p 2 t -
```

### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Broj argumenata komandne linije je 1.
  Kako zelite da ispisete argumente,
  koriscenjem indeksne ili pokazivacke
  sintakse (I ili P)? P
  Argumenti komandne linije su:
  0 ./a.out
  Pocetna slova argumenata komandne linije:
  .
```

[Rešenje 2.4]

**Zadatak 2.5** Korišćenjem pokazivačke sintakse, napisati funkciju koja za datu nisku ispituje da li je palindrom. Napisati program koji vrši prebrojavanje argumenata komandne linije koji su palindromi.

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out a b 11 212

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Broj argumenata komandne linije
  koji su palindromi je 4.
```

### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Broj argumenata komandne linije koji
  koji su palindromi je 0.
```

[Rešenje 2.5]

**Zadatak 2.6** Napisati program koji kao prvi argument komandne linije prihvata putanju do datoteke za koju treba proveriti koliko reči ima  $n$  karaktera, gde se  $n$  zadaje kao drugi argument komandne linije. Smatrati da reč ne sadrži više od 100 karaktera. U zadatku ne koristiti ugrađene funkcije za rad sa niskama, već implementirati svoje koristeći pokazivačku sintaksu.

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt 1

ULAZ.TXT
Ovo je sadržaj datoteke i u njoj ima
reci koje imaju 1 karakter

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Broj reci ciji je broj karaktera 1 je 3.
```

### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt

ULAZ.TXT
Ovo je sadržaj datoteke i u njoj ima
reci koje imaju 1 karakter

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Greska: Nedovoljan broj argumenata
komandne linije.
Program se poziva sa
./a.out ime_dat br_karaktera.
```

### Primer 3

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt 2

DATOTEKA ULAZ.TXT NE POSTOJI

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Greska: Neuspesno otvaranje datoteke ulaz.txt.
```

[Rešenje 2.6]

**Zadatak 2.7** Napisati program koji kao prvi argument komandne linije prihvata putanju do datoteke za koju treba proveriti koliko reči ima zadati sufiks (ili prefiks), koji se zadaje kao drugi argument komandne linije. Smatrati da reč ne sadrži više od 100 karaktera. Program je neophodno pozvati sa jednom od opcija `-s` ili `-p` u zavisnosti od čega treba proveriti koliko reči ima zadati sufiks (ili prefiks). U zadatku ne koristiti ugrađene funkcije za rad sa niskama, već implementirati svoje koristeći pokazivačku sintaksu.

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt ke -s

ULAZ.TXT
Ovo je sadržaj datoteke i u njoj ima reci
koje se završavaju na ke

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Broj reci koje se završavaju na ke je 2.
```

### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt sa -p

ULAZ.TXT
Ovo je sadržaj datoteke i u njoj ima reci
koje pocinju sa sa

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Broj reci koje pocinju na sa je 3.
```

*Primer 3*

```

POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt sa -p

DATOTEKA ULAZ.TXT NE POSTOJI

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Greska: Neuspesno otvaranje
  datoteke ulaz.txt.

```

*Primer 4*

```

POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt

ULAZ.TXT
  Ovo je sadrzaj ulaza.

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Greska: Nedovoljan broj argumenata
  komandne linije.
  Program se poziva sa
  ./a.out ime_dat suf/pref -s/-p.

```

[Rešenje 2.7]

## 2.2 Višedimenzioni nizovi

**Zadatak 2.8** Data je kvadratna matrica dimenzije  $n \times n$ .

- Napisati funkciju koja izračunava trag matrice (sumu elemenata na glavnoj dijagonali).
- Napisati funkciju koja izračunava euklidsku normu matrice (koren sume kvadrata svih elemenata).
- Napisati funkciju koja izračunava gornju vandijagonalnu normu matrice (sumu apsolutnih vrednosti elemenata iznad glavne dijagonale).

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati broj vrsta (ili kolona) kvadratne matrice  $n$  ( $0 < n \leq 100$ ), a zatim i elemente matrice. Na standardni izlaz ispisati učitane matricu, a zatim trag, euklidsku normu i vandijagonalnu normu učitane matrice.

*Primer 1*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Unesite broj vrsta matrice: 3
  Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
  1 -2 3
  4 -5 6
  7 -8 9
  Trag matrice je 5.
  Euklidska norma matrice je 16.88.
  Vandijagonalna norma matrice je 11.

```

*Primer 2*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Unesite dimenziju matrice: 0
  Greska: neodgovarajuca dimenzija matrice.

```

[Rešenje 2.8]

**Zadatak 2.9** Date su dve kvadratne matrice istih dimenzija  $n \times n$ .

- (a) Napisati funkciju koja proverava da li su matrice jednake.
- (b) Napisati funkciju koja izračunava zbir matrica.
- (c) Napisati funkciju koja izračunava proizvod matrica.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati broj vrsta kvadratnih matrica  $n$  ( $0 < n \leq 100$ ), a zatim i elemente matrica. Na standardni izlaz ispisati da li su matrice jednake, a zatim ispisati zbir i proizvod učitanih matrica.

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta matrica: 3
Unesite elemente prve matrice, vrstu po vrstu:
1 2 3
1 2 3
1 2 3
Unesite elemente druge matrice, vrstu po vrstu:
1 2 3
1 2 3
1 2 3
Matrice su jednake.
Zbir matrica je:
2 4 6
2 4 6
2 4 6
Proizvod matrica je:
6 12 8
6 12 8
6 12 8
```

[Rešenje 2.9]

**Zadatak 2.10** Relacija se može predstaviti kvadratnom matricom nula i jedinica na sledeći način: element  $i$  je u relaciji sa elementom  $j$  ukoliko se u preseku  $i$ -te vrste i  $j$ -te kolone matrice nalazi broj 1, a nije u relaciji ukoliko se tu nalazi broj 0.

- (a) Napisati funkciju koja proverava da li je relacija zadata matricom refleksivna.
- (b) Napisati funkciju koja proverava da li je relacija zadata matricom simetrična.
- (c) Napisati funkciju koja proverava da li je relacija zadata matricom tranzitivna.



- (d) Napisati funkciju koja određuje refleksivno zatvorenje relacije (najmanju refleksivnu relaciju koja je nadskup date).
- (e) Napisati funkciju koja određuje simetrično zatvorenje relacije (najmanju simetričnu relaciju koja je nadskup date).
- (f) Napisati funkciju koja određuje refleksivno-tranzitivno zatvorenje relacije (najmanju refleksivnu i tranzitivnu relaciju koja sadrži datu). NAPOMENA: *Koristiti Varšalov algoritam.*

Napisati program koji učitava matricu iz datoteke čije se ime zadaje kao prvi argument komandne linije. U prvoj liniji datoteke nalazi se broj vrsta kvadratne matrice  $n$  ( $0 < n \leq 64$ ), a potom i sami elementi matrice. Na standardni izlaz ispisati rezultat testiranja napisanih funkcija.

#### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt

ULAZ.TXT
4
1 0 0 0
0 1 1 0
0 0 1 0
0 0 0 0

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Relacija nije refleksivna.
Relacija nije simetricna.
Relacija jeste tranzitivna.
Refleksivno zatvorenje relacije:
1 0 0 0
0 1 1 0
0 0 1 0
0 0 0 1
Simetricno zatvorenje relacije:
1 0 0 0
0 1 1 0
0 1 1 0
0 0 0 0
Refleksivno-tranzitivno zatvorenje relacije:
1 0 0 0
0 1 1 0
0 0 1 0
0 0 0 1
```

[Rešenje 2.10]

**Zadatak 2.11** Data je kvadratna matrica dimenzije  $n \times n$ .

- (a) Napisati funkciju koja određuje najveći element matrice na sporednoj dijagonali.

- (b) Napisati funkciju koja određuje indeks kolone koja sadrži najmanji element matrice.
- (c) Napisati funkciju koja određuje indeks vrste koja sadrži najveći element matrice.
- (d) Napisati funkciju koja određuje broj negativnih elemenata matrice.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati elemente celobrojne kvadratne matrice čiji se broj vrsta  $n$  ( $0 < n \leq 32$ ) zadaje kao argument komandne linije. Na standardni izlaz ispisati rezultat primene prethodno napisanih funkcija.

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out 3
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite elemente matrice dimenzije 3x3:
1 2 3
-4 -5 -6
7 8 9
Najveci element sporedne dijagonale je 7.
Indeks kolone sa najmanjim elementom je 2.
Indeks vrste sa najvećim elementom je 2.
Broj negativnih elemenata matrice je 3.
```

### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out 4
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite elemente matrice dimenzije 4x4:
-1 -2 -3 -4
-5 -6 -7 -8
-9 -10 -11 -12
-13 -14 -15 -16
Najveci element sporedne dijagonale je -4.
Indeks kolone sa najmanjim elementom je 3.
Indeks vrste sa najvećim elementom je 0.
Broj negativnih elemenata matrice je 16.
```

[Rešenje 2.11]

**Zadatak 2.12** Napisati funkciju kojom se proverava da li je zadata kvadratna matrica dimenzije  $n \times n$  ortonormirana. Matrica je ortonormirana ako je skalarni proizvod svakog para različitih vrsta jednak nuli, a skalarni proizvod vrste sa samom sobom jednak jedinici. Napisati program koji testira napisanu funkciju. Sa standardnog ulaza učitati broj vrsta celobrojne kvadratne matrice  $n$  ( $0 < n \leq 32$ ), a zatim i njene elemente. Na standardni izlaz ispisati rezultat primene napisane funkcije na učitanoj matrici.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta matrice: 4
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1 0 0 0
0 1 0 0
0 0 1 0
0 0 0 1
Matrica je ortonormirana.
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta matrice: 3
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1 2 3
5 6 7
1 4 2
Matrica nije ortonormirana.
```

[Rešenje 2.12]

**Zadatak 2.13** Data je matrica dimenzije  $n \times m$ .

- (a) Napisati funkciju koja učitava elemente matrice sa standardnog ulaza
- (b) Napisati funkciju koja na standardni izlaz spiralno ispisuje elemente matrice, u smeru kretanja kazaljke na satu.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati broj vrsta  $n$  ( $0 < n \leq 10$ ) i broj kolona  $m$  ( $0 < m \leq 10$ ) matrice, a zatim i njene elemente. Na standardni izlaz spiralno ispisati elemente učitane matrice.

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:
3 3
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1 2 3
4 5 6
7 8 9
Spiralno ispisana matrica:
1 2 3 6 9 8 7 4 5
```

*Primer 2*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:
3 4
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1 2 3 4
5 6 7 8
9 10 11 12
Spiralno ispisana matrica:
1 2 3 4 8 12 11 10 9 5 6 7
```

[Rešenje 2.13]

**Zadatak 2.14** Napisati funkciju koja izračunava  $k$ -ti stepen kvadratne matrice dimenzije  $n \times n$  ( $0 < n \leq 32$ ). Napisati program koji testira napisanu funkciju. Sa standardnog ulaza učitati broj vrsta celobrojne matrice  $n$ , elemente matrice i stepen  $k$  ( $0 < k \leq 10$ ). Na standardni izlaz ispisati rezultat primene napisane funkcije. NAPOMENA: *Voditi računa da se prilikom stepenovanja matrice izvrši što manji broj množenja.*

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta kvadratne matrice: 3
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1 2 3
4 5 6
7 8 9
Unesite stepen koji se racuna: 8
8. stepen matrice je:
510008400 626654232 743300064
1154967822 1419124617 1683281412
1799927244 2211595002 2623262760
```

## 2.3 Dinamička alokacija memorije

**Zadatak 2.15** Napisati program koji sa standardnog ulaza učitava dimenziju niza celih brojeva, a zatim i njegove elemente. Ne praviti nikakve pretpostavke o dimenziji niza. Na standardni izlaz ispisati ove brojeve u obrnutom poretku.

*Primer 1*

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:  
|| Unesite dimenziju niza: 3  
|| Unesite elemente niza:  
|| 1 -2 3  
|| Niz u obrnutom poretku je: 3 -2 1
```

*Primer 2*

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:  
|| Unesite dimenziju niza: -1  
|| malloc(): neuspela alokacija memorije.
```

[Rešenje 2.15]

**Zadatak 2.16** Napisati program koji sa standardnog ulaza učitava niz celih brojeva. Brojevi se unose sve dok se ne unese nula. Ne praviti nikakve pretpostavke o dimenziji niza. Na standardni izlaz ispisati ovaj niz brojeva u obrnutom poretku. Zadatak uraditi na dva načina:

- (a) realokaciju memorije niza vršiti korišćenjem `malloc()` funkcije,
- (b) realokaciju memorije niza vršiti korišćenjem `realloc()` funkcije.

Od korisnika sa ulaza tražiti da izabere način realokacije memorije.

*Primer 1*

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:  
|| Unesite zeljeni nacin realokacije (M ili R):  
|| M  
|| Unesite brojeve, nulu za kraj:  
|| 1 -2 3 -4 0  
|| Niz u obrnutom poretku je: -4 3 -2 1
```

*Primer 2*

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:  
|| Unesite zeljeni nacin realokacije (M ili R):  
|| R  
|| Unesite brojeve, nulu za kraj:  
|| 6 -1 5 -2 4 -3 0  
|| Niz u obrnutom poretku je: -3 4 -2 5 -1 6
```

[Rešenje 2.16]

**Zadatak 2.17** Napisati funkciju koja kao rezultat vraća nisku koja se dobija nadovezivanjem dve niske, bez promene njihovog sadržaja. Napisati program koji testira rad napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati dve niske karaktera (pretpostaviti da niske nisu duže od 50 karaktera i da ne sadrže praznine). Na standardni izlaz ispisati nisku koja se dobija njihovim nadovezivanjem. Za rezultujuću nisku dinamički alocirati memoriju.

*Primer 1*

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:  
|| Unesite dve niske karaktera:  
|| Jedan Dva  
|| Nadovezane niske: JedanDva
```

*Primer 2*

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:  
|| Unesite dve niske karaktera:  
|| Ana Marija  
|| Nadovezane niske: AnaMarija
```

[Rešenje 2.17]

**Zadatak 2.18** Napisati program koji sa standardnog ulaza učitava matricu realnih brojeva. Prvo se učitavaju broj vrsta  $n$  i broj kolona  $m$  matrice (ne praviti nikakve pretpostavke o njihovoj veličini), a zatim i elementi matrice. Na standardni izlaz ispisati trag matrice.

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:
2 3
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1.2 2.3 3.4
4.5 5.6 6.7
Trag unete matrice je 6.80.
```

*Primer 2*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:
2 2
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
-0.1 -0.2
-0.3 -0.4
Trag unete matrice je -0.50.
```

[Rešenje 2.18]

**Zadatak 2.19** Napisati biblioteku za rad sa celobrojnim matricama.

- (a) Napisati funkciju `int **alociraj_matricu(int n, int m)` koja dinamički alokira memoriju potrebnu za matricu dimenzija  $n \times m$ .
- (b) Napisati funkciju `int **alociraj_kvadratnu_matricu(int n)` koja alokira memoriju za kvadratnu matricu dimenzije  $n$ .
- (c) Napisati funkciju `int **deallociraj_matricu(int **A, int n)` koja dealocira memoriju matrice sa  $n$  vrsta. Povratna vrednost ove funkcije treba da bude "prazna" matrica.
- (d) Napisati funkciju `void ucitaj_matricu(int **A, int n, int m)` koja učitava već alociranu matricu dimenzija  $n \times m$  sa standardnog ulaza.
- (e) Napisati funkciju `void ucitaj_kvadratnu_matricu(int **A, int n)` koja učitava već alociranu kvadratnu matricu dimenzije  $n \times n$  sa standardnog ulaza.
- (f) Napisati funkciju `void ispisi_matricu(int **A, int n, int m)` koja ispisuje matricu dimenzija  $n \times m$  na standardnom izlazu.
- (g) Napisati funkciju `void ispisi_kvadratnu_matricu(int **A, int n)` koja ispisuje kvadratnu matricu dimenzije  $n \times n$  na standardnom izlazu.
- (h) Napisati funkciju `int ucitaj_matricu_iz_datoteke(int **A, int n, int m, FILE * f)` koja učitava već alociranu matricu dimenzija  $n \times m$  iz već otvorene datoteke  $f$ . U slučaju neuspešnog učitavanja vratiti vrednost različitu od 0.

- (i) Napisati funkciju `int ucitaj_kvadratnu_matricu_iz_datoteke(int **A, int n, FILE * f)` koja učitava već alociranu kvadratnu matricu dimenzije  $n \times n$  iz već otvorene datoteke *f*. U slučaju neuspješnog učitavanja vratiti vrednost različitu od 0.
- (j) Napisati funkciju `int upisi_matricu_u_datoteku(int **A, int n, int m, FILE * f)` koja upisuje matricu dimenzija  $n \times m$  u već otvorenu datoteku *f*. U slučaju neuspješnog upisivanja vratiti vrednost različitu od 0.
- (k) Napisati funkciju `int upisi_kvadratnu_matricu_u_datoteku(int **A, int n, FILE * f)` koja upisuje kvadratnu matricu dimenzije  $n \times n$  u već otvorenu datoteku *f*. U slučaju neuspješnog upisivanja vratiti vrednost različitu od 0.

Napisati programe koji testiraju napisanu biblioteku.

- (1) Program učitava dimenziju nekvadratne matrice sa standardnog ulaza, a zatim i samu matricu. Potom, matricu upisati u datoteku *matrica.txt*.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesi broj vrsta matrice: 3
Unesi broj kolona matrice: 4
Unesi elemente matrice po vrstama:
1 2 3 4
5 6 7 8
9 10 11 12

MATRICA.TXT
1 2 3 4
5 6 7 8
9 10 11 12
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesi broj vrsta matrice: 5
Unesi broj kolona matrice: 0
Neodgovarajce dimenzije matrice
```

- (2) Program prima kao prvi argument komandne linije putanju do datoteke u kojoj se redom nalazi dimenzija kvadratne matrice i sama matrica, koju treba ispisati na standardnom izlazu.

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
<pre>POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt ULAZ.TXT 4 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 IZLAZ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16</pre>	<pre>POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt ULAZ.TXT dimenzija: 4 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 IZLAZ: Neispravan pocetak fajla</pre>	<pre>POKRETANJE: ./a.out IZLAZ: Koriscenje programa: ./a.out datoteka</pre>

[Rešenje 2.19]

**Zadatak 2.20** Data je celobrojna matrica dimenzije  $n \times m$ . Napisati funkciju koja ispisuje elemente ispod glavne dijagonale matrice (uključujući i glavnu dijagonalu). Napisati program koji testira napisanu funkciju. Sa standardnog ulaza učitati  $n$  i  $m$  (ne praviti nikakve pretpostavke o njihovoj veličini), zatim učitati elemente matrice i na standardni izlaz ispisati elemente ispod glavne dijagonale matrice. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku sa celobrojnim matricama iz zadatka 2.19.*

### *Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:
2 3
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1 -2 3
-4 5 -6
Elementi ispod glavne dijagonale matrice:
1
-4 5
```

[Rešenje 2.20]

**Zadatak 2.21** Za zadatau matricu dimenzije  $n \times m$  napisati funkciju koja izračunava redni broj kolone matrice čiji je zbir maksimalan. Napisati program koji testira ovu funkciju. Sa standardnog ulaza učitati dimenzije matrice  $n$  i  $m$  (ne praviti nikakve pretpostavke o njihovoj veličini), a zatim elemente matrice. Na standardni izlaz ispisati redni broj kolone matrice sa maksimalnim zbirom. Ukoliko ima više takvih, ispisati prvu. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku sa celobrojnim matricama iz zadatka 2.19.*

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:
2 3
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1 2 3
4 5 6
Kolona pod rednim brojem 3 ima najveći zbir.
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:
2 4
Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:
1 2 3 4
8 7 6 5
Kolona pod rednim brojem 1 ima najveći zbir.
```

**Zadatak 2.22** Data je realna kvadratna matrica dimenzije  $n \times n$ .

- (a) Napisati funkciju koja izračunava zbir apsolutnih vrednosti matrice ispod sporedne dijagonale.
- (b) Napisati funkciju koja menja sadržaj matrice tako što polovi elemente iznad glavne dijagonale, duplira elemente ispod glavne dijagonale, dok elemente na glavnoj dijagonali ostavlja nepromenjene.

Napisati program koji testira ove funkcije za matricu koja se učitava iz datoteke čije se ime zadaje kao argument komandne linije. U datoteci se nalazi prvo dimenzija matrice, a zatim redom elementi matrice.

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out matrica.txt

MATRICA.TXT
3
1.1 -2.2 3.3
-4.4 5.5 -6.6
7.7 -8.8 9.9
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Zbir apsolutnih vrednosti ispod
sporedne dijagonale je 25.30.
Transformisana matrica je:
1.10 -1.10 1.65
-8.80 5.50 -3.30
15.40 -17.60 9.90
```

[Rešenje 2.22]

**Zadatak 2.23** Napisati program koji na osnovu dve realne matrice dimenzija  $m \times n$  formira matricu dimenzije  $2 \cdot m \times n$  tako što naizmenično kombinuje jednu vrstu prve matrice i jednu vrstu druge matrice. Matrice su zapisane u datoteci `matrice.txt`. U prvom redu se nalaze dimenzije matrica  $m$  i  $n$ , u narednih  $m$  redova se nalaze vrste prve matrice, a u narednih  $m$  redova vrste druge matrice. Rezultujuću matricu ispisati na standardni izlaz.



### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out matrice.txt
```

```
MATRICE.TXT
3
1.1 -2.2 3.3
-4.4 5.5 -6.6
7.7 -8.8 9.9
-1.1 2.2 -3.3
4.4 -5.5 6.6
-7.7 8.8 -9.9
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
```

```
1.1 -2.2 3.3
-1.1 2.2 -3.3
-4.4 5.5 -6.6
4.4 -5.5 6.6
7.7 -8.8 9.9
-7.7 8.8 -9.9
```

**Zadatak 2.24** Na ulazu se zadaje niz celih brojeva čiji se unos završava nulom. Napisati funkciju koja od zadatog niza formira matricu tako da prva vrsta odgovara unetom nizu, a svaka naredna se dobija cikličkim pomeranjem elemenata niza za jednu poziciju ulevo. Napisati program koji testira ovu funkciju. Rezultujuću matricu ispisati na standardni izlaz. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku sa celobrojnim matricama iz zadatka 2.19.*

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
```

```
Unesite elemente niza, nulu za kraj:
1 2 3 0
Tražena matrica je:
1 2 3
2 3 1
3 1 2
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
```

```
Unesite elemente niza, nulu za kraj:
-5 -2 -4 -1 0
Tražena matrica je:
-5 -2 -4 -1
-2 -4 -1 -5
-4 -1 -5 -2
-1 -5 -2 -4
```

**Zadatak 2.25** Petar sakuplja sličice igrača za predstojeće Svetsko prvenstvo u fudbalu. U datoteci `slicice.txt` se nalaze informacije o sličicama koje mu nedostaju u formatu:

```
redni_broj_sličice ime_reprezentacije_kojoj_sličica_pripada
```

Pomozite Petru da otkrije koliko mu sličica ukupno nedostaje, kao i da pronade ime reprezentacije čijih sličica ima najmanje. Dobijene podatke ispisati na standardni izlaz. NAPOMENA: *Za realokaciju memorije koristiti `realloc()` funkciju.*

### Primer 1

```
SLICICE.TXT
3 Brazil
6 Nemacka
2 Kamerun
1 Brazil
2 Engleska
4 Engleska
5 Brazil
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
```

```
Petru ukupno nedostaje 7 sličica.
Reprezentacija za koju je sakupio
najmanji broj sličica je Brazil.
```

**\*\* Zadatak 2.26** U datoteci `temena.txt` se nalaze tačke koje predstavljaju temena nekog  $n$ -tougla. Napisati program koji na osnovu sadržaja datoteke na standardni izlaz ispisuje o kom  $n$ -touglu je reč, a zatim i vrednosti njegovog obima i površine. Pretpostavka je da će mnogougao biti konveksan.

### Primer 1

```
TEMENA.TXT
-1 -1
1 -1
1 1
-1 1
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
U datoteci su zadata temena cetvougla.
Obim je 8.
Povrsina je 4.
```

### Primer 2

```
TEMENA.TXT
-1.75 -1.5
3 1.5
2.2 3.1
-2 4
-4.1 1
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
U datoteci su zadata temena petougla.
Obim je 18.80.
Povrsina je 22.59.
```

## 2.4 Pokazivači na funkcije

**Zadatak 2.27** Napisati program koji tabelarno štampa vrednosti proizvoljne realne funkcije sa jednim realnim argumentom, odnosno izračunava i ispisuje vrednosti date funkcije u  $n$  ekvidistantnih tačaka na intervalu  $[a, b]$ . Realni brojevi  $a$  i  $b$  ( $a < b$ ) kao i ceo broj  $n$  ( $n \geq 2$ ) se učitavaju sa standardnog ulaza. Ime funkcije se zadaje kao argument komandne linije (`sin`, `cos`, `tan`, `atan`, `acos`, `asin`, `exp`, `log`, `log10`, `sqrt`, `floor`, `ceil`, `sqr`).

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out sin

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite krajeve intervala:
-0.5 1
Koliko tacaka ima na ekvidistantnoj
mrezi (ukljucujuci krajeve intervala)?
4
x sin(x)
-----
| -0.50000 | -0.47943 |
| 0.00000 | 0.00000 |
| 0.50000 | 0.47943 |
| 1.00000 | 0.84147 |
-----
```

### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out cos

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite krajeve intervala:
0 2
Koliko tacaka ima na ekvidistantnoj
mrezi (ukljucujuci krajeve intervala)?
4
x cos(x)
-----
| 0.00000 | 1.00000 |
| 0.66667 | 0.78589 |
| 1.33333 | 0.23524 |
| 2.00000 | -0.41615 |
-----
```

[Rešenje 2.27]

**Zadatak 2.28** Napisati funkciju koja izračunava limes funkcije  $f(x)$  u tački  $a$ . Adresa funkcije  $f$  čiji se limes računa se prenosi kao parametar funkciji za računanje limesa. Limes se računa sledećom aproksimacijom (vrednosti  $n$  i  $a$  uneti sa standardnog ulaza kao i ime funkcije):

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} f\left(a + \frac{1}{n}\right)$$

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ime funkcije, n i a:
tan 10000 1.570795
Limes funkcije tan je -10134.46.
```

*Primer 2*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ime funkcije, n i a:
cos 5000 0.25
Limes funkcije cos je 0.97.
```

**Zadatak 2.29** Napisati funkciju koja određuje integral funkcije  $f(x)$  na intervalu  $[a, b]$ . Adresa funkcije  $f$  se prenosi kao parametar. Integral se računa prema formuli:

$$\int_a^b f(x) = h \cdot \left( \frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{i=1}^n f(a + i \cdot h) \right)$$

Vrednost  $h$  se izračunava po formuli  $h = (b - a)/n$ , dok se vrednosti  $n$ ,  $a$  i  $b$  unose sa standardnog ulaza kao i ime funkcije iz zaglavlja `math.h`. Na standardni izlaz ispisati vrednost integrala.

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ime funkcije, n, a i b:
cos 6000 -1.5 3.5
Vrednost integrala je 0.645931.
```

*Primer 1*

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ime funkcije, n, a i b:
sin 10000 -5.2 2.1
Vrednost integrala je 0.973993.
```

**Zadatak 2.30** Napisati funkciju koja približno izračunava integral funkcije  $f(x)$  na intervalu  $[a, b]$ . Funkcija  $f$  se prosleđuje kao parametar, a integral se procenjuje po Simpsonovoj formuli:

$$I = \frac{h}{3} \left( f(a) + 4 \sum_{i=1}^{n/2} f(a + (2i - 1)h) + 2 \sum_{i=1}^{n/2-1} f(a + 2ih) + f(b) \right)$$

Granice intervala i  $n$  su argumenti funkcije. Napisati program, koji kao argumente komandne linije prihvata ime funkcije iz zaglavlja `math.h`, krajeve intervala i  $n$ , a na standardni izlaz ispisuje vrednost odgovarajućeg integrala.

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ime funkcije, n, a i b:
sin 100 -1.0 3.0
Vrednost integrala je 1.530295.
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ime funkcije, n, a i b:
tan 5000 -4.1 -2.3
Vrednost integrala je -0.147640.
```

## 2.5 Rešenja

### Rešenje 2.1

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #define MAX 100
5
6 /* Funkcija obrce elemente niza koriscenjem indekse sintakse */
7 void obrni_niz_v1(int a[], int n)
8 {
9     int i, j;
10
11     for (i = 0, j = n - 1; i < j; i++, j--) {
12         int t = a[i];
13         a[i] = a[j];
14         a[j] = t;
15     }
16 }
17
18 /* Funkcija obrce elemente niza koriscenjem pokazivacke sintakse */
19 void obrni_niz_v2(int *a, int n)
20 {
21     /* Pokazivaci na elemente niza */
22     int *prvi, *poslednji;
23
24     /* Vrsi se obrtanje niza */
25     for (prvi = a, poslednji = a + n - 1; prvi < poslednji;) {
26         int t = *prvi;
27
28         /* Na adresu na koju pokazuje pokazivac "prvi" postavlja se
29          vrednost koja se nalazi na adresi na koju pokazuje pokazivac
30          "poslednji". Nakon toga se pokazivac "prvi" uvecava za jedan
31          sto za posledicu ima da "prvi" pokazuje na sledeci element u
32          nizu */
33         *prvi++ = *poslednji;
34
35         /* Vrednost promenljive "t" se postavlja na adresu na koju
36          pokazuje pokazivac "poslednji". Ovaj pokazivac se zatim
37          umanjuje za jedan, sto za posledicu ima da pokazivac
```

```

    "poslednji" sada pokazuje na element koji mu prethodi u nizu
    */
39     *poslednji-- = t;
    }

41
42     /*****
43     Drugi nacin za obrtanje niza

44
45     for (prvi = a, poslednji = a + n - 1; prvi < poslednji;
46         prvi++, poslednji--) {
47         int t = *prvi;
48         *prvi = *poslednji;
49         *poslednji = t;
50     }
51     *****/
    }

52
53 int main()
54 {
55     /* Deklarise se niz od najvise MAX elemenata */
56     int a[MAX];

57
58     /* Broj elemenata niza a */
59     int n;

60
61     /* Pokazivac na elemente niza */
62     int *p;

63
64     printf("Unesite dimenziju niza: ");
65     scanf("%d", &n);

66
67     /* Proverava se da li je doslo do prekoračenja ograničenja
68     dimenzije */
69     if (n <= 0 || n > MAX) {
70         fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija niza.\n");
71         exit(EXIT_FAILURE);
72     }

73
74     printf("Unesite elemente niza:\n");
75     for (p = a; p - a < n; p++)
76         scanf("%d", p);

77
78     obrni_niz_v1(a, n);

79
80     printf("Nakon obrtanja elemenata, niz je:\n");

81
82     for (p = a; p - a < n; p++)
83         printf("%d ", *p);
84     printf("\n");

85
86     obrni_niz_v2(a, n);

```

```
89     printf("Nakon ponovnog obrtanja elemenata, niz je:\n");
91     for (p = a; p - a < n; p++)
92         printf("%d ", *p);
93     printf("\n");
95     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

### Rešenje 2.2

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define MAX 100

/* Funkcija izracunava zbir elemenata niza */
double zbir(double *a, int n)
{
    double s = 0;
    int i;

    for (i = 0; i < n; i++) s += *(a + i);

    return s;
}

/* Funkcija izracunava proizvod elemenata niza */
double proizvod(double *a, int n)
{
    double p = 1;

    for (; n; n--)
        p *= *(a + n - 1);

    return p;
}

/* Funkcija izracunava minimalni element niza */
double min(double *a, int n)
{
    /* Na pocetku, minimalni element je prvi element */
    double min = *a;
    int i;

    /* Ispituje se da li se medju ostalim elementima niza nalazi
       minimalni */
    for (i = 1; i < n; i++)
        if (*(a + i) < min)
            min = *(a + i);
}
```

```
40     return min;
42 }

44 /* Funkcija izracunava maksimalni element niza */
double max(double *a, int n)
46 {
    /* Na pocetku, maksimalni element je prvi element */
48     double max = *a;

50     /* Ispituje se da li se medju ostalim elementima niza nalazi
        maksimalni */
52     for (a++, n--; n > 0; a++, n--)
        if (*a > max)
54             max = *a;

56     return max;
58 }

60 int main()
61 {
62     double a[MAX];
63     int n, i;

64     printf("Unesite dimenziju niza: ");
65     scanf("%d", &n);

66     /* Proverava se da li je doslo do prekoracenja ogranicenja
        dimenzije */
70     if (n <= 0 || n > MAX) {
        fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija niza.\n");
72         exit(EXIT_FAILURE);
    }

74     printf("Unesite elemente niza:\n");
76     for (i = 0; i < n; i++)
        scanf("%lf", a + i);

78     /* Vrsi se testiranje definisanih funkcija */
80     printf("Zbir elemenata niza je %5.3f.\n", zbir(a, n));
    printf("Proizvod elemenata niza je %5.3f.\n", proizvod(a, n));
82     printf("Minimalni element niza je %5.3f.\n", min(a, n));
    printf("Maksimalni element niza je %5.3f.\n", max(a, n));

84     exit(EXIT_SUCCESS);
86 }
```

### Rešenje 2.3

## 2 Pokazivači

---

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #define MAX 100
4
5 /* Funkcija povecava za jedan sve elemente u prvoj polovini niza a
6    smanjuje za jedan sve elemente u drugoj polovini niza. Ukoliko niz
7    ima neparan broj elemenata, srednji element ostaje nepromenjen */
8 void povecaj_smanji(int *a, int n)
9 {
10     int *prvi = a;
11     int *poslednji = a + n - 1;
12
13     while (prvi < poslednji) {
14
15         /* Povecava se vrednost elementa na koji pokazuje pokazivac prvi
16            */
17         (*prvi)++;
18
19         /* Pokazivac prvi se pomera na sledeci element */
20         prvi++;
21
22         /* Smanjuje se vrednost elementa na koji pokazuje pokazivac
23            poslednji */
24         (*poslednji)--;
25
26         /* Pokazivac poslednji se pomera na prethodni element */
27         poslednji--;
28     }
29
30     /******
31     Drugi nacin:
32     while (prvi < poslednji) {
33         (*prvi++)++;
34         (*poslednji--)--;
35     }
36     *****/
37 }
38
39 int main()
40 {
41     int a[MAX];
42     int n;
43     int *p;
44
45     printf("Unesite dimenziju niza: ");
46     scanf("%d", &n);
47
48     /* Proverava se da li je doslo do prekoracenja ogranicenja
49        dimenzije */
50     if (n <= 0 || n > MAX) {
51         fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija niza.\n");
52         exit(EXIT_FAILURE);
53     }
```



```

    }
53     printf("Unesite elemente niza:\n");
55     for (p = a; p - a < n; p++)
        scanf("%d", p);
57
    povecaj_smanji(a, n);
59
    printf("Transformisan niz je:\n");
61     for (p = a; p - a < n; p++)
        printf("%d ", *p);
63     printf("\n");
65     exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

## Rešenje 2.4

```

1  #include <stdio.h>
3  int main(int argc, char *argv[])
4  {
5      int i;
6      char tip_ispisa;
7
8      printf("Broj argumenata komandne linije je %d.\n", argc);
9
10     printf("Kako zelite da ispisete argumente, koriscenjem"
11            " indeksne ili pokazivacke sintakse (I ili P)? ");
12     scanf("%c", &tip_ispisa);
13
14     printf("Argumenti komandne linije su:\n");
15     if (tip_ispisa == 'I') {
16         /* Ispisuju se argumenti komandne linije koriscenjem indeksne
17            sintakse */
18         for (i = 0; i < argc; i++)
19             printf("%d %s\n", i, argv[i]);
20     } else if (tip_ispisa == 'P') {
21         /* Ispisuju se argumenti komandne linije koriscenjem pokazivacke
22            sintakse */
23         i = argc;
24         for (; argc > 0; argc--)
25             printf("%d %s\n", i - argc, *argv++);
26
27         /* Nakon ove petlje "argc" je jednako nuli a "argv" pokazuje na
28            polje u memoriji koje se nalazi iza poslednjeg argumenta
29            komandne linije. Kako je u promenljivoj "i" sacuvana vrednost
30            broja argumenta komandne linije to sada moze ponovo da se
31            postavi "argv" da pokazuje na nulti argument komandne linije
32            */
33         argv = argv - i;

```

```
33     argc = i;
34 }
35
36 printf("Pocetna slova argumenata komandne linije:\n");
37 if (tip_ispisa == 'I') {
38     /* koristeći indeksnu sintaksu */
39     for (i = 0; i < argc; i++)
40         printf("%c ", argv[i][0]);
41     printf("\n");
42 } else if (tip_ispisa == 'P') {
43     /* koristeći pokazivačku sintaksu */
44     for (i = 0; i < argc; i++)
45         printf("%c ", **argv++);
46     printf("\n");
47 }
48
49 return 0;
50 }
```

### Rešenje 2.5

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <string.h>
3  #define MAX 100
4
5  /* Funkcija ispituje da li je niska palindrom, odnosno da li se isto
6     cita sprede i odpozadi */
7  int palindrom(char *niska)
8  {
9      int i, j;
10     for (i = 0, j = strlen(niska) - 1; i < j; i++, j--)
11         if (*(niska + i) != *(niska + j))
12             return 0;
13     return 1;
14 }
15
16 int main(int argc, char **argv)
17 {
18     int i, n = 0;
19
20     /* Multi argument komandne linije je ime izvrsnog programa */
21     for (i = 1; i < argc; i++)
22         if (palindrom(*(argv + i)))
23             n++;
24
25     printf
26         ("Broj argumenata komandne linije koji su palindromi je %d.\n",
27         n);
28     return 0;
29 }
```

## Rešenje 2.6

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  #define MAX_KARAKTERA 100
5
6  /* Implementacija funkcije strlen() iz standardne biblioteke */
7  int duzina(char *s)
8  {
9      int i;
10     for (i = 0; *(s + i); i++);
11     return i;
12 }
13
14 int main(int argc, char **argv)
15 {
16     char rec[MAX_KARAKTERA+1];
17     int br = 0, n;
18     FILE *in;
19
20     /* Ako korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se greska
21      */
22     if (argc < 3) {
23         printf("Greska: ");
24         printf("Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
25         printf("Program se poziva sa %s ime_dat br_karaktera.\n",
26             argv[0]);
27         exit(EXIT_FAILURE);
28     }
29
30     /* Otvara se datoteka sa imenom koje se zadaje kao prvi argument
31      komandne linije. */
32     in = fopen(*(argv + 1), "r");
33     if (in == NULL) {
34         fprintf(stderr, "Greska: ");
35         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[1]);
36         exit(EXIT_FAILURE);
37     }
38
39     n = atoi(*(argv + 2));
40
41     /* Broje se reci cija je duzina jednaka broju zadatom drugim
42      argumentom komandne linije */
43     while (fscanf(in, "%s", rec) != EOF)
44         if (duzina(rec) == n)
45             br++;
46
47     printf("Broj reci ciji je broj karaktera %d je %d.\n", n, br);
48
49     /* Zatvara se datoteka */
50     fclose(in);
51 }
```

```
50     exit(EXIT_SUCCESS);
52 }
```

### Rešenje 2.7

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define MAX_KARAKTERA 100

/* Implementacija funkcije strcpy() iz standardne biblioteke */
void kopiranje_niske(char *dest, char *src)
{
    int i;
    for (i = 0; *(src + i); i++)
        *(dest + i) = *(src + i);
}

/* Implementacija funkcije strcmp() iz standardne biblioteke */
int poredjenje_niski(char *s, char *t)
{
    int i;
    for (i = 0; *(s + i) == *(t + i); i++)
        if (*(s + i) == '\0')
            return 0;
    return *(s + i) - *(t + i);
}

/* Implementacija funkcije strlen() iz standardne biblioteke */
int duzina_niske(char *s)
{
    int i;
    for (i = 0; *(s + i); i++);
    return i;
}

/* Funkcija ispituje da li je niska zadata drugim argumentom funkcije
   sufiks niske zadate prvi argumentom funkcije */
int sufiks_niske(char *niska, char *sufiks)
{
    int duzina_sufiksa = duzina_niske(sufiks);
    int duzina_niske_pom = duzina_niske(niska);
    if (duzina_sufiksa <= duzina_niske_pom &&
        poredjenje_niski(niska + duzina_niske_pom -
                        duzina_sufiksa, sufiks) == 0)
        return 1;
    return 0;
}

/* Funkcija ispituje da li je niska zadata drugim argumentom funkcije
```

```

46     prefiks_niske zadate prvi argumentom funkcije */
47 int prefiks_niske(char *niska, char *prefiks)
48 {
49     int i;
50     int duzina_prefiksa = duzina_niske(prefiks);
51     int duzina_niske_pom = duzina_niske(niska);
52     if (duzina_prefiksa <= duzina_niske_pom) {
53         for (i = 0; i < duzina_prefiksa; i++)
54             if (*(prefiks + i) != *(niska + i))
55                 return 0;
56         return 1;
57     } else
58         return 0;
59 }
60
61 int main(int argc, char **argv)
62 {
63     /* Ukoliko korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se
64        greska */
65     if (argc < 4) {
66         printf("Greska: ");
67         printf("Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
68         printf("Program se poziva sa %s ime_dat suf/pref -s/-p.\n",
69             argv[0]);
70         exit(EXIT_FAILURE);
71     }
72
73     FILE *in;
74     int br = 0;
75     char rec[MAX_KARAKTERA+1];
76
77     in = fopen(*(argv + 1), "r");
78     if (in == NULL) {
79         fprintf(stderr, "Greska: ");
80         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[1]);
81         exit(EXIT_FAILURE);
82     }
83
84     /* Provera se opcija kojom je pozvan program a zatim se ucitavaju
85        reci iz datoteke i broji se koliko njih zadovoljava trazeni
86        uslov */
87     if (!(poredjenje_niski(*(argv + 3), "-s"))) {
88         while (fscanf(in, "%s", rec) != EOF)
89             br += sufiks_niske(rec, *(argv + 2));
90         printf("Broj reci koje se završavaju na %s je %d.\n", *(argv + 2),
91             br);
92     } else if (!(poredjenje_niski(*(argv + 3), "-p"))) {
93         while (fscanf(in, "%s", rec) != EOF)
94             br += prefiks_niske(rec, *(argv + 2));
95         printf("Broj reci koje počinju na %s je %d.\n", *(argv + 2), br);
96     }

```

```
98     fclose(in);
100     exit(EXIT_SUCCESS);
    }
```

### Rešenje 2.8

```
1  #include <stdio.h>
   #include <math.h>
3  #include <stdlib.h>

5  #define MAX 100

7  /* Funkcija izracunava trag matrice */
   int trag(int M[][MAX], int n)
9  {
   int trag = 0, i;
11  for (i = 0; i < n; i++)
       trag += M[i][i];
13  return trag;
   }

15

17 /* Funkcija izracunava euklidsku normu matrice */
   double euklidska_norma(int M[][MAX], int n)
   {
19     double norma = 0.0;
       int i, j;

21     for (i = 0; i < n; i++)
           for (j = 0; j < n; j++)
23               norma += M[i][j] * M[i][j];

25     return sqrt(norma);
27 }

29 /* Funkcija izracunava gornju vandijagonalnu normu matrice */
   int gornja_vandijagonalna_norma(int M[][MAX], int n)
31 {
   int norma = 0;
33   int i, j;

35   for (i = 0; i < n; i++) {
       for (j = i + 1; j < n; j++)
37           norma += abs(M[i][j]);
   }

39   return norma;
41 }

43 int main()
```

```

{
45  int A[MAX][MAX];
46  int i, j, n;
47
48  printf("Unesite broj vrsta matrice: ");
49  scanf("%d", &n);
50
51  /* Provera prekoracenja dimenzije matrice */
52  if (n > MAX || n <= 0) {
53      fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija matrice.\n");
54      exit(EXIT_FAILURE);
55  }
56
57  printf("Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:\n ");
58  for (i = 0; i < n; i++)
59      for (j = 0; j < n; j++)
60          scanf("%d", &A[i][j]);
61
62  /* Ispis sadržaja matrice koriscenjem indeksne sintakse */
63  for (i = 0; i < n; i++) {
64      /* Ispis elemenata i-te vrste */
65      for (j = 0; j < n; j++)
66          printf("%d ", A[i][j]);
67      printf("\n");
68  }
69
70  /******
71  Ispisuju se elementi matrice koriscenjem pokazivacke sintakse.
72  Kod ovako definisane matrice, elementi su uzastopno smesteni u
73  memoriju, kao na traci. To znaci da su svi elementi prve vrste
74  redom smesteni jedan iza drugog. Odmah iza poslednjeg elementa
75  prve vrste smesten je prvi element druge vrste za kojim slede
76  svi elementi te vrste i tako dalje redom.
77
78  for( i = 0; i < n ; i++) {
79      for ( j=0 ; j<n ; j++)
80          printf("%d ", *((A+i)+j));
81      printf("\n");
82  }
83  *****/
84
85  /* Ispisuje se rezultat na standardni izlaz */
86  int tr = trag(A, n);
87  printf("Trag matrice je %d.\n", tr);
88
89  printf("Euklidska norma matrice je %.2f.\n", euklidska_norma(A, n))
90  ;
91  printf("Vandijagonalna norma matrice je = %d.\n",
92      gornja_vandijagonalna_norma(A, n));
93
94  exit(EXIT_SUCCESS);
95 }

```

### Rešenje 2.9

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #define MAX 100
5
6 /* Funkcija ucitava elemente kvadratne matrice dimenzije n sa
7    standardnog ulaza */
8 void ucitaj_matricu(int m[][MAX], int n)
9 {
10     int i, j;
11
12     for (i = 0; i < n; i++)
13         for (j = 0; j < n; j++)
14             scanf("%d", &m[i][j]);
15 }
16
17 /* Funkcija ispisuje elemente kvadratne matrice dimenzije n na
18    standardni izlaz */
19 void ispisi_matricu(int m[][MAX], int n)
20 {
21     int i, j;
22
23     for (i = 0; i < n; i++) {
24         for (j = 0; j < n; j++)
25             printf("%d ", m[i][j]);
26         printf("\n");
27     }
28 }
29
30 /* Funkcija proverava da li su zadate kvadratne matrice a i b
31    dimenzije n jednake */
32 int jednake_matrice(int a[][MAX], int b[][MAX], int n)
33 {
34     int i, j;
35
36     for (i = 0; i < n; i++)
37         for (j = 0; j < n; j++)
38             if (a[i][j] != b[i][j])
39                 return 0;
40
41     /* Prosla je provera jednakosti za sve parove elemenata koji su na
42        istim pozicijama. To znaci da su matrice jednake */
43     return 1;
44 }
45
46 /* Funkcija izracunava zbir dve kvadratne matrice */
47 void saberi(int a[][MAX], int b[][MAX], int c[][MAX], int n)
48 {
49     int i, j;
```



```

51     for (i = 0; i < n; i++)
52         for (j = 0; j < n; j++)
53             c[i][j] = a[i][j] + b[i][j];
54 }
55
56 /* Funkcija izracunava proizvod dve kvadratne matice */
57 void pomnozi(int a[][MAX], int b[][MAX], int c[][MAX], int n)
58 {
59     int i, j, k;
60
61     for (i = 0; i < n; i++)
62         for (j = 0; j < n; j++) {
63             /* Mnozi se i-ta vrsta prve sa j-tom kolonom druge matrice */
64             c[i][j] = 0;
65             for (k = 0; k < n; k++)
66                 c[i][j] += a[i][k] * b[k][j];
67         }
68 }
69
70 int main()
71 {
72     /* Matrice cijeli se elementi zadaju sa ulaza */
73     int a[MAX][MAX], b[MAX][MAX];
74
75     /* Matrice zbira i proizvoda */
76     int zbir[MAX][MAX], proizvod[MAX][MAX];
77
78     /* Dimenzija matrica */
79     int n;
80
81     printf("Unesite broj vrsta matrica:\n");
82     scanf("%d", &n);
83
84     /* Proverava se da li je doslo do prekoracenja dimenzije */
85     if (n > MAX || n <= 0) {
86         fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija ");
87         fprintf(stderr, "matrica.\n");
88         exit(EXIT_FAILURE);
89     }
90
91     printf("Unesite elemente prve matrice, vrstu po vrstu:\n");
92     ucitaj_matricu(a, n);
93     printf("Unesite elemente druge matrice, vrstu po vrstu:\n");
94     ucitaj_matricu(b, n);
95
96     /* Izracunava se zbir i proizvod matrica */
97     saberi(a, b, zbir, n);
98     pomnozi(a, b, proizvod, n);
99
100    /* Ispisuje se rezultat */
101    if (jednake_matrice(a, b, n) == 1)
        printf("Matrice su jednake.\n");

```

```
103     else
104         printf("Matrice nisu jednake.\n");
105
106     printf("Zbir matrica je:\n");
107     ispisi_matricu(zbir, n);
108
109     printf("Proizvod matrica je:\n");
110     ispisi_matricu(proizvod, n);
111
112     exit(EXIT_SUCCESS);
113 }
```

### Rešenje 2.10

```
#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  #define MAX 64
5
6  /* Funkcija proverava da li je relacija refleksivna. Relacija je
7   * refleksivna ako je svaki element u relaciji sa sobom, odnosno ako
8   * se u matrici relacije na glavnoj dijagonali nalaze jedinice */
9  int refleksivnost(int m[][MAX], int n)
10 {
11     int i;
12
13     for (i = 0; i < n; i++) {
14         if (m[i][i] != 1)
15             return 0;
16     }
17
18     return 1;
19 }
20
21 /* Funkcija odredjuje refleksivno zatvorenje zadate relacije. Ono je
22  * odredjeno matricom koja sadrzi sve elemente polazne matrice
23  * dopunjene jedinicama na glavnoj dijagonali */
24 void ref_zatvorenje(int m[][MAX], int n, int zatvorenje[][MAX])
25 {
26     int i, j;
27
28     /* Prepisuju se vrednosti elemenata pocetne matrice */
29     for (i = 0; i < n; i++)
30         for (j = 0; j < n; j++)
31             zatvorenje[i][j] = m[i][j];
32
33     /* Na glavnoj dijagonali se postavljaju jedinice */
34     for (i = 0; i < n; i++)
35         zatvorenje[i][i] = 1;
36 }
```

```

38 /* Funkcija proverava da li je relacija simetricna. Relacija je
    simetricna ako za svaki par elemenata vazi: ako je element "i" u
40 relaciji sa elementom "j", onda je i element "j" u relaciji sa
    elementom "i". Ovakve matrice su simetricne u odnosu na glavnu
42 dijagonalu */
int simetricnost(int m[][MAX], int n)
44 {
    int i, j;

46     /* Obilaze se elementi ispod glavne dijagonale matrice i uporeduju
        se sa njima simetricnim elementima */
48     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < i; j++)
50             if (m[i][j] != m[j][i])
52                 return 0;

54     return 1;
}

56 /* Funkcija odredjuje simetricno zatvorenje zadate relacije. Ono je
    odredjeno matricom koja sadrzi sve elemente polazne matrice
58 dopunjene tako da matrica postane simetricna u odnosu na glavnu
    dijagonalu */
void sim_zatvorenje(int m[][MAX], int n, int zatvorenje[][MAX])
62 {
    int i, j;

64     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
66             zatvorenje[i][j] = m[i][j];

68     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
70             if (zatvorenje[i][j] == 1)
72                 zatvorenje[j][i] = 1;
}

74

76 /* Funkcija proverava da li je relacija tranzitivna. Relacija je
    tranzitivna ako ispunjava sledece svojstvo: ako je element "i" u
78 relaciji sa elementom "j" i element "j" u relaciji sa elementom
    "k", onda je i element "i" u relaciji sa elementom "k" */
80 int tranzitivnost(int m[][MAX], int n)
{
82     int i, j, k;

84     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
86             /* Ispituje se da li postoji element koji narušava *
                tranzitivnost */
88             for (k = 0; k < n; k++)
                if (m[i][k] == 1 && m[k][j] == 1 && m[i][j] == 0)

```

```
90         return 0;

92     return 1;
93 }

94
96 /* Funkcija odredjuje refleksivno-tranzitivno zatvorenje zadate
97    relacije koriscenjem Varsalovog algoritma */
98 void ref_tran_zatvorenje(int m[][MAX], int n, int zatvorenje[][MAX])
99 {
100     int i, j, k;

102     /* Prepisuju se vrednosti elemenata pocetne matrice */
103     for (i = 0; i < n; i++)
104         for (j = 0; j < n; j++)
105             zatvorenje[i][j] = m[i][j];

106     /* Odredjuje se reflektivno zatvorenje matrice */
107     for (i = 0; i < n; i++)
108         zatvorenje[i][i] = 1;

110     /* Primenom Varsalovog algoritma odredjuje se tranzitivno
111        zatvorenje matrice */
112     for (k = 0; k < n; k++)
113         for (i = 0; i < n; i++)
114             for (j = 0; j < n; j++)
115                 if ((zatvorenje[i][k] == 1) && (zatvorenje[k][j] == 1)
116                     && (zatvorenje[i][j] == 0))
117                     zatvorenje[i][j] = 1;
118 }

120
122 /* Funkcija ispisuje elemente matrice */
123 void pisi_matricu(int m[][MAX], int n)
124 {
125     int i, j;

126     for (i = 0; i < n; i++) {
127         for (j = 0; j < n; j++)
128             printf("%d ", m[i][j]);
129         printf("\n");
130     }
131 }

132
134 int main(int argc, char *argv[])
135 {
136     FILE *ulaz;
137     int m[MAX][MAX];
138     int pomocna[MAX][MAX];
139     int n, i, j;

140     /* Ako korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se greska
141        */
```

```
142     if (argc < 2) {
143         printf("Greska: ");
144         printf("Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
145         printf("Program se poziva sa %s ime_dat.\n", argv[0]);
146         exit(EXIT_FAILURE);
147     }
148
149     /* Otvara se datoteka za citanje */
150     ulaz = fopen(argv[1], "r");
151     if (ulaz == NULL) {
152         fprintf(stderr, "Greska: ");
153         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[1]);
154         exit(EXIT_FAILURE);
155     }
156
157     /* Ucitava se dimenzija matrice */
158     fscanf(ulaz, "%d", &n);
159
160     /* Proverava se da li je doslo do prekoracenja dimenzije */
161     if (n > MAX || n <= 0) {
162         fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija ");
163         fprintf(stderr, "matrice.\n");
164         exit(EXIT_FAILURE);
165     }
166
167     /* Ucitava se element po element matrice */
168     for (i = 0; i < n; i++)
169         for (j = 0; j < n; j++)
170             fscanf(ulaz, "%d", &m[i][j]);
171
172     /* Ispisuje se rezultat */
173     printf("Relacija %s refleksivna.\n",
174           refleksivnost(m, n) == 1 ? "jeste" : "nije");
175
176     printf("Relacija %s simetricna.\n",
177           simetricnost(m, n) == 1 ? "jeste" : "nije");
178
179     printf("Relacija %s tranzitivna.\n",
180           tranzitivnost(m, n) == 1 ? "jeste" : "nije");
181
182     printf("Refleksivno zatvorenje relacije:\n");
183     ref_zatvorenje(m, n, pomocna);
184     pisi_matricu(pomocna, n);
185
186     printf("Simetricno zatvorenje relacije:\n");
187     sim_zatvorenje(m, n, pomocna);
188     pisi_matricu(pomocna, n);
189
190     printf("Refleksivno-tranzitivno zatvorenje relacije:\n");
191     ref_tran_zatvorenje(m, n, pomocna);
192     pisi_matricu(pomocna, n);
```

```
194  /* Zatvara se datoteka */
    fclose(ulaz);
196  exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

### Rešenje 2.11

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>

4 #define MAX 32

6 /* Funkcija izracunava najveći element na sporednoj dijagonali. Za
   elemente sporedne dijagonale vazi da je zbir indeksa vrste i
   indeksa kolone jednak n-1 */
8 int max_sporedna_dijagonala(int m[][MAX], int n)
10 {
    int i;
12    int max_na_sporednoj_dijagonali = m[0][n - 1];

14    for (i = 1; i < n; i++)
        if (m[i][n - 1 - i] > max_na_sporednoj_dijagonali)
16            max_na_sporednoj_dijagonali = m[i][n - 1 - i];

18    return max_na_sporednoj_dijagonali;
}

20 /* Funkcija izracunava indeks kolone najmanjeg elementa */
22 int indeks_min(int m[][MAX], int n)
{
24    int i, j;
    int min = m[0][0], indeks_kolone = 0;

26    for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
28            if (m[i][j] < min) {
                min = m[i][j];
30                indeks_kolone = j;
            }

32    return indeks_kolone;
}

34 /* Funkcija izracunava indeks vrste najvećeg elementa */
36 int indeks_max(int m[][MAX], int n)
{
40    int i, j;
    int max = m[0][0], indeks_vrste = 0;

42    for (i = 0; i < n; i++)
```

```
44     for (j = 0; j < n; j++)
45         if (m[i][j] > max) {
46             max = m[i][j];
47             indeks_vrstice = i;
48         }
49     return indeks_vrstice;
50 }

52 /* Funkcija izracunava broj negativnih elemenata matrice */
53 int broj_negativnih(int m[][MAX], int n)
54 {
55     int i, j;
56     int broj_negativnih = 0;

57     for (i = 0; i < n; i++)
58         for (j = 0; j < n; j++)
59             if (m[i][j] < 0)
60                 broj_negativnih++;

61     return broj_negativnih;
62 }

64 int main(int argc, char *argv[])
65 {
66     int m[MAX][MAX];
67     int n;
68     int i, j;

69     /* Proverava se broj argumenata komandne linije */
70     if (argc < 2) {
71         printf("Greska: ");
72         printf("Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
73         printf("Program se poziva sa %s br_vrsta_mat.\n", argv[0]);
74         exit(EXIT_FAILURE);
75     }

76     /* Ucitava se broj vrsta matrice */
77     n = atoi(argv[1]);

78     if (n > MAX || n <= 0) {
79         fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija ");
80         fprintf(stderr, "matrice.\n");
81         exit(EXIT_FAILURE);
82     }

83     /* Ucitava se matrica */
84     printf("Unesite elemente matrice dimenzije %dx%d:\n", n, n);
85     for (i = 0; i < n; i++)
86         for (j = 0; j < n; j++)
87             scanf("%d", &m[i][j]);

88     printf("Najveci element sporedne dijagonale je %d.\n",
```

```
196         max_sporedna_dijagonala(m, n));  
198     printf("Indeks kolone sa najmanjim elementom je %d.\n",  
           indeks_min(m, n));  
200     printf("Indeks vrste sa najvećim elementom je %d.\n",  
           indeks_max(m, n));  
202     printf("Broj negativnih elemenata matrice je %d.\n",  
           broj_negativnih(m, n));  
204     exit(EXIT_SUCCESS);  
206 }  
208 }
```

### Rešenje 2.12

```
1  #include <stdio.h>  
2  #include <stdlib.h>  
3  
4  #define MAX 32  
5  
6  /* Funkcija učitava elemente kvadratne matrice sa standardnog ulaza  
7   */  
8  void učitaj_matricu(int m[][MAX], int n)  
9  {  
10     int i, j;  
11  
12     for (i = 0; i < n; i++)  
13         for (j = 0; j < n; j++)  
14             scanf("%d", &m[i][j]);  
15 }  
16  
17 /* Funkcija ispisuje elemente kvadratne matrice na standardni izlaz  
18 */  
19 void ispisi_matricu(int m[][MAX], int n)  
20 {  
21     int i, j;  
22  
23     for (i = 0; i < n; i++) {  
24         for (j = 0; j < n; j++)  
25             printf("%d ", m[i][j]);  
26         printf("\n");  
27     }  
28 }  
29  
30 /* Funkcija proverava da li je zadata matrica ortonormirana, odnosno,  
31    da li je normirana i ortogonalna. Matrica je normirana ako je  
32    proizvod svake vrste matrice sa samom sobom jednak jedinici.  
33    Matrica je ortogonalna, ako je proizvod dve bilo koje razlicite  
34    vrste matrice jednak nuli */  
35 int ortonormirana(int m[][MAX], int n)
```



```
{
35  int i, j, k;
36  int proizvod;
37
38  /* Ispituje se uslov normiranosti */
39  for (i = 0; i < n; i++) {
40      proizvod = 0;
41
42      for (j = 0; j < n; j++)
43          proizvod += m[i][j] * m[i][j];
44
45      if (proizvod != 1)
46          return 0;
47  }
48
49  /* Ispituje se uslov ortogonalnosti */
50  for (i = 0; i < n - 1; i++) {
51      for (j = i + 1; j < n; j++) {
52
53          proizvod = 0;
54
55          for (k = 0; k < n; k++)
56              proizvod += m[i][k] * m[j][k];
57
58          if (proizvod != 0)
59              return 0;
60      }
61  }
62
63  /* Ako su oba uslova ispunjena, matrica je ortonormirana */
64  return 1;
65 }
66
67 int main()
68 {
69     int A[MAX][MAX];
70     int n;
71
72     printf("Unesite broj vrsta matrice: ");
73     scanf("%d", &n);
74
75     if (n > MAX || n <= 0) {
76         fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija ");
77         fprintf(stderr, "matrice.\n");
78         exit(EXIT_FAILURE);
79     }
80
81     printf("Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:\n");
82     ucitaj_matricu(A, n);
83
84     printf("Matrica %s ortonormirana.\n",
85           ortonormirana(A, n) ? "je" : "nije");
```

```
87     exit(EXIT_SUCCESS);
    }
```

### Rešenje 2.13

```
1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3
   #define MAX 32
5
   /* Funkcija učitava elemente kvadratne matrice sa standardnog ulaza
      */
7  void učitaj_matricu(int m[][MAX], int n)
   {
9      int i, j;

11     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
13         scanf("%d", &m[i][j]);
   }

15
   /* Funkcija ispisuje elemente kvadratne matrice na standardni izlaz
      */
17  void ispisi_matricu(int m[][MAX], int n)
   {
19     int i, j;

21     for (i = 0; i < n; i++) {
        for (j = 0; j < n; j++)
23         printf("%d ", m[i][j]);
        printf("\n");
25     }
   }

27
   /* Funkcija proverava da li je zadata matrica ortonormirana, odnosno,
      da li je normirana i ortogonalna. Matrica je normirana ako je
      proizvod svake vrste matrice sa samom sobom jednak jedinici.
      Matrica je ortogonalna, ako je proizvod dve bilo koje razlicite
      vrste matrice jednak nuli */
33  int ortonormirana(int m[][MAX], int n)
   {
35     int i, j, k;
        int proizvod;

37
        /* Ispituje se uslov normiranosti */
39     for (i = 0; i < n; i++) {
        proizvod = 0;

41
        for (j = 0; j < n; j++)
43         proizvod += m[i][j] * m[i][j];
   }
```

```

45     if (proizvod != 1)
46         return 0;
47 }

48 /* Ispituje se uslov ortogonalnosti */
49 for (i = 0; i < n - 1; i++) {
50     for (j = i + 1; j < n; j++) {
51
52         proizvod = 0;
53
54         for (k = 0; k < n; k++)
55             proizvod += m[i][k] * m[j][k];
56
57         if (proizvod != 0)
58             return 0;
59     }
60 }

61

62 /* Ako su oba uslova ispunjena, matrica je ortonormirana */
63 return 1;
64 }

65
66 int main()
67 {
68     int A[MAX][MAX];
69     int n;
70
71     printf("Unesite broj vrsta matrice: ");
72     scanf("%d", &n);
73
74     if (n > MAX || n <= 0) {
75         fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija ");
76         fprintf(stderr, "matrice.\n");
77         exit(EXIT_FAILURE);
78     }
79
80     printf("Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:\n");
81     ucitaj_matricu(A, n);
82
83     printf("Matrica %s ortonormirana.\n",
84           ortonormirana(A, n) ? "je" : "nije");
85
86     exit(EXIT_SUCCESS);
87 }

```

### Rešenje 2.15

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3

```

```
int main()
5 {
    int *p = NULL;
    7 int i, n;

    printf("Unesite dimenziju niza: ");
    scanf("%d", &n);

    11 /* Alocira se prostor za n celih brojeva */
    13 if ((p = (int *) malloc(sizeof(int) * n)) == NULL) {
        fprintf(stderr, "malloc(): ");
        15 fprintf(stderr, "greska pri alokaciji memorije.\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
    17 }

    printf("Unesite elemente niza: ");
    19 for (i = 0; i < n; i++)
        21 scanf("%d", &p[i]);

    printf("Niz u obrnutom poretku je: ");
    23 for (i = n - 1; i >= 0; i--)
        25 printf("%d ", p[i]);
    printf("\n");

    27 /* Oslobadja se prostor rezervisan funkcijom malloc() */
    29 free(p);

    31 exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

### Rešenje 2.16

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#define KORAK 10

4 int main()
6 {
    /* Adresa prvog alociranog bajta */
    8 int *a = NULL;

    /* Velicina alocirane memorije */
    10 int alocirano;

    /* Broj elemenata niza */
    12 int n;

    /* Broj koji se učitava sa ulaza */
    14 int x;

    16 int i;
    18 int *b = NULL;
```

```
20 char realokacija;
22 /* Inicijalizacija */
   alocirano = n = 0;
24
   printf("Unesite zeljeni nacin realokacije (M ili R):\n");
26 scanf("%c", &realokacija);
28
   printf("Unesite brojeve, nulu za kraj:\n");
   scanf("%d", &x);
30
   while (x != 0) {
32     if (n == alocirano) {
         alocirano = alocirano + KORAK;
34
         if (realokacija == 'M') {
36             /* Vrsi se realokacija memorije sa novom velicinom */
               b = (int *) malloc(alocirano * sizeof(int));
38
               if (b == NULL) {
40                   fprintf(stderr, "malloc(): ");
                     fprintf(stderr, "greska pri alokaciji memorije.\n");
42                   free(a);
                     exit(EXIT_FAILURE);
44               }
46
               /* Svih n elemenata koji pocinju na adresi a prepisujemo na
                 novu adresu b */
48               for (i = 0; i < n; i++)
                   b[i] = a[i];
50
               free(a);
52
               /* Promenljivoj a dodeljuje se adresa pocetka novog, veceg
                 bloka koji je prilikom alokacije zapamcen u promenljivoj b
                 */
54               a = b;
56           } else if (realokacija == 'R') {
70
               /* Zbog funkcije realloc je neophodno da i u prvoj iteraciji
                 "a" bude inicijalizovano na NULL */
72
               a = (int *) realloc(a, alocirano * sizeof(int));
               if (a == NULL) {
74                   fprintf(stderr, "realloc(): ");
                     fprintf(stderr, "greska pri alokaciji memorije.\n");
76                   exit(EXIT_FAILURE);
78               }
           }
       }
   }
   a[n++] = x;
```

```
72     scanf("%d", &x);
74 }

76 printf("Niz u obrnutom poretku je: ");
77 for (n--; n >= 0; n--)
78     printf("%d ", a[n]);
79 printf("\n");
80
81 /* Oslobadja se dinamicki alocirana memorija */
82 free(a);
83
84 exit(EXIT_SUCCESS);
85 }
```

### Rešenje 2.17

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <string.h>
4
5 #define MAX 1000
6
7 /* Funkcija dinamicki kreira niz karaktera u koji smesta rezultat
8  nadovezivanja niski. Adresa niza se vraca kao povratna vrednost.
9  */
10 char *nadovezi(char *s, char *t)
11 {
12     char *p = (char *) malloc((strlen(s) + strlen(t) + 1)
13                               * sizeof(char));
14
15     /* Proverava se da li je memorija uspesno alocirana */
16     if (p == NULL) {
17         fprintf(stderr, "malloc(): ");
18         fprintf(stderr, "greska pri alokaciji memorije.\n");
19         exit(EXIT_FAILURE);
20     }
21
22     /* Kopiraju se i nadovezuju niske karaktera */
23     strcpy(p, s);
24     strcat(p, t);
25
26     return p;
27 }
28
29 int main()
30 {
31     char *s = NULL;
32     char s1[MAX], s2[MAX];
33
34     printf("Unesite dve niske karaktera:\n");
```

```

34  scanf("%s", s1);
    scanf("%s", s2);

36

    /* Poziva se funkcija koja nadovezuje niske */
38  s = nadovezi(s1, s2);

40  /* Prikazuje se rezultat */
    printf("Nadovezane niske: %s\n", s);
42

    /* Oslobadja se memorija alocirana u funkciji nadovezi() */
44  free(s);

46  exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

### Rešenje 2.18

```

1  #include <stdio.h>
    #include <stdlib.h>
3  #include <math.h>

5  int main()
    {
7      int i, j;

9      /* Pokazivac na niz vrsta matrice realnih brojeva */
        double **A = NULL;

11     /* Broj vrsta i broj kolona */
        int n = 0, m = 0;

13     /* Trag matrice */
        double trag = 0;

15     printf("Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:\n ");
17     scanf("%d%d", &n, &m);

19     /* Dinamiki se alocira prostor za niz vrsta matrice */
        A = (double **)malloc(sizeof(double *) * n);

21     /* Provera se da li je doslo do greske pri alokaciji */
        if (A == NULL) {
23         fprintf(stderr, "malloc(): ");
25         fprintf(stderr, "greska pri alokaciji memorije.\n");
            exit(EXIT_FAILURE);
27         }

29     /* Dinamicki se alocira prostor za elemente u vrstama */
        for (i = 0; i < n; i++) {
31             A[i] = (double **)malloc(sizeof(double) * m);
33

```

## 2 Pokazivači

```
35     /* Ukoliko je alokacija neuspesna, pre zavrsetka programa
36        potrebno je osloboditi svih i-1 prethodno alociranih vrsta, i
37        alociran niz pokazivaca */
38     if (A[i] == NULL) {
39         for (j = 0; j < i; j++)
40             free(A[j]);
41         free(A);
42         exit(EXIT_FAILURE);
43     }
44 }
45
46 printf("Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:\n");
47 for (i = 0; i < n; i++)
48     for (j = 0; j < m; j++)
49         scanf("%lf", &A[i][j]);
50
51 /* Izracunava se trag matrice, odnosno suma elemenata na glavnoj
52    dijagonali */
53 trag = 0.0;
54
55 for (i = 0; i < n; i++)
56     trag += A[i][i];
57
58 printf("Trag unete matrice je %.2f.\n", trag);
59
60 /* Oslobadja se prostor rezervisan za svaku vrstu */
61 for (j = 0; j < n; j++)
62     free(A[j]);
63
64 /* Oslobadja se memorija za niz pokazivaca na vrste */
65 free(A);
66
67 exit(EXIT_SUCCESS);
68 }
```

### Rešenje 2.19

*matrica.h*

```
1  #ifndef _MATRICA_H_
2  #define _MATRICA_H_ 1
3
4  /* Funkcija dinamicki alocira memoriju za matricu dimenzija n x m */
5  int **alociraj_matricu(int n, int m);
6
7  /* Funkcija dinamicki alocira memoriju za kvadratnu matricu dimenzije
8     n */
9  int **alociraj_kvadratnu_matricu(int n);
10
11 /* Funkcija dealocira memoriju za matricu sa n vrsta */
```



```

13  int **deallociraj_matricu(int **matrica, int n);
14  /* Funkcija ucitava vec alociranu matricu dimenzija n x m sa
15     standardnog ulaza */
16  void ucitaj_matricu(int **matrica, int n, int m);
17  /* Funkcija ucitava vec alociranu kvadratnu matricu dimenzije n sa
18     standardnog ulaza */
19  void ucitaj_kvadratnu_matricu(int **matrica, int n);
20  /* Funkcija ispisuje matricu dimenzija n x m na standardnom izlazu */
21  void ispisi_matricu(int **matrica, int n, int m);
22  /* Funkcija ispisuje kvadratnu matricu dimenzije n na standardnom
23     izlazu */
24  void ispisi_kvadratnu_matricu(int **matrica, int n);
25  /* Funkcija ucitava vec alociranu matricu dimenzija n x m iz datoteke
26     f */
27  int ucitaj_matricu_iz_datoteke(int **matrica, int n, int m, FILE * f)
28      ;
29  /* Funkcija ucitava vec alociranu kvadratnu matricu dimenzije n iz
30     datoteke f */
31  int ucitaj_kvadratnu_matricu_iz_datoteke(int **matrica, int n,
32                                             FILE * f);
33  /* Funkcija upisuje matricu dimenzija n x m u datoteku f */
34  int upisi_matricu_u_datoteku(int **matrica, int n, int m, FILE * f);
35  /* Funkcija upisuje kvadratnu matricu dimenzije n u datoteku f */
36  int upisi_kvadratnu_matricu_u_datoteku(int **matrica, int n,
37                                             FILE * f);
38  #endif

```

*matrica.c*

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "matrica.h"
4
5  int **alociraj_matricu(int n, int m)
6  {
7      int **matrica = NULL;
8      int i, j;
9
10     /* Alocira se prostor za niz vrsta matrice */
11     matrica = (int **) malloc(n * sizeof(int *));
12     /* Ako alokacija nije prosla uspesno, povratna vrednost funkcije ce
13        biti NULL, sto mora biti provereno u main funkciji */

```

```
15     if (matrica == NULL)
16         return NULL;
17
18     /* Alocira se prostor za svaku vrstu matrice */
19     for (i = 0; i < n; i++) {
20         matrica[i] = (int *) malloc(m * sizeof(int));
21         /* Ako alokacija nije prosla uspesno, oslobadjaju se svi
22            prethodno alocirani resursi, i povratna vrednost je NULL */
23         if (matrica[i] == NULL) {
24             for (j = 0; j < i; j++)
25                 free(matrica[j]);
26             free(matrica);
27             return NULL;
28         }
29     }
30     return matrica;
31 }
32
33 int **alociraj_kvadratnu_matricu(int n)
34 {
35     /* Alociranje matrice dimenzije n x n */
36     return alociraj_matricu(n, n);
37 }
38
39 int **dealociraj_matricu(int **matrica, int n)
40 {
41     int i;
42     /* Oslobadja se prostor rezervisan za svaku vrstu */
43     for (i = 0; i < n; i++)
44         free(matrica[i]);
45     /* Oslobadja se memorija za niz pokazivaca na vrste */
46     free(matrica);
47
48     /* Matrica postaje prazna, tj. nealocirana */
49     return NULL;
50 }
51
52 void ucitaj_matricu(int **matrica, int n, int m)
53 {
54     int i, j;
55     /* Elementi matrice se ucitavaju po vrstama */
56     for (i = 0; i < n; i++)
57         for (j = 0; j < m; j++)
58             scanf("%d", &matrica[i][j]);
59 }
60
61 void ucitaj_kvadratnu_matricu(int **matrica, int n)
62 {
63     /* Ucitavanje matrice n x n */
64     ucitaj_matricu(matrica, n, n);
65 }
```

```
void ispisi_matricu(int **matrica, int n, int m)
67 {
    int i, j;
69     /* Ispis po vrstama */
    for (i = 0; i < n; i++) {
71         for (j = 0; j < m; j++)
            printf("%d ", matrica[i][j]);
73         printf("\n");
    }
75 }

void ispisi_kvadratnu_matricu(int **matrica, int n)
77 {
79     /* Ispis matrice n x n */
    ispisi_matricu(matrica, n, n);
81 }

int učitaj_matricu_iz_datoteke(int **matrica, int n, int m, FILE * f)
83 {
85     int i, j;
    /* Elementi matrice se učitavaju po vrstama */
87     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < m; j++)
89            /* Ako je nemoguće učitati sledeći element, povratna vrednost
                funkcije je 1, kao indikator neuspešnog učitavanja */
91            if (fscanf(f, "%d", &matrica[i][j]) != 1)
                return 1;
93
    /* Uspešno učitana matrica */
95     return 0;
}

int učitaj_kvadratnu_matricu_iz_datoteke(int **matrica, int n,
97                                         FILE * f)
99 {
101     /* Učitavanje matrice n x n iz datoteke */
    return učitaj_matricu_iz_datoteke(matrica, n, n, f);
103 }

int upisi_matricu_u_datoteku(int **matrica, int n, int m, FILE * f)
105 {
107     int i, j;
    /* Ispis po vrstama */
109     for (i = 0; i < n; i++) {
        for (j = 0; j < m; j++)
111            /* Ako je nemoguće ispisati sledeći element, povratna vrednost
                funkcije je 1, kao indikator neuspešnog ispisa */
113            if (fprintf(f, "%d ", matrica[i][j]) <= 0)
                return 1;
115         fprintf(f, "\n");
    }
117 }
```

```
119     /* Uspesno upisana matrica */
120     return 0;
121 }
122
123 int upisi_kvadratnu_matricu_u_datoteku(int **matrica, int n, FILE * f
124 )
125 {
126     /* Ispis matrice n x n u datoteku */
127     return upisi_matricu_u_datoteku(matrica, n, n, f);
128 }
```

*main\_a.c*

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "matrica.h"
4
5  int main()
6  {
7      int **matrica = NULL;
8      int n, m;
9      FILE *f;
10
11     /* Ucitavanje dimenzije matrice */
12     printf("Unesi broj vrsta matrice: ");
13     scanf("%d", &n);
14     printf("Unesi broj kolona matrice: ");
15     scanf("%d", &m);
16
17     /* Provera dimenzija matrice */
18     if (n <= 0 || m <= 0) {
19         fprintf(stderr, "Neodgovarajce dimenzije matrice\n");
20         exit(EXIT_FAILURE);
21     }
22
23     /* Alokacija matrice i provera alokacije */
24     matrica = alociraj_matricu(n, m);
25     if (matrica == NULL) {
26         fprintf(stderr, "Neuspesna alokacija matrice\n");
27         exit(EXIT_FAILURE);
28     }
29
30     /* Ucitavanje matrice sa standardnog ulaza */
31     printf("Unesi elemente matrice po vrstama:\n");
32     ucitaj_matricu(matrica, n, m);
33
34     /* Otvaranje fajla za upis matrice */
35     if ((f = fopen("matrica.txt", "w")) == NULL) {
36         fprintf(stderr, "fopen() error\n");
37         matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);
38         exit(EXIT_FAILURE);
39     }
```

```

    }

40
    /* Upis matrice u fajl */
42    if (upisi_matricu_u_datoteku(matrica, n, m, f) != 0) {
        fprintf(stderr, "Neuspesno upisivanje matrice u datoteku\n");
44        matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);
        exit(EXIT_FAILURE);
46    }

    /* Zatvaranje fajla */
48    fclose(f);

50
    /* Dealokacija matrice */
52    matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);

54    exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

*main\_b.c*

```

1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3  #include "matrica.h"

5  int main(int argc, char **argv)
   {
7      int **matrica = NULL;
       int n;
9      FILE *f;

11     /* Provera argumenata komandne linije */
       if (argc != 2) {
13         fprintf(stderr, "Koriscenje programa: %s datoteka\n", argv[0]);
         exit(EXIT_FAILURE);
15     }

17     /* Otvaranje fajla za citanje */
       if ((f = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
19         fprintf(stderr, "fopen() error\n");
         exit(EXIT_FAILURE);
21     }

23     /* Ucitavanje dimenzije matrice */
       if (fscanf(f, "%d", &n) != 1) {
25         fprintf(stderr, "Neispravan pocetak fajla\n");
         exit(EXIT_FAILURE);
27     }

29     /* Provera dimenzije matrice */
       if (n <= 0) {
31         fprintf(stderr, "Neodgovarajca dimenzija matrice\n");

```

## 2 Pokazivači

```
    exit(EXIT_FAILURE);
33 }

35 /* Alokacija matrice i provera alokacije */
matrica = alociraj_kvadratnu_matricu(n);
37 if (matrica == NULL) {
    fprintf(stderr, "Neuspesna alokacija matrice\n");
39     exit(EXIT_FAILURE);
}

41 /* Ucitavanje matrice iz datoteke */
43 if (ucitaj_kvadratnu_matricu_iz_datoteke(matrica, n, f) != 0) {
    fprintf(stderr, "Neuspesno ucitavanje matrice iz datoteke\n");
45     matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);
    exit(EXIT_FAILURE);
47 }

49 /* Zatvaranje fajla */
fclose(f);

51 /* Ispis matrice na standardnom izlazu */
53 ispisi_kvadratnu_matricu(matrica, n);

55 /* Dealokacija matrice */
matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);

57 exit(EXIT_SUCCESS);
59 }
```

### Rešenje 2.20

```
1 #include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
3 #include <math.h>
#include "matrica.h"

5 /* Funkcija ispisuje elemente matrice ispod glavne dijagonale */
7 void ispisi_elemente_ispod_dijagonale(int **M, int n, int m)
{
9     int i, j;

11     for (i = 0; i < n; i++) {
        for (j = 0; j <= i; j++)
13         printf("%d ", M[i][j]);
        printf("\n");
15     }
}

17 int main()
19 {
    int m, n;
```

```

21  int **matrica = NULL;

23  printf("Unesite broj vrsta i broj kolona matrice:\n ");
    scanf("%d %d", &n, &m);

25

27  /* Alocira se matrica */
    matrica = alociraj_matricu(n, m);
    /* Provera alokacije */
29  if (matrica == NULL) {
        fprintf(stderr, "Neuspesna alokacija matrice\n");
31      exit(EXIT_FAILURE);
    }

33

35  printf("Unesite elemente matrice, vrstu po vrstu:\n");
    ucitaj_matricu(matrica, n, m);

37  printf("Elementi ispod glavne dijagonale matrice:\n");
    ispisi_elemente_ispod_dijagonale(matrica, n, m);

39

41  /* Oslobadjanje memorije */
    matrica = deallociraj_matricu(matrica, n);

43  exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

## Rešenje 2.22

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include <math.h>

4

/* Funkcija izvrsava trazene transformacije nad matricom */
6  void izmeni(float **a, int n)
{
8      int i, j;

10     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
12         if (i < j)
            a[i][j] /= 2;
14         else if (i > j)
            a[i][j] *= 2;
16 }

18 /* Funkcija izracunava zbir apsolutnih vrednosti elemenata ispod
    sporedne dijagonale. Element se nalazi ispod sporedne dijagonale
20    ukoliko je zbir indeksa vrste i indeksa kolone elementa veci od
    n-1 */
22 float zbir_ispod_sporedne_dijagonale(float **m, int n)
{
24     int i, j;

```

```
float zbir = 0;
26
for (i = 0; i < n; i++)
28     for (j = n-i; j < n; j++)
        if (i + j > n - 1)
30             zbir += fabs(m[i][j]);
32
return zbir;
}

34
/* Funkcija učitava elemente kvadratne matrice dimenzije n iz zadate
36   datoteke */
void učitaj_matricu(FILE * ulaz, float **m, int n)
38 {
    int i, j;
40
    for (i = 0; i < n; i++)
42         for (j = 0; j < n; j++)
            fscanf(ulaz, "%f", &m[i][j]);
44 }

46
/* Funkcija ispisuje elemente kvadratne matrice dimenzije n na
   standardni izlaz */
void ispisi_matricu(float **m, int n)
48 {
    int i, j;
50
    for (i = 0; i < n; i++) {
52         for (j = 0; j < n; j++)
54             printf("%.2f ", m[i][j]);
            printf("\n");
56     }
}

58
/* Funkcija alokira memoriju za kvadratnu matricu dimenzije n */
60 float **alociraj_memoriju(int n)
{
62     int i, j;
    float **m;
64
    m = (float **) malloc(n * sizeof(float *));
66     if (m == NULL) {
        fprintf(stderr, "malloc(): Neuspela alokacija\n");
68         exit(EXIT_FAILURE);
    }
70
    for (i = 0; i < n; i++) {
72         m[i] = (float *) malloc(n * sizeof(float));

        if (m[i] == NULL) {
74             printf("malloc(): neuspela alokacija memorije!\n");
76             for (j = 0; j < i; j++)
```



```

        free(m[i]);
78     free(m);
        exit(EXIT_FAILURE);
80     }
    }
82     return m;
}

84
/* Funkcija oslobadja memoriju zauzetu kvadratnom matricom dimenzije
86     n */
void oslobodi_memoriju(float **m, int n)
88 {
    int i;
90
    for (i = 0; i < n; i++)
92         free(m[i]);
    free(m);
94 }

96 int main(int argc, char *argv[])
{
98     FILE *ulaz;
    float **a;
100     int n;

102     /* Ako korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se greska
        */
    if (argc < 2) {
104         printf("Greska: ");
        printf("Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
106         printf("Program se poziva sa %s ime_dat.\n", argv[0]);
        exit(EXIT_FAILURE);
108     }

110     /* Otvara se datoteka za citanje */
    ulaz = fopen(argv[1], "r");
112     if (ulaz == NULL) {
        fprintf(stderr, "Greska: ");
114         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[1]);
        exit(EXIT_FAILURE);
116     }

118     /* Cita se dimenzija matrice */
    fscanf(ulaz, "%d", &n);

120
    /* Alocira se memorija */
122     a = alociraj_memoriju(n);

124     /* Ucitavaju se elementi matrice */
    ucitaj_matricu(ulaz, a, n);

126
    float zbir = zbir_ispod_sporedne_dijagonale(a, n);
```

```
128      /* Poziva se funkcija za transformaciju matrice */
130      izmeni(a, n);

132      /* Ispisuje se rezultat */
133      printf("Zbir apsolutnih vrednosti ispod sporedne dijagonale ");
134      printf("je %.2f.\n", zbir);

136      printf("Transformisana matrica je:\n");
137      ispisi_matricu(a, n);

138      /* Oslobadja se memorija */
139      oslobodi_memoriju(a, n);

142      /* Zatvara se datoteka */
143      fclose(ulaz);

144      exit(EXIT_SUCCESS);
146  }
```

### Rešenje 2.27

```
1  #include <stdio.h>
2
3  #include <stdlib.h>
4
5  #include <math.h>
6
7  #include <string.h>
8
9  /* Funkcija tabela() prihvata granice intervala a i b, broj
10   ekvidistantnih tacaka n, kao i pokazivac f koji pokazuje na
11   funkciju koja prihvata double argument, i vraca double vrednost.
12   Za tako datu funkciju ispisuju se njene vrednosti u intervalu
13   [a,b] u n ekvidistantnih tacaka intervala */
14
15 void tabela(double a, double b, int n, double (*fp) (double))
16 {
17     int i;
18     double x;
19
20     printf("-----\n");
21     for (i = 0; i < n; i++) {
22         x = a + i * (b - a) / (n - 1);
23         printf("| %8.5f | %8.5f |\n", x, (*fp) (x));
24     }
25     printf("-----\n");
26 }
27
28 double sqr(double a)
29 {
30     return a * a;
31 }
```

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    double a, b;
    int n;

    char ime_funkcije[6];

    /* Pokazivac na funkciju koja ima jedan argument tipa double i
       povratnu vrednost istog tipa */
    double (*fp) (double);

    /* Ako korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se greska
       */
    if (argc < 2) {
        printf("Greska: ");
        printf("Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
        printf("Program se poziva sa %s ime_funkcije iz math.h.\n",
               argv[0]);
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    /* Niska ime_funkcije sadrzi ime trazene funkcije koja je navedena
       u
       komandnoj liniji */
    strcpy(ime_funkcije, argv[1]);

    /* Inicijalizuje se pokazivac na funkciju koja treba da se tabelira
       */
    if (strcmp(ime_funkcije, "sin") == 0)
        fp = &sin;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "cos") == 0)
        fp = &cos;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "tan") == 0)
        fp = &tan;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "atan") == 0)
        fp = &atan;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "acos") == 0)
        fp = &acos;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "asin") == 0)
        fp = &asin;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "exp") == 0)
        fp = &exp;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "log") == 0)
        fp = &log;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "log10") == 0)
        fp = &log10;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "sqrt") == 0)
        fp = &sqrt;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "floor") == 0)
        fp = &floor;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "ceil") == 0)
        fp = &ceil;
```

```
81     else if (strcmp(ime_funkcije, "sqr") == 0)
        fp = &sqr;
83     else {
        printf("Program jos uvek ne podrzava trazenu funkciju!\n");
        exit(EXIT_SUCCESS);
85     }

87     printf("Unesite krajeve intervala:\n");
    scanf("%lf %lf", &a, &b);
89

    printf("Koliko tacaka ima na ekvidistantnoj mrezi ");
91    printf("(ukljucujuci krajeve intervala)?\n");
    scanf("%d", &n);
93

    /* Mreza mora da ukljucuje bar krajeve intervala, tako da se mora
95       uneti broj veci od 2 */
    if (n < 2) {
97        fprintf(stderr, "Broj tacaka mreze mora biti bar 2!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
99    }

101    /* Ispisuje se ime funkcije */
    printf("      x %10s(x)\n", ime_funkcije);
103

    /* Prosledjuje se funkciji tabela() funkcija zadata kao argument
105       komandne linije */
    tabela(a, b, n, fp);
107

    exit(EXIT_SUCCESS);
109 }
```

## 3

# Algoritmi pretrage i sortiranja

## 3.1 Algoritmi pretrage

**Zadatak 3.1** Napisati iterativne funkcije pretraga nizova. Svaka funkcija treba da vrati indeks pozicije na kojoj je pronađen traženi broj ili vrednost  $-1$  ukoliko broj nije pronađen.

- (a) Napisati funkciju `linarna_pretraga` koja vrši linearnu pretragu niza celih brojeva `a`, dužine `n`, tražeći u njemu broj `x`.
- (b) Napisati funkciju `binarna_pretraga` koja vrši binarnu pretragu sortiranog niza `a`, dužine `n`, tražeći u njemu broj `x`.
- (c) Napisati funkciju `interpolaciona_pretraga` koja vrši interpolacionu pretragu sortiranog niza `a`, dužine `n`, tražeći u njemu broj `x`.

Napisati i program koji generiše rastući niz slučajnih brojeva dimenzije  $n$  i pozivajući napisane funkcije traži broj  $x$ . Programu se kao prvi argument komandne linije prosleđuje prirodan broj `n` koji nije veći od 1000000 i broj `x` kao drugi argument komandne linije. Potrebna vremena za izvršavanje ovih funkcija dopisati u datoteku `vremena.txt`.

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

#### Test 1

```
|| POKRETANJE: ./a.out 1000000      VREMENA.TXT
|| 23542
||
|| Izlaz:
||   Linearna pretraga:             Dimenzija niza: 1000000
||   Element nije u nizu            Linearna: 3615091 ns
||   Binarna pretraga:              Binarna: 1536 ns
||   Element nije u nizu            Interpolaciona: 558 ns
||   Interpolaciona pretraga:
||   Element nije u nizu
```

#### Test 2

```
|| POKRETANJE: ./a.out 100000      VREMENA.TXT
|| 37842
||
|| Izlaz:
||   Linearna pretraga:             Dimenzija niza: 1000000
||   Element nije u nizu            Linearna: 3615091 ns
||   Binarna pretraga:              Binarna: 1536 ns
||   Element nije u nizu            Interpolaciona: 558 ns
||   Interpolaciona pretraga:
||   Element nije u nizu            Dimenzija niza: 100000
||                                   Linearna: 360803 ns
||                                   Binarna: 1187 ns
||                                   Interpolaciona: 628 ns
```

[Rešenje 3.1]

**Zadatak 3.2** Napisati rekurzivne funkcije algoritama linearne, binarne i interpolacione pretrage i program koji ih testira za brojeve koji se unose sa standardnog ulaza. Linearnu pretragu implementirati na dva načina, svodenjem pretrage na prefiks i na sufiks niza. Prvo se unosi broj koji se traži, a zatim sortirani elementi niza sve do kraja ulaza. Pretpostaviti da niz brojeva koji se unosi neće biti duži od 1024 elemenata.

#### Primer 1

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Unesite trazeni broj: 11
|| Unesite sortiran niz elemenata:
|| 2 5 6 8 10 11 23
|| Linearna pretraga
|| Pozicija elementa je 5.
|| Binarna pretraga
|| Pozicija elementa je 5.
|| Interpolaciona pretraga
|| Pozicija elementa je 5.
```

#### Primer 2

```
|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Unesite trazeni broj: 14
|| Unesite sortiran niz elemenata:
|| 10 32 35 43 66 89 100
|| Linearna pretraga
|| Element se ne nalazi u nizu.
|| Binarna pretraga
|| Element se ne nalazi u nizu.
|| Interpolaciona pretraga
|| Element se ne nalazi u nizu.
```

[Rešenje 3.2]

**Zadatak 3.3** Napisati program koji preko argumenta komandne linije dobija ime datoteke koja sadrži sortirani spisak studenta po broju indeksa rastuće. Za svakog studenta u jednom redu stoje informacije o indeksu, imenu i prezimenu. Program učitava spisak studenata u niz i traži od korisnika indeks ili prezime studenta čije informacije se potom prikazuju na ekranu. U slučaju više studenata sa istim prezimenom prikazati informacije o prvom takvom. Odabir kriterijuma pretrage se vrši kroz poslednji argument komandne linije, koji može biti `-indeks` ili `-prezime`. U slučaju neuspešnih pretragi, štampati odgovarajuću poruku. Pretrage implementirati u vidu iterativnih funkcija što manje složeno. Pretpostaviti da u datoteci neće biti više od 128 studenata i da su imena i prezimena svih kraća od 16 slova.

#### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out datoteka.txt -indeks

DATOTEKA.TXT
20140003 Marina Petrovic
20140012 Stefan Mitrovic
20140032 Dejan Popovic
20140049 Mirko Brankovic
20140076 Sonja Stevanovic
20140104 Ivan Popovic
20140187 Vlada Stankovic
20140234 Darko Brankovic
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite indeks studenta
cije informacije zelite:
20140076
Indeks: 20140076,
Ime i prezime: Sonja Stevanovic
```

#### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out datoteka.txt -prezime

DATOTEKA.TXT
20140003 Marina Petrovic
20140012 Stefan Mitrovic
20140032 Dejan Popovic
20140049 Mirko Brankovic
20140076 Sonja Stevanovic
20140104 Ivan Popovic
20140187 Vlada Stankovic
20140234 Darko Brankovic
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite prezime studenta
cije informacije zelite:
Popovic
Indeks: 20140032,
Ime i prezime: Dejan Popovic
```

[Rešenje 3.3]

**Zadatak 3.4** Modifikovati prethodni zadatak 3.3 tako da tražene funkcije budu rekurzivne.

[Rešenje 3.4]

**Zadatak 3.5** U datoteci koja se zadaje kao prvi argument komandne linije, nalaze se koordinate tačaka. U zavisnosti od prisustva opcija komandne linije (`-x` ili `-y`), pronaći onu koja je najbliža  $x$ , ili  $y$  osi, ili koordinatnom početku, ako

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

nije prisutna nijedna opcija. Pretpostaviti da je broj tačaka u datateci veći od 0 i ne veći od 1024.

Test 1	Test 2	Test 3
<pre>POKRETANJE: ./a.out dat.txt -i DAT.TXT 12 53 2.342 34.1 -0.3 23 -1 23.1 123.5 756.12 IZLAZ: -0.3 23</pre>	<pre>POKRETANJE: ./a.out dat.txt DAT.TXT 12 53 2.342 34.1 -0.3 23 -1 2.1 123.5 756.12 IZLAZ: -1 2.1</pre>	<pre>POKRETANJE: ./a.out dat.txt -y DAT.TXT 12 53 2.342 34.1 -0.3 0.23 -1 2.1 123.5 756.12 IZLAZ: -0.3 0.23</pre>

[Rešenje 3.5]

**Zadatak 3.6** Napisati funkciju koja određuje nulu funkcije  $\cos(x)$  na intervalu  $[0, 2]$  metodom polovljenja intervala. Algoritam se završava kada se vrednost kosinusne funkcije razlikuje za najviše 0.001 od nule. UPUTSTVO: *Koristiti algoritam analogan algoritmu binarne pretrage, metod polovljenja intervala.* NAPOMENA: *Ovaj metod se može primeniti na funkciju  $\cos(x)$  na intervalu  $[0, 2]$  zato što je ona na ovom intervalu neprekidna, i vrednosti funkcije na krajevima intervala su različitog znaka.*

```
Test 1
IZLAZ:
1.57031
```

[Rešenje 3.6]

**Zadatak 3.7** Napisati funkciju koja metodom polovljenja intervala određuje nulu izabrane funkcije na proizvoljnom intervalu sa tačnošću *epsilon*. Ime funkcije se zadaje kao prvi argument komandne linije, a interval i tačnost se unose sa standardnog ulaza. Pretpostaviti da je izabrana funkcija na tom intervalu neprekidna. UPUTSTVO: *U okviru algoritma pretrage koristiti pokazivač na odgovarajuću funkciju (na primer, kao u zadatku 2.27).*



#### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out cos
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite krajeve intervala: 0 2
Unesite preciznost: 0.001
1.57031
```

#### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out sin
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite krajeve intervala: 1 5
Unesite preciznost: 0.00001
3.1416
```

#### Primer 3

```
POKRETANJE: ./a.out tan
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite krajeve intervala: -1.1 1
Unesite preciznost: 0.00001
3.8147e-06
```

#### Primer 4

```
POKRETANJE: ./a.out sin
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite krajeve intervala: 1 3
Funkcija sin na intervalu [1, 3]
ne zadovoljava uslove
```

[Rešenje 3.7]

**Zadatak 3.8** Napisati funkciju koja u rastuće sortiranom nizu celih brojeva binarnom pretragom pronalazi indeks prvog elementa većeg od nule. Ukoliko nema elemenata većih od nule, funkcija kao rezultat vraća  $-1$ . Napisati program koji testira ovu funkciju za rastući niz celih brojeva koji se učitavaju sa standardnog ulaza. Niz neće biti duži od 256, i njegovi elementi se unose sve do kraja ulaza.

#### Test 1

```
ULAZ:
-151 -44 5 12 13 15
IZLAZ:
2
```

#### Test 2

```
ULAZ:
-100 -15 -11 -8 -7 -5
IZLAZ:
-1
```

#### Test 3

```
ULAZ:
-100 -15 0 13 55 124
258 315 516 7000
IZLAZ:
3
```

[Rešenje 3.8]

**Zadatak 3.9** Napisati funkciju koja u opadajuće sortiranom nizu celih brojeva binarnom pretragom pronalazi indeks prvog elementa manjeg od nule. Ukoliko nema elemenata manjih od nule, funkcija kao rezultat vraća  $-1$ . Napisati program koji testira ovu funkciju za opadajući niz celih brojeva koji se učitavaju sa standardnog ulaza. Niz neće biti duži od 256, i njegovi elementi se unose sve do kraja ulaza.

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

Test 1	Test 2	Test 3
ULAZ: 151 44 5 -12 -13 -15	ULAZ: 100 55 15 0 -15 -124 -155 -258 -315 -516	ULAZ: 100 15 11 8 7 5 4 3 2
IzLAZ: 3	IzLAZ: 4	IzLAZ: -1

[Rešenje 3.9]

**Zadatak 3.10** Napisati funkciju koja određuje ceo deo logaritma za osnovu 2 datog neoznačenog celog broja koristeći samo bitske i relacione operatore.

- (a) Napisati funkciju linearne složenosti koja određuje logaritam pomeranjem broja udesno.
- (b) Napisati funkciju logaritmske složenosti koja određuje logaritam koristeći binarnu pretragu.

Tražene funkcije testirati programom koji pozitivan broj učitava sa standardnog ulaza, a logaritam ispisuje na standardnom izlazu.

Test 1	Test 2	Test 3
ULAZ: 4	ULAZ: 17	ULAZ: 1031
IzLAZ: 2 2	IzLAZ: 4 4	IzLAZ: 10 10

[Rešenje 3.10]

\* **Zadatak 3.11** U prvom kvadrantu dato je  $1 \leq N \leq 10000$  duži svojim koordinatama (duži mogu da se seku, preklapaju, itd.). Napisati program koji pronalazi najmanji ugao  $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$ , na dve decimale, takav da je suma dužina duži sa obe strane polupoluprave iz koordinatnog početka pod uglom  $\alpha$  jednak (neke duži bivaju presečene, a neke ne). Program prvo učitava broj  $N$ , a zatim i same koordinate temena duži. UPUTSTVO: *Vršiti binarnu pretragu intervala  $[0, 90^\circ]$ .*

*Primer 1*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesi broj tacaka: 2
Unesi koordinate tacaka:
2 0 2 1
1 2 2 2
26.57

```

*Primer 2*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesi broj tacaka: 2
Unesi koordinate tacaka:
1 0 1 1
0 1 1 1
45

```

*Primer 3*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesi broj tacaka: 3
Unesi koordinate tacaka:
1 0 1 1
2 0 2 1
1 2 2 2
26.57

```

## 3.2 Algoritmi sortiranja

**Zadatak 3.12** Napraviti biblioteku koja implementira algoritme sortiranja nizova celih brojeva. Biblioteka treba da sadrži algoritam sortiranja izborom (engl. *selection sort*), sortiranja spajanjem (engl. *merge sort*), brzog sortiranja (engl. *quick sort*), mehurastog sortiranja (engl. *bubble sort*), sortiranja direktnim umetanjem (engl. *insertion sort*) i sortiranja umetanjem sa inkrementom (engl. *shell sort*). Upotrebiti biblioteku kako bi se napravilo poređenje efikasnosti različitih algoritama sortiranja. Efikasnost meriti na slučajno generisanim nizovima, na rastuće sortiranim nizovima i na opadajuće sortiranim nizovima. Izbor algoritma, veličine i početnog rasporeda elemenata niza birati kroz argumente komandne linije. Moguće opcije kojima se bira algoritam sortiranja su: *-m* za sortiranje spajanjem, *-q* za brzo sortiranje, *-b* za mehurasto, *-i* za sortiranje direktnim umetanjem ili *-s* za sortiranje umetanjem sa inkrementom. U slučaju da nije prisutna ni jedna od ovih opcija, niz sortirati algoritmom sortiranja izborom. Niz koji se sortira generisati neopadajuće ako je prisutna opcija *-r*, nerastuće ako je prisutna opcija *-o* ili potpuno slučajno ako nema nijedne opcije. Vreme meriti programom *time*. Analizirati porast vremena sa porastom dimenzije *n*.

*Test 1*

```

|| POKRETANJE: time ./a.out
|| 200000
||
|| IZLAZ:
|| real 0m42.168s
|| user 0m42.100s
|| sys 0m0.000s

```

*Test 2*

```

|| POKRETANJE: time ./a.out
|| 400000
||
|| IZLAZ:
|| real 2m48.395s
|| user 2m48.128s
|| sys 0m0.000s

```

*Test 3*

```

|| POKRETANJE: time ./a.out
|| 800000
||
|| IZLAZ:
|| real 11m13.703s
|| user 11m12.636s
|| sys 0m0.000s

```

<p><i>Test 4</i></p> <pre>    POKRETANJE: time ./a.out    800000 -r       IZLAZ:    real 11m21.533s    user 11m20.436s    sys 0m0.020s </pre>	<p><i>Test 5</i></p> <pre>    POKRETANJE: time ./a.out    800000 -q       IZLAZ:    real 0m0.159s    user 0m0.156s    sys 0m0.000s </pre>	<p><i>Test 6</i></p> <pre>    POKRETANJE: time ./a.out    800000 -m       IZLAZ:    real 0m0.137s    user 0m0.136s    sys 0m0.000s </pre>
---	---	---

[Rešenje 3.12]

**Zadatak 3.13** Dve niske su anagrami ako se sastoje od istog broja istih karaktera. Napisati program koji proverava da li su dve niske karaktera anagrami. Niske se zadaju sa standardnog ulaza i neće biti duže od 127 karaktera. UPUTSTVO: *Napisati funkciju koja sortira slova unutar niske karaktera, a zatim za sortirane niske proveriti da li su identične.*

<p><i>Primer 1</i></p> <pre>    INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:    Unesite prvu nisku anagram    Unesite drugu nisku rangana    jesu </pre>	<p><i>Primer 2</i></p> <pre>    INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:    Unesite prvu nisku anagram    Unesite drugu nisku anagrm    nisu </pre>	<p><i>Primer 3</i></p> <pre>    INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:    Unesite prvu nisku test    Unesite drugu nisku tset    jesu </pre>
---	--	---

[Rešenje 3.13]

**Zadatak 3.14** U datom nizu brojeva treba pronaći dva broja koja su na najmanjem rastojanju. Niz se zadaje sa standardnog ulaza, sve do kraja ulaza, ali neće sadržati više od 256 i manje od 2 elemenata. Na izlaz ispisati razliku pronađena dva broja. UPUTSTVO: *Prvo sortirati niz.* NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za sortiranje celih brojeva iz zadatka 3.12.*

<p><i>Test 1</i></p> <pre>    ULAZ:    23 64 123 76 22 7       IZLAZ:    1 </pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre>    ULAZ:    21 654 65 123 65 12 61       IZLAZ:    0 </pre>	<p><i>Test 3</i></p> <pre>    ULAZ:    34 30       IZLAZ:    4 </pre>
---	--	---

[Rešenje 3.14]

**Zadatak 3.15** Napisati program koji pronalazi broj koji se najviše puta pojavljivao u datom nizu. Niz se zadaje sa standardnog ulaza sve do kraja ulaza i neće biti duži od 256 i kraći od jednog elemenata. UPUTSTVO: *Prvo sortirati*

niz, a zatim naći najdužu sekvencu jednakih elemenata. NAPOMENA: Koristiti biblioteku za sortiranje celih brojeva iz zadatka 3.12.

Test 1	Test 2	Test 3
<pre> ULAZ:   4 23 5 2 4 6 7 34 6 4 5 IZLAZ:   4           </pre>	<pre> ULAZ:   2 4 6 2 6 7 99 1 IZLAZ:   2           </pre>	<pre> ULAZ:   123 IZLAZ:   123           </pre>

[Rešenje 3.15]

**Zadatak 3.16** Napisati funkciju koja proverava da li u datom nizu postoje dva elementa čiji zbir je jednak zadatom celom broju. Napisati i program koji testira ovu funkciju. U programu se prvo učitava broj, a zatim i niz. Elementi niza se unose sve do kraja ulaza. Pretpostaviti da u niz neće biti uneto više od 256 brojeva. UPUTSTVO: *Prvo sortirati niz.* NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za sortiranje celih brojeva iz zadatka 3.12.*

Primer 1	Primer 2	Primer 3
<pre> INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Unesite traženi zbir: 34 Unesite elemente niza: 134 4 1 6 30 23 da           </pre>	<pre> INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Unesite traženi zbir: 12 Unesite elemente niza: 53 1 43 3 56 13 ne           </pre>	<pre> INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Unesite traženi zbir: 52 Unesite elemente niza: 52 ne           </pre>

[Rešenje 3.16]

**Zadatak 3.17** Napisati funkciju potpisa `int merge(int *niz1, int dim1, int *niz2, int dim2, int *niz3, int dim3)` koja prima dva sortirana niza, i na osnovu njih pravi novi sortirani niz koji koji sadrži elemente oba niza. Treća dimenzija predstavlja veličinu niza u koji se smešta rezultat. Ako je ona manja od potrebne dužine, funkcija vraća -1 kao indikator neuspeha, inače vraća 0. Napisati zatim program koji testira ovu funkciju. Nizovi se unose sa standardnog ulaza sve dok se ne unese 0 i može se pretpostaviti da će njihove dimenzije biti manje od 256.

Primer 1	Primer 2
<pre> INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Unesite elemente prvog niza: 3 6 7 11 14 35 0 Unesite elemente drugog niza: 3 5 8 0 3 3 5 6 7 8 11 14 35           </pre>	<pre> INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Unesite elemente prvog niza: 1 4 7 0 Unesite elemente drugog niza: 9 11 23 54 75 0 1 4 7 9 11 23 54 75           </pre>

[Rešenje 3.17]

**Zadatak 3.18** Napisati program koji čita sadržaj dveju datoteka od kojih svaka sadrži spisak imena i prezimena studenata iz jedne od dve grupe, rastuće sortiran po imenima, a u slučaju istog imena po prezimenima, i kreira jedinstven spisak studenata sortiranih takođe po istom kriterijumu. Program dobija nazive datoteka iz komandne linije i jedinstveni spisak upisuje u datoteku `ceo-tok.txt`. Pretpostaviti da je ime studenta nije duže od 10, a prezime od 15 karaktera.

*Test 1*

```
POKRETANJE: ./a.out prvi-deo.txt drugi-deo.txt

PRVI-DEO.TXT                                CEO-TOK.TXT
Andrija Petrovic                             Aleksandra Cvetic
Anja Ilic                                    Andrija Petrovic
Ivana Markovic                              Anja Ilic
Lazar Micic                                Bojan Golubovic
Nenad Brankovic                             Dragan Markovic
Sofija Filipovic                           Filip Dukic
Uros Milic                                 Ivana Markovic
Vladimir Savic                            Ivana Stankovic
                                           Lazar Micic
                                           Marija Stankovic
DRUGI-DEO.TXT                               Nenad Brankovic
Aleksandra Cvetic                           Ognjen Peric
Bojan Golubovic                             Sofija Filipovic
Dragan Markovic                             Vladimir Savic
Filip Dukic                                 Uros Milic
Ivana Stankovic
Marija Stankovic
Ognjen Peric
```

[Rešenje 3.18]

**Zadatak 3.19** Napisati funkcije koje sortiraju niz struktura tačaka na osnovu sledećih kriterijuma: (i) njihovog rastojanja od koordinatnog početka, (ii) x koordinata tačaka, (iii) y koordinata tačaka. Napisati program koji učitava niz tačaka iz datoteke čije se ime zadaje kao drugi argument komandne linije, i u zavisnosti od prisutnih opcija (prvi argument) u komandnoj liniji (`-o`, `-x` ili `-y`) sortira tačke po jednom od prethodna tri kriterijuma i rezultat upisuje u datoteku čije se ime zadaje kao treći argument komandne linije. U ulaznoj datoteci nije zadato više od 128 tačaka.

### Test 1

```
POKRETANJE: ./a.out -x in.txt out.txt
```

```
IN.TXT
3 4
11 6
7 3
2 82
-1 6

OUT.TXT
-1 6
2 82
3 4
7 3
11 6
```

### Test 2

```
POKRETANJE: ./a.out -o in.txt out.txt
```

```
IN.TXT
3 4
11 6
7 3
2 82
-1 6

OUT.TXT
3 4
-1 6
7 3
11 6
2 82
```

[Rešenje 3.19]

**Zadatak 3.20** Napisati program koji učitava imena i prezimena građana (najviše njih 1000) iz datoteke `biracki-spisak.txt` i kreira biračke spiskove. Jedan birački spisak je sortiran po imenu građana, a drugi po prezimenu. Program treba da ispisuje koliko građana ima isti redni broj u oba biračka spiska. Pretpostaviti da je za ime, odnosno prezime građana dovoljno 15 karaktera, i da se nijedno ime i prezime ne pojavljuje više od jednom.

### Test 1

```
BIRACKI-SPISAK.TXT
Bojan Golubovic
Andrija Petrovic
Anja Ilic
Aleksandra Cvetic
Dragan Markovic
Ivana Markovic
Lazar Micic
Marija Stankovic
Filip Dukic

IZLAZ:
3
```

### Test 2

```
BIRACKI-SPISAK.TXT
Milan Milicevic

IZLAZ:
1
```

### Test 3

```
DATOTEKA BIRACKI-SPISAK.TXT
NE POSTOJI

IZLAZ ZA GREŠKU:
Neupesno otvaranje
datoteke
biracki-spisak.txt.
```

[Rešenje 3.20]

**Zadatak 3.21** Definirati strukturu koja čuva imena, prezimena i godišta dece. Pretpostaviti da su imena i prezimena niske karaktera koje nisu duže od 30 karaktera. Napisati funkciju koja sortira niz dece po godištu, a decu istog godišta sortira leksikografski po prezimenu i imenu. Napisati program koji učitava podatke o deci koji se nalaze u datoteci čije se ime zadaje kao prvi argument

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

komandne linije, sortira ih i sortirani niz upisuje u datoteku čije se ime zadaje kao drugi argument komandne linije. Pretpostaviti da u ulaznoj datoteci nisu zadati podaci o više od 128 dece.

#### Test 1

```
POKRETANJE: ./a.out in.txt out.txt

IN.OUT                                     OUT.TXT
Petar Petrovic 2007                        Marija Antic 2007
Milica Antonic 2008                        Ana Petrovic 2007
Ana Petrovic 2007                          Petar Petrovic 2007
Ivana Ivanovic 2009                       Milica Antonic 2008
Dragana Markovic 2010                     Ivana Ivanovic 2009
Marija Antic 2007                         Dragana Markovic 2010
```

#### Test 2

```
POKRETANJE: ./a.out in.txt out.txt

IN.OUT                                     OUT.TXT
Milijana Maric 2009                       Milijana Maric 2009
```

**Zadatak 3.22** Napisati funkciju koja sortira niz niski po broju suglasnika u niski. Ukoliko reči imaju isti broj suglasnika tada sortirati ih po dužini niske rastuće, a ukoliko su i dužine jednake onda leksikografski rastuće. Napisati program koji testira ovu funkciju za niske koje se zadaju u datoteci `niske.txt`. Pretpostaviti da u nizu nema više od 128 elemenata, kao i da svaka niska sadrži najviše 31 karakter.

#### Test 1

```
NISKE.TXT
ana petar andjela milos nikola aleksandar ljubica matej milica

IZLAZ:
ana matej milos petar milica nikola andjela ljubica aleksandar
```

[Rešenje 3.22]

**Zadatak 3.23** Napisati program koji simulira rad kase u prodavnici. Kupci prilaze kasi, a prodavac unošenjem bar-koda kupljenog proizvoda dodaje njegovu cenu na ukupan račun. Na kraju, program ispisuje ukupnu vrednost svih proizvoda. Sve artikle, zajedno sa bar-kodovima, proizvođačima i cenama učitati iz datoteke `artikli.txt`. Pretraživanje niza artikala vršiti binarnom pretragom.



*Primer 1*

```

ARTIKLI.TXT
1001 Keks Jaffa 120
2530 Napolitanke Bambi 230
0023 MedenoSrce Pionir 150
2145 Pardon Marbo 70

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Asortiman:
KOD Naziv artikla Ime proizvođača Cena
23 MedenoSrce Pionir 150.00
1001 Keks Jaffa 120.00
2145 Pardon Marbo 70.00
2530 Napolitanke Bambi 230.00
-----
- Za kraj za kraj rada kase, pritisnite CTRL+D!
- Za nov racun unesite kod artikla!

1001
Trazili ste: Keks Jaffa 120.00
Unesite kod artikla [ili 0 za prekid]: 23
Trazili ste: MedenoSrce Pionir 150.00
Unesite kod artikla [ili 0 za prekid]: 0

UKUPNO: 270.00 dinara.

-----
- Za kraj za kraj rada kase, pritisnite CTRL+D!
- Za nov racun unesite kod artikla!

232
GRESKA: Ne postoji proizvod sa traženim kodom!
Unesite kod artikla [ili 0 za prekid]: 2530
Trazili ste: Napolitanke Bambi 230.00
Unesite kod artikla [ili 0 za prekid]: 0

UKUPNO: 230.00 dinara.

-----
- Za kraj za kraj rada kase, pritisnite CTRL+D!
- Za nov racun unesite kod artikla!

Kraj rada kase!

```

[Rešenje 3.23]

**Zadatak 3.24** Napisati program koji iz datoteke `aktivnost.txt` čita podatke o aktivnostima studenata na praktikumima i u datoteke `dat1.txt`, `dat2.txt` i `dat3.txt` upisuje redom tri spiska. Na prvom su studenti sortirani leksikografski po imenu rastuće. Na drugom su sortirani po ukupnom broju urađenih zadataka opadajuće, a ukoliko neki studenti imaju isti broj rešenih zadataka sortiraju se po dužini imena rastuće. Na trećem spisku kriterijum sortiranja je broj časova na kojima su bili opadajuće. Ukoliko neki studenti imaju isti broj časova, sortirati ih opadajuće po broju urađenih zadataka, a ukoliko se i on poklapa sortirati po

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

prezimeni opadajuće. U datoteci se nalazi ime, prezime studenta, broj časova na kojima je prisustvovao, kao i ukupan broj urađenih zadataka. Pretpostaviti da studenata neće biti više od 500 i da je za ime studenta dovoljno 20, a za prezime 25 karaktera.

#### Test 1

AKTIVNOSTI.TXT

```
Aleksandra Cvetic 4 6
Bojan Golubovic 4 3
Dragan Markovic 3 5
Ivana Stankovic 3 1
Marija Stankovic 1 3
Ognjen Peric 1 2
Uros Milic 2 5
Andrija Petrovic 2 5
Anja Ilic 3 1
Lazar Micic 1 3
Nenad Brankovic 2 4
```

DAT1.TXT

```
Studenti sortirani po imenu
leksikografski rastuce:
Aleksandra Cvetic 4 6
Andrija Petrovic 2 5
Anja Ilic 3 1
Bojan Golubovic 4 3
Dragan Markovic 3 5
Ivana Stankovic 3 1
Lazar Micic 1 3
Marija Stankovic 1 3
Nenad Brankovic 2 4
Ognjen Peric 1 2
Uros Milic 2 5
```

DAT2.TXT

```
Studenti sortirani po broju zadataka
opadajuće, pa po dužini imena rastuce:
Aleksandra Cvetic 4 6
Uros Milic 2 5
Dragan Markovic 3 5
Andrija Petrovic 2 5
Nenad Brankovic 2 4
Lazar Micic 1 3
Bojan Golubovic 4 3
Marija Stankovic 1 3
Ognjen Peric 1 2
Anja Ilic 3 1
Ivana Stankovic 3 1
```

DAT3.TXT

```
Studenti sortirani po prisustvu
opadajuće, pa po broju zadataka,
pa po prezimenima leksikografski
opadajuće:
Aleksandra Cvetic 4 6
Bojan Golubovic 4 3
Dragan Markovic 3 5
Ivana Stankovic 3 1
Anja Ilic 3 1
Andrija Petrovic 2 5
Uros Milic 2 5
Nenad Brankovic 2 4
Marija Stankovic 1 3
Lazar Micic 1 3
Ognjen Peric 1 2
```

[Rešenje 3.24]

**Zadatak 3.25** U datoteci `pesme.txt` nalaze se informacije o gledanosti pesama na Youtube-u. Format datoteke sa informacijama je sledeći:

- U prvoj liniji datoteke se nalazi ukupan broj pesama prisutnih u datoteci.
- Svaki naredni red datoteke sadrži informacije o gledanosti pesama u formatu **izvođač - naslov, broj gledanja**.

Napisati program koji učitava informacije o pesmama i vrši sortiranje pesama u zavisnosti od argumenata komandne linije na sledeći način:

- nema opcija, sortiranje se vrši po broju gledanja;

- prisutna je opcija `-i`, sortiranje se vrši po imenima izvođača;
- prisutna je opcija `-n`, sortiranje se vrši po naslovu pesama.

Na standardnom izlazu ispisati informacije o pesmama sortiranim na opisani način. Uraditi zadatak bez pravljenja pretpostavki o maksimalnoj dužini imena izvođača i naslova pesme.

Test 1	Test 2	Test 3
POKRETANJE: ./a.out	POKRETANJE: ./a.out -i	POKRETANJE: ./a.out -n
PESME.TXT	PESME.TXT	PESME.TXT
5	5	5
Ana - Nebo, 2342	Ana - Nebo, 2342	Ana - Nebo, 2342
Laza - Oblaci, 29	Laza - Oblaci, 29	Laza - Oblaci, 29
Pera - Ptice, 327	Pera - Ptice, 327	Pera - Ptice, 327
Jelena - Sunce, 92321	Jelena - Sunce, 92321	Jelena - Sunce, 92321
Mika - Kisa, 5341	Mika - Kisa, 5341	Mika - Kisa, 5341
IZLAZ:	IZLAZ:	IZLAZ:
Jelena - Sunce, 92321	Ana - Nebo, 2342	Mika - Kisa, 5341
Mika - Kisa, 5341	Jelena - Sunce, 92321	Ana - Nebo, 2342
Ana - Nebo, 2342	Laza - Oblaci, 29	Laza - Oblaci, 29
Pera - Ptice, 327	Mika - Kisa, 5341	Pera - Ptice, 327
Laza - Oblaci, 29	Pera - Ptice, 327	Jelena - Sunce, 92321

[Rešenje 3.25]

**\* Zadatak 3.26** Razmatrajmo dve operacije: operacija U je unos novog broja  $x$ , a operacija N određivanje  $n$ -tog po veličini od unetih brojeva. Implementirati program koji izvršava ove operacije. Može postojati najviše 100000 operacija unosa, a uneti elementi se mogu ponavljati, pri čemu se i ponavljanja računaju prilikom brojanja. NAPOMENA: *Brojeve čuvati u sortiranom nizu i svaki naredni element umetati na svoje mesto.* Optimizovati program, ukoliko se zna da neće biti više od 500 različitih unetih brojeva.

#### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesi niz operacija: U 2 U 0 U 6 U 4 N 1 U 8 N 2 N 5 U 2 N 3 N 5
0 2 8 2 6
```

**\* Zadatak 3.27** Šef u restoranu je neuredan i palačinke koje ispeče ne slaže redom po veličini. Konobar pre serviranja mora da sortira palačinke po veličini, a jedina operacija koju sme da izvodi je da obrne deo palačinki. Na primer, sledeća slika po kolonama predstavlja naslagane palačinke posle svakog okretanja. Na početku, palačinka veličine 2 je na dnu, iznad nje se redom nalaze

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

najmanja, najveća, itd... Na slici crtica predstavlja mesto iznad koga će konobar okrenuti palačinke. Prvi potez konobara je okretanje palačinki veličine 5, 4 i 3 (prva kolona), i tada će veličine palačinki odozdo nagore biti 2, 1, 3, 4, 5 (druga kolona). Posle još dva okretanja, palačinke će biti složene.

3	5	2	1
4	4	1__	2
5__	3	3	3
1	1	4	4
2	2__	5	5

Napisati program koji u najviše  $2n - 3$  okretanja sortira učitani niz. UPUTSTVO: Imitirati *selection sort* i u svakom koraku dovesti jednu palačinku na svoje mesto korišćenjem najviše dva okretanja.

Test 1

```
ULAZ:
23 64 123 76 22 7 34 123 54562 12 453 342 5342 42 542 1 3 432 1 32 43
IZLAZ:
1 1 3 7 12 22 23 32 34 42 43 64 76 123 123 342 432 453 542 5342 54562
```

**Zadatak 3.28** Za zadatu celobrojnu matricu dimenzije  $n \times m$  napisati funkciju koja vrši sortiranje vrsta matrice rastuće na osnovu sume elemenata u vrsti. Napisati potom program koji testira ovu funkciju. Sa standardnog ulaza se prvo unose dimenzije matrice, a zatim redom elementi matrice. Rezultujuću matricu ispisati na standardnom izlazu. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku sa celobrojnim matricama iz zadatka 2.19.*

Test 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenzije matrice: 3 2
Unesite elemente matrice po vrstama:
6 -5
-4 3
2 1
Sortirana matrica je:
-4 3
6 -5
2 1
```

Test 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenzije matrice: 4 4
Unesite elemente matrice po vrstama:
34 12 54 642
1 2 3 4
53 2 1 5
54 23 5 671
Sortirana matrica je:
1 2 3 4
53 2 1 5
34 12 54 642
54 23 5 671
```

[Rešenje 3.28]

**Zadatak 3.29** Za zadatu kvadratnu matricu dimenzije  $n$  napisati funkciju koja sortira kolone matrice opadajuće na osnovu vrednosti prvog elementa u koloni. Napisati program koji testira ovu funkciju. Sa standardnog ulaza se prvo unosi dimenzija matrice, a zatim redom elementi matrice. Rezultujuću matricu ispisati na standardnom izlazu. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku sa celobrojnim matricama iz zadatka 2.19.*

#### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju matrice: 2
Unesite elemente matrice po vrstama:
6 -5
-4 3
Sortirana matrica je:
-5 6
3 -4
```

#### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju matrice: 4
Unesite elemente matrice po vrstama:
34 12 54 642
1 2 3 4
53 2 1 5
54 23 5 671
Sortirana matrica je:
12 34 54 642
2 1 3 4
2 53 1 5
23 54 5 671
```

## 3.3 Bibliotečke funkcije pretrage i sortiranja

**Zadatak 3.30** Napisati program u kome se prvo inicijalizuje statički niz struktura osoba sa članovima ime i prezime, a zatim se učitava jedan karakter i pronalazi i štampa jedna struktura iz niza osoba čije prezime počinje tim karakterom. Ako takva osoba ne postoji, štampati  $-1$  na standardnom izlazu za greške. Niz struktura ima manje od 100 elemenata i uređen je u rastućem leksikografskom poretku po prezimenima. Pretraživanje niza vršiti bibliotečkom funkcijom `bsearch`. Na primer, niz osoba može da bude inicijalizovan na sledeći način:

```
Osoba niz_osoba[]={{"Mika", "Antic"},
{"Dobrica", "Eric"},
{"Desanka", "Maksimovic"},
{"Dusko", "Radovic"},
{"Ljubivoje", "Rsumovic"}};
```

#### Test 1

```
ULAZ:
R

IZLAZ:
Dusko Radovic
```

#### Test 2

```
ULAZ:
E

IZLAZ:
Dobrica Eric
```

#### Test 3

```
ULAZ:
X

IZLAZ:
-1
```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

**Zadatak 3.31** Napisati program koji ilustruje upotrebu bibliotekskih funkcija za pretraživanje i sortiranje nizova i mogućnost zadavanja različitih kriterijuma sortiranja. Sa standardnog ulaza se unosi dimenzija niza celih brojeva, ne veća od 100, a potom i sami elementi niza. Upotrebom funkcije `qsort` sortirati niz u rastućem poretku, sa standardnog ulaza učitati broj koji se traži u nizu, pa zatim funkcijama `bsearch` i `lfind` utvrditi da li se zadati broj nalazi u nizu. Na standardnom izlazu ispisati odgovarajuću poruku.

#### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Uneti dimenziju niza: 11
Uneti elemente niza:
5 3 1 6 8 90 34 5 3 432 34
Sortirani niz u rastucem poretku:
1 3 3 5 5 6 8 34 34 90 432
Uneti element koji se trazi u nizu: 34
Binarna pretraga:
Element je nadjen na poziciji 8
Linearna pretraga (lfind):
Element je nadjen na poziciji 7
```

#### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Uneti dimenziju niza: 4
Uneti elemente niza:
4 2 5 7
Sortirani niz u rastucem poretku:
2 4 5 7
Uneti element koji se trazi u nizu: 3
Binarna pretraga:
Elementa nema u nizu!
Linearna pretraga (lfind):
Elementa nema u nizu!
```

[Rešenje 3.31]

**Zadatak 3.32** Napisati program koji sa standardnog ulaza učitava dimenziju niza celih brojeva (ne veću od 100), a potom i same elemente niza. Upotrebom funkcije `qsort` sortirati niz u rastućem poretku prema broju delilaca i tako dobijeni niz odštampati na standardnom izlazu.

#### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Uneti dimenziju niza: 10
Uneti elemente niza:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Sortirani niz u rastucem
poretku prema broju delilaca
1 2 3 5 7 4 9 6 8 10
```

#### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Uneti dimenziju niza: 1
Uneti elemente niza:
234
Sortirani niz u rastucem
poretku prema broju delilaca
234
```

#### Primer 3

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Uneti dimenziju niza: 0
Uneti elemente niza:
Sortirani niz u rastucem
poretku prema broju
delilaca:
```

[Rešenje 3.32]

**Zadatak 3.33** Korišćenjem bibliotečke funkcije `qsort` napisati program koji sortira niz niski po sledećim kriterijumima:

- (a) leksikografski,
- (b) po dužini.

Niske se učitavaju iz datoteke `niske.txt`. Pretpostaviti da datoteka ne sadrži više od 1000 niski kao i da je svaka niska dužine najviše 30 karaktera. Program prvo leksikografski sortira niz, primenjuje binarnu pretragu (`bsearch`) zarad traženja niske unete sa standardnog ulaza, a potom traži istu nisku koristeći funkciju `lfind` u nizu koji je neposredno pre toga sortiran po dužini. Rezultate svih sortiranja i pretraga ispisati na standardnom izlazu.

#### Primer 1

```
NISKE.TXT
ana petar andjela milos nikola aleksandar ljubica matej milica

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Leksikografski sortirane niske:
aleksandar ana andjela ljubica matej milica milos nikola petar
Uneti trazenu nisku: matej
Niska "matej" je pronadjena u nizu na poziciji 4
Niske sortirane po duzini:
ana matej milos petar milica nikola andjela ljubica aleksandar
Niska "matej" je pronadjena u nizu na poziciji 1
```

[Rešenje 3.33]

**Zadatak 3.34** Uraditi prethodni zadatak 3.33 sa dinamički alociranim niskama i sortiranjem niza pokazivača, umesto niza niski.

[Rešenje 3.34]

**Zadatak 3.35** Napisati program koji korišćenjem bibliotečke funkcije `qsort` sortira studente prema broju poena osvojenih na kolokvijumu. Ukoliko više studenata ima isti broj bodova, sortirati ih po prezimenu leksikografski rastuće. Korisnik potom unosi broj bodova i prikazuje mu se jedan od studenata sa tim brojem bodova ili poruka ukoliko nema takvog. Potom, sa standardnog ulaza, unosi se prezime traženog studenta i prikazuje se osoba sa tim prezimenom ili poruka da se nijedan student tako ne preziva. Za pretraživanje koristiti odgovarajuće bibliotečke funkcije. Podaci o studentima čitaju se iz datoteke čije se ime zadaje preko argumenata komandne linije. Za svakog studenta u datoteci postoje ime, prezime i bodovi osvojeni na kolokvijumu. Pretpostaviti da neće biti više od 500 studenata i da je za ime i prezime svakog studenta dovoljno po 20 karaktera.

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

#### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out kolokvijum.txt

ULAZNA DATOTEKA (KOLOKVIJUM.TXT):
Aleksandra Cvetic 15
Bojan Golubovic 30
Dragan Markovic 25
Filip Dukic 20
Ivana Stankovic 25
Marija Stankovic 15
Ognjen Peric 20
Uros Milic 10
Andrija Petrovic 0
Anja Ilic 5
Ivana Markovic 5
Lazar Micic 20
Nenad Brankovic 15
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Studenti sortirani po broju poena
opadajuće, pa po prezimenu rastuće:
Bojan Golubovic 30
Dragan Markovic 25
Ivana Stankovic 25
Filip Dukic 20
Lazar Micic 20
Ognjen Peric 20
Nenad Brankovic 15
Aleksandra Cvetic 15
Marija Stankovic 15
Uros Milic 10
Anja Ilic 5
Ivana Markovic 5
Andrija Petrovic 0
Unesite broj bodova: 20
Pronadjen je student sa unetim
brojem bodova: Filip Dukic 20
Unesite prezime: Markovic
Pronadjen je student sa unetim
prezimenom: Dragan Markovic 25
```

[Rešenje 3.35]

**Zadatak 3.36** Uraditi zadatak 3.13, ali korišćenjem bibliotečke `qsort` funkcije.

[Rešenje 3.36]

**Zadatak 3.37** Napisati program koji sa standardnog ulaza učitava prvo ceo broj  $n$  ( $n \leq 10$ ), a zatim niz  $S$  od  $n$  niski. Maksimalna dužina svake niske je 31 karakter. Sortirati niz  $S$  bibliotečkom funkcijom `qsort` i proveriti da li u njemu ima identičnih niski.

#### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj niski: 4
Unesite niske:
prog search sort search
ima
```

#### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj niski: 3
Unesite niske:
test kol ispit
nema
```

#### Primer 3

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj niski: 5
Unesite niske:
a ab abc abcd abcde
nema
```

[Rešenje 3.37]

**Zadatak 3.38** Datoteka `studenti.txt` sadrži spisak studenata. Za svakog studenta poznat je nalog na Alas-u (oblika npr. `mr15125`, `mm14001`), ime, prezime i broj poena. Ni ime, ni prezime neće biti duže od 20 karaktera. Napisati



### 3.3 Bibliotečke funkcije pretrage i sortiranja

program koji korišćenjem funkcije `qsort` sortira studente po broju poena opadajuće, ukoliko je prisutna opcija `-p`, ili po nalogu, ukoliko je prisutna opcija `-n`. Studenti se po nalogu sortiraju tako što se sortiraju na osnovu godine, zatim na osnovu smera, i na kraju na osnovu broja indeksa. Sortirane studente upisati u datoteku `izlaz.txt`. Ukoliko je u komandnoj liniji uz opciju `-n` naveden i nalog nekog studenta, funkcijom `bsearch` potražiti i prijaviti broj poena studenta sa tim nalogom.

#### Test 1

```
POKRETANJE: ./a.out -n mm13321
```

```
STUDENTI.TXT
```

```
mr14123 Marko Antic 20
mm13321 Marija Radic 12
ml13011 Ivana Mitrovic 19
ml13066 Pera Simic 15
mv14003 Jovan Jovanovic 17
```

```
IZLAZ.TXT
```

```
ml13011 Ivana Mitrovic 19
ml13066 Pera Simic 15
mm13321 Marija Radic 12
mr14123 Marko Antic 20
mv14003 Jovan Jovanovic 17
```

```
IZLAZ:
```

```
mm13321 Marija Radic 12
```

#### Test 2

```
POKRETANJE: ./a.out -p
```

```
STUDENTI.TXT
```

```
mr14123 Marko Antic 20
mm13321 Marija Radic 12
ml13011 Ivana Mitrovic 19
ml13066 Pera Simic 15
mv14003 Jovan Jovanovic 17
```

```
IZLAZ.TXT
```

```
mr14123 Marko Antic 20
ml13011 Ivana Mitrovic 19
mv14003 Jovan Jovanovic 17
ml13066 Pera Simic 15
mm13321 Marija Radic 12
```

[Rešenje 3.38]

**Zadatak 3.39** Definisati strukturu `Datum`. Napisati funkciju koja poredi dva datuma hronološki. Potom, napisati i program koji učitava datume iz datoteke koja se zadaje kao prvi argument komandne linije (ne više od 128 datuma), sortira ih pozivajući funkciju `qsort` iz standardne biblioteke i pozivanjem funkcije `bsearch` iz standardne biblioteke proverava da li datumi učitani sa standardnog ulaza postoje među prethodno unetim datumima. Datumi se učitavaju sve do kraja ulaza.

#### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out datoteka.txt
```

```
DATOTEKA.TXT
```

```
1.1.2013.
13.12.2016.
11.11.2011.
3.5.2015.
5.2.2009.
```

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
```

```
Unesi sledeci datum: 13.12.2016.
postoji
Unesi sledeci datum: 10.5.2015.
ne postoji
Unesi sledeci datum: 5.2.2009.
postoji
```

## 3.4 Rešenja

### Rešenje 3.1

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <time.h>
4 #define MAX 1000000
5
6 /* Pri prevodjenju program linkovati sa bibliotekom librt opcijom
7    -lrt zbog funkcije clock_gettime() */
8
9 /* Naredne tri funkcije koje vrse pretragu, ukoliko se trazeni
10    element pronadje u nizu, vracaju indeks pozicije na kojoj je
11    element pronadjen. Ovaj indeks je uvek nenegativan. Ako element
12    nije pronadjen u nizu, funkcije vracaju negativnu vrednost -1, kao
13    indikator neuspesne pretrage. */
14
15 /* Linearna pretraga: Funkcija pretrazuje niz a[] celih brojeva
16    duzine n, trazeci u njemu prvo pojavljivanje elementa x. Pretraga
17    se vrsi prostom iteracijom kroz niz. */
18 int linearna_pretraga(int a[], int n, int x)
19 {
20     int i;
21     for (i = 0; i < n; i++)
22         if (a[i] == x)
23             return i;
24     return -1;
25 }
26
27 /* Binarna pretraga: Funkcija trazi u sortiranom nizu a[] duzine n
28    broj x. Pretraga koristi osobinu sortiranosti niza i u svakoj
29    iteraciji polovi interval pretrage. */
30 int binarna_pretraga(int a[], int n, int x)
31 {
32     int levi = 0;
33     int desni = n - 1;
34     int srednji;
35     /* Dokle god je indeks levi levo od indeksa desni */
36     while (levi <= desni) {
37         /* Srednji indeks je njihova aritmeticka sredina */
38         srednji = (levi + desni) / 2;
39         /* Ako je element sa sredisnjim indeksom veci od x, tada se x
40            mora nalaziti u levom delu niza */
41         if (x < a[srednji])
42             desni = srednji - 1;
43         /* Ako je element sa sredisnjim indeksom manji od x, tada se x
44            mora nalaziti u desnom delu niza */
45         else if (x > a[srednji])
46             levi = srednji + 1;
```

```

47     else
48         /* Ako je element sa sredisnjim indeksom jednak x, tada je broj
49            x pronadjen na poziciji srednji */
50         return srednji;
51     }
52     /* Ako element x nije pronadjen, vraca se -1 */
53     return -1;
54 }
55
56 /* Interpolaciona pretraga: Funkcija trazi u sortiranom nizu a[]
57    duzine n broj x. Pretraga koristi osobinu sortiranosti niza i
58    zasniva se na linearnoj interpolaciji vrednosti koja se trazi
59    vrednostima na krajevima prostora pretrage. */
60 int interpolaciona_pretraga(int a[], int n, int x)
61 {
62     int levi = 0;
63     int desni = n - 1;
64     int srednji;
65     /* Dokle god je indeks levi levo od indeksa desni... */
66     while (levi <= desni) {
67         /* Ako je trazeni element manji od pocetnog ili veci od
68            poslednjeg elementa u delu niza a[levi],...,a[desni], tada on
69            nije u tom delu niza. Ova provera je neophodna, da se ne bi
70            dogodilo da se prilikom izracunavanja indeksa srednji izadje
71            izvan opsega indeksa [levi,desni] */
72         if (x < a[levi] || x > a[desni])
73             return -1;
74         /* U suprotnom, x je izmedju a[levi] i a[desni], pa ako su
75            a[levi] i a[desni] jednaki, tada je jasno da je trazeni broj x
76            jednak ovim vrednostima, pa se vraca indeks levi (ili indeks
77            desni). Ova provera je neophodna, jer bi se u suprotnom
78            prilikom izracunavanja indeksa srednji pojavilo deljenje
79            nulom. */
80         else if (a[levi] == a[desni])
81             return levi;
82         /* Racunanje srednjeg indeksa */
83         srednji =
84             levi +
85             (int) ((double) (x - a[levi]) / (a[desni] - a[levi]) *
86                 (desni - levi));
87         /* Napomena: Indeks srednji je uvek izmedju levi i desni, ali ce
88            verovatno biti blize trazenoj vrednosti nego da je prosto uvek
89            uzimana aritmiticka sredina indeksa levi i desni. Ovo se moze
90            porediti sa pretragom recnika: ako neko trazi rec na slovo
91            'B', sigurno nece da otvori recnik na polovini, vec verovatno
92            negde blize pocetku. */
93         /* Ako je element sa indeksom srednji veci od trazenog, tada se
94            trazeni element mora nalaziti u levoj polovini niza */
95         if (x < a[srednji])
96             desni = srednji - 1;
97         /* Ako je element sa indeksom srednji manji od trazenog, tada se
98            trazeni element mora nalaziti u desnoj polovini niza */

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
99     else if (x > a[srednji])
100         levi = srednji + 1;
101     else
102         /* Ako je element sa indeksom srednji jednak trazenom, onda se
103            pretraga završava na poziciji srednji */
104         return srednji;
105 }
106 /* U slučaju neuspesne pretrage vraća se -1 */
107 return -1;
108 }
109
110 int main(int argc, char **argv)
111 {
112     int a[MAX];
113     int n, i, x;
114     struct timespec vreme1, vreme2, vreme3, vreme4, vreme5, vreme6;
115     FILE *f;
116     /* Provera argumenata komandne linije */
117     if (argc != 3) {
118         fprintf(stderr,
119             "koriscenje programa: %s dim_niza trazeni_br\n", argv[0])
120         ;
121         exit(EXIT_FAILURE);
122     }
123
124     /* Dimenzija niza */
125     n = atoi(argv[1]);
126     if (n > MAX || n <= 0) {
127         fprintf(stderr, "Dimenzija niza neodgovarajuca\n");
128         exit(EXIT_FAILURE);
129     }
130
131     /* Broj koji se traži */
132     x = atoi(argv[2]);
133     /* Elementi niza se generisu slučajno, tako da je svaki sledeći
134        veći od prethodnog. Funkcija srandom() inicijalizuje početnu
135        vrednost sa kojom se kreće u izracunavanje sekvence
136        pseudo-slučajnih brojeva. Kako generisani niz ne bi uvek bio
137        isti, ova vrednost se postavlja na tekuće vreme u sekundama od
138        Nove godine 1970, tako da je za svako sledeće pokretanje
139        programa (u vremenskim intervalima većim od jedne sekunde) ova
140        vrednost drugačija. random()%100 vraća brojeve između 0 i 99 */
141     srandom(time(NULL));
142     for (i = 0; i < n; i++)
143         a[i] = i == 0 ? random() % 100 : a[i - 1] + random() % 100;
144     /* Linearna pretraga */
145     printf("Linearna pretraga:\n");
146     /* Vreme proteklo od Nove godine 1970 */
147     clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme1);
148     i = linearna_pretraga(a, n, x);
149     /* Novo vreme i razlika sa prvim predstavlja vreme utroseno za
150        linearnu pretragu */
```

```

151 clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme2);
152 if (i == -1)
153     printf("Element nije u nizu\n");
154 else
155     printf("Element je u nizu na poziciji %d\n", i);
156 /* Binarna pretraga */
157 printf("Binarna pretraga:\n");
158 clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme3);
159 i = binarna_pretraga(a, n, x);
160 clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme4);
161 if (i == -1)
162     printf("Element nije u nizu\n");
163 else
164     printf("Element je u nizu na poziciji %d\n", i);
165 /* Interpolaciona pretraga */
166 printf("Interpolaciona pretraga:\n");
167 clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme5);
168 i = interpolaciona_pretraga(a, n, x);
169 clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme6);
170 if (i == -1)
171     printf("Element nije u nizu\n");
172 else
173     printf("Element je u nizu na poziciji %d\n", i);
174 /* Podaci o izvršavanju programa bivaju upisani u log fajl */
175 if ((f = fopen("vremena.txt", "a")) == NULL) {
176     fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje log fajla.\n");
177     exit(EXIT_FAILURE);
178 }
179 fprintf(f, "Dimenzija niza: %d\n", n);
180 fprintf(f, "\tLinearna: %10ld ns\n",
181         (vreme2.tv_sec - vreme1.tv_sec) * 1000000000 +
182         vreme2.tv_nsec - vreme1.tv_nsec);
183 fprintf(f, "\tBinarna: %19ld ns\n",
184         (vreme4.tv_sec - vreme3.tv_sec) * 1000000000 +
185         vreme4.tv_nsec - vreme3.tv_nsec);
186 fprintf(f, "\tInterpolaciona: %12ld ns\n\n",
187         (vreme6.tv_sec - vreme5.tv_sec) * 1000000000 +
188         vreme6.tv_nsec - vreme5.tv_nsec);
189 /* Zatvaranje datoteke */
190 fclose(f);
191 exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

### Rešenje 3.2

```

#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>

4 #define MAX 1024

```

```
6 int linearna_pretraga_r1(int a[], int n, int x)
{
8     int tmp;
    /* Izlaz iz rekurzije */
10    if (n <= 0)
        return -1;
12    /* Ako je prvi element trazeni */
    if (a[0] == x)
        return 0;
    /* Pretraga ostatka niza */
16    tmp = linearna_pretraga_r1(a + 1, n - 1, x);
    return tmp < 0 ? tmp : tmp + 1;
18 }

20 int linearna_pretraga_r2(int a[], int n, int x)
{
22    /* Izlaz iz rekurzije */
    if (n <= 0)
24        return -1;
    /* Ako je poslednji element trazeni */
26    if (a[n - 1] == x)
        return n - 1;
28    /* Pretraga ostatka niza */
    return linearna_pretraga_r2(a, n - 1, x);
30 }

32 int binarna_pretraga_r(int a[], int l, int d, int x)
{
34     int srednji;
    if (l > d)
36         return -1;
    /* Sredisnja pozicija na kojoj se trazi vrednost x */
38    srednji = (l + d) / 2;
    /* Ako je element na sredisnjoj poziciji trazeni */
40    if (a[srednji] == x)
        return srednji;
42    /* Ako je trazeni broj veci od broja na sredisnjoj poziciji,
        pretrazuje se desna polovina niza */
44    if (a[srednji] < x)
        return binarna_pretraga_r(a, srednji + 1, d, x);
46    /* Ako je trazeni broj manji od broja na sredisnjoj poziciji,
        pretrazuje se leva polovina niza */
48    else
        return binarna_pretraga_r(a, l, srednji - 1, x);
50 }

52 int interpolaciona_pretraga_r(int a[], int l, int d, int x)
54 {
    int p;
56    if (x < a[l] || x > a[d])
        return -1;
```

```

58     if (a[d] == a[l])
59         return l;
60     /* Pozicija na kojoj se trazi vrednost x */
61     p = l + (d - l) * (x - a[l]) / (a[d] - a[l]);
62     if (a[p] == x)
63         return p;
64     if (a[p] < x)
65         return interpolaciona_pretraga_r(a, p + 1, d, x);
66     else
67         return interpolaciona_pretraga_r(a, l, p - 1, x);
68 }

70 int main()
71 {
72     int a[MAX];
73     int x;
74     int i, indeks;

75     /* Ucitavanje trazenog broja */
76     printf("Unesite trazeni broj: ");
77     scanf("%d", &x);

80     /* Ucitavanje elemenata niza sve do kraja ulaza - ocekuje se da
      korisnik pritisne CTRL+D za naznaku kraja */
81     i = 0;
82     printf("Unesite sortiran niz elemenata: ");
83     while (i < MAX && scanf("%d", &a[i]) == 1) {
84         if (i > 0 && a[i] < a[i - 1]) {
85             fprintf(stderr,
86                 "Elementi moraju biti uneseni u neopadajucem poretku\n"
87             );
88             exit(EXIT_FAILURE);
89         }
90         i++;
91     }

92     /* Linear na pretraga */
93     printf("Linear na pretraga\n");
94     indeks = linearna_pretraga_r1(a, i, x);
95     if (indeks == -1)
96         printf("Element se ne nalazi u nizu.\n");
97     else
98         printf("Pozicija elementa je %d.\n", indeks);

100     /* Binarna pretraga */
101     printf("Binarna pretraga\n");
102     indeks = binarna_pretraga_r(a, 0, i - 1, x);
103     if (indeks == -1)
104         printf("Element se ne nalazi u nizu.\n");
105     else
106         printf("Pozicija elementa je %d.\n", indeks);
107 }

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
110  /* Interpolaciona pretraga */
111  printf("Interpolaciona pretraga\n");
112  indeks = interpolaciona_pretraga_r(a, 0, i - 1, x);
113  if (indeks == -1)
114      printf("Element se ne nalazi u nizu.\n");
115  else
116      printf("Pozicija elementa je %d.\n", indeks);
117  return 0;
118 }
```

#### Rešenje 3.3

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <string.h>
4
5 #define MAX_STUDENATA 128
6 #define MAX_DUZINA 16
7
8 /* 0 svakom studentu postoje 3 informacije i one su objedinjene u
   strukturi kojom se predstavlja svaki student. */
9
10 typedef struct {
11     /* Indeks mora biti tipa long jer su podaci u datoteci preveliki za
12      int, npr. 20140123 */
13     long indeks;
14     char ime[MAX_DUZINA];
15     char prezime[MAX_DUZINA];
16 } Student;
17
18 /* Učitani niz studenata će biti sortirani rastuće prema indeksu, jer
19 su studenti u datoteci već sortirani. Iz tog razloga pretraga po
20 indeksu se vrši binarno, dok pretraga po prezimenu mora linearno,
21 jer nema garancije da postoji uredjenje po prezimenu. */
22
23 /* Funkcija traži u sortiranom nizu studenata a[] dužine n studenta
24 sa indeksom x i vraća indeks pozicije nadjenog člana niza ili -1,
25 ako element nije pronađen. */
26 int binarna_pretraga(Student a[], int n, long x)
27 {
28     int levi = 0;
29     int desni = n - 1;
30     int srednji;
31     /* Dokle god je indeks levi levo od indeksa desni */
32     while (levi <= desni) {
33         /* Racuna se srednja pozicija */
34         srednji = (levi + desni) / 2;
35         /* Ako je indeks studenta na toj poziciji veći od traženog, tada
36            se traženi indeks mora nalaziti u levoj polovini niza */
37         if (x < a[srednji].indeks)
38             desni = srednji - 1;
```



```

40     /* Ako je pak manji od trazenog, tada se on mora nalaziti u
        desnoj polovini niza */
42     else if (x > a[srednji].indeks)
        levi = srednji + 1;
44     else
        /* Ako je jednak trazenom indeksu x, tada je pronadjen student
           sa trazenom indeksom na poziciji srednji */
46     return srednji;
    }
48     /* Ako nije pronadjen, vraca se -1 */
    return -1;
50 }

52 /* Linearnom pretragom niza studenata trazi se prezime x */
int linearna_pretraga(Student a[], int n, char x[])
54 {
    int i;
56     for (i = 0; i < n; i++)
        /* Poredjenje prezimena i-tog studenta i poslatog x */
58         if (strcmp(a[i].prezime, x) == 0)
            return i;
60     return -1;
}

62
64 /* Main funkcija mora imati argumente jer se ime datoteke i opcija
    prosledjuju kao argumenti komandne linije */
int main(int argc, char *argv[])
66 {
    Student dosije[MAX_STUDENATA];
68     FILE *fin = NULL;
    int i;
70     int br_studenata = 0;
    long trazeni_indeks = 0;
72     char trazeno_prezime[MAX_DUZINA];
    int bin_pretraga;

74
    /* Provera da li je korisnik prilikom poziva programa prosledio ime
       datoteke sa informacijama o studentima i opciju pretrage */
76     if (argc != 3) {
        fprintf(stderr,
80             "Greska: Program se poziva sa %s ime_datoteke opcija\n",
            argv[0]);
        exit(EXIT_FAILURE);
82     }

84     /* Provera prosledjene opcije */
    if (strcmp(argv[2], "-indeks") == 0)
86         bin_pretraga = 1;
    else if (strcmp(argv[2], "-prezime") == 0)
88         bin_pretraga = 0;
    else {
90         fprintf(stderr, "Opcija mora biti -indeks ili -prezime\n");
    }

```

```
    exit(EXIT_FAILURE);
92 }

94 /* Otvaranje datoteke */
fin = fopen(argv[1], "r");
96 if (fin == NULL) {
    fprintf(stderr,
98         "Neuspesno otvaranje datoteke %s za citanje\n", argv[1]);
    exit(EXIT_FAILURE);
100 }

102 /* Citanje se vrši sve dok postoji red sa informacijama o studentu
    */
i = 0;
104 while (1) {
    if (i == MAX_STUDENATA)
106         break;
    if (fscanf
108         (fin, "%ld %s %s", &dosije[i].indeks, dosije[i].ime,
            dosije[i].prezime) != 3)
110         break;
    i++;
112 }
br_studenata = i;

114 /* Nakon citanja, datoteka više nije neophodna i zatvara se. */
116 fclose(fin);

118 /* Pretraga po indeksu */
if (bin_pretraga) {
120     /* Unos indeksa koji se binarno traži u nizu */
    printf("Unesite indeks studenta čije informacije želite: ");
122     scanf("%ld", &trazen_indeks);
    i = binarna_pretraga(dosije, br_studenata, trazen_indeks);
124     /* Rezultat binarne pretrage */
    if (i == -1)
126         printf("Ne postoji student sa indeksom %ld\n", trazen_indeks);
    else
128         printf("Indeks: %ld, Ime i prezime: %s %s\n",
            dosije[i].indeks, dosije[i].ime, dosije[i].prezime);
130 }
/* Pretraga po prezimenu */
132 else {
    /* Unos prezimena koje se linearno traži u nizu */
134     printf("Unesite prezime studenta čije informacije želite: ");
    scanf("%s", trazeno_prezime);
136     i = linearna_pretraga(dosije, br_studenata, trazeno_prezime);
    /* Rezultat linearne pretrage */
138     if (i == -1)
        printf("Ne postoji student sa prezimenom %s\n",
140             trazeno_prezime);
    else
```

```

142     printf("Indeks: %ld, Ime i prezime: %s %s\n",
            dosije[i].indeks, dosije[i].ime, dosije[i].prezime);
144 }
    exit(EXIT_SUCCESS);
146 }

```

### Rešenje 3.4

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4
#define MAX_STUDENATA 128
6  #define MAX_DUZINA 16

8  typedef struct {
    long indeks;
10  char ime[MAX_DUZINA];
    char prezime[MAX_DUZINA];
12 } Student;

14 int binarna_pretraga_rekurzivna(Student a[], int levi, int desni,
                                long x)
16 {
    /* Ako je pozicija elementa na levom kraju veca od pozicije
18     elementa na desnom kraju dela niza koji se pretrazuje, onda se
    zapravo pretrazuje prazan deo niza. U praznom delu niza nema
20     trazenog elementa pa se vraca -1 */
    if (levi > desni)
22         return -1;
    /* Racunanje pozicije srednjeg elementa */
24     int srednji = (levi + desni) / 2;
    /* Da li je srednji bas onaj trazeni */
26     if (a[srednji].indeks == x) {
        return srednji;
28     }
    /* Ako je trazeni indeks manji od indeksa studenta na srednjoj
30     poziciji, onda se pretraga nastavlja u levoj polovini niza, jer
    je poznato da je niz sortiran po indeksu u rastucem poretku. */
32     if (x < a[srednji].indeks)
        return binarna_pretraga_rekurzivna(a, levi, srednji - 1, x);
34     /* Inace ga treba traziti u desnoj polovini */
    else
36         return binarna_pretraga_rekurzivna(a, srednji + 1, desni, x);
}

38
40 int linearna_pretraga_rekurzivna_v2(Student a[], int n, char x[])
{
    /* Ako je niz prazan, vraca se -1 */
42     if (n == 0)
        return -1;

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
44  /* Kako se trazi prvi student sa traženim prezimenom, pocinje se sa
    prvim studentom u nizu. */
46  if (strcmp(a[0].prezime, x) == 0)
    return 0;
48  int i = linearna_pretraga_rekurzivna_v2(a + 1, n - 1, x);
    return i >= 0 ? 1 + i : -1;
50 }

52 int linearna_pretraga_rekurzivna(Student a[], int n, char x[])
{
54  /* Ako je niz prazan, vraca se -1 */
    if (n == 0)
56      return -1;
    /* Ako se trazi poslednji student sa traženim prezimenom, pocinje
    se sa poslednjim studentom u nizu. */
58  if (strcmp(a[n - 1].prezime, x) == 0)
60      return n - 1;
    return linearna_pretraga_rekurzivna(a, n - 1, x);
62 }

64 /* Main funkcija mora imati argumente jer se ime datoteke i opcija
    prosledjuju kao argumenti komandne linije */
66 int main(int argc, char *argv[])
{
68  Student dosije[MAX_STUDENATA];
    FILE *fin = NULL;
70  int i;
    int br_studenata = 0;
72  long trazen_indeks = 0;
    char trazeno_prezime[MAX_DUZINA];
74  int bin_pretraga;

76  /* Provera da li je korisnik prilikom poziva programa prosledio ime
    datoteke sa informacijama o studentima i opciju pretrage */
78  if (argc != 3) {
    fprintf(stderr,
80         "Greska: Program se poziva sa %s ime_datoteke opcija\n",
            argv[0]);
82  exit(EXIT_FAILURE);
    }

84  /* Provera prosledjene opcije */
86  if (strcmp(argv[2], "-indeks") == 0)
    bin_pretraga = 1;
88  else if (strcmp(argv[2], "-prezime") == 0)
    bin_pretraga = 0;
90  else {
    fprintf(stderr, "Opcija mora biti -indeks ili -prezime\n");
92  exit(EXIT_FAILURE);
    }

94  /* Otvaranje datoteke */
```

```
96  fin = fopen(argv[1], "r");
97  if (fin == NULL) {
98      fprintf(stderr,
100         "Neuspesno otvaranje datoteke %s za citanje\n", argv[1]);
101      exit(EXIT_FAILURE);
102  }

103  /* Citanje se vrši sve dok postoji red sa informacijama o studentu
104     */
105  i = 0;
106  while (1) {
107      if (i == MAX_STUDENATA)
108          break;
109      if (fscanf
110          (fin, "%ld %s %s", &dosije[i].indeks, dosije[i].ime,
111           dosije[i].prezime) != 3)
112          break;
113      i++;
114  }
115  br_studenata = i;

116  /* Nakon citanja, datoteka više nije neophodna i zatvara se. */
117  fclose(fin);

118  /* Pretraga po indeksu */
119  if (bin_pretraga) {
120      /* Unos indeksa koji se binarno traži u nizu */
121      printf("Unesite indeks studenta čije informacije želite: ");
122      scanf("%ld", &trazen_indeks);
123      i = binarna_pretraga_rekurzivna(dosije, 0, br_studenata,
124                                     trazen_indeks);

125      /* Rezultat binarne pretrage */
126      if (i == -1)
127          printf("Ne postoji student sa indeksom %ld\n", trazen_indeks);
128      else
129          printf("Indeks: %ld, Ime i prezime: %s %s\n",
130                dosije[i].indeks, dosije[i].ime, dosije[i].prezime);
131  }
132  /* Pretraga po prezimenu */
133  else {
134      /* Unos prezimena koje se linearno traži u nizu */
135      printf("Unesite prezime studenta čije informacije želite: ");
136      scanf("%s", trazeno_prezime);
137      i = linearna_pretraga_rekurzivna_v2(dosije, br_studenata,
138                                         trazeno_prezime);

139      /* Rezultat linearne pretrage */
140      if (i == -1)
141          printf("Ne postoji student sa prezimenom %s\n",
142                trazeno_prezime);
143      else
144          printf("Indeks: %ld, Ime i prezime: %s %s\n",
145                dosije[i].indeks, dosije[i].ime, dosije[i].prezime);
146  }
```

```
    }  
    exit(EXIT_SUCCESS);  
}
```

#### Rešenje 3.5

```
1  #include <stdio.h>  
2  #include <string.h>  
3  #include <math.h>  
4  #include <stdlib.h>  
5  
6  /* Struktura koja opisuje tacku u ravni */  
7  typedef struct Tacka {  
8      float x;  
9      float y;  
10 } Tacka;  
11  
12 /* Funkcija koja racuna rastojanje zadate tacke od koordinatnog  
13    pocetka (0,0) */  
14 float rastojanje(Tacka A)  
15 {  
16     return sqrt(A.x * A.x + A.y * A.y);  
17 }  
18  
19 /* Funkcija koja pronalazi tacku najblizu koordinatnom pocetku u nizu  
20    zadatih tacaka t dimenzije n */  
21 Tacka najbliza_koordinatnom(Tacka t[], int n)  
22 {  
23     Tacka najbliza;  
24     int i;  
25     najbliza = t[0];  
26     for (i = 1; i < n; i++) {  
27         if (rastojanje(t[i]) < rastojanje(najbliza)) {  
28             najbliza = t[i];  
29         }  
30     }  
31     return najbliza;  
32 }  
33  
34 /* Funkcija koja pronalazi tacku najblizu x osi u nizu zadatih tacaka  
35    t dimenzije n */  
36 Tacka najbliza_x_osi(Tacka t[], int n)  
37 {  
38  
39     Tacka najbliza;  
40     int i;  
41     najbliza = t[0];  
42     for (i = 1; i < n; i++) {  
43         if (fabs(t[i].x) < fabs(najbliza.x)) {  
44             najbliza = t[i];  
45         }  
46     }  
47 }
```

```

    }
47     return najbliza;
    }
49
/* Funkcija koja pronalazi tacku najblizu y osi u nizu zadatih tacaka
51  t dimenzije n */
Tacka najbliza_y_osi(Tacka t[], int n)
53 {
    Tacka najbliza;
55     int i;
    najbliza = t[0];
57     for (i = 1; i < n; i++) {
        if (fabs(t[i].y) < fabs(najbliza.y)) {
59             najbliza = t[i];
        }
61     }
    return najbliza;
63 }

65 #define MAX 1024

67 int main(int argc, char *argv[])
{
69     FILE *ulaz;
    Tacka tacke[MAX];
71     Tacka najbliza;
    int i, n;
73
    /* Ocekuje se da korisnik prosledi barem ime izvrsnog programa i
75     ime datoteke sa tackama */
    if (argc < 2) {
77         fprintf(stderr,
            "koriscenje programa: %s ime_datoteke\n", argv[0]);
79         exit(EXIT_FAILURE);
    }
81
    /* Otvaranje datoteke za citanje */
83     ulaz = fopen(argv[1], "r");
    if (ulaz == NULL) {
85         fprintf(stderr, "Greska prilikom otvaranja datoteke %s!\n",
            argv[1]);
87         exit(EXIT_FAILURE);
    }
89
    /* Sve dok ima tacaka u datoteci, one bivaju smestane u niz sa
91     tackama; i predstavlja indeks tekuce tacke */
    i = 0;
93     while (fscanf(ulaz, "%f %f", &tacke[i].x, &tacke[i].y) == 2) {
        i++;
95     }
    n = i;
97
```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
99  /* Proverava se koji su dodatni argumenti komandne linije. Ako nema
    dodatnih argumenata */
101 if (argc == 2)
    /* Trazi se najbliza tacka u odnosu na koordinatni pocetak */
    najbliza = najbliza_koordinatnom(tacke, n);
103 /* Inace proverava se koji je dodatni argument prosledjen. Ako je u
    pitanju opcija -x */
105 else if (strcmp(argv[2], "-x") == 0)
    /* Racuna se rastojanje u odnosu na x osu */
107     najbliza = najbliza_x_osi(tacke, n);
    /* Ako je u pitanju opcija -y */
109 else if (strcmp(argv[2], "-y") == 0)
    /* Racuna se rastojanje u odnosu na y osu */
111     najbliza = najbliza_y_osi(tacke, n);
    else {
113     /* Ako nije zadata opcija -x ili -y, ispisuje se obavestenje za
        korisnika i prekida se izvršavanje programa */
115     fprintf(stderr, "Pogresna opcija\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
117     }

119 /* Stampanje koordinata trazene tacke */
    printf("%g %g\n", najbliza.x, najbliza.y);
121
123 /* Zatvaranje datoteke */
    fclose(ulaz);
125
    exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

#### Rešenje 3.6

```
#include <stdio.h>
2 #include <math.h>

4 /* Tacnost */
#define EPS 0.001

6
8 int main()
9 {
10     double l, d, s;

12     /* Kako je u pitanju interval [0, 2] leva granica je 0, a desna 2
        */
14     l = 0;
        d = 2;

16     /* Sve dok se ne pronadje trazena vrednost argumenta */
    while (1) {
18         /* Polovi se interval */
        s = (l + d) / 2;
```



```

20  /* Ako je apsolutna vrednost kosinusa u ovoj tacki manja od
    zadate tacnosti, prekida se pretraga */
22  if (fabs(cos(s)) < EPS) {
    break;
24  }
    /* Ako je nula u levom delu intervala, nastavlja se pretraga na
    [l, s] */
26  if (cos(l) * cos(s) < 0)
    d = s;
28  else
    /* Inace, na intervalu [s, d] */
30  l = s;
    }

32  /* Stapanje vrednosti trazene tacke */
34  printf("%g\n", s);

36  return 0;
}

```

### Rešenje 3.7

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4  #include <math.h>

6  int main(int argc, char **argv)
{
8      double l, d, s, epsilon;

10     char ime_funkcije[6];

12     /* Pokazivac na funkciju koja ima jedan argument tipa double i
    povratnu vrednost istog tipa */
14     double (*fp) (double);

16     /* Ako korisnik nije uneo argument, prijavljuje se greska */
    if (argc != 2) {
18         fprintf(stderr, "Greska: ");
        fprintf(stderr, "Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
20         fprintf(stderr,
            "Program se poziva sa %s ime_funkcije iz math.h.\n",
22             argv[0]);
        exit(EXIT_FAILURE);
24     }

26     /* Niska ime_funkcije sadrzi ime trazene funkcije koja je navedena
    u komandnoj liniji */
28     strcpy(ime_funkcije, argv[1]);

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
30  /* Inicijalizuje se pokazivac na funkciju koja se tabelira */
    if (strcmp(ime_funkcije, "sin") == 0)
32      fp = &sin;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "cos") == 0)
34      fp = &cos;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "tan") == 0)
36      fp = &tan;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "atan") == 0)
38      fp = &atan;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "asin") == 0)
40      fp = &asin;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "log") == 0)
42      fp = &log;
    else if (strcmp(ime_funkcije, "log10") == 0)
44      fp = &log10;
    else {
46      fprintf(stderr, "Program ne podrzava trazenu funkciju!\n");
      exit(EXIT_SUCCESS);
48  }

50  printf("Unesite krajeve intervala: ");
  scanf("%lf %lf", &l, &d);

52

  if ((*fp) (l) * (*fp) (d) >= 0) {
54      fprintf(stderr,
          "Funkcija %s na intervalu [%g, %g] ne zadovoljava uslove\
n",
56          ime_funkcije, l, d);
      exit(EXIT_FAILURE);
58  }

60  printf("Unesite preciznost: ");
  scanf("%lf", &epsilon);

62

  /* Sve dok se ne pronadje trazena vrednost argumenta */
64  while (1) {
    /* Polovi se interval */
66    s = (l + d) / 2;
    /* Ako je apsolutna vrednost trazene funkcije u ovoj tacki manja
       od zadate tacnosti, prekida se pretraga */
68    if (fabs((*fp) (s)) < epsilon) {
70        break;
    }
72    /* Ako je nula u levom delu intervala, nastavlja se pretraga na
       [l, s] */
    if ((*fp) (l) * (*fp) (s) < 0)
74        d = s;
    else
76        /* Inace, na intervalu [s, d] */
        l = s;
78  }

80
```

```

82  /* Stampanje vrednosti trazene tacke */
    printf("%g\n", s);
84  return 0;
}

```

### Rešenje 3.8

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>

4  #define MAX 256

6  int prvi_veci_od_nule(int niz[], int n)
{
8  /* Granice pretrage */
    int l = 0, d = n - 1;
10  int s;
    /* Sve dok je leva manja od desne granice */
12  while (l <= d) {
        /* Racuna se sredisnja pozicija */
14  s = (l + d) / 2;
        /* Ako je broj na toj poziciji veci od nule, a eventualni njegov
16  prethodnik manji ili jednak nuli, pretraga je zavrшена */
        if (niz[s] > 0 && ((s > 0 && niz[s - 1] <= 0) || s == 0))
18  return s;
        /* U slucaju broja manjeg ili jednakog nuli, pretrazuje se desna
20  polovina niza */
        if (niz[s] <= 0)
22  l = s + 1;
        /* A inace, leva polovina */
24  else
            d = s - 1;
26  }
    return -1;
28 }

30 int main()
{
32  int niz[MAX];
    int n = 0;
34
    /* Unos niza */
36  while (scanf("%d", &niz[n]) == 1)
        n++;
38
    /* Stampanje rezultata */
40  printf("%d\n", prvi_veci_od_nule(niz, n));
42  return 0;
}

```

#### Rešenje 3.9

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #define MAX 256
5
6 int prvi_manji_od_nule(int niz[], int n)
7 {
8     /* Granice pretrage */
9     int l = 0, d = n - 1;
10    int s;
11    /* Sve dok je leva manja od desne granice */
12    while (l <= d) {
13        /* Racuna se sredisnja pozicija */
14        s = (l + d) / 2;
15        /* Ako je broj na toj poziciji manji od nule, a eventualni njegov
16         prethodnik veci ili jednak nuli, pretraga se zavrшава */
17        if (niz[s] < 0 && ((s > 0 && niz[s - 1] >= 0) || s == 0))
18            return s;
19        /* Ako je broj veci ili jednak nuli, pretrazuje se desna polovina
20         niza */
21        if (niz[s] >= 0)
22            l = s + 1;
23        /* A inace leva */
24        else
25            d = s - 1;
26    }
27    return -1;
28 }
29
30 int main()
31 {
32     int niz[MAX];
33     int n = 0;
34
35     /* Unos niza */
36     while (scanf("%d", &niz[n]) == 1)
37         n++;
38
39     /* Stampaње rezultata */
40     printf("%d\n", prvi_manji_od_nule(niz, n));
41
42     return 0;
43 }
```

#### Rešenje 3.10

```
1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3
   unsigned int logaritam_a(unsigned int x)
5  {
   /* Izlaz iz rekurzije */
7  if (x == 1)
   return 0;
9  /* Rekurzivni korak */
   return 1 + logaritam_a(x >> 1);
11 }

13 unsigned int logaritam_b(unsigned int x)
   {
15  /* Binarnom pretragom se trazi jedinica u binarnom zapisu broja x
   najvece vaznosti, tj. najlevlja. Pretragu se vrši od pozicije 0
17  do 31 */
   int d = 0, l = sizeof(unsigned int) * 8 - 1;
19  int s;
   /* Sve dok je desna granica pretrage desnije od leve */
21  while (d <= l) {
   /* Racuna se sredisnja pozicija */
23  s = (l + d) / 2;
   /* Proverava se da li je na toj poziciji trazena jedinica */
25  if ((1 << s) <= x && (1 << (s + 1)) > x)
   return s;
27  /* Pretraga desne polovine binarnog zapisa */
   if ((1 << s) > x)
29  l = s - 1;
   /* Pretraga leve polovine binarnog zapisa */
31  else
   d = s + 1;
33  }
   return s;
35 }

37 int main()
   {
39  unsigned int x;

41  /* Unos podatka */
   scanf("%u", &x);

43  /* Provera da li je uneti broj pozitivan */
45  if (x == 0) {
   fprintf(stderr, "Logaritam od nule nije definisan\n");
47  exit(EXIT_FAILURE);
   }

49  /* Ispis povratnih vrednosti funkcija */
51  printf("%u %u\n", logaritam_a(x), logaritam_b(x));
```

```
53     exit(EXIT_SUCCESS);  
}
```

#### Rešenje 3.12

*sort.h*

```
#ifndef _SORT_H_
#define _SORT_H_ 1

/* Selection sort: Funkcija sortira niz celih brojeva metodom
   sortiranja izborom. Ideja algoritma je sledeca: U svakoj
   iteraciji pronalazi se najmanji element i premesta se na pocetak
   niza. Dakle, u prvoj iteraciji, pronalazi se najmanji element, i
   dovodi na nulto mesto u nizu. U i-toj iteraciji najmanjih i-1
   elemenata su vec na svojim pozicijama, pa se od elemenata sa
   indeksima od i do n-1 trazi najmanji, koji se dovodi na i-tu
   poziciju. */
void selection_sort(int a[], int n);

/* Insertion sort: Funkcija sortira niz celih brojeva metodom
   sortiranja umetanjem. Ideja algoritma je sledeca: neka je na
   pocetku i-te iteracije niz prvih i elemenata
   (a[0],a[1],...,a[i-1]) sortirano. U i-toj iteraciji treba element
   a[i] umetnuti na pravu poziciju medju prvih i elemenata tako da se
   dobije niz duzine i+1 koji je sortiran. Ovo se radi tako sto se
   i-ti element najpre uporedi sa njegovim prvim levim susedom
   (a[i-1]). Ako je a[i] vece, tada je on vec na pravom mestu, i niz
   a[0],a[1],...,a[i] je sortiran, pa se moze preci na sledecu
   iteraciju. Ako je a[i-1] vece, tada se zamenjuju a[i] i a[i-1], a
   zatim se proverava da li je potrebno dalje potiskivanje elementa u
   levo, poredeci ga sa njegovim novim levim susedom. Ovim uzastopnim
   premestanjem se a[i] umece na pravo mesto u nizu. */
void insertion_sort(int a[], int n);

/* Bubble sort: Funkcija sortira niz celih brojeva metodom mehurica.
   Ideja algoritma je sledeca: prolazi se kroz niz redom poredeci
   susedne elemente, i pri tom ih zamenjujuci ako su u pogresnom
   poretku. Ovim se najveći element poput mehurica istiskuje na
   "povrsinu", tj. na krajnju desnu poziciju. Nakon toga je potrebno
   ovaj postupak ponoviti nad nizom a[0],...,a[n-2], tj. nad prvih
   n-1 elemenata niza bez poslednjeg koji je postavljen na pravu
   poziciju. Nakon toga se isti postupak ponavlja nad sve kracim i
   kracim prefiksima niza, cime se jedan po jedan istiskuju
   elementi na svoje prave pozicije. */
void bubble_sort(int a[], int n);

/* Selsort: Ovaj algoritam je jednostavno prosirenje sortiranja
   umetanjem koje dopusta direktnu razmenu udaljenih elemenata.
```

```

44  Prosirenje se sastoji u tome da se kroz algoritam umetanja prolazi
46  vise puta; u prvom prolazu, umesto koraka 1 uzima se neki korak h
48  koji je manji od n (sto omogucuje razmenu udaljenih elemenata) i
50  tako se dobija h-sortiran niz, tj. niz u kome su elementi na
52  rastojanju h sortirani, mada susedni elementi to ne moraju biti. U
54  drugom prolazu kroz isti algoritam sprovodi se isti postupak ali
56  za manji korak h. Sa prolazima se nastavlja sve do koraka h = 1, u
58  kome se dobija potpuno sortirani niz. Izbor pocetne vrednosti za
60  h, i nacina njegovog smanjivanja menja u nekim slucajevima brzinu
62  algoritma, ali bilo koja vrednost ce rezultovati ispravnim
64  sortiranjem, pod uslovom da je u poslednjoj iteraciji h imalo
66  vrednost 1. */
68  void shell_sort(int a[], int n);

69  /* Merge sort: Funkcija sortira niz celih brojeva a[] ucesljavanjem.
70  Sortiranje se vrši od elementa na poziciji l do onog na poziciji
72  d. Na pocetku, da bi niz bio kompletno sortiran, l mora biti 0, a
74  d je jednako poslednjem validnom indeksu u nizu. Funkcija niz
76  podeli na dve polovine, levu i desnu, koje zatim rekurzivno
78  sortira. Od ova dva sortirana podniza, sortirani niz se dobija
80  ucesljavanjem, tj. istovremenim prolaskom kroz oba niza i izborom
trenutnog manjeg elementa koji se smesta u pomocni niz. Na kraju
algoritma, sortirani elementi su u pomocnom nizu, koji se kopira u
originalni niz. */
void merge_sort(int a[], int l, int d);

/* Quick sort: Funkcija sortira deo niza brojeva a izmedju pozicija l
i d. Njena ideja sortiranja je izbor jednog elementa niza, koji se
naziva pivot, i koji se dovodi na svoje mesto. Posle ovog koraka,
svi elementi levo od njega bice manji, a svi desno bice veci od
njega. Kako je pivot doveden na svoje mesto, da bi niz bio
kompletno sortiran, potrebno je sortirati elemente levo (manje) od
njega, i elemente desno (vece). Kako su dimenzije ova dva podniza
manje od dimenzije pocetnog niza koji je trebalo sortirati, ovaj
deo moze se uraditi rekurzivno. */
void quick_sort(int a[], int l, int d);

#endif

```

sort.c

```

1  #include "sort.h"
2
3  #define MAX 1000000
4
5  void selection_sort(int a[], int n)
6  {
7      int i, j;
8      int min;
9      int pom;
10

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
12  /* U svakoj iteraciji ove petlje pronalazi se najmanji element
13     medju elementima a[i], a[i+1],...,a[n-1], i postavlja se na
14     poziciju i, dok se element na poziciji i premesta na poziciju
15     min, na kojoj se nalazio najmanji od gore navedenih elemenata.
16     */
17  for (i = 0; i < n - 1; i++) {
18      /* Unutrasnja petlja pronalazi poziciju min, na kojoj se nalazi
19         najmanji od elemenata a[i],...,a[n-1]. */
20      min = i;
21      for (j = i + 1; j < n; j++)
22          if (a[j] < a[min])
23              min = j;
24
25      /* Zamena elemenata na pozicijama (i) i min. Ovo se radi samo ako
26         su (i) i min razliciti, inace je nepotrebno. */
27      if (min != i) {
28          pom = a[i];
29          a[i] = a[min];
30          a[min] = pom;
31      }
32  }
33
34  void insertion_sort(int a[], int n)
35  {
36      int i, j;
37
38      /* Na pocetku iteracije pretpostavlja se da je niz a[0],...,a[i-1]
39         sortiran */
40      for (i = 1; i < n; i++) {
41
42          /* U ovoj petlji se redom potiskuje element a[i] ulevo koliko je
43             potrebno, dok ne zauzme pravo mesto, tako da niz a[0],...,a[i]
44             bude sortiran. Indeks j je trenutna pozicija na kojoj se
45             element koji se umece nalazi. Petlja se zavrшава ili kada
46             element dodje do levog kraja (j==0) ili kada se naidje na
47             element a[j-1] koji je manji od a[j]. */
48          int temp = a[i];
49          for (j = i; j > 0 && temp < a[j - 1]; j--)
50              a[j] = a[j - 1];
51          a[j] = temp;
52      }
53
54  void bubble_sort(int a[], int n)
55  {
56      int i, j;
57      int ind;
58
59      for (i = n, ind = 1; i > 1 && ind; i--)
60
61          /* Poput "mehurica" potiskuje se najveći element medju elementima
```



```
62         od a[0] do a[i-1] na poziciju i-1 upoređujući susedne
           elemente niza i potiskujući veći u desno */
64     for (j = 0, ind = 0; j < i - 1; j++)
65         if (a[j] > a[j + 1]) {
66             int temp = a[j];
67             a[j] = a[j + 1];
68             a[j + 1] = temp;

           /* Promenljiva ind registruje da je bilo premestanja. Samo u
           tom slučaju ima smisla ici na sledeću iteraciju, jer ako
           nije bilo premestanja, znači da su svi elementi već u
           dobrom poretku, pa nema potrebe prelaziti na kraci prefiks
           niza. Algoritam može biti i bez ovoga, sortiranje bi bilo
           ispravno, ali manje efikasno, jer bi se često nepotrebno
           vrsila mnoga upoređivanja, kada je već jasno da je
           sortiranje završeno. */
78         ind = 1;
79     }
80 }

82 void shell_sort(int a[], int n)
83 {
84     int h = n / 2, i, j;
85     while (h > 0) {
86         /* Insertion sort sa korakom h */
87         for (i = h; i < n; i++) {
88             int temp = a[i];
89             j = i;
90             while (j >= h && a[j - h] > temp) {
91                 a[j] = a[j - h];
92                 j -= h;
93             }
94             a[j] = temp;
95         }
96         h = h / 2;
97     }
98 }

100 void merge_sort(int a[], int l, int d)
101 {
102     int s;
103     static int b[MAX];          /* Pomocni niz */
104     int i, j, k;

105     /* Izlaz iz rekurzije */
106     if (l >= d)
107         return;

108     /* Odredjivanje sredisnjeg indeksa */
109     s = (l + d) / 2;

110     /* Rekurzivni pozivi */
```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
114 merge_sort(a, l, s);
115 merge_sort(a, s + 1, d);
116
117 /* Inicijalizacija indeksa. Indeks i prolazi kroz levu polovinu
118 niza, dok indeks j prolazi kroz desnu polovinu niza. Indeks k
119 prolazi kroz pomocni niz b[] */
120 i = l;
121 j = s + 1;
122 k = 0;
123
124 /* "Ucesljavanje" koriscenjem pomocnog niza b[] */
125 while (i <= s && j <= d) {
126     if (a[i] < a[j])
127         b[k++] = a[i++];
128     else
129         b[k++] = a[j++];
130 }
131
132 /* U slucaju da se prethodna petlja zavrsla izlaskom promenljive j
133 iz dopustenog opsega u pomocni niz se prepisuje ostatak leve
134 polovine niza */
135 while (i <= s)
136     b[k++] = a[i++];
137
138 /* U slucaju da se prethodna petlja zavrsla izlaskom promenljive i
139 iz dopustenog opsega u pomocni niz se prepisuje ostatak desne
140 polovine niza */
141 while (j <= d)
142     b[k++] = a[j++];
143
144 /* Prepisuje se "ucesljani" niz u originalni niz */
145 for (k = 0, i = l; i <= d; i++, k++)
146     a[i] = b[k];
147 }
148
149 /* Pomocna funkcija koja menja mesto i-tom i j-tom elementu niza a */
150 void swap(int a[], int i, int j)
151 {
152     int tmp = a[i];
153     a[i] = a[j];
154     a[j] = tmp;
155 }
156
157 void quick_sort(int a[], int l, int d)
158 {
159     int i, pivot_pozicija;
160
161     /* Izlaz iz rekurzije -- prazan niz */
162     if (l >= d)
163         return;
164 }
```

```

166  /* Particionisanje niza. Svi elementi na pozicijama levo od
168     pivot_pozicija (izuzev same pozicije l) su strogo manji od
170     pivota. Kada se pronadje neki element manji od pivota, uvecava
172     se promenljiva pivot_pozicija i na tu poziciju se premesta
174     nadjeni element. Na kraju ce pivot_pozicija zaista biti pozicija
176     na koju treba smestiti pivot, jer ce svi elementi levo od te
178     pozicije biti manji a desno biti veci ili jednaki od pivota. */
180     pivot_pozicija = l;
182     for (i = l + 1; i <= d; i++)
184         if (a[i] < a[l])
186             swap(a, ++pivot_pozicija, i);

188     /* Postavljanje pivota na svoje mesto */
190     swap(a, l, pivot_pozicija);

192     /* Rekurzivno sortiranje elementa manjih od pivota */
194     quick_sort(a, l, pivot_pozicija - 1);
196     /* Rekurzivno sortiranje elementa vecih od pivota */
198     quick_sort(a, pivot_pozicija + 1, d);
200 }

```

*main.c*

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <time.h>
4  #include "sort.h"
5
6  /* Maksimalna duzina niza */
7  #define MAX 1000000
8
9  int main(int argc, char *argv[])
10 {
11     /******
12        tip_sortiranja == 0 => selectionsort, (podrazumevano)
13        tip_sortiranja == 1 => insertionsort, -i opcija komandne linije
14        tip_sortiranja == 2 => bubblesort,   -b opcija komandne linije
15        tip_sortiranja == 3 => shellsort,     -s opcija komandne linije
16        tip_sortiranja == 4 => mergesort,     -m opcija komandne linije
17        tip_sortiranja == 5 => quicksort,     -q opcija komandne linije
18        *****/
19     int tip_sortiranja = 0;
20     /******
21        tip_niza == 0 => slucajno generisani nizovi, (podrazumevano)
22        tip_niza == 1 => rastuce sortirani nizovi,   -r opcija
23        tip_niza == 2 => opadajuce soritrani nizovi, -o opcija
24        *****/
25     int tip_niza = 0;
26
27     /* Dimenzija niza koji se sortira */
28     int dimenzija;

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
29  int i;
    int niz[MAX];

31

    /* Provera argumenata komandne linije */
33  if (argc < 2) {
        fprintf(stderr,
35         "Program zahteva bar 2 argumenta komandne linije!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
37  }

39  /* Ocitavanje opcija i argumenata prilikom poziva programa */
    for (i = 1; i < argc; i++) {
41      /* Ako je u pitanju opcija... */
        if (argv[i][0] == '-') {
43          switch (argv[i][1]) {
              case 'i':
45              tip_sortiranja = 1;
                  break;
47              case 'b':
                  tip_sortiranja = 2;
49                  break;
              case 's':
51                  tip_sortiranja = 3;
                  break;
53              case 'm':
                  tip_sortiranja = 4;
55                  break;
              case 'q':
57                  tip_sortiranja = 5;
                  break;
59              case 'r':
                  tip_niza = 1;
61                  break;
              case 'o':
63                  tip_niza = 2;
                  break;
65              default:
                  printf("Pogresna opcija -%c\n", argv[i][1]);
67                  return 1;
                  break;
69          }
        }
71      /* Ako je u pitanju argument, onda je to duzina niza koji treba
         da se sortira */
73      else {
          dimenzija = atoi(argv[i]);
75          if (dimenzija <= 0 || dimenzija > MAX) {
              fprintf(stderr, "Dimenzija niza neodgovarajuca!\n");
77              exit(EXIT_FAILURE);
          }
79      }
    }
}
```

```

81  /* Elementi niza se odredjuju slucajno, ali vodeci racuna o tipu
83  niza dobijenom iz komandne linije. srand() funkcija obezbedjuje
85  novi seed za pozivanje rand funkcije, i kako generisani niz ne
      bi uvek bio isti seed je postavljen na tekuce vreme u sekundama
      od Nove godine 1970. rand()%100 daje brojeve izmedju 0 i 99 */
87  srand(time(NULL));
89  if (tip_niza == 0)
      for (i = 0; i < dimenzija; i++)
          niz[i] = rand();
91  else if (tip_niza == 1)
      for (i = 0; i < dimenzija; i++)
93      niz[i] = i == 0 ? rand() % 100 : niz[i - 1] + rand() % 100;
      else
95      for (i = 0; i < dimenzija; i++)
          niz[i] = i == 0 ? rand() % 100 : niz[i - 1] - rand() % 100;
97
99  /* Ispisivanje elemenata niza */
      /*****
      Ovaj deo je iskomentaran jer sledeci ispis ne treba da se nadje
101  na standardnom izlazu. Njegova svrha je samo bila provera da li
      je niz generisan u skladu sa opcijama komandne linije.
103
      printf("Niz koji sortiramo je:\n");
105      for (i = 0; i < dimenzija; i++)
          printf("%d\n", niz[i]);
107  *****/
109
111  /* Sortiranje niza na odgovarajuci nacin */
      if (tip_sortiranja == 0)
          selection_sort(niz, dimenzija);
113  else if (tip_sortiranja == 1)
          insertion_sort(niz, dimenzija);
115  else if (tip_sortiranja == 2)
          bubble_sort(niz, dimenzija);
117  else if (tip_sortiranja == 3)
          shell_sort(niz, dimenzija);
119  else if (tip_sortiranja == 4)
          merge_sort(niz, 0, dimenzija - 1);
121  else
          quick_sort(niz, 0, dimenzija - 1);
123
125  /* Ispis elemenata niza */
      /*****
      Ovaj deo je iskomentaran jer vreme potrebno za njegovo
127  izvršavanje ne bi trebalo da bude ukljuceno u vreme izmereno
      programom time. Takodje, kako je svrha ovog programa da prikaze
129  vremena razlicitih algoritama sortiranja, dimenzije nizova ce
      biti, verovatno, ogromne, pa nema smisla imati na izlazu nizove
131  od toliko elemenata. Ovaj deo je koriscen u razvoju programa
      zarad testiranja korektnosti.

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
133     printf("Sortiran niz je:\n");
135     for (i = 0; i < dimenzija; i++)
        printf("%d\n", niz[i]);
137     *****/
139     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

#### Rešenje 3.13

```
#include <stdio.h>
2 #include <string.h>

4 #define MAX_DIM 128

6 /* Funkcija za sortiranje niza karaktera */
void selectionSort(char s[])
8 {
    int i, j, min;
    char pom;
10    for (i = 0; s[i] != '\0'; i++) {
        min = i;
        for (j = i + 1; s[j] != '\0'; j++)
12            if (s[j] < s[min])
                min = j;
14        if (min != i) {
            pom = s[i];
            s[i] = s[min];
            s[min] = pom;
20        }
    }
22 }

24 /* Funkcija vraća 1 ako su argumenti anagrami, a 0 inace. */
int anagrami(char s[], char t[])
26 {
    int i;

28    /* Ako dve niske imaju razlicit broj karaktera onda one nisu
        anagrami */
30    if (strlen(s) != strlen(t))
        return 0;

32    /* Sortiramo niske */
    selectionSort(s);
    selectionSort(t);

34    /* Dve sortirane niske su anagrami ako i samo ako su jednake */
    for (i = 0; s[i] != '\0'; i++)
40        if (s[i] != t[i])
```

```

        return 0;
42     return 1;
    }

44
45 int main()
46 {
47     char s[MAX_DIM], t[MAX_DIM];
48
49     /* Ucitavanje niski sa ulaza */
50     printf("Unesite prvu nisku: ");
51     scanf("%s", s);
52     printf("Unesite drugu nisku: ");
53     scanf("%s", t);
54
55     /* Poziv funkcije */
56     if (anagrami(s, t))
57         printf("jesu\n");
58     else
59         printf("nisu\n");
60
61     return 0;
62 }

```

### Rešenje 3.14

```

1  #include <stdio.h>
2  #include "sort.h"
3  #define MAX 256

4
5  /* Funkcija koja pronalazi najmanje rastojanje izmedju dva broja u
6     sortiranom nizu celih brojeva */
7  int najmanje_rastojanje(int a[], int n)
8  {
9      int i, min;
10     min = a[1] - a[0];
11     for (i = 2; i < n; i++)
12         if (a[i] - a[i - 1] < min)
13             min = a[i] - a[i - 1];
14     return min;
15 }

16
17
18 int main()
19 {
20     int i, a[MAX];
21
22     /* Ucitavaju se elementi niza sve do kraja ulaza */
23     i = 0;
24     while (scanf("%d", &a[i]) != EOF)
25         i++;

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
27  /* Za sortiranje niza moze se koristiti bilo koja od funkcija
    sortiranja iz sort.h. Ilustracije radi, u ovom zadatku koristi
29  se selection sort. */
    selection_sort(a, i);

31

    /* Ispis rezultata */
33    printf("%d\n", najmanje_rastojanje(a, i));

35    return 0;
}
```

#### Rešenje 3.15

```
1  #include <stdio.h>
    #include "sort.h"
3  #define MAX_DIM 256

5  /* Funkcija za odredjivanje onog elementa sortiranog niza koji se
    najvise puta pojavio u tom nizu */
7  int najvise_puta(int a[], int n)
    {
9      int i, j, br_pojava, i_max_pojava = -1, max_br_pojava = -1;
    /* Za i-ti element izracunava se koliko puta se pojavio u nizu */
11     for (i = 0; i < n; i = j) {
        br_pojava = 1;
13         for (j = i + 1; j < n && a[i] == a[j]; j++)
            br_pojava++;
15         /* Ispitivanje da li se do tog trenutka i-ti element pojavio
            najvise puta u nizu */
17         if (br_pojava > max_br_pojava) {
            max_br_pojava = br_pojava;
19             i_max_pojava = i;
        }
21     }
    /* Vraca se element koji se najvise puta pojavio u nizu */
23     return a[i_max_pojava];
}

25
int main()
27 {
    int a[MAX_DIM], i;

29

    /* Ucitavanje elemenata niza sve do kraja ulaza */
31     i = 0;
    while (scanf("%d", &a[i]) != EOF)
33         i++;

35     /* Za sortiranje niza moze se koristiti bilo koja od funkcija
        sortiranja iz sort.h. Ilustracije radi, u ovom zadatku koristi
37     se merge sort. */
    merge_sort(a, 0, i - 1);
```



```

39      /* Odredjuje se broj koji se najvise puta pojavio u nizu */
41      printf("%d\n", najvise_puta(a, i));

43      return 0;
}

```

### Rešenje 3.16

```

1  #include <stdio.h>
   #include "sort.h"
3  #define MAX_DIM 256

5  /* Funkcija za binarnu pretragu niza vraca 1 ako se element x nalazi
   u nizu, a 0 inace. Pretpostavlja se da je niz sortiran u rastucem
7  poretku */
   int binarna_pretraga(int a[], int n, int x)
9  {
   int levi = 0, desni = n - 1, srednji;

11
   while (levi <= desni) {
13       srednji = (levi + desni) / 2;
       if (a[srednji] == x)
15           return 1;
       else if (a[srednji] > x)
17           desni = srednji - 1;
       else if (a[srednji] < x)
19           levi = srednji + 1;
   }
21   return 0;
}

23
   int main()
25 {
   int a[MAX_DIM], n = 0, zbir, i;

27
   /* Ucitava se trazeni zbir */
29   printf("Unesite trazeni zbir: ");
   scanf("%d", &zbir);

31
   /* Ucitavaju se elementi niza sve do kraja ulaza */
33   i = 0;
   printf("Unesite elemente niza: ");
35   while (scanf("%d", &a[i]) != EOF)
       i++;
37   n = i;

39   /* Za sortiranje niza moze se koristiti bilo koja od funkcija
   sortiranja iz sort.h. Ilustracije radi, u ovom zadatku koristi
41   se quick sort. */
   quick_sort(a, 0, n - 1);

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
43     for (i = 0; i < n; i++)
44         /* Za i-ti element niza binarno se pretražuje da li se u ostatku
45            niza nalazi element koji sabran sa njim ima ucitanu vrednost
46            zbira */
47         if (binarna_pretraga(a + i + 1, n - i - 1, zbir - a[i])) {
48             printf("da\n");
49             return 0;
50         }
51     printf("ne\n");
52
53     return 0;
54 }
55 }
```

#### Rešenje 3.17

```
1  #include <stdio.h>
2  #define MAX_DIM 256
3
4  int merge(int *niz1, int dim1, int *niz2, int dim2, int *niz3,
5            int dim3)
6  {
7      int i = 0, j = 0, k = 0;
8      /* U slucaju da je dimenzija treceg niza manja od neophodne,
9         funkcija vraca -1 */
10     if (dim3 < dim1 + dim2)
11         return -1;
12
13     /* Vrsi se ucesljavanje nizova sve dok se ne dodje do kraja jednog
14        od njih */
15     while (i < dim1 && j < dim2) {
16         if (niz1[i] < niz2[j])
17             niz3[k++] = niz1[i++];
18         else
19             niz3[k++] = niz2[j++];
20     }
21     /* Ostatak prvog niza prepisujemo u treci */
22     while (i < dim1)
23         niz3[k++] = niz1[i++];
24
25     /* Ostatak drugog niza prepisujemo u treci */
26     while (j < dim2)
27         niz3[k++] = niz2[j++];
28     return dim1 + dim2;
29 }
30
31 int main()
32 {
33     int niz1[MAX_DIM], niz2[MAX_DIM], niz3[2 * MAX_DIM];
34     int i = 0, j = 0, k, dim3;
```

```

36  /* Ucitavaju se nizovi sa ulaza sve dok se ne unese nula.
    Pretpostavka je da na ulazu neće biti više od MAX_DIM elemenata
    */
38  printf("Unesite elemente prvog niza: ");
    while (1) {
40      scanf("%d", &niz1[i]);
        if (niz1[i] == 0)
42          break;
        i++;
44    }
    printf("Unesite elemente drugog niza: ");
46    while (1) {
        scanf("%d", &niz2[j]);
48        if (niz2[j] == 0)
            break;
50        j++;
    }
52
    /* Poziv trazene funkcije */
54    dim3 = merge(niz1, i, niz2, j, niz3, 2 * MAX_DIM);

56    /* Ispis niza */
    for (k = 0; k < dim3; k++)
58        printf("%d ", niz3[k]);
        printf("\n");
60
62    return 0;
}

```

### Rešenje 3.18

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
    #include <string.h>
4
    int main(int argc, char *argv[])
6  {
        FILE *fin1 = NULL, *fin2 = NULL;
8        FILE *fout = NULL;
        char ime1[11], ime2[11];
10       char prezime1[16], prezime2[16];
        int kraj1 = 0, kraj2 = 0;
12
        /* Ako nema dovoljno argumenata komandne linije */
14        if (argc < 3) {
            fprintf(stderr, "koriscenje programa: %s fajl1 fajl2\n", argv[0])
            ;
16            exit(EXIT_FAILURE);
        }
18
        /* Otvaranje datoteke zadate prvim argumentom komandne linije */

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
20  fin1 = fopen(argv[1], "r");
21  if (fin1 == NULL) {
22      fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke %s\n", argv[1]);
23      exit(EXIT_FAILURE);
24  }

26  /* Otvaranje datoteke zadate drugim argumentom komandne linije */
27  fin2 = fopen(argv[2], "r");
28  if (fin2 == NULL) {
29      fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke %s\n", argv[2]);
30      exit(EXIT_FAILURE);
31  }

32  /* Otvaranje datoteke za upis rezultata */
33  fout = fopen("ceo-tok.txt", "w");
34  if (fout == NULL) {
35      fprintf(stderr,
36          "Neuspesno otvaranje datoteke ceo-tok.txt za pisanje\n");
37      exit(EXIT_FAILURE);
38  }

40  /* Citanje narednog studenta iz prve datoteke */
41  if (fscanf(fin1, "%s%s", ime1, prezime1) == EOF)
42      kraj1 = 1;

44  /* Citanje narednog studenta iz druge datoteke */
45  if (fscanf(fin2, "%s%s", ime2, prezime2) == EOF)
46      kraj2 = 1;

48  /* Sve dok nije dostignut kraj neke datoteke */
49  while (!kraj1 && !kraj2) {
50      int tmp = strcmp(ime1, ime2);
51      if (tmp < 0 || (tmp == 0 && strcmp(prezime1, prezime2) < 0)) {
52          /* Ime i prezime iz prve datoteke je leksikografski ranije, i
53             biva upisano u izlaznu datoteku */
54          fprintf(fout, "%s %s\n", ime1, prezime1);
55          /* Citanje narednog studenta iz prve datoteke */
56          if (fscanf(fin1, "%s%s", ime1, prezime1) == EOF)
57              kraj1 = 1;
58      } else {
59          /* Ime i prezime iz druge datoteke je leksikografski ranije, i
60             biva upisano u izlaznu datoteku */
61          fprintf(fout, "%s %s\n", ime2, prezime2);
62          /* Citanje narednog studenta iz druge datoteke */
63          if (fscanf(fin2, "%s%s", ime2, prezime2) == EOF)
64              kraj2 = 1;
65      }
66  }

68  /* Ako se iz prethodne petlje izašlo zato što je dostignut kraj
69     druge datoteke, onda ima još studenata u prvoj datoteci, koje
70     treba prepisati u izlaznu, redom, jer su već sortirani po imenu.
```

```

72  */
73  while (!kraj1) {
74      fprintf(fout, "%s %s\n", ime1, prezime1);
75      if (fscanf(fin1, "%s%s", ime1, prezime1) == EOF)
76          kraj1 = 1;
77  }
78
79  /* Ako se iz prve petlje izaslo zato sto je dostignut kraj prve
80     datoteke, onda ima jos studenata u drugoj datoteci, koje treba
81     prepisati u izlaznu, redom, jer su vec sortirani po imenu. */
82  while (!kraj2) {
83      fprintf(fout, "%s %s\n", ime2, prezime2);
84      if (fscanf(fin2, "%s%s", ime2, prezime2) == EOF)
85          kraj2 = 1;
86  }
87
88  /* Zatvaranje datoteka */
89  fclose(fin1);
90  fclose(fin2);
91  fclose(fout);
92
93  exit(EXIT_SUCCESS);
94  }

```

### Rešenje 3.19

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <string.h>
3  #include <math.h>
4  #include <stdlib.h>
5
6  #define MAX_BR_TACAKA 128
7
8  /* Struktura koja reprezentuje koordinate tacke */
9  typedef struct Tacka {
10     int x;
11     int y;
12 } Tacka;
13
14 /* Funkcija racuna rastojanje zadate tacke od koordinatnog pocetka
15    (0,0) */
16 float rastojanje(Tacka A)
17 {
18     return sqrt(A.x * A.x + A.y * A.y);
19 }
20
21 /* Funkcija koja sortira niz tacaka po rastojanju od koordinatnog
22    pocetka */
23 void sortiraj_po_rastojanju(Tacka t[], int n)
24 {
25     int min, i, j;

```

```
Tacka tmp;
27
for (i = 0; i < n - 1; i++) {
29     min = i;
    for (j = i + 1; j < n; j++) {
31         if (rastojanje(t[j]) < rastojanje(t[min])) {
            min = j;
33         }
    }
35     if (min != i) {
        tmp = t[i];
37         t[i] = t[min];
        t[min] = tmp;
39     }
    }
41 }

43 /* Funkcija koja sortira niz tacaka po vrednosti x koordinate */
void sortiraj_po_x(Tacka t[], int n)
45 {
    int min, i, j;
47     Tacka tmp;

49     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
        min = i;
51         for (j = i + 1; j < n; j++) {
            if (abs(t[j].x) < abs(t[min].x)) {
53                 min = j;
            }
55         }
        if (min != i) {
57             tmp = t[i];
            t[i] = t[min];
59             t[min] = tmp;
        }
61     }
    }

63
65 /* Funkcija koja sortira niz tacaka po vrednosti y koordinate */
void sortiraj_po_y(Tacka t[], int n)
67 {
    int min, i, j;
    Tacka tmp;
69

71     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
        min = i;
        for (j = i + 1; j < n; j++) {
73             if (abs(t[j].y) < abs(t[min].y)) {
                min = j;
75             }
        }
        if (min != i) {
77             tmp = t[i];
            t[i] = t[min];
            t[min] = tmp;
        }
    }
}
```

```
79     tmp = t[i];
80     t[i] = t[min];
81     t[min] = tmp;
82 }
83 }

85 int main(int argc, char *argv[])
86 {
87     FILE *ulaz;
88     FILE *izlaz;
89     Tacka tacke[MAX_BR_TACAKA];
90     int i, n;

91     /* Proveravanje broja argumenata komandne linije: ocekuje se ime
92        izvrsnog programa, opcija, ime ulazne datoteke i ime izlazne
93        datoteke, tj. 4 argumenta */
94     if (argc != 4) {
95         fprintf(stderr,
96             "Program se poziva sa: ./a.out opcija ulaz izlaz!\n");
97         return 0;
98     }

101    /* Otvaranje datoteke u kojoj su zadate tacke */
102    ulaz = fopen(argv[2], "r");
103    if (ulaz == NULL) {
104        fprintf(stderr, "Greska prilikom otvaranja datoteke %s!\n",
105            argv[2]);
106        return 0;
107    }

109    /* Otvaranje datoteke u koju treba upisati rezultat */
110    izlaz = fopen(argv[3], "w");
111    if (izlaz == NULL) {
112        fprintf(stderr, "Greska prilikom otvaranja datoteke %s!\n",
113            argv[3]);
114        return 0;
115    }

117    /* Sve dok se ne stigne do kraja ulazne datoteke, ucitavaju se
118       koordinate tacaka i smestaju na odgovarajuce pozicije odredjene
119       brojacem i. */
120    i = 0;
121    while (fscanf(ulaz, "%d %d", &tacke[i].x, &tacke[i].y) != EOF) {
122        i++;
123    }

125    /* Ukupan broj procitanih tacaka */
126    n = i;

127    /* Analizira se prosledjena opcija. Moguce vrednosti za argv[1] su
128       "-x" ili "-y" ili "-o", pa je argv[i][0] sigurno crtica
```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
131         (karakter -), a karakter argv[1][1] odredjuje kriterijum
        sortiranja */
133     switch (argv[1][1]) {
        case 'x':
135         /* Sortiranje po vrednosti x koordinate */
        sortiraj_po_x(tacke, n);
        break;
137     case 'y':
        /* Sortiranje po vrednosti y koordinate */
139     sortiraj_po_y(tacke, n);
        break;
141     case 'o':
        /* Sortiranje po udaljenosti od koorinatnog pocetka */
143     sortiraj_po_rastojanju(tacke, n);
        break;
145     }

147     /* Upisivanje dobijenog niza u izlaznu datoteku */
    for (i = 0; i < n; i++) {
149         fprintf(izlaz, "%d %d\n", tacke[i].x, tacke[i].y);
    }

151     /* Zatvaranje otvorenih datoteka */
153     fclose(ulaz);
    fclose(izlaz);
155
157     return 0;
}
```

#### Rešenje 3.20

```
1 #include <stdio.h>
   #include <string.h>
3 #include <stdlib.h>

5 #define MAX 1000
   #define MAX_DUZINA 16

7 /* Struktura koja reprezentuje jednog gradjanina */
9 typedef struct gr {
    char ime[MAX_DUZINA];
11    char prezime[MAX_DUZINA];
} Gradjanin;

13 /* Funkcija sortira niz gradjana rastuce po imenima */
15 void sort_ime(Gradjanin a[], int n)
{
17     int i, j;
    int min;
19     Gradjanin pom;
```



```
21  for (i = 0; i < n - 1; i++) {
22      /* Unutrasnja petlja pronalazi poziciju min, na kojoj se nalazi
23          najmanji od elemenata a[i].ime,...,a[n-1].ime. */
24      min = i;
25      for (j = i + 1; j < n; j++)
26          if (strcmp(a[j].ime, a[min].ime) < 0)
27              min = j;
28      /* Zamena elemenata na pozicijama (i) i min. Ovo se radi samo ako
29          su (i) i min razliciti, inace je nepotrebno. */
30      if (min != i) {
31          pom = a[i];
32          a[i] = a[min];
33          a[min] = pom;
34      }
35  }
36  }
37
38  /* Funkcija sortira niz gradjana rastuce po prezimenima */
39  void sort_prezime(Gradjanin a[], int n)
40  {
41      int i, j;
42      int min;
43      Gradjanin pom;
44
45      for (i = 0; i < n - 1; i++) {
46          /* Unutrasnja petlja pronalazi poziciju min, na kojoj se nalazi
47              najmanji od elemenata a[i].prezime,...,a[n-1].prezime. */
48          min = i;
49          for (j = i + 1; j < n; j++)
50              if (strcmp(a[j].prezime, a[min].prezime) < 0)
51                  min = j;
52          /* Zamena elemenata na pozicijama (i) i min. Ovo se radi samo ako
53              su (i) i min razliciti, inace je nepotrebno. */
54          if (min != i) {
55              pom = a[i];
56              a[i] = a[min];
57              a[min] = pom;
58          }
59      }
60  }
61
62  /* Pretraga niza Gradjana */
63  int linearna_pretraga(Gradjanin a[], int n, Gradjanin * x)
64  {
65      int i;
66      for (i = 0; i < n; i++)
67          if (strcmp(a[i].ime, x->ime) == 0
68              && strcmp(a[i].prezime, x->prezime) == 0)
69              return i;
70      return -1;
71  }
```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
73  int main()
75  {
    Gradjanin spisak1[MAX], spisak2[MAX];
77  int isti_rbr = 0;
    int i, n;
79  FILE *fp = NULL;

81  /* Otvaranje datoteke */
    if ((fp = fopen("biracki-spisak.txt", "r")) == NULL) {
83      fprintf(stderr,
          "Neuspesno otvaranje datoteke biracki-spisak.txt.\n");
85      exit(EXIT_FAILURE);
    }

87  /* Citanje sadrzaja */
89  for (i = 0;
        fscanf(fp, "%s %s", spisak1[i].ime,
91             spisak1[i].prezime) != EOF; i++)
        spisak2[i] = spisak1[i];
93  n = i;

95  /* Zatvaranje datoteke */
    fclose(fp);

97  sort_ime(spisak1, n);

99  /*****
101  Ovaj deo je iskomentarisan jer se u zadatku ne trazi ispis
      sortiranih nizova. Koriscen je samo u fazi testiranja programa.

103  printf("Biracki spisak [uredjen prema imenima]:\n");
105  for(i=0; i<n; i++)
      printf(" %d. %s %s\n",i,spisak1[i].ime, spisak1[i].prezime);
107  *****/

109  sort_prezime(spisak2, n);

111  /*****
113  Ovaj deo je iskomentarisan jer se u zadatku ne trazi ispis
      sortiranih nizova. Koriscen je samo u fazi testiranja programa.

115  printf("Biracki spisak [uredjen prema prezimenima]:\n");
117  for(i=0; i<n; i++)
      printf(" %d. %s %s\n",i,spisak2[i].ime, spisak2[i].prezime);
119  *****/

    /* Linearno pretrazivanje nizova */
121  for (i = 0; i < n; i++)
        if (i == linearna_pretraga(spisak2, n, &spisak1[i]))
123      isti_rbr++;
```

```

125  /* Alternativno (efikasnije) resenje */
126  /******
127      for(i=0; i<n ;i++)
128          if( strcmp(spisak2[i].ime, spisak1[i].ime) == 0 &&
129              strcmp(spisak1[i].prezime, spisak2[i].prezime)==0)
130              isti_rbr++;
131  *****/

133  /* Ispis rezultata */
134  printf("%d\n", isti_rbr);
135
136  exit(EXIT_SUCCESS);
137  }

```

### Rešenje 3.22

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <string.h>
3  #include <ctype.h>

5  #define MAX_BR_RECII 128
6  #define MAX_DUZINA_RECII 32

7  /* Funkcija koja izracunava broj suglasnika u reci */
9  int broj_suglasnika(char s[])
10 {
11     char c;
12     int i;
13     int suglasnici = 0;
14     /* Prolazi karakter po karakter kroz zadatu nisku */
15     for (i = 0; s[i]; i++) {
16         /* Ako je u pitanju slovo, konvertuje se u veliko da bi bio
17            pokriven slucaj i malih i velikih suglasnika. */
18         if (isalpha(s[i])) {
19             c = toupper(s[i]);
20             /* Ukoliko slovo nije samoglasnik uvecava se broj suglasnika.
21                */
22             if (c != 'A' && c != 'E' && c != 'I' && c != 'O' && c != 'U')
23                 suglasnici++;
24         }
25     }
26     /* Vraca se izracunata vrednost */
27     return suglasnici;
28 }

29 /* Funkcija koja sortira reci po zadatom kriterijumu. Informacija o
30    duzini reci se mora proslediti zbog pravilnog upravljanja
31    memorijom */
32 void sortiraj_reci(char reci[][MAX_DUZINA_RECII], int n)
33 {
34     int min, i, j, broj_suglasnika_j, broj_suglasnika_min,

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
35     duzina_j, duzina_min;
36     char tmp[MAX_DUZINA_RECII];
37     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
38         min = i;
39         for (j = i; j < n; j++) {
40             /* Prvo se uporedjuje broj suglasnika */
41             broj_suglasnika_j = broj_suglasnika(reci[j]);
42             broj_suglasnika_min = broj_suglasnika(reci[min]);
43             if (broj_suglasnika_j < broj_suglasnika_min)
44                 min = j;
45             else if (broj_suglasnika_j == broj_suglasnika_min) {
46                 /* Zatim, recima koje imaju isti broj suglasnika uporedjuju
47                    se duzine */
48                 duzina_j = strlen(reci[j]);
49                 duzina_min = strlen(reci[min]);
50
51                 if (duzina_j < duzina_min)
52                     min = j;
53                 else
54                     /* Ako reci imaju i isti broj suglasnika i iste duzine,
55                        uporedjuju se leksikografski */
56                     if (duzina_j == duzina_min && strcmp(reci[j], reci[min]) < 0)
57                         min = j;
58             }
59         }
60         if (min != i) {
61             strcpy(tmp, reci[min]);
62             strcpy(reci[min], reci[i]);
63             strcpy(reci[i], tmp);
64         }
65     }
66 }
67
68 int main()
69 {
70     FILE *ulaz;
71     int i = 0, n;
72
73     /* Niz u koji ce biti smestane reci. Prvi broj oznacava broj reci,
74        a drugi maksimalnu duzinu pojedinačne reci */
75     char reci[MAX_BR_RECII][MAX_DUZINA_RECII];
76
77     /* Otvaranje datoteke niske.txt za citanje */
78     ulaz = fopen("niske.txt", "r");
79     if (ulaz == NULL) {
80         fprintf(stderr,
81             "Greska prilikom otvaranja datoteke niske.txt!\n");
82         return 0;
83     }
84
85     /* Sve dok se moze procitati sledeca rec */
86     while (fscanf(ulaz, "%s", reci[i]) != EOF) {
```

```

87     /* Proverava se da li ucitan maksimalan broj reci, i ako jeste,
        prekida se ucitavanje */
89     if (i == MAX_BR_RECII)
        break;
91     /* Priprema brojac za narednu iteraciju */
        i++;
93 }

95 /* n je duzina niza reci i predstavlja poslednju vrednost
        koriscenog brojac */
97 n = i;
99 /* Poziv funkcije za sortiranje reci */
        sortiraj_reci(reci, n);

101 /* Ispis sortiranog niza reci */
        for (i = 0; i < n; i++) {
103             printf("%s ", reci[i]);
        }
105     printf("\n");

107 /* Zatvaranje datoteke */
        fclose(ulaz);

109     return 0;
111 }

```

### Rešenje 3.23

```

#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4
#define MAX_ARTIKALA 100000
6
/* Struktura koja predstavlja jedan artikal */
8 typedef struct art {
    long kod;
10    char naziv[20];
    char proizvodjac[20];
12    float cena;
} Artikal;
14

/* Funkcija koja u nizu artikala binarnom pretragom nalazi onaj sa
        traženim bar kodom */
16 int binarna_pretraga(Artikal a[], int n, long x)
{
18     int levi = 0;
20     int desni = n - 1;

22     /* Dokle god je indeks levi levo od indeksa desni */
    while (levi <= desni) {

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
24      /* Racuna se sredisnji indeks */
      int srednji = (levi + desni) / 2;
26      /* Ako je sredisnji element veci od trazenog, tada se trazeni
        mora nalaziti u levoj polovini niza */
28      if (x < a[srednji].kod)
          desni = srednji - 1;
30      /* Ako je sredisnji element manji od trazenog, tada se trazeni
        mora nalaziti u desnoj polovini niza */
32      else if (x > a[srednji].kod)
          levi = srednji + 1;
34      else
          /* Ako je sredisnji element jednak trazenom, tada je artikal sa
            bar kodom x pronadjen na poziciji srednji */
          return srednji;
38  }
  /* Ako nije pronadjen artikal za trazenim bar kodom, vraca se -1 */
40  return -1;
}

42
/* Funkcija koja sortira niz artikala po bar kodovima rastuce */
44 void selection_sort(Artikal a[], int n)
{
46     int i, j;
     int min;
48     Artikal pom;

50     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
         min = i;
52         for (j = i + 1; j < n; j++)
             if (a[j].kod < a[min].kod)
54                 min = j;
         if (min != i) {
56             pom = a[i];
             a[i] = a[min];
58             a[min] = pom;
         }
60     }
}

62
int main()
64 {
    Artikal asortiman[MAX_ARTIKALA];
66     long kod;
     int i, n;
68     float racun;

70     FILE *fp = NULL;

72     /* Otvaranje datoteke */
     if ((fp = fopen("artikli.txt", "r")) == NULL) {
74         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke artikli.txt.\n");
         exit(EXIT_FAILURE);
     }
```

```

76     }

78     /* Ucitavanje artikala */
79     i = 0;
80     while (fscanf(fp, "%ld %s %s %f", &asortiman[i].kod,
81             asortiman[i].naziv, asortiman[i].proizvodjac,
82             &asortiman[i].cena) == 4)
83         i++;
84
85     /* Zatvaranje datoteke */
86     fclose(fp);
87
88     n = i;
89
90     /* Sortira se celokupan asortiman prodavnice prema kodovima jer ce
91     pri kucanju racuna prodavac unositi kod artikla. Prilikom
92     kucanja svakog racuna pretrazuje se asortiman, da bi se utvrdila
93     cena artikla. Kucanje racuna obuhvata vise pretraga asortimana i
94     cilj je da ta operacija bude sto efikasnija. Zato se koristi
95     algoritam binarne pretrage prilikom pretrazivanja po kodu
96     artikla. Iz tog razloga, potrebno je da asortiman bude sortiran
97     po kodovima i to ce biti uradjeno primenom selection sort
98     algoritma. Sortiranje se vrši samo jednom na pocetku, ali se
99     zato posle artikli mogu brzo pretrazivati prilikom kucanja
100    proizvoljno puno racuna. Vreme koje se utrosi na sortiranje na
101    pocetku izvršavanja programa, kasnije se isplati jer se za
102    brojna trazanja artikla umesto linearne moze koristiti
103    efikasnija binarna pretraga. */
104    selection_sort(asortiman, n);
105
106    /* Ispis stanja u prodavnici */
107    printf
108    ("Asortiman:\nKOD          Naziv artikla      Ime
109     proizvodjaca      Cena\n");
110    for (i = 0; i < n; i++)
111        printf("%10ld %20s %20s %12.2f\n", asortiman[i].kod,
112            asortiman[i].naziv, asortiman[i].proizvodjac,
113            asortiman[i].cena);
114
115    kod = 0;
116    while (1) {
117        printf("-----\n");
118        printf("- Za kraj za kraj rada kase, pritisnite CTRL+D!\n");
119        printf("- Za nov racun unesite kod artikla!\n\n");
120        /* Unos bar koda provog artikla sledeceg kupca */
121        if (scanf("%ld", &kod) == EOF)
122            break;
123        /* Trenutni racun novog kupca */
124        racun = 0;
125        /* Za sve artikle trenutnog kupca */
126        while (1) {
127            /* Vrsi se njihov pronalazak u nizu */

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
128     if ((i = binarna_pretraga(asortiman, n, kod)) == -1) {
129         printf("\tGRESKA: Ne postoji proizvod sa trazenim kodom!\n");
130     } else {
131         printf("\tTrazili ste:\t%s %s %12.2f\n",
132             asortiman[i].naziv, asortiman[i].proizvodjac,
133             asortiman[i].cena);
134         /* I dodavanje na ukupan racun */
135         racun += asortiman[i].cena;
136     }
137     /* Unos bar koda sledeceg artikla trenutnog kupca, ili 0 ako on
138        nema vise artikla */
139     printf("Unesite kod artikla [ili 0 za prekid]: \t");
140     scanf("%ld", &kod);
141     if (kod == 0)
142         break;
143 }
144 /* Stampanje ukupnog racuna trenutnog kupca */
145 printf("\n\tUKUPNO: %.2lf dinara.\n\n", racun);
146 }
147
148 printf("Kraj rada kase!\n");
149
150 exit(EXIT_SUCCESS);
151 }
```

#### Rešenje 3.24

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <string.h>
4
5 #define MAX 500
6
7 /* Struktura sa svim informacijama o pojedinacnom studentu */
8 typedef struct {
9     char ime[21];
10    char prezime[26];
11    int prisustvo;
12    int zadaci;
13 } Student;
14
15 /* Funkcija za sortiranje niza struktura po prezimenu leksikografski
16    rastuce */
17 void sort_ime_leksikografski(Student niz[], int n)
18 {
19     int i, j;
20     int min;
21     Student pom;
22
23     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
24         min = i;
```



```

25     for (j = i + 1; j < n; j++)
26         if (strcmp(niz[j].ime, niz[min].ime) < 0)
27             min = j;

28     if (min != i) {
29         pom = niz[min];
30         niz[min] = niz[i];
31         niz[i] = pom;
32     }
33 }
34 }
35 }

36 /* Funkcija za sortiranje niza struktura po ukupnom broju uradjenih
37    zadataka opadajuće, a ukoliko neki studenti imaju isti broj
38    uradjenih zadataka sortiraju se po dužini imena rastuće. */
39 void sort_zadatke_pa_imena(Student niz[], int n)
40 {
41     int i, j;
42     int max;
43     Student pom;
44     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
45         max = i;
46         for (j = i + 1; j < n; j++)
47             if (niz[j].zadaci > niz[max].zadaci)
48                 max = j;
49             else if (niz[j].zadaci == niz[max].zadaci
50                     && strlen(niz[j].ime) < strlen(niz[max].ime))
51                 max = j;
52     if (max != i) {
53         pom = niz[max];
54         niz[max] = niz[i];
55         niz[i] = pom;
56     }
57 }
58 }

59 }

60 /* Funkcija za sortiranje niza struktura po broju casova na kojima
61    su bili opadajuće. Ukoliko neki studenti imaju isti broj casova,
62    sortiraju se opadajuće po broju uradjenih zadataka, a ukoliko se
63    i po broju zadataka poklapaju, njihovo sortiranje ce biti po
64    prezimenu opadajuće. */
65 void sort_prisustvo_pa_zadatke_pa_prezimana(Student niz[], int n)
66 {
67     int i, j;
68     int max;
69     Student pom;
70     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
71         max = i;
72         for (j = i + 1; j < n; j++)
73             if (niz[j].prisustvo > niz[max].prisustvo)
74                 max = j;
75             else if (niz[j].prisustvo == niz[max].prisustvo

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
77         && niz[j].zadaci > niz[max].zadaci)
78             max = j;
79     else if (niz[j].prisustvo == niz[max].prisustvo
80             && niz[j].zadaci == niz[max].zadaci
81             && strcmp(niz[j].prezime, niz[max].prezime) > 0)
82         max = j;
83     if (max != i) {
84         pom = niz[max];
85         niz[max] = niz[i];
86         niz[i] = pom;
87     }
88 }
89 }

91 int main(int argc, char *argv[])
92 {
93     Student praktikum[MAX];
94     int i, br_studenata = 0;
95
96     FILE *fp = NULL;
97
98     /* Otvaranje datoteke za citanje */
99     if ((fp = fopen("aktivnost.txt", "r")) == NULL) {
100         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke aktivnost.txt.\n");
101         exit(EXIT_FAILURE);
102     }
103
104     /* Ucitavanje sadrzaja */
105     for (i = 0;
106          fscanf(fp, "%s%s%d", praktikum[i].ime,
107                praktikum[i].prezime, &praktikum[i].prisustvo,
108                &praktikum[i].zadaci) != EOF; i++);
109
110     /* Zatvaranje datoteke */
111     fclose(fp);
112     br_studenata = i;
113
114     /* Kreiranje prvog spiska studenata po prvom kriterijumu */
115     sort_ime_leksikografski(praktikum, br_studenata);
116
117     /* Otvaranje datoteke za pisanje */
118     if ((fp = fopen("dat1.txt", "w")) == NULL) {
119         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke dat1.txt.\n");
120         exit(EXIT_FAILURE);
121     }
122
123     /* Upis niza u datoteku */
124     fprintf
125     (fp, "Studenti sortirani po imenu leksikografski rastuce:\n");
126     for (i = 0; i < br_studenata; i++)
127         fprintf(fp, "%s %s %d %d\n", praktikum[i].ime,
128               praktikum[i].prezime, praktikum[i].prisustvo,
129               praktikum[i].zadaci);
130
131     /* Zatvaranje datoteke */
132     fclose(fp);
133 }
```

```

129      /* Kreiranje drugog spiska studenata po drugom kriterijumu */
131      sort_zadatke_pa_imena(praktikum, br_studenata);
      /* Otvaranje datoteke za pisanje */
133      if ((fp = fopen("dat2.txt", "w")) == NULL) {
          fprintf(stderr, "Neuspješno otvaranje datoteke dat2.txt.\n");
135          exit(EXIT_FAILURE);
      }

137      /* Upis niza u datoteku */
      fprintf(fp, "Studenti sortirani po broju zadataka opadajuće,\n");
139      fprintf(fp, "pa po dužini imena rastuće:\n");
      for (i = 0; i < br_studenata; i++)
141          fprintf(fp, "%s %s %d %d\n", praktikum[i].ime,
                  praktikum[i].prezime, praktikum[i].prisustvo,
143                  praktikum[i].zadaci);
      /* Zatvaranje datoteke */
145      fclose(fp);

147      /* Kreiranje trećeg spiska studenata po trećem kriterijumu */
      sort_prisustvo_pa_zadatke_pa_prezime(praktikum, br_studenata);
149      /* Otvaranje datoteke za pisanje */
      if ((fp = fopen("dat3.txt", "w")) == NULL) {
151          fprintf(stderr, "Neuspješno otvaranje datoteke dat3.txt.\n");
          exit(EXIT_FAILURE);
153      }

      /* Upis niza u datoteku */
155      fprintf(fp, "Studenti sortirani po prisustvu opadajuće,\n");
      fprintf(fp, "pa po broju zadataka,\n");
157      fprintf(fp, "pa po prezimenima leksikografski opadajuće:\n");
      for (i = 0; i < br_studenata; i++)
159          fprintf(fp, "%s %s %d %d\n", praktikum[i].ime,
                  praktikum[i].prezime, praktikum[i].prisustvo,
161                  praktikum[i].zadaci);
      /* Zatvaranje datoteke */
163      fclose(fp);

165      exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

### Rešenje 3.25

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include <string.h>

4

#define KORAK 10

6

/* Struktura koja opisuje jednu pesmu */
8  typedef struct {
    char *izvodjac;
10   char *naslov;

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
12     int broj_gledanja;
13 } Pesma;

14 /* Funkcija za uporedjivanje pesama po broju gledanosti (potrebna za
   rad qsort funkcije) */
16 int uporedi_gledanost(const void *pp1, const void *pp2)
17 {
18     Pesma *p1 = (Pesma *) pp1;
19     Pesma *p2 = (Pesma *) pp2;
20
21     return p2->broj_gledanja - p1->broj_gledanja;
22 }

24 /* Funkcija za uporedjivanje pesama po naslovu (potrebna za rad qsort
   funkcije) */
26 int uporedi_naslove(const void *pp1, const void *pp2)
27 {
28     Pesma *p1 = (Pesma *) pp1;
29     Pesma *p2 = (Pesma *) pp2;
30
31     return strcmp(p1->naslov, p2->naslov);
32 }

34 /* Funkcija za uporedjivanje pesama po izvodjacu (potrebna za rad
   qsort funkcije) */
36 int uporedi_izvodjace(const void *pp1, const void *pp2)
37 {
38     Pesma *p1 = (Pesma *) pp1;
39     Pesma *p2 = (Pesma *) pp2;
40
41     return strcmp(p1->izvodjac, p2->izvodjac);
42 }

44 int main(int argc, char *argv[])
45 {
46     FILE *ulaz;
47     Pesma *pesme;                /* Pokazivac na deo memorije za
48                                   cuvanje pesama */
49
50     int alocirano_za_pesme;      /* Broj mesta alociranih za pesme */
51     int i;                       /* Redni broj pesme cije se
52                                   informacije citaju */
53
54     int n;                       /* Ukupan broj pesama */
55     int j, k;
56     char c;
57     int alocirano;               /* Broj mesta alociranih za propratne
58                                   informacije o pesmama */
59
60     int broj_gledanja;

61     /* Priprema datoteke za citanje */
62     ulaz = fopen("pesme_bez_pretpostavki.txt", "r");
63     if (ulaz == NULL) {
64         fprintf(stderr, "Greska pri otvaranju ulazne datoteke!\n");
65     }
66 }
```

```
        return 0;
64    }

66    /* Citanje informacija o pesmama */
    pesme = NULL;
68    alocirano_za_pesme = 0;
    i = 0;

70    while (1) {

72        /* Proverava da li je dostignut kraj datoteke */
74        c = fgetc(ulaz);
        if (c == EOF) {
76            /* Nema vise sadrzaja za citanje */
            break;
78        } else {
            /* Inace, vracamo procitani karakter nazad */
80            ungetc(c, ulaz);
        }

82        /* Provera da li postoji dovoljno memorije za citanje nove pesme
        */
84        if (alocirano_za_pesme == i) {

86            /* Ako ne, ako je potrosena sva alocirana memorija, alocira se
            novih KORAK mesta */
88            alocirano_za_pesme += KORAK;
            pesme =
90                (Pesma *) realloc(pesme,
                                   alocirano_za_pesme * sizeof(Pesma));

92            /* Proverava da li je nova memorija uspesno realocirana */
94            if (pesme == NULL) {
                /* Ako nije ispisuje se obavestenje */
96                fprintf(stderr, "Problem sa alokacijom memorije!\n");
                /* I oslobadja sva memorija zauzeta do ovog koraka */
98                for (k = 0; k < i; k++) {
                    free(pesme[k].izvodjac);
100                    free(pesme[k].naslov);
                }
                free(pesme);
                return 0;
102            }
104        }
    }

106    /* Ako jeste, nastavlja se sa citanjem pesama ... */
108    /* Cita se ime izvodjaca */
    j = 0;
    /* Pozicija na koju treba smestiti
    procitani karakter */
110    alocirano = 0;
    /* Broj alociranih mesta */
112    pesme[i].izvodjac = NULL;
    /* Memorija za smestanje procitanih
    karaktera */
```

```
114      /* Sve do prve beline u liniji (beline koja se nalazi nakon imena
116      izvodjaca) citaju se karakteri iz datoteke */
118      while ((c = fgetc(ulaz)) != ' ') {
120          /* Proverav da li postoji dovoljno memorije za smestanje
           procitanog karaktera */
122          if (j == alocirano) {
124              /* Ako ne, ako je potrosena sva alocirana memorija, alocira
               se novih KORAK mesta */
126              alocirano += KORAK;
               pesme[i].izvodjac =
128                  (char *) realloc(pesme[i].izvodjac,
                                   alocirano * sizeof(char));
130              /* Provera da li je nova alokacija uspesna */
               if (pesme[i].izvodjac == NULL) {
132                  /* Ako nije oslobadja se sva memorija zauzeta do ovog
                   koraka */
134                  for (k = 0; k < i; k++) {
                       free(pesme[k].izvodjac);
                       free(pesme[k].naslov);
136                  }
                   free(pesme);
138                  /* I prekida sa izvorsavanjem programa */
                   return 0;
140              }
142          }
           /* Ako postoji dovoljno memorije, smestamo procitani karakter
           */
144          pesme[i].izvodjac[j] = c;
           j++;
146          /* I nastavlja se sa citanjem */
       }

148
       /* Upis terminirajuće nule na kraj reci */
150       pesme[i].izvodjac[j] = '\0';

152
       /* Preskace se karakter - */
       fgetc(ulaz);
154
       /* Preskace se razmak */
       fgetc(ulaz);
156

158       /* Cita se naslov pesme */
       j = 0;                                     /* Pozicija na koju treba smestiti
160                                              procitani karakter */
       alocirano = 0;                             /* Broj alociranih mesta */
162       pesme[i].naslov = NULL;                   /* Memorija za smestanje procitanih
                                              karaktera */
164
```

```
166  /* Sve do zareza (koji se nalazi nakon naslova pesme) citaju se
    karakteri iz datoteke */
168  while ((c = fgetc(ulaz)) != ',') {
169      /* Provera da li postoji dovoljno memorije za smestanje
        procitanog karaktera */
170      if (j == alocirano) {
171          /* Ako ne, ako je potrosena sva alocirana memorija, alocira
            se novih KORAK mesta */
172          alocirano += KORAK;
173          pesme[i].naslov =
174              (char *) realloc(pesme[i].naslov,
175                              alocirano * sizeof(char));
176
177          /* Provera da li je nova alokacija uspesna */
178          if (pesme[i].naslov == NULL) {
179              /* Ako nije, oslobadja se sva memorija zauzeta do ovog
                koraka */
180              for (k = 0; k < i; k++) {
181                  free(pesme[k].izvodjac);
182                  free(pesme[k].naslov);
183              }
184              free(pesme[i].izvodjac);
185              free(pesme);
186
187              /* I prekida izvršavanje programa */
188              return 0;
189          }
190      }
191      /* Ako postoji dovoljno memorije, smesta se procitani karakter
        */
192      pesme[i].naslov[j] = c;
193      j++;
194      /* I nastavlja dalje sa citanjem */
195  }
196  /* Upisuje se terminirajuca nula na kraj reci */
197  pesme[i].naslov[j] = '\0';
198
199  /* Preskace se razmak */
200  fgetc(ulaz);
201
202  /* Cita se broj gledanja */
203  broj_gledanja = 0;
204
205  /* Sve do znaka za novi red (kraja linije) citaju se karakteri iz
    datoteke */
206  while ((c = fgetc(ulaz)) != '\n') {
207      broj_gledanja = broj_gledanja * 10 + (c - '0');
208  }
209  pesme[i].broj_gledanja = broj_gledanja;
210
211  /* Prelazi se na citanje sledece pesme */
212  i++;
```

```
216 }
218 /* Informacija o broju procitanih pesama */
219 n = i;
220 /* Zatvaranje nepotrebne datoteke */
221 fclose(ulaz);
222
223 /* Analiza argumenta komandne linije */
224 if (argc == 1) {
225     /* Nema dodatnih opcija => sortiranje po broju gledanja */
226     qsort(pesme, n, sizeof(Pesma), &uporedi_gledanost);
227 } else {
228     if (argc == 2 && strcmp(argv[1], "-n") == 0) {
229         /* Sortiranje po naslovu */
230         qsort(pesme, n, sizeof(Pesma), &uporedi_naslove);
231     } else {
232         if (argc == 2 && strcmp(argv[1], "-i") == 0) {
233             /* Sortiranje po izvodjaku */
234             qsort(pesme, n, sizeof(Pesma), &uporedi_izvodjace);
235         } else {
236             fprintf(stderr, "Nedozvoljeni argumenti!\n");
237             free(pesme);
238             return 0;
239         }
240     }
241 }
242
243 /* Ispis rezultata */
244 for (i = 0; i < n; i++) {
245     printf("%s - %s, %d\n", pesme[i].izvodjac, pesme[i].naslov,
246           pesme[i].broj_gledanja);
247 }
248
249 /* Oslobadjanje memorije */
250 for (i = 0; i < n; i++) {
251     free(pesme[i].izvodjac);
252     free(pesme[i].naslov);
253 }
254 free(pesme);
255
256 return 0;
257 }
```

#### Rešenje 3.28

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include "matrica.h"
4
5 /* Funkcija koja odredjuje zbir v-te vrste matrice a koja ima m
6    kolona */
```



```
8  int zbir_vrste(int **a, int v, int m)
9  {
10     int i, zbir = 0;
11
12     for (i = 0; i < m; i++) {
13         zbir += a[v][i];
14     }
15     return zbir;
16 }
17
18 /* Funkcija koja sortira vrste matrice (pokazivace na vrste) na
19    osnovu zbira koriscenjem selection sort algoritma */
20 void sortiraj_vrste(int **a, int n, int m)
21 {
22     int i, j, min;
23
24     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
25         min = i;
26         for (j = i + 1; j < n; j++) {
27             if (zbir_vrste(a, j, m) < zbir_vrste(a, min, m)) {
28                 min = j;
29             }
30         }
31         if (min != i) {
32             int *tmp;
33             tmp = a[i];
34             a[i] = a[min];
35             a[min] = tmp;
36         }
37     }
38 }
39
40 int main(int argc, char *argv[])
41 {
42     int **a;
43     int n, m;
44
45     /* Unos dimenzija matrice */
46     printf("Unesite dimenzije matrice: ");
47     scanf("%d %d", &n, &m);
48
49     /* Alokacija memorije */
50     a = alociraj_matricu(n, m);
51     if (a == NULL) {
52         fprintf(stderr, "Neuspesna alokacija matrice\n");
53         exit(EXIT_FAILURE);
54     }
55
56     /* Ucitavanje elementa matrice */
57     printf("Unesite elemente matrice po vrstama:\n");
58     ucitaj_matricu(a, n, m);
```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
/* Poziv funkcije koja sortira vrste matrice prema zbiru */
60 sortiraj_vrste(a, n, m);

/* Ispis rezultujuće matrice */
62 printf("Sortirana matrica je:\n");
64 ispisi_matricu(a, n, m);

/* Oslobađanje memorije */
66 a = deallociraj_matricu(a, n);
68
70 return 0;
}
```

#### Rešenje 3.31

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <math.h>
4 #include <search.h>
5
6 #define MAX 100
7
8 /* Funkcija poredjenja dva cela broja */
9 int poredi_int(const void *a, const void *b)
10 {
11     /* Potrebno je konvertovati void pokazivace u int pokazivace koji
12        se zatim dereferenciraju. Vraca se razlika dobijenih int-ova. */
13
14     /* Zbog moguceg prekoračenja opsega celih brojeva, sledece
15        oduzimanje treba izbegavati return *((int *)a) - *((int *)b); */
16
17     int b1 = *((int *) a);
18     int b2 = *((int *) b);
19
20     /* return b1 - b2; */
21     if (b1 > b2)
22         return 1;
23     else if (b1 < b2)
24         return -1;
25     else
26         return 0;
27 }
28
29 int poredi_int_nerastuce(const void *a, const void *b)
30 {
31     /* Za obrnuti poredak treba samo oduzimati a od b */
32     /* return *((int *)b) - *((int *)a); */
33
34     /* Ili samo promeniti znak vrednosti koju vraca prethodna
35        funkcija */
36     return -poredi_int(a, b);
37 }
```

```
37 }
39 int main()
40 {
41     size_t n;
42     int i, x;
43     int a[MAX], *p = NULL;
44
45     /* Unos dimenzije */
46     printf("Uneti dimenziju niza: ");
47     scanf("%ld", &n);
48     if (n > MAX)
49         n = MAX;
50
51     /* Unos elementa niza */
52     printf("Uneti elemente niza:\n");
53     for (i = 0; i < n; i++)
54         scanf("%d", &a[i]);
55
56     /* Sortiranje niza celih brojeva */
57     qsort(a, n, sizeof(int), &poredi_int);
58
59     /* Prikaz sortiranog niz */
60     printf("Sortirani niz u rastucem poretku:\n");
61     for (i = 0; i < n; i++)
62         printf("%d ", a[i]);
63     putchar('\n');
64
65     /* Pretrazivanje niza */
66     /* Vrednost koja ce biti trazena u nizu */
67     printf("Uneti element koji se trazi u nizu: ");
68     scanf("%d", &x);
69
70     /* Binarna pretraga */
71     printf("Binarna pretraga: \n");
72     p = bsearch(&x, a, n, sizeof(int), &poredi_int);
73     if (p == NULL)
74         printf("Elementa nema u nizu!\n");
75     else
76         printf("Element je nadjen na poziciji %ld\n", p - a);
77
78     /* Linearna pretraga */
79     printf("Linearna pretraga (lfind): \n");
80     p = lfind(&x, a, &n, sizeof(int), &poredi_int);
81     if (p == NULL)
82         printf("Elementa nema u nizu!\n");
83     else
84         printf("Element je nadjen na poziciji %ld\n", p - a);
85
86     return 0;
87 }
```

#### Rešenje 3.32

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <math.h>
4 #include <search.h>
5
6 #define MAX 100
7
8 /* Funkcija racuna broj delilaca broja x */
9 int broj_delilaca(int x)
10 {
11     int i;
12     int br;
13
14     /* Negativni brojevi imaju isti broj delilaca kao i pozitivni */
15     if (x < 0)
16         x = -x;
17     if (x == 0)
18         return 0;
19     if (x == 1)
20         return 1;
21     /* Svaki broj veci od 1 ima bar 2 delioca, (1 i samog sebe) */
22     br = 2;
23     for (i = 2; i < sqrt(x); i++)
24         if (x % i == 0)
25             /* Ako i deli x onda su delioci: i, x/i */
26             br += 2;
27     /* Ako je broj x bas kvadrat, onda se iz petlje izašlo kada je
28        promenljiva i bila bas jednaka korenu od x, i tada broj x ima
29        jos jednog delioca */
30     if (i * i == x)
31         br++;
32
33     return br;
34 }
35
36 /* Funkcija poredjenja dva cela broja po broju delilaca */
37 int poredi_po_broju_delilaca(const void *a, const void *b)
38 {
39     int ak = *(int *) a;
40     int bk = *(int *) b;
41     int n_d_a = broj_delilaca(ak);
42     int n_d_b = broj_delilaca(bk);
43
44     return n_d_a - n_d_b;
45 }
46
47 int main()
48 {
49     size_t n;
50     int i;
```

```

51  int a[MAX];

53  /* Unos dimenzije */
printf("Uneti dimenziju niza: ");
55  scanf("%ld", &n);
if (n > MAX)
57      n = MAX;

59  /* Unos elementa niza */
printf("Uneti elemente niza:\n");
61  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%d", &a[i]);

63

/* Sortiranje niza celih brojeva prema broju delilaca */
65  qsort(a, n, sizeof(int), &poredi_po_broju_delilaca);

67  /* Prikaz sortiranog niza */
printf("Sortirani niz u rastucem poretku prema broju delilaca:\n");
69  for (i = 0; i < n; i++)
    printf("%d ", a[i]);
71  putchar('\n');

73  return 0;
}

```

### Rešenje 3.33

```

1  #include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
#include <search.h>
5
#define MAX_NISKI 1000
7  #define MAX_DUZINA 31

9  /*****
Niz nizova karaktera ovog potpisa
11  char niske[3][4];
se moze graficki predstaviti ovako:
13  -----
| a | b | c | \0 || d | e | \0|  || f | g | h | \0||
15  -----

Dakle kao tri reci (abc, de, fgh), nadovezane jedna na drugu. Za
17  svaku je rezervisano po 4 karaktera ukljucujuci \0. Druga rec sa
nalazi na adresi koja je za 4 veca od prve reci, a za 4 manja od
19  adrese na kojoj se nalazi treca rec. Adresa i-te reci je niske[i]
i ona je tipa char*.

21  Kako pokazivaci a i b u sledecoj funkciji sadrze adrese elemenata
23  koji trebaju biti uporedjeni, (npr. pri porecenju prve i poslednje
reci, pokazivac a ce pokazivati na slovo 'a', a pokazivac b na

```

```
25     slovo 'f') treba ih kastovati na char*, i pozvati funkciju strcmp
      nad njima.
27     *****/
int poredi_leksikografski(const void *a, const void *b)
29 {
    return strcmp((char *) a, (char *) b);
31 }

33 /* Funkcija slicna prethodnoj, osim sto elemente ne upoređuje
      leksikografski, vec po duzini */
35 int poredi_duzine(const void *a, const void *b)
{
37     return strlen((char *) a) - strlen((char *) b);
}

39
41 int main()
{
    int i;
43     size_t n;
    FILE *fp = NULL;
45     char niske[MAX_NISKI][MAX_DUZINA];
    char *p = NULL;
47     char x[MAX_DUZINA];

49     /* Otvaranje datoteke */
    if ((fp = fopen("niske.txt", "r")) == NULL) {
51         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke niske.txt.\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
53     }

55     /* Citanje sadrzaja datoteke */
    for (i = 0; fscanf(fp, "%s", niske[i]) != EOF; i++);

57
    /* Zatvaranje datoteke */
59     fclose(fp);
    n = i;

61
    /* Sortiranje niski leksikografski. Biblioteckoj funkciji qsort
       prosledjuje se funkcija kojom se zadaje kriterijum poredjenja 2
       niski po duzini */
63     qsort(niske, n, MAX_DUZINA * sizeof(char), &poredi_leksikografski);

65
    printf("Leksikografski sortirane niske:\n");
    for (i = 0; i < n; i++)
67         printf("%s ", niske[i]);
    printf("\n");

71
    /* Unos trazene niski */
73     printf("Uneti trazenu nisku: ");
    scanf("%s", x);

75
    /* Binarna pretraga */
```

```

77  /* Prosledjuje se pokazivac na funkciju poredi_leksikografski jer
    je niz vec sortiran leksikografski. */
79  p = bsearch(&x, niske, n, MAX_DUZINA * sizeof(char),
              &poredi_leksikografski);

81
83  if (p != NULL)
    printf("Niska \"%s\" je pronadjena u nizu na poziciji %ld\n",
           p, (p - (char *) niske) / MAX_DUZINA);
85  else
    printf("Niska nije pronadjena u nizu\n");
87
    /* Sortiranje po duzini */
89  qsort(niske, n, MAX_DUZINA * sizeof(char), &poredi_duzine);

91  printf("Niske sortirane po duzini:\n");
    for (i = 0; i < n; i++)
93      printf("%s ", niske[i]);
    printf("\n");
95
    /* Linearna pretraga */
97  p = lfind(&x, niske, &n, MAX_DUZINA * sizeof(char),
            &poredi_leksikografski);
99
101  if (p != NULL)
    printf("Niska \"%s\" je pronadjena u nizu na poziciji %ld\n",
           p, (p - (char *) niske) / MAX_DUZINA);
103  else
    printf("Niska nije pronadjena u nizu\n");
105
    exit(EXIT_SUCCESS);
107 }

```

### Rešenje 3.34

```

1  #include <stdio.h>
    #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
    #include <search.h>
5
    #define MAX_NISKI 1000
7  #define MAX_DUZINA 31

9  /******
    Niz pokazivaca na karaktere ovog potpisa
11  char *niske[3];
    posle alokacije u main-u se moze graficki predstaviti ovako:
13  -----
    | X | -----> | a | b | c | \0|
15  -----
    | Y | -----> | d | e | \0|
17  -----
    =====

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
19 | Z | -----> | f | g | h | \0|
21 -----
23 Sa leve strane je vertikalno prikazan niz pokazivaca, gde je i-ti
25 njegov element pokazivac koji pokazuje na alocirane karaktere i-te
27 reci. Njegov tip je char*.
29
31 Kako pokazivaci a i b u sledecoj funkciji sadrze adrese elemenata
33 koji trebaju biti uporedjeni (recimo adresu od X i adresu od Z), i
35 kako su X i Z tipa char*, onda a i b su tipa char**, pa se tako
37 moraju i kastovati. Da bi se leksikografski uporedili elementi X i
39 Z, moraju se uporediti stringovi na koje oni pokazuju, pa zato se
41 u sledecoj funkciji poziva strcmp() nad onim na sta pokazuju a i b,
43 kastovani na odgovarajuci tip.
45
47 *****/
49 int poredi_leksikografski(const void *a, const void *b)
51 {
53     return strcmp(*(char **) a, *(char **) b);
55 }
57
59 /* Funkcija slicna prethodnoj, osim sto elemente ne uporedjuje
61 leksikografski, vec po duzini */
63 int poredi_duzine(const void *a, const void *b)
65 {
67     return strlen(*(char **) a) - strlen(*(char **) b);
69 }
71
73 /* Ovo je funkcija poredjenja za bsearch. Pokazivac b pokazuje na
75 element u nizu sa kojim se poredi, pa njega treba kastovati na
77 char** i dereferencirati, (videti obrazlozenje za prvu funkciju u
79 ovom zadatku, a pokazivac a pokazuje na element koji se trazi. U
81 main funkciji je to x, koji je tipa char*, tako da pokazivac a
83 ovde samo treba kastovati i ne dereferencirati. */
85 int poredi_leksikografski_b(const void *a, const void *b)
87 {
89     return strcmp((char *) a, *(char **) b);
91 }
93
95 int main()
97 {
99     int i;
101     size_t n;
103     FILE *fp = NULL;
105     char *niske[MAX_NISKI];
107     char **p = NULL;
109     char x[MAX_DUZINA];
111
113     /* Otvaranje datoteke */
115     if ((fp = fopen("niske.txt", "r")) == NULL) {
117         fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke niske.txt.\n");
119         exit(EXIT_FAILURE);
121     }
123 }
```



```

71  /* Citanje sadržaja datoteke */
    i = 0;
    while (fscanf(fp, "%s", x) != EOF) {
73      /* Alociranje dovoljne memorije za i-tu nisku */
        if ((niske[i] = malloc((strlen(x) + 1) * sizeof(char))) == NULL)
        {
75          fprintf(stderr, "Greska pri alociranju niske\n");
          exit(EXIT_FAILURE);
77        }
        /* Kopiranje procitane niske na svoje mesto */
79        strcpy(niske[i], x);
        i++;
81    }

83    /* Zatvaranje datoteke */
    fclose(fp);
85    n = i;

87    /* Sortiranje niski leksikografski. Bibliotečkoj funkciji qsort se
        prosledjuje funkcija kojom se zadaje kriterijum poredjenja 2
89    niske po duzini */
    qsort(niske, n, sizeof(char *), &poredi_leksikografski);

91    printf("Leksikografski sortirane niske:\n");
93    for (i = 0; i < n; i++)
        printf("%s ", niske[i]);
95    printf("\n");

97    /* Unos trazene niske */
    printf("Uneti trazenu nisku: ");
99    scanf("%s", x);

101    /* Binarna pretraga */
    p = bsearch(x, niske, n, sizeof(char *), &poredi_leksikografski_b);
103    if (p != NULL)
        printf("Niska \"%s\" je pronadjena u nizu na poziciji %ld\n",
105              *p, p - niske);
    else
107        printf("Niska nije pronadjena u nizu\n");

109    /* Linearna pretraga */
    p = lfind(x, niske, &n, sizeof(char *), &poredi_leksikografski_b);
111    if (p != NULL)
        printf("Niska \"%s\" je pronadjena u nizu na poziciji %ld\n",
113              *p, p - niske);
    else
115        printf("Niska nije pronadjena u nizu\n");

117    /* Sortiramo po duzini */
    qsort(niske, n, sizeof(char *), &poredi_duzine);
119    printf("Niske sortirane po duzini:\n");

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

---

```
121     for (i = 0; i < n; i++)
        printf("%s ", niske[i]);
123     printf("\n");

125     /* Oslobadjanje zauzete memorije */
    for (i = 0; i < n; i++)
127         free(niske[i]);

129     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

#### Rešenje 3.35

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4 #include <search.h>

6 #define MAX 500

8 /* Struktura sa svim informacijama o pojedinacnom studentu */
typedef struct {
10     char ime[21];
    char prezime[21];
12     int bodovi;
} Student;

14

16 /* Funkcija poredjenja za sortiranje po broju bodova. Studenti sa
    istim brojem bodova se dodatno sortiraju leksikografski po
    prezimenu */
18 int poredil(const void *a, const void *b)
{
20     Student *prvi = (Student *) a;
    Student *drugi = (Student *) b;

22     if (prvi->bodovi > drugi->bodovi)
24         return -1;
    else if (prvi->bodovi < drugi->bodovi)
26         return 1;
    else
28         /* Ako su jednaki po broju bodova, treba ih uporediti po
            prezimenu */
30         return strcmp(prvi->prezime, drugi->prezime);
}

32

34 /* Funkcija za poredjenje koja se koristi u pretrazi po broju bodova.
    Prvi parametar je ono sto se trazi u nizu (broj bodova), a drugi
    parametar je element niza ciji se bodovi porede. */
36 int poredi2(const void *a, const void *b)
{
38     int bodovi = *(int *) a;
```

```
Student *s = (Student *) b;
40 return s->bodovi - bodovi;
}
42
/* Funkcija za poredjenje koja se koristi u pretrazi po prezimenu.
44 Prvi parametar je ono sto se trazi u nizu (prezime), a drugi
   parametar je element niza cije se prezime poredi. */
46 int poredi3(const void *a, const void *b)
{
48     char *prezime = (char *) a;
   Student *s = (Student *) b;
50     return strcmp(prezime, s->prezime);
}
52
int main(int argc, char *argv[])
54 {
   Student kolokvijum[MAX];
56     int i;
   size_t br_studenata = 0;
58     Student *nadjen = NULL;
   FILE *fp = NULL;
60     int bodovi;
   char prezime[21];
62
   /* Ako je program pozvan sa nedovoljnim brojem argumenata daje se
64    informacija korisniku kako se program koristi i prekida se
       izvorsavanje. */
66     if (argc < 2) {
         fprintf(stderr,
68             "Program se poziva sa:\n%s datoteka_sa_rezultatima\n",
               argv[0]);
70         exit(EXIT_FAILURE);
       }
72
   /* Otvaranje datoteke */
74     if ((fp = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
         fprintf(stderr, "Neupesno otvaranje datoteke %s\n", argv[1]);
76         exit(EXIT_FAILURE);
       }
78
   /* Ucitavanje sadrzaja */
80     for (i = 0;
           fscanf(fp, "%s%s%d", kolokvijum[i].ime,
82                 kolokvijum[i].prezime,
                   &kolokvijum[i].bodovi) != EOF; i++);
84
   /* Zatvaranje datoteke */
86     fclose(fp);
   br_studenata = i;
88
   /* Sortiranje niza studenata po broju bodova, gde se unutar grupe
90    studenata sa istim brojem bodova sortiranje vrsi po prezimenu */
```

```
    qsort(kolokvijum, br_studenata, sizeof(Student), &poredi1);
92
    printf("Studenti sortirani po broju poena opadajuće, ");
94    printf("pa po prezimenu rastuće:\n");
    for (i = 0; i < br_studenata; i++)
96        printf("%s %s %d\n", kolokvijum[i].ime,
                kolokvijum[i].prezime, kolokvijum[i].bodovi);
98
    /* Pretraživanje studenata po broju bodova se vrši binarnom
100     pretragom jer je niz sortiran po broju bodova. */
    printf("Unesite broj bodova: ");
102    scanf("%d", &bodovi);

    nadjen =
104        bsearch(&bodovi, kolokvijum, br_studenata, sizeof(Student),
106                &poredi2);

    if (nadjen != NULL)
108        printf
110            ("Pronadjen je student sa unetim brojem bodova: %s %s %d\n",
             nadjen->ime, nadjen->prezime, nadjen->bodovi);
112    else
        printf("Nema studenta sa unetim brojem bodova\n");
114

    /* Pretraga po prezimenu se mora vršiti linearno jer je niz
116     sortiran po bodovima. */
    printf("Unesite prezime: ");
118    scanf("%s", prezime);

    nadjen =
120        lfind(prezime, kolokvijum, &br_studenata, sizeof(Student),
122                &poredi3);

    if (nadjen != NULL)
124        printf
126            ("Pronadjen je student sa unetim prezimenom: %s %s %d\n",
             nadjen->ime, nadjen->prezime, nadjen->bodovi);
128    else
        printf("Nema studenta sa unetim prezimenom\n");
130
    exit(EXIT_SUCCESS);
132 }
```

#### Rešenje 3.36

```
#include <stdio.h>
2 #include <string.h>
#include <stdlib.h>
4
#define MAX 128
6
```

```

8  /* Funkcija poredi dva karaktera */
   int uporedi_char(const void *pa, const void *pb)
   {
10     return *(char *) pa - *(char *) pb;
   }

12
   /* Funkcija vraca 1 ako su argumenti anagrami, a 0 inace */
14   int anagrami(char s[], char t[])
   {
16     /* Ako dve niske imaju razlicitu duzinu onda one nisu anagrami */
       if (strlen(s) != strlen(t))
18         return 0;

20     /* Sortiranje niski */
       qsort(s, strlen(s) / sizeof(char), sizeof(char), &uporedi_char);
22     qsort(t, strlen(t) / sizeof(char), sizeof(char), &uporedi_char);

24     /* Ako su niske nakon sortiranja iste onda one jesu anagrami, u
       suprotnom, nisu */
26     return !strcmp(s, t);
   }

28
   int main()
30   {
       char s[MAX], t[MAX];

32
       /* Unos niski */
34     printf("Unesite prvu nisku: ");
       scanf("%s", s);
36     printf("Unesite drugu nisku: ");
       scanf("%s", t);

38
       /* Ispituje se da li su niske anagrami */
40     if (anagrami(s, t))
           printf("jesu\n");
42     else
           printf("nisu\n");

44
       return 0;
46   }

```

### Rešenje 3.37

```

1  #include <stdio.h>
   #include <string.h>
3  #include <stdlib.h>

5  #define MAX 10
   #define MAX_DUZINA 32
7
   /* Funkcija porenjenja */

```

### 3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
9  int uporedi_niske(const void *pa, const void *pb)
11 {
13     return strcmp((char *) pa, (char *) pb);
15 }

17 int main()
19 {
21     int i, n;
23     char S[MAX][MAX_DUZINA];

25     /* Unos broja niski */
27     printf("Unesite broj niski:");
29     scanf("%d", &n);

31     /* Unos niza niski */
33     printf("Unesite niske:\n");
35     for (i = 0; i < n; i++)
37         scanf("%s", S[i]);

39     /* Sortiranje niza niski */
41     qsort(S, n, MAX_DUZINA * sizeof(char), &uporedi_niske);

43     /******
45      Ovaj deo je iskomentarisan jer se u zadatku ne trazi ispis
47      sortiranih niski. Koriscen je samo u fazi testiranja programa.
49
51     printf("Sortirane niske su:\n");
53     for(i = 0; i < n; i++)
55         printf("%s ", S[i]);
57     /******

59     /* Ako postoje dve iste niske u nizu, onda ce one nakon sortiranja
61     niza biti jedna do druge */
63     for (i = 0; i < n - 1; i++)
65         if (strcmp(S[i], S[i + 1]) == 0) {
67             printf("ima\n");
69             return 0;
71         }

73     printf("nema\n");
75     return 0;
77 }
```

#### Rešenje 3.38

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4
5  #define MAX 21
```

```

7  /* Struktura koja predstavlja jednog studenta */
typedef struct student {
9     char nalog[8];
    char ime[MAX];
11    char prezime[MAX];
    int poeni;
13 } Student;

15 /* Funkcija poredi studente prema broju poena, rastuce */
int uporedi_poeni(const void *a, const void *b)
17 {
    Student s = *(Student *) a;
19    Student t = *(Student *) b;
    return s.poeni - t.poeni;
21 }

23 /* Funkcija poredi studente prvo prema godini, zatim prema smeru i na
    kraju prema indeksu */
25 int uporedi_nalog(const void *a, const void *b)
    {
27     Student s = *(Student *) a;
        Student t = *(Student *) b;
29     /* Za svakog studenta iz naloga se izdvaja godina upisa, smer i
        broj indeksa */
31     int godina1 = (s.nalog[2] - '0') * 10 + s.nalog[3] - '0';
        int godina2 = (t.nalog[2] - '0') * 10 + t.nalog[3] - '0';
33     char smer1 = s.nalog[1];
        char smer2 = t.nalog[1];
35     int indeks1 =
        (s.nalog[4] - '0') * 100 + (s.nalog[5] - '0') * 10 +
37     s.nalog[6] - '0';
        int indeks2 =
39     (t.nalog[4] - '0') * 100 + (t.nalog[5] - '0') * 10 +
        t.nalog[6] - '0';
41     if (godina1 != godina2)
        return godina1 - godina2;
43     else if (smer1 != smer2)
        return smer1 - smer2;
45     else
        return indeks1 - indeks2;
47 }

49 int uporedi_bsearch(const void *a, const void *b)
    {
51     /* Nalog studenta koji se trazi */
        char *nalog = (char *) a;
53     /* Kljuc pretrage */
        Student s = *(Student *) b;
55
57     int godina1 = (nalog[2] - '0') * 10 + nalog[3] - '0';
        int godina2 = (s.nalog[2] - '0') * 10 + s.nalog[3] - '0';
        char smer1 = nalog[1];

```

```
59 char smer2 = s.nalog[1];
int indeks1 =
61     (nalog[4] - '0') * 100 + (nalog[5] - '0') * 10 + nalog[6] - '0'
    ;
int indeks2 =
63     (s.nalog[4] - '0') * 100 + (s.nalog[5] - '0') * 10 +
        s.nalog[6] - '0';
65 if (godina1 != godina2)
    return godina1 - godina2;
67 else if (smer1 != smer2)
    return smer1 - smer2;
69 else
    return indeks1 - indeks2;
71 }

73 int main(int argc, char **argv)
{
75     Student *nadjen = NULL;
    char nalog_trazeni[8];
77     Student niz_studenata[100];
    int i = 0, br_studenata = 0;
79     FILE *in = NULL, *out = NULL;

81     /* Ako je broj argumenata komandne linije razlicit i od 2 i od 3,
        korisnik nije ispravno pozvao program i prijavljuje se greska.
        */
83     if (argc != 2 && argc != 3) {
        fprintf(stderr,
85             "Greska! Program se poziva sa: ./a.out -opcija [nalog]\n"
        );
        exit(EXIT_FAILURE);
87     }

89     /* Otvaranje datoteke za citanje */
    in = fopen("studenti.txt", "r");
91     if (in == NULL) {
        fprintf(stderr,
93             "Greska prilikom otvaranja datoteke studenti.txt!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
95     }

97     /* Otvaranje datoteke za pisanje */
    out = fopen("izlaz.txt", "w");
99     if (out == NULL) {
        fprintf(stderr,
101             "Greska prilikom otvaranja datoteke izlaz.txt!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
103     }

105     /* Ucitavanje studenta iz ulazne datoteke sve do njenog kraja */
    while (fscanf
107         (in, "%s %s %s %d", niz_studenata[i].nalog,
```



```
109         niz_studenata[i].ime, niz_studenata[i].prezime,  
        &niz_studenata[i].poeni) != EOF)  
110     i++;  
111  
112     br_studenata = i;  
113  
114     /* Ako je prisutna opcija -p, vrsi se sortiranje po poenima */  
115     if (strcmp(argv[1], "-p") == 0)  
116         qsort(niz_studenata, br_studenata, sizeof(Student),  
117             &uporedi_poeni);  
118     /* A ako je prisutna opcija -n, vrsi se sortiranje po nalogu */  
119     else if (strcmp(argv[1], "-n") == 0)  
120         qsort(niz_studenata, br_studenata, sizeof(Student),  
121             &uporedi_nalog);  
122  
123     /* Sortirani studenti se ispisuju u izlaznu datoteku */  
124     for (i = 0; i < br_studenata; i++)  
125         fprintf(out, "%s %s %s %d\n", niz_studenata[i].nalog,  
126             niz_studenata[i].ime, niz_studenata[i].prezime,  
127             niz_studenata[i].poeni);  
128  
129     /* Ukoliko je u komandnoj liniji uz opciju -n naveden i nalog  
130        studenta... */  
131     if (argc == 3 && (strcmp(argv[1], "-n") == 0)) {  
132         strcpy(nalog_trazeni, argv[2]);  
133  
134         /* ... pronalazi se student sa tim nalogom... */  
135         nadjen =  
136             (Student *) bsearch(nalog_trazeni, niz_studenata,  
137                 br_studenata, sizeof(Student),  
138                 &uporedi_bsearch);  
139  
140         if (nadjen == NULL)  
141             printf("Nije nadjen!\n");  
142         else  
143             printf("%s %s %s %d\n", nadjen->nalog, nadjen->ime,  
144                 nadjen->prezime, nadjen->poeni);  
145     }  
146  
147     /* Zatvaranje datoteka */  
148     fclose(in);  
149     fclose(out);  
150  
151     exit(EXIT_SUCCESS);  
}
```



## 4

# Dinamičke strukture podataka

## 4.1 Liste

**Zadatak 4.1** Napisati biblioteku za rad sa jednostruko povezanom listom čiji čvorovi sadrže cele brojeve.

- (a) Definirati strukturu `Cvor` kojom se predstavlja čvor liste. Čvor treba da sadrži ceo broj `vrednost` i pokazivač na sledeći čvor liste.
- (b) Napisati funkciju `Cvor *napravi_cvor(int broj)` koja kao argument dobija ceo broj, kreira nov čvor liste, inicijalizuje mu polja i vraća njegovu adresu.
- (c) Napisati funkciju `int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)` koja dodaje novi čvor sa vrednošću `broj` na početak liste, čija glava se nalazi na adresi `adresa_glave`.
- (d) Napisati funkciju `Cvor *pronadji_poslednji(Cvor * glava)` koja pronalazi poslednji čvor u listi.
- (e) Napisati funkciju `int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)` koja dodaje novi čvor sa vrednošću `broj` na kraj liste.
- (f) Napisati funkciju `Cvor *pronadji_mesto_umetanja(Cvor * glava, int broj)` koja vraća pokazivač na čvor u neopadajuće uređenoj listi iza kojeg bi trebalo dodati nov čvor sa vrednošću `broj`.

- (g) Napisati funkciju `int dodaj_iza(Cvor * tekuci, int broj)` koja iza čvora `tekuci` dodaje novi čvor sa vrednošću `broj`.
- (h) Napisati funkciju `int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, int broj)` koja dodaje novi elemenat u neopadajuće uređenu listu tako da se očuva postojeće uređenje.
- (i) Napisati funkciju `void ispisi_listu(Cvor * glava)` koja ispisuje čvorove liste uokvirene zagradama `[, ]` i međusobno razdvojene zapetama.
- (j) Napisati funkciju `Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj)` koja proverava da li se u listi nalazi čvor čija je vrednost jednaka argumentu `broj`. Vraća pokazivač na pronađeni čvor ili `NULL` ukoliko ga ne pronađe.
- (k) Napisati funkciju `Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj)` koja proverava da li se u listi nalazi čvor sa vrednošću `broj`, pri čemu se pretpostavlja da se pretražuje neopadajuće uređena lista.
- (l) Napisati funkciju `void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, int broj)` koja briše sve čvorove u listi koji imaju vrednost jednaku argumentu `broj`.
- (m) Napisati funkciju `void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)` koja briše sve čvorove u listi koji imaju vrednost jednaku argumentu `broj`, pri čemu se pretpostavlja da se briše iz neopadajuće uređene liste.
- (n) Napisati funkciju `void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)` koja oslobađa dinamički zauzetu memoriju za čvorove liste.

Funkcije dodavanja novog elementa u postojeću listu poput, `dodaj_na_pocetak_liste`, `dodaj_na_kraj_liste` i `dodaj_sortirano`, treba da vrate 0, ukoliko je sve bilo u redu, odnosno 1, ukoliko se dogodila greška prilikom alokacije memorije za nov čvor. NAPOMENA: *Sve funkcije za rad sa listom implementirati iterativno.*

Napisati programe koji koriste jednostruko povezanu listu za čuvanje elemenata koji se unose sa standardnog ulaza. Unošenje novih brojeva u listu prekida se učitavanjem kraja ulaza (EOF). Svako dodavanje novog broja u listu ispratiti ispisivanjem trenutnog sadržaja liste.

- (1) U programu se učitani celi brojevi dodaju na početak liste. Unosi se ceo broj koji se traži u unetoj listi i na ekran se ispisuje rezultat pretrage.

*Primer 1*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unosite brojeve: (za kraj CTRL+D)
2
Lista: [2]
3
Lista: [3, 2]
14
Lista: [14, 3, 2]
5
Lista: [5, 14, 3, 2]
3
Lista: [3, 5, 14, 3, 2]
17
Lista: [17, 3, 5, 14, 3, 2]

Unosite broj koji se trazi: 5
Trazeni broj 5 je u listi!

```

*Primer 2*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unosite brojeve: (za kraj CTRL+D)
23
Lista: [23]
14
Lista: [14, 23]
35
Lista: [35, 14, 23]

Unosite broj koji se trazi: 8
Broj 8 se ne nalazi u listi!

```

- (2) U programu se učitani celi brojevi dodaju na kraj liste. Unosi se ceo broj čija se sva pojavljivanja u listi brišu. Na ekran se ispisuje sadržaj liste nakon brisanja.

*Primer 1*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unosite brojeve: (za kraj CTRL+D)
2
Lista: [2]
3
Lista: [2, 3]
14
Lista: [2, 3, 14]
3
Lista: [2, 3, 14, 3]
3
Lista: [2, 3, 14, 3, 3]
17
Lista: [2, 3, 14, 3, 3, 17]
3
Lista: [2, 3, 14, 3, 3, 17, 3]

Unosite broj koji se brise: 3
Lista nakon brisanja: [2, 14, 17]

```

*Primer 2*

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unosite brojeve: (za kraj CTRL+D)
23
Lista: [23]
14
Lista: [23, 14]
35
Lista: [23, 14, 35]

Unosite broj koji se brise: 3
Lista nakon brisanja: [23, 14, 35]

```

- (3) U programu se učitani celi brojevi dodaju u listu tako da vrednosti budu uređene u neopadajućem poretaku. Unosi se ceo broj koji se traži u unetoj listi i na ekran se ispisuje rezultat pretrage. Potom se unosi još jedan ceo broj čija se sva pojavljivanja u listi brišu i prikazuje se aktuelni sadržaj liste nakon brisanja. NAPOMENA: *Prilikom pretraživanja liste i brisanja čvora liste koristiti činjenicu da je lista uređena.*

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite brojeve: (za kraj CTRL+D)
2
Lista: [2]
3
Lista: [2, 3]
14
Lista: [2, 3, 14]
3
Lista: [2, 3, 3, 14]
3
Lista: [2, 3, 3, 3, 14]
5
Lista: [2, 3, 3, 3, 5, 14]

Unesite broj koji se trazi: 14
Trazeni broj 14 je u listi!

Unesite broj koji se brise: 3
Lista nakon brisanja: [2, 5, 14]
```

### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite brojeve: (za kraj CTRL+D)
23
Lista: [23]
14
Lista: [14, 23]
35
Lista: [14, 23, 35]

Unesite broj koji se trazi: 8
Broj 8 se ne nalazi u listi!

Unesite broj koji se brise: 3
Lista nakon brisanja: [14, 23, 35]
```

[Rešenje 4.1]

**Zadatak 4.2** Napisati biblioteku za rad sa jednostruko povezanim listama koja sadrži sve funkcije iz zadatka 4.1, ali tako da funkcije budu implementirane rekursivno. NAPOMENA: *Koristiti iste main programe i test primere iz zadatka 4.1.*

[Rešenje 4.2]

**Zadatak 4.3** Napisati program koji prebrojava pojavljivanja etiketa HTML datoteke čije se ime zadaje kao argument komandne linije. Rezultat prebrojavanja ispisati na standardni izlaz. Etiketne smestati u listu, a za formiranje liste koristiti strukturu:

```
typedef struct _Element
{
    unsigned broj_pojavljivanja;
    char etiketa[20];
    struct _Element *sledeci;
} Element;
```

*Test 1*

```

POKRETANJE: ./a.out datoteka.html

DATOTEKA.HTML
<html>
<head><title>Primer</title></head>
<body>
  <h1>Naslov</h1>
  Danas je lep i suncan dan. <br>
  A sutra ce biti jos lepsi.
  <a link='http://www.google.com'> Link 1</a>
  <a link='http://www.math.rs'> Link 2</a>
</body>
</html>

IZLAZ:
a - 4
br - 1
h1 - 2
body - 2
title - 2
head - 2
html - 2

```

*Test 2*

```

POKRETANJE: ./a.out datoteka.html

DATOTEKA DATOTEKA.HTML NE POSTOJI.

IZLAZ ZA GREŠKU:
Greska prilikom otvaranja
datoteke datoteka.html.

```

[Rešenje 4.3]

**Zadatak 4.4** U datoteci se nalaze podaci o studentima. U svakom redu datoteke nalazi se indeks, ime i prezime studenta. Napisati program kome se preko argumenata komandne linije prosleđuje ime datoteke sa studentskim podacima koje program treba da pročita i smesti u listu. Nakon završenog učitavanja svih podataka o studentima, sa standardnog ulaza unose se, jedan po jedan, indeksi studenata koji se traže u učitanoj listi. Posle svakog unetog indeksa, program ispisuje poruku *da* ili *ne*, u zavisnosti od toga da li u listi postoji student sa unetim indeksom ili ne. Prekid unosa indeksa se vrši unošenjem karaktera za kraj ulaza (EOF). Poruke o greškama ispisivati na standardni izlaz za greške. UPUTSTVO: *Pretpostaviti da je 10 karaktera dovoljno za zapis indeksa i da je 20 karaktera maksimalna dužina bilo imena bilo prezimena studenta.*

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out studenti.txt

STUDENTI.TXT
123/2014 Marko Lukic
3/2014 Ana Sokic
43/2013 Jelena Ilic
41/2009 Marija Zaric
13/2010 Milovan Lazic

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
3/2014 da: Ana Sokic
235/2008 ne
41/2009 da: Marija Zaric
```

### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out studenti.txt

DATOTEKA STUDENTI.TXT JE PRAZNA

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
3/2014 ne
235/2008 ne
41/2009 ne
```

[Rešenje 4.4]

\* **Zadatak 4.5** Data je datoteka `brojevi.txt` koja sadrži cele brojeve.

- (a) Napisati funkciju koja iz zadate datoteke učitava brojeve i smešta ih u listu.
- (b) Napisati funkciju koja u jednom prolazu kroz zadata listu celih brojeva pronalazi maksimalan strogo rastući podniz.

Napisati program koji u datoteku `rezultat.txt` upisuje nađeni strogo rastući podniz.

### Test 1

```
BROJEVI.TXT
43 12 15 16 4 2 8

IZLAZ:
REZULTAT.TXT
12 15 16
```

### Test 2

```
DATOTEKA BROJEVI.TXT
NE POSTOJI.

IZLAZ ZA GREŠKU:
Greska prilikom otvaranja
datoteke brojevi.txt.
```

### Test 3

```
DATOTEKA BROJEVI.TXT JE PRAZNA

IZLAZ:
REZULTAT.TXT
Rezultat.txt ce biti prazna.
```

\* **Zadatak 4.6** Napisati program koji objedinjuje dve sortirane liste u jednu sortiranu listu. Funkcija ne treba da kreira nove, već da samo preraspodeli postojeće čvorove. Prva lista se učitava iz datoteke čije ime se zadaje kao prvi argument komandne linije, a druga iz datoteke čije se ime zadaje kao drugi argument komandne linije. Rezultujuću listu ispisati na standardni izlaz. **NAPOMENA:** Koristiti biblioteku za rad sa listama celih brojeva iz zadatka 4.1.



*Test 1*

```

POKRETANJE: ./a.out dat1.txt dat2.txt

DAT1.TXT
  2 4 6 10 15

DAT2.TXT
  5 6 11 12 14 16

IZLAZ:
[2, 4, 5, 6, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16]

```

*Test 2*

```

POKRETANJE: ./a.out dat1.txt dat2.txt

DAT1.TXT
  2 4 6 10 15

DATOTEKA DAT2.TXT NE POSTOJI.

IZLAZ ZA GREŠKU:
  Greska prilikom otvaranja datoteke
  dat2.txt.

```

*Test 3*

```

POKRETANJE: ./a.out dat1.txt dat2.txt

DATOTEKA DAT1.TXT JE PRAZNA

DAT2.TXT
  5 6 11 12 14 16

IZLAZ:
[5, 6, 11, 12, 14, 16]

```

*Test 4*

```

POKRETANJE: ./a.out dat1.txt

IZLAZ ZA GREŠKU:
  Program se poziva sa:
  ./a.out dat1.txt dat2.txt!

```

[Rešenje 4.6]

\* **Zadatak 4.7** Date su dve jednostruko povezane liste  $L1$  i  $L2$ . Napisati funkciju koja od ovih listi formira novu listu  $L$  koja sadrži naizmenično raspoređene čvorove listi  $L1$  i  $L2$ : prvi čvor iz  $L1$ , prvi čvor iz  $L2$ , drugi čvor  $L1$ , drugi čvor  $L2$ , itd. Ne formirati nove čvorove, već samo postojeće rasporediti u jednu listu. Prva lista se učitava iz datoteke čije se ime zadaje kao prvi argument komandne linije, a druga iz datoteke čije se ime zadaje kao drugi argument komandne linije. Rezultujuću listu ispisati na standardni izlaz.

NAPOMENA: *Iskoristiti testove 2 - 6 za zadatak 4.6.*

*Test 1*

```

POKRETANJE: ./a.out dat1.txt dat2.txt

DAT1.TXT
  2 4 6 10 15

DAT2.TXT
  5 6 11 12 14 16

IZLAZ:
  2 5 4 6 6 11 10 12 15 14 16

```

**Zadatak 4.8** Sadržaj datoteke je aritmetički izraz koji može sadržati zagrade  $\{$ ,  $[$  i  $($ . Napisati program koji učitava sadržaj datoteke `izraz.txt` i korišćenjem

## 4 Dinamičke strukture podataka

---

steka utvrđuje da li su zagrade u aritmetičkom izrazu dobro uparene. Program štampa odgovarajuću poruku na standardni izlaz.

<p><i>Test 1</i></p> <pre>   IZRAZ.TXT    {[23 + 5344] * (24 - 234)} - 23       IZLAZ:      Zagrade su ispravno uparene.</pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre>   IZRAZ.TXT    {[23 + 5] * (9 * 2)} - {23}       IZLAZ:      Zagrade su ispravno uparene.</pre>
<p><i>Test 3</i></p> <pre>   IZRAZ.TXT    {[2 + 54] / (24 * 87)} + (234 + 23)       IZLAZ:      Zagrade nisu ispravno uparene.</pre>	<p><i>Test 4</i></p> <pre>   IZRAZ.TXT    {(2 - 14) / (23 + 11)} * (2 + 13)       IZLAZ:      Zagrade nisu ispravno uparene.</pre>
<p><i>Test 5</i></p> <pre>   DATOTEKA IZRAZ.TXT JE PRAZNA       IZLAZ:      Zagrade su ispravno uparene.</pre>	<p><i>Test 6</i></p> <pre>   DATOTEKA IZRAZ.TXT NE POSTOJI.       IZLAZ ZA GREŠKU:      Greska prilikom otvaranja      datoteke izraz.txt!</pre>

[Rešenje 4.8]

**Zadatak 4.9** Napisati program koji proverava ispravnost uparivanja etiketa u HTML datoteci. Ime datoteke se zadaje kao argument komandne linije. Poruke o greškama ispisivati na standardni izlaz za greške. UPUTSTVO: *Za rešavanje problema koristiti stek implementiran preko liste čiji čvorovi sadrže HTML etikete.*

<p><i>Test 1</i></p> <pre>   POKRETANJE: ./a.out datoteka.html       DATOTEKA.HTML    &lt;html&gt;      &lt;head&gt;        &lt;title&gt;Primer&lt;/title&gt;      &lt;/head&gt;      &lt;body&gt;      &lt;/body&gt;       IZLAZ:      Etikete nisu pravilno uparene      (etiketa &lt;html&gt; nije zatvorena)</pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre>   POKRETANJE: ./a.out datoteka.html       DATOTEKA.HTML      &lt;head&gt;        &lt;title&gt;Primer&lt;/title&gt;      &lt;/head&gt;      &lt;body&gt;      &lt;/body&gt;    &lt;/html&gt;       IZLAZ:      Etikete nisu pravilno uparene      (nadjena je etiketa &lt;/html&gt;      koja nije otvorena)</pre>
--	--

## Test 3

```
POKRETANJE: ./a.out datoteka.html

DATOTEKA.HTML
<html>
<head>
  <title>Primer</title>
</head>
<body>
  <h1>Naslov</h1>
  Danas je lep i suncan dan. <br>
  Sutra ce biti jos lepsi.
  <a link='http://www.math.rs'>Link</a>
</body>
</html>

IZLAZ:
  Etikete su pravilno uparene!
```

## Test 4

```
POKRETANJE: ./a.out datoteka.html

DATOTEKA.HTML
<html>
<head>
  <title>Primer</title>
</head>
<body>
</html>

IZLAZ:
  Etikete nisu pravilno uparene
  (nadjena je etiketa </html>, a poslednja
  otvorena je <body>)
```

## Test 5

```
POKRETANJE: ./a.out datoteka.html

DATOTEKA DATOTEKA.HTML NE POSTOJI.

IZLAZ ZA GREŠKU:
  Greska prilikom otvaranja
  datoteke datoteka.html.
```

## Test 6

```
POKRETANJE: ./a.out datoteka.html

DATOTEKA.HTML JE PRAZNA

IZLAZ:
  Etikete su pravilno uparene!
```

[Rešenje 4.9]

**Zadatak 4.10** Napisati program koji pomaže službeniku u radu na šalteru. Službenik najpre evidentira sve korisničke *JMBG* brojeve (niske koje sadrže po 13 karaktera) i zahteve (niska koja sadrži najviše 999 karaktera). Prijem zahteva korisnika se prekida unošenjem karaktera za kraj ulaza, (EOF). Službenik redom pregleda zahteve i odlučuje da li zahtev obrađuje odmah ili kasnije. Program mu postavlja pitanje *Da li korisnika vratate na kraj reda?* i ukoliko on da odgovor *Da*, korisnik se stavlja na kraj reda, čime se obrada njegovog zahteva odlaže. Ukoliko odgovor nije *Da*, službenik obrađuje zahtev i podatke o korisniku dopisuje na kraj datoteke *izvestaj.txt*. Ova datoteka, za svaki obrađen zahtev, sadrži *JMBG* i zahtev usluženog korisnika. Posle svakog *petog* usluženog korisnika, službeniku se nudi mogućnost da prekine sa radom, nevezano od broja korisnika koji i dalje čekaju u redu. UPUTSTVO: *Za čuvanje korisničkih zahteva koristiti red implementiran korišćenjem listi.*

### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Sluzbenik evidentira korisnicke zahteve:
Novi zahtev [CTRL+D za kraj]
JMBG: 1234567890123
Opis problema: Otvaranje racuna

Novi zahtev [CTRL+D za kraj]
JMBG: 2345678901234
Opis problema: Podizanje novca

Novi zahtev [CTRL+D za kraj]
JMBG: 3456789012345
Opis problema: Reklamacija

Novi zahtev [CTRL+D za kraj]
JMBG:

Sledeci je korisnik sa JMBG: 1234567890123
i zahtevom: Otvaranje racuna
Da li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] Da

Sledeci je korisnik sa JMBG: 2345678901234
i zahtevom: Podizanje novca
Da li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] Ne

Sledeci je korisnik sa JMBG: 3456789012345
i zahtevom: Reklamacija
Da li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] Da

Sledeci je korisnik sa JMBG: 1234567890123
i zahtevom: Otvaranje racuna
Da li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] Da

Sledeci je korisnik sa JMBG: 3456789012345
i zahtevom: Reklamacija
Da li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] Ne

Da li je kraj smene? [Da/Ne] Ne

Sledeci je korisnik sa JMBG: 1234567890123
i zahtevom: Otvaranje racuna
Da li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] Ne

IZVESTAJ.TXT
JMBG: 2345678901234 Zahtev: Podizanje novca
JMBG: 3456789012345 Zahtev: Reklamacija
JMBG: 1234567890123 Zahtev: Otvaranje racuna
```

[Rešenje 4.10]

**Zadatak 4.11** Napisati biblioteku za rad sa dvostruko povezanom listom celih brojeva koja ima iste funkcionalnosti kao biblioteka iz zadatka 4.1. Dopuniti biblioteku novim funkcijama.

- (a) Napisati funkciju `void obrisi_tekuci(Cvor ** adresa_glave, Cvor **`

`adresa_kraja`, `Cvor * tekuci`) koja briše čvor na koji pokazuje pokazivač `tekuci` iz liste čiji se pokazivač na čvor koji je glava liste nalazi na adresi `adresa_glave` i poslednji čvor liste na adresi `adresa_kraja`.

- (b) Napisati funkciju `void ispisi_listu_unazad(Cvor * kraj)` koja ispisuje sadržaj liste od poslednjeg čvora ka glavi liste.

Sve funkcije za rad sa listom implementirati iterativno. Zbog efikasnog izvršavanja operacija dodavanja na kraj liste i ispisivanja liste unazad treba, pored pokazivača na glavu liste, čuvati i pokazivač na poslednji čvor liste. NAPOMENA: *Funkcije testirati koristeći test primere iz zadatka 4.1*

[Rešenje 4.11]

**\* Zadatak 4.12** Grupa od  $n$  plesača na kostimima ima brojeve od 1 do  $n$ . Plesači najpre formiraju krug tako da brojevi sa njihovih kostima rastu u smeru kazaljke na satu. Plesač sa brojem 1 stavlja levu ruku na rame plesača sa brojem 2, a desnu na svoj kuk i tako redom. Plesač sa brojem  $n$  svoju levu ruku spušta na rame plesača sa brojem 1, a desnu na svoj kuk i tako zatvara krug. Svoju plesnu tačku izvode tako što iz formiranog kruga najpre izlazi  $k$ -ti plesač. Odbrojava se počevši od plesača označenog brojem 1 u smeru kretanja kazaljke na satu. Preostali plesači obrazuju manji krug tako što  $k - 1$ -vi stavlja ruku na rame  $k + 1$ -og i zatvara krug iz kog opet izlazi  $k$ -ti plesač. Odbrojavanje sada počinje od sledećeg suseda prethodno izbačenog, opet u smeru kazaljke na satu. Izlasci iz kruga se nastavljaju sve dok svi plesači ne budu isključeni. Celi brojevi  $n$ ,  $k$  ( $k < n$ ) se učitavaju sa standardnog ulaza. Napisati program koji će na standardni izlaz ispisati redne brojeve plesača u redosledu napuštanja kruga. UPUTSTVO: *Pri implementaciji koristiti jednostruko povezanu kružnu listu.*

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
<pre> ULAZ: 5 3  IZLAZ: 3 1 5 2 4 </pre>	<pre> ULAZ: 8 4  IZLAZ: 4 8 5 2 1 3 7 6 </pre>	<pre> ULAZ: 3 8  IZLAZ ZA GREŠKU: n mora biti uvek vece od k, a 3 &lt; 8! </pre>

**\* Zadatak 4.13** Grupa od  $n$  plesača na kostimima ima brojeve od 1 do  $n$ . Plesači najpre formiraju krug tako da brojevi sa njihovih kostima rastu u smeru kazaljke na satu. Svaki plesač levu ruku stavlja na rame plesača sa sledećim većim brojem, a desnu na rame plesača sa prvim manjim brojem. Plesač sa brojem 1 stavlja levu ruku na rame plesača sa brojem 2, a desnu na rame plesača sa brojem  $n$ . Plesač sa brojem  $n$  svoju desnu ruku spušta na rame plesača sa brojem  $n - 1$ ,

a levu na rame plesača sa brojem 1 i tako zatvara krug. Plesači izvode svoju plesnu tačku tako što iz formiranog kruga najpre izlazi  $k$ -ti plesač. Odbrojava se počevši od plesača označenog brojem 1 u smeru kretanja kazaljke na satu. Preostali plesači obrazuju manji krug iz kog opet izlazi  $k$ -ti plesač. Odbrojavanje sada počinje od sledećeg suseda prethodno izbačenog, uz promenu smeru. Ukoliko se prilikom prethodnog izbacivanja odbrojavalo u smeru kazaljke na satu sada će se obrojavati u suprotnom smeru, i obrnuto. Izlasci iz kruga se nastavljaju sve dok svi plesači ne budu isključeni. Celi brojevi  $n$ ,  $k$  ( $k < n$ ) se učitavaju sa standardnog ulaza. Napisati program koji će na standardni izlaz ispisati redne brojeve plesača u redosledu napuštanja kruga. UPUTSTVO: *Pri implementaciji koristiti dvostruko povezanu kružnu listu.*

Test 1	Test 2	Test 3
<pre>ULAZ: 5 3  IZLAZ: 3 5 4 2 1</pre>	<pre>ULAZ: 8 4  IZLAZ: 4 8 5 7 6 3 2 1</pre>	<pre>ULAZ: 5 8  IZLAZ ZA GREŠKU: n mora biti uvek vece od k, a 5 &lt; 8!</pre>

## 4.2 Stabla

**Zadatak 4.14** Napisati biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima.

- Definisati strukturu `Cvor` kojom se opisuje čvor stabla, a koja sadrži ceo broj `broj` i pokazivače `levo` i `desno` redom na levo i desno podstablo.
- Napisati funkciju `Cvor *napravi_cvor(int broj)` koja alokira memoriju za novi čvor stabla i vrši njegovu inicijalizaciju zadatim celim brojem `broj`.
- Napisati funkciju `int dodaj_u_stablo(Cvor ** adresa_korena, int broj)` koja u stablo na koje pokazuje argument `adresa_korena` dodaje ceo broj `broj`. Povratna vrednost funkcije je 0 ako je dodavanje uspešno, odnosno 1 ukoliko je došlo do greške.
- Napisati funkciju `Cvor *pretrazi_stablo(Cvor * koren, int broj)` koja proverava da li se ceo broj `broj` nalazi u stablu sa korenom `koren`. Funkcija vraća pokazivač na čvor stabla koji sadrži traženu vrednost ili NULL ukoliko takav čvor ne postoji.
- Napisati funkciju `Cvor *pronadji_najmanji(Cvor * koren)` koja pronalazi čvor koji sadrži najmanju vrednost u stablu sa korenom `koren`.

- (f) Napisati funkciju `Cvor *pronadji_najveci(Cvor * koren)` koja pronalazi čvor koji sadrži najveću vrednost u stablu sa korenom `koren`.
- (g) Napisati funkciju `void obrisi_element(Cvor ** adresa_korena, int broj)` koja briše čvor koji sadrži vrednost `broj` iz stabla na koje pokazuje argument `adresa_korena`.
- (h) Napisati funkciju `void ispisi_stablo_infiksno(Cvor * koren)` koja infiksno ispisuje sadržaj stabla sa korenom `koren`. Infiksni ispis podrazumeva ispis levog podstabla, korena, a zatim i desnog podstabla.
- (i) Napisati funkciju `void ispisi_stablo_prefiksno(Cvor * koren)` koja prefiksno ispisuje sadržaj stabla sa korenom `koren`. Prefiksni ispis podrazumeva ispis korena, levog podstabla, a zatim i desnog podstabla.
- (j) Napisati funkciju `void ispisi_stablo_postfiksno(Cvor * koren)` koja postfiksno ispisuje sadržaj stabla sa korenom `koren`. Postfiksni ispis podrazumeva ispis levog podstabla, desnog podstabla, a zatim i korena.
- (k) Napisati funkciju `void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)` koja oslobađa memoriju zauzetu stablom na koje pokazuje argument `adresa_korena`.

Korišćenjem kreirane biblioteke, napisati program koji sa standardnog ulaza učitava cele brojeve sve do kraja ulaza, dodaje ih u binarno pretraživačko stablo i ispisuje stablo u svakoj od navedenih notacija. Zatim omogućiti unos još dva cela broja i demonstrirati rad funkcije za pretragu nad prvim unetim brojem i rad funkcije za brisanje elemenata nad drugim unetim brojem.

#### Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite brojeve (CRL+D za kraj unosa):
7 2 1 9 32 18
Infiksni ispis: 1 2 7 9 18 32
Prefiksni ispis: 7 2 1 9 32 18
Postfiksni ispis: 1 2 18 32 9 7
Trazi se broj: 11
Broj se ne nalazi u stablu!
Brise se broj: 7
Rezultuje stablo: 1 2 9 18 32
```

#### Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite brojeve (CRL+D za kraj unosa):
8 -2 6 13 24 -3
Infiksni ispis: -3 -2 6 8 13 24
Prefiksni ispis: 8 -2 -3 6 13 24
Postfiksni ispis: -3 6 -2 24 13 8
Trazi se broj: 6
Broj se nalazi u stablu!
Brise se broj: 14
Rezultuje stablo: -3 -2 6 8 13 24
```

[Rešenje 4.14]

**Zadatak 4.15** Napisati program koji izračunava i na standardni izlaz ispisuje broj pojavljivanja svake reči datoteke čije se ime zadaje kao argument komandne linije. Program realizovati korišćenjem binarnog pretraživackog stabla uređenog leksikografski po rečima ne uzimajući u obzir razliku između malih i velikih slova.

## 4 Dinamičke strukture podataka

---

Ukoliko prilikom pokretanja programa korisnik ne navede ime ulazne datoteke ispisati poruku **Nedostaje ime ulazne datoteke!**. Može se pretpostaviti da dužina reči neće biti veća od 50 karaktera.

### Test 1

```
POKRETANJE: ./a.out test.txt

TEST.TXT
Sunce utorak raCunar SUNCE programiranje
jabuka PROGramiranje sunCE JABUka

IZLAZ:
jabuka: 2
programiranje: 2
racunar: 1
sunce: 3
utorak: 1

Najcesca rec: sunce (pojavljuje se 3 puta)
```

### Test 2

```
POKRETANJE: ./a.out suma.txt

SUMA.TXT
lipa zova hrast ZOVA breza LIPA

IZLAZ:
breza: 1
hrast: 1
lipa: 2
zova: 2

Najcesca rec: lipa
(pojavljuje se 2 puta)
```

### Test 3

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt

DATOTEKA ULAZ.TXT NE POSTOJI

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Greska: Neuspesno otvaranje datoteke ulaz.txt.
```

### Test 4

```
POKRETANJE: ./a.out

IZLAZ:
Nedostaje ime ulazne datoteke!
```

[Rešenje 4.15]

**Zadatak 4.16** U svakoj liniji datoteke čije se ime zadaje sa standardnog ulaza nalazi se ime osobe, prezime osobe i njen broj telefona, npr. **Pera Peric 064/123-4567**. Napisati program koji korišćenjem binarnog pretraživačkog stabla implementira mapu koja sadrži navedene informacije i koja će omogućiti pretragu brojeva telefona za zadata imena i prezimena. Imena i prezimena se unose sve do unosa reči **KRAJ**, a za svaki od unetih podataka ispisuje se ili broj telefona ili obaveštenje da traženi broj nije u imeniku. Može se pretpostaviti da imena, prezimena i brojevi telefona neće biti duži od 30 karaktera, kao i da imenik ne sadrži podatke o osobama sa istim imenom i prezimenom.



*Primer 1*

```
IMENIK.TXT
Pera Peric 011/3240-987
Marko Maric 064/1234-987
Mirko Maric 011/589-333
Sanja Savkovic 063/321-098
Zika Zikic 021/759-858

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ime datoteke: imenik.txt
Unesite ime i prezime: Pera Peric
Broj je: 011/3240-987
Unesite ime i prezime: Marko Markovic
Broj nije u imeniku!
Unesite ime i prezime: KRAJ
```

*Primer 2*

```
DATOTEKA IMENIK1.TXT NE POSTOJI

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite ime datoteke: imenik1.txt
Greska: Neuspesno otvaranje datoteke
imenik1.txt.
```

[Rešenje 4.16]

**Zadatak 4.17** U datoteci `prijemni.txt` nalaze se podaci o prijemnom ispitu učenika jedne osnovne škole tako što je u svakom redu navedeno ime i prezime učenika (niska od najviše 50 karaktera), broj poena na osnovu uspeha (realan broj), broj poena na prijemnom ispitu iz matematike (realan broj) i broj poena na prijemnom ispitu iz maternjeg jezika (realan broj). Za učenika koji u zbiru osvoji manje od 10 poena na oba prijemna ispita smatra se da nije položio prijemni. Napisati program koji na osnovu podataka iz ove datoteke formira i prikazuje rang listu učenika. Rang lista sadrži redni broj učenika, njegovo ime i prezime, broj poena na osnovu uspeha, broj poena na prijemnom ispitu iz matematike, broj poena na prijemnom ispitu iz maternjeg jezika i ukupan broj poena i sortirana je opadajuće po ukupnom broju poena. Na rang listi se prvo navode oni učenici koji su položili prijemni ispit, a potom i učenici koji ga nisu položili. Između ovih dveju grupa učenika postoji i horizontalna linija koja ih vizuelno razdvaja.

*Test 1*

```
PRIJEMNI.TXT
Marko Markovic 45.4 12.3 11
Milan Jevremovic 35.2 1.3 9
Maja Agic 60 19 20
Nadica Zec 54.2 10 15.8
Jovana Milic 23.3 2 5.6

IZLAZ:
1. Maja Agic 60.0 19.0 20.0 99.0
2. Nadica Zec 54.2 10.0 15.8 80.0
3. Marko Markovic 45.4 12.3 11.0 68.7
4. Milan Jevremovic 35.2 1.3 9.0 45.5
-----
5. Jovana Milic 23.3 2.0 5.6 30.9
```

*Test 2*

```
DATOTEKA PRIJEMNI.TXT NE POSTOJI

IZLAZ:
Greska: Neuspesno otvaranje datoteke
prijemni.txt.
```

[Rešenje 4.17]

\* **Zadatak 4.18** Napisati program koji implementira podsetnik za rođendane. Informacije o rođendanima se nalaze u datoteci čije se ime zadaje kao argument komandne linije. Svaka linija datoteke je formata *Ime Prezime DD.MM.* i sadži ime osobe, prezime osobe i dan i mesec rođenja. Korisnik unosi datum u naznačenom formatu, a program pronalazi i ispisuje ime i prezime osobe čiji je rođendan zadatog datuma ili ime i prezime osobe koja prva sledeća slavi rođendan. Ovaj postupak treba ponavljati dokle god korisnik ne unese komandu za kraj unosa. Informacije o rođendanima uneti u mapu koja je implementirana preko binarnog pretraživačkog stabla i uređena po datumima - prvo po mesecu, a zatim po danu u okviru istog meseca. Može se pretpostaviti da će svi korišćeni datumi biti validni i u formatu DD.MM.. Takođe, može se pretpostaviti da će ime i prezime osobe biti kraće od 50 karaktera.

### Primer 1

```
POKRETANJE: ./a.out rodjendani.txt

RODJENDANI.TXT
Marko Markovic 12.12.
Milan Jevremovic 04.06.
Maja Agic 23.04.
Nadica Zec 01.01.
Jovana Milic 05.05.

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite datum: 23.04.
Slavljenik: Maja Agic
Unesite datum: 01.01.
Slavljenik: Nadica Zec
Unesite datum: 01.05.
Slavljenik: Jovana Milic 05.05.
Unesite datum: 20.12.
Slavljenik: Nadica Zec 01.01.
Unesite datum:
```

### Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out rodjendani.txt

DATOTEKA RODJENDANI.TXT NE POSTOJI

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Greska: Neuspesno otvaranje datoteke
rodjendani.txt.
```

[Rešenje 4.18]

**Zadatak 4.19** Dva binarna stabla su identična ako su ista po strukturi i sadržaju tj. ako oba korena imaju isti sadržaj i identična odgovarajuća podstabla. Napistati funkciju `int identitet(Cvor * koren1, Cvor * koren2)` koja proverava da li su binarna stabla `koren1` i `koren2` koja sadrže cele brojeve identična, a zatim i glavni program koji testira njen rad. Elemente pojedinačnih stabla unositi sa standardnog ulaza sve do pojave broja 0. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.*

*Primer 1*

```

|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Prvo stablo:
|| 10 5 15 3 2 4 30 12 14 13 0
|| Drugo stablo:
|| 10 15 5 3 4 2 12 14 13 30 0
|| Stabla jesu identicna.

```

*Primer 2*

```

|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Prvo stablo:
|| 10 5 15 4 3 2 30 12 14 13 0
|| Drugo stablo:
|| 10 15 5 3 4 2 12 14 13 30 0
|| Stabla nisu identicna.

```

[Rešenje 4.19]

**\* Zadatak 4.20** Napisati program za rad sa skupovima u kojem se skupovi predstavljaju pomoću binarnih pretraživačkih stabala. Program za dva skupa čiji se elementi zadaju sa standardnog ulaza, sve do kraja ulaza, ispisuje uniju, presek i razliku skupova. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.*

*Primer 1*

```

|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Prvi skup: 1 7 8 9 2 2
|| Drugi skup: 3 9 6 11 1
|| Unija: 1 1 2 2 3 6 7 8 9 9 11
|| Presek: 1 9
|| Razlika: 2 2 7 8

```

*Primer 2*

```

|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| Prvi skup: 11 2 7 5
|| Drugi skup: 4 3 3 7
|| Unija: 2 3 3 4 5 7 7 11
|| Presek: 7
|| Razlika: 2 5 11

```

[Rešenje 4.20]

**Zadatak 4.21** Napisati funkciju `void sortiraj(int a[], int n)` koja sortira niz celih brojeva `a` dimenzije `n` korišćenjem binarnog pretraživačkog stabla. Napisati i program koji sa standardnog ulaza učitava ceo broj `n` manji od 50 i niz `a` celih brojeva dužine `n`, poziva funkciju `sortiraj` i rezultat ispisuje na standardni izlaz. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.*

*Primer 1*

```

|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| n: 7
|| a: 1 11 8 6 37 25 30
|| 1 6 8 11 25 30 37

```

*Primer 2*

```

|| INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
|| n: 55
|| Greska: pogresna dimenzija niza!

```

[Rešenje 4.21]

**Zadatak 4.22** Dato je binarno pretraživačko stablo celih brojeva.

- (a) Napisati funkciju koja izračunava broj čvorova stabla.
- (b) Napisati funkciju koja izračunava broj listova stabla.
- (c) Napisati funkciju koja štampa pozitivne vrednosti listova stabla.
- (d) Napisati funkciju koja izračunava zbir čvorova stabla.
- (e) Napisati funkciju koja izračunava najveći element stabla.
- (f) Napisati funkciju koja izračunava dubinu stabla.
- (g) Napisati funkciju koja izračunava broj čvorova na  $i$ -tom nivou stabla.
- (h) Napisati funkciju koja ispisuje sve elemente na  $i$ -tom nivou stabla.
- (i) Napisati funkciju koja izračunava maksimalnu vrednost na  $i$ -tom nivou stabla.
- (j) Napisati funkciju koja izračunava zbir čvorova na  $i$ -tom nivou stabla.
- (k) Napisati funkciju koja izračunava zbir svih vrednosti stabla koje su manje ili jednake od date vrednosti  $x$ .

Napisati program koji testira prethodne funkcije. Stablo formirati na osnovu vrednosti koje se unose sa standardnog ulaza, sve do kraja ulaza, a vrednosti parametara  $i$  i  $x$  pročitati kao argumente komandne linije. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.*

### Test 1

```
POKRETANJE: ./a.out 2 15
ULAZ:
  10 5 15 3 2 4 30 12 14 13
IZLAZ:
  Broj cvorova: 10
  Broj listova: 4
  Pozitivni listovi: 2 4 13 30
  Zbir cvorova: 108
  Najveci element: 30
  Dubina stabla: 5
  Broj cvorova na 2. nivou: 3
  Elementi na 2. nivou: 3 12 30
  Maksimalni element na 2. nivou: 30
  Zbir elemenata na 2. nivou: 45
  Zbir elemenata manjih ili jednakih od 15:
  78
```

### Test 2

```
POKRETANJE: ./a.out 3 31
ULAZ:
  24 53 61 9 7 55 20 16
IZLAZ:
  Broj cvorova: 8
  Broj listova: 3
  Pozitivni listovi: 7 16 55
  Zbir cvorova: 245
  Najveci element: 61
  Dubina stabla: 4
  Broj cvorova na 3. nivou: 2
  Elementi na 3. nivou: 16 55
  Maksimalni element na 3. nivou: 55
  Zbir elemenata na 3. nivou: 71
  Zbir elemenata manjih ili jednakih od 31:
  76
```

[Rešenje 4.22]

**Zadatak 4.23** Napisati program koji ispisuje sadržaj binarnog pretraživačkog stabla po nivoima. Elementi stabla se učitavaju sa standardnog ulaza sve do kraja ulaza. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.*

Test 1	Test 2	Test 3
<pre> ULAZ:  10 5 15 3 2 4 30 12 14 13  IZLAZ: 0.nivo: 10 1.nivo: 5 15 2.nivo: 3 12 30 3.nivo: 2 4 14 4.nivo: 13           </pre>	<pre> ULAZ:  6 11 8 3 -2  IZLAZ: 0.nivo: 6 1.nivo: 3 11 2.nivo: -2 8           </pre>	<pre> ULAZ:  24 53 61 9 7 55 20 16  IZLAZ: 0.nivo: 24 1.nivo: 9 53 2.nivo: 7 20 61 3.nivo: 16 55           </pre>

[Rešenje 4.23]

\* **Zadatak 4.24** Dva binarna stabla su *slična kao u ogledalu* ako su ili oba prazna ili ako oba nisu prazna i levo podstablo svakog stabla je *slično kao u ogledalu* desnom podstablu onog drugog (bitna je struktura stabala, ali ne i njihov sadržaj). Napisati funkciju koja proverava da li su dva binarna pretraživačka stabla *slična kao u ogledalu*, a potom i program koji testira rad funkcije nad stablima čiji se elementi unose sa standardnog ulaza sve do unosa broja 0 i to redom za prvo stablo, pa zatim i za drugo stablo.

Primer 1	Primer 2
<pre> INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Prvo stablo: 11 20 5 3 0 Drugo stablo: 8 14 30 1 0 Stabla su slicna kao u ogledalu.           </pre>	<pre> INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Prvo stablo: 11 20 5 3 0 Drugo stablo: 8 20 15 0 Stabla nisu slicna kao u ogledalu.           </pre>

**Zadatak 4.25** AVL-stablo je binarno pretraživačko stablo kod kojeg apsolutna razlika visina levog i desnog podstabla svakog elementa nije veća od jedan. Napisati funkciju `int avl(Cvor * koren)` koja izračunava broj čvorova stabla sa korenom `koren` koji ispunjavaju uslov za AVL stablo. Napisati zatim i glavni program koji ispisuje rezultat `avl` funkcije za stablo čiji se elementi unose sa standardnog ulaza sve do kraja ulaza. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.*

### Test 1

```

|| ULAZ:
|| 10 5 15 2 11 16 1 13
||
|| IZLAZ:
|| 7
    
```

### Test 2

```

|| ULAZ:
|| 16 30 40 24 10 18 45 22
||
|| IZLAZ:
|| 6
    
```

[Rešenje 4.25]

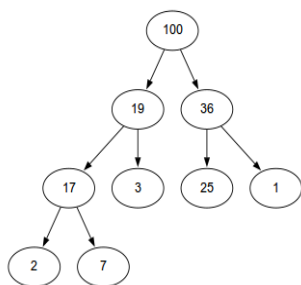
**Zadatak 4.26** Binarno stablo celih pozitivnih brojeva se naziva *hip* (engl. *heap*) ako za svaki čvor u stablu važi da je njegova vrednost veća od vrednosti svih ostalih čvorova u njegovim podstablama. Napisati funkciju `int heap(Cvor * koren)` koja proverava da li je dato binarno stablo celih brojeva hip. Napisati zatim i glavni program koji kreira stablo zadato slikom 4.1, poziva funkciju `heap` i ispisuje rezultat na standardni izlaz. NAPOMENA: Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

### Test 1

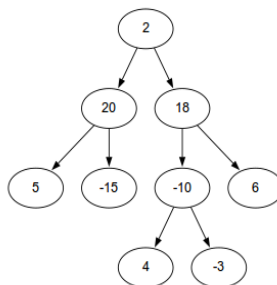
```

|| IZLAZ:
|| Zadato stablo je hip!
    
```

[Rešenje 4.26]



Slika 4.1: Zadatak 4.26



Slika 4.2: Zadatak 4.27

**Zadatak 4.27** Dato je binarno stablo celih brojeva.

- (a) Napisati funkciju koja pronalazi čvor u stablu sa najvećim zbirom vrednosti iz desnog podstabla.

- (b) Napisati funkciju koja pronalazi čvor u stablu sa najmanjim zbirom vrednosti iz levog podstabla.
- (c) Napisati funkciju koja štampa sadržaj svih čvorova stabla na putanji od korena do najdubljeg čvora.
- (d) Napisati funkciju koja štampa sadržaj svih čvorova stabla na putanji od korena do čvora koji ima najmanju vrednost u stablu.

Napisati program koji testira gore navedene funkcije nad stablom zadatim slikom 4.2 i rezultat ispisuje na standardni izlaz.

*Test 1*

```

IZLAZ:
Vrednost u cvoru sa maksimalnim desnim zbirom: 18
Vrednost u cvoru sa minimalnim levim zbirom: 18
2 18 -10 4
2 20 -15

```

## 4.3 Rešenja

### Rešenje 4.1

*lista.h*

```

1  #ifndef _LISTA_H_
2  #define _LISTA_H_

4  /* Struktura kojom je predstavljen cvor liste sadrzi celobrojni
   podatak vrednost i pokazivac na sledeci cvor liste */
6  typedef struct cvor {
8      int vrednost;
9      struct cvor *sledeci;
10 } Cvor;

12 /* Funkcija kreira cvor, vrednost novog cvora inicijalizuje na broj,
   dok pokazivac na sledeci cvor postavlja na NULL. Vraca pokazivac
   na novokreirani cvor ili NULL ako alokacija nije bila uspesna. */
14 Cvor *napravi_cvor(int broj);

16 /* Funkcija oslobadja dinamicku memoriju zauzetu za cvorove liste
   ciji se pokazivac glava nalazi na adresi adresa_glave. */
18 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave);

20 /* Funkcija dodaje broj na pocetak liste. Vraca 1 ukoliko je bilo

```

```

    greske pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
22 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj);

24 /* Funkcija pronalazi i vraca pokazivac na poslednji cvor liste, ili
    NULL ukoliko je lista prazna. */
26 Cvor *pronadji_poslednji(Cvor * glava);

28 /* Funkcija dodaje broj na kraj liste. Vraca 1 ukoliko je bilo greske
    pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
30 int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj);

32 /* Pomocna funkcija pronalazi cvor u listi iza koga treba umetnuti
    nov cvor sa vrednoscu broj. */
34 Cvor *pronadji_mesto_umetanja(Cvor * glava, int broj);

36 /* Funkcija dodaje broj iza zadatog cvora. Vraca 1 ukoliko je
    dodavanje uspesno, odnosno 0 ukoliko je doslo do greske. */
38 int dodaj_iza(Cvor * tekuci, int broj);

40 /* Funkcija dodaje broj u sortiranu listu tako da lista ostane
    sortirana. Vraca 1 ukoliko je bilo greske pri alokaciji memorije,
42 inace vraca 0. */
    int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, int broj);
44

46 /* Funkcija trazi u listi cvor cija je vrednost jednaka datom broju.
    Vraca pokazivac na cvor liste u kome je sadržan traženi broj ili
    NULL u slučaju da takav cvor ne postoji u listi. */
48 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj);

50 /* Funkcija trazi u listi cvor cija je vrednost jednaka datom broju.
    U pretrazi oslanja se na činjenicu da je lista koja se pretražuje
52 neopadajuće sortirana. Vraca pokazivac na cvor liste u kome je
    sadržan traženi broj ili NULL u slučaju da takav cvor ne postoji.
    */
54 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj);

56 /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrže dati broj. Azurira
    pokazivac na glavu liste, koji može biti promenjen u slučaju da se
58 obrise stara glava. */
    void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, int broj);
60

62 /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrže dati broj,
    oslanjajući se na činjenicu da je prosledjena lista sortirana
    neopadajuće. Azurira pokazivac na glavu liste, koji može biti
64 promenjen ukoliko se obrise stara glava liste. */
    void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj);
66

68 /* Funkcija prikazuje vrednosti cvorova liste počev od glave ka kraju
    liste, razdvojene zarezima i uokvirene zagradama. */
    void ispisi_listu(Cvor * glava);
70

#endif

```



*lista.c*

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "lista.h"

5  Cvor *napravi_cvor(int broj)
6  {
7      /* Alocira se memorija za novi cvor liste i proverava se uspesnost
8         alokacije */
9      Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
10     if (novi == NULL)
11         return NULL;

12     /* Inicijalizacija polja strukture */
13     novi->vrednost = broj;
14     novi->sledeci = NULL;

15     /* Vraca se adresa novog cvora */
16     return novi;
17 }

18 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)
19 {
20     Cvor *pomocni = NULL;

21     /* Ako lista nije prazna, onda treba osloboditi memoriju */
22     while (*adresa_glave != NULL) {
23         /* Potrebno je prvo zapamtiti adresu sledeceg cvora i onda
24            osloboditi cvor koji predstavlja glavu liste */
25         pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
26         free(*adresa_glave);

27         /* Sledeci cvor je nova glava liste */
28         *adresa_glave = pomocni;
29     }
30 }

31 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
32 {
33     /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
34     Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
35     if (novi == NULL)
36         return 1;

37     /* Novi cvor se uvezuje na pocetak i postaje nova glave liste */
38     novi->sledeci = *adresa_glave;
39     *adresa_glave = novi;

40     /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
41     return 0;
42 }
```

```

}

51 Cvor *pronadji_poslednji(Cvor * glava)
53 {
    /* U praznoj listi nema cvorova pa se vraća NULL */
55     if (glava == NULL)
        return NULL;

57     /* Sve dok glava pokazuje na cvor koji ima sledbenika, pokazivac
59     glava se pomera na sledeći cvor. Nakon izlaska iz petlje, glava
61     će pokazivati na cvor liste koji nema sledbenika, tj. na
        poslednji cvor liste pa se vraća vrednost pokazivaca glava.

63     Pokazivac glava je argument funkcije i njegove promene neće se
        odraziti na vrednost pokazivaca glava u pozivajućoj funkciji. */
65     while (glava->sledeci != NULL)
        glava = glava->sledeci;

67     return glava;
69 }

71 int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
73 {
    /* Kreira se novi cvor i proverava se uspešnost kreiranja */
    Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
75     if (novi == NULL)
        return 1;

77     /* Ako je lista prazna */
79     if (*adresa_glave == NULL) {
        /* Glava nove liste je upravo novi cvor */
81         *adresa_glave = novi;
    } else {
83         /* Ako lista nije prazna, pronalazi se poslednji cvor i novi cvor
            se dodaje na kraj liste kao sledbenik poslednjeg */
85         Cvor *poslednji = pronadji_poslednji(*adresa_glave);
            poslednji->sledeci = novi;
87     }

89     /* Vraća se indikator uspešnog dodavanja */
    return 0;
91 }

93 Cvor *pronadji_mesto_umetanja(Cvor * glava, int broj)
95 {
    /* U praznoj listi nema takvog mesta i vraća se NULL */
    if (glava == NULL)
97         return NULL;

99     /* Pokazivac glava se pomera na sledeći cvor sve dok ne bude
        pokazivao na cvor čiji sledeći ili ne postoji ili ima vrednost
101        veću ili jednaku vrednosti novog cvora.

```

```
103     Zbog izracunavanja izraza u C-u prvi deo konjunkcije mora biti
105     proveriti da li se doslo do poslednjeg cvora liste pre nego sto se
107     proveru vrednost u sledecem cvoru, jer u slucaju poslednjeg,
109     sledeci ne postoji, pa ni njegova vrednost. */
111     while (glava->sledeci != NULL && glava->sledeci->vrednost < broj)
113         glava = glava->sledeci;

115     /* Iz petlje se moglo izaci pomeranjem pokazivaca glava do
117     poslednjeg cvora ili, ranije, nailaskom na cvor ciji sledeci ima
119     vrednost vecu od broj. */
121     return glava;
123 }

125 int dodaj_iza(Cvor * tekuci, int broj)
127 {
129     /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
131     Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
133     if (novi == NULL)
135         return 1;

137     /* Novi cvor se dodaje iza tekuceg cvora. */
139     novi->sledeci = tekuci->sledeci;
141     tekuci->sledeci = novi;

143     /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
145     return 0;
147 }

149 int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, int broj)
151 {
153     /* Ako je lista prazna */
155     if (*adresa_glave == NULL) {
157         /* Glava nove liste je novi cvor */

159         /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
161         Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
163         if (novi == NULL)
165             return 1;

167         *adresa_glave = novi;

169         /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
171         return 0;
173     }

175     /* Inace... */

177     /* Ako je broj manji ili jednak vrednosti u glavi liste, onda ga
179     treba dodati na pocetak liste */
181     if ((*adresa_glave)->vrednost >= broj) {
183         return dodaj_na_pocetak_liste(adresa_glave, broj);
185     }
```

```

155     }
156     /* U slucaju da je glava liste cvor sa vrednoscu manjom od broj,
157        tada se pronalazi cvor liste iza koga treba uvezati nov cvor */
158     Cvor *pomocni = pronadji_mesto_umetanja(*adresa_glave, broj);
159     return dodaj_iza(pomocni, broj);
160 }
161
162 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj)
163 {
164     /* Obilaze se cvorovi liste */
165     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
166         /* Ako je vrednost tekućeg cvora jednaka zadatom broju, pretraga
167            se obustavlja */
168         if (glava->vrednost == broj)
169             return glava;
170
171     /* Nema traženog broja u listi i vraća se NULL */
172     return NULL;
173 }
174
175 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj)
176 {
177     /* Obilaze se cvorovi liste */
178     /* U uslovu ostanka u petlji, bitan je redosled provera u
179        konjunkciji */
180     while (glava != NULL && glava->vrednost < broj)
181         glava = glava->sledeci;
182
183     /* Iz petlje se moglo izaci na vise nacina. Prvi, tako sto je
184        glava->vrednost veca od traženog broja i tada treba vratiti
185        NULL, jer tražen broj nije nadjen medju manjim brojevima pri
186        pocetku sortirane liste, pa se moze zakljuciti da ga nema u
187        listi. Drugi nacini, tako sto se doslo do kraja liste i glava je
188        NULL ili tako sto je glava->vrednost == broj. U oba poslednja
189        nacina treba vratiti pokazivac glava bilo da je NULL ili
190        pokazivac na konkretan cvor. */
191     if (glava->vrednost > broj)
192         return NULL;
193     else
194         return glava;
195 }
196
197 void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, int broj)
198 {
199     Cvor *tekuci = NULL;
200     Cvor *pomocni = NULL;
201
202     /* Sa pocetka liste se brisu svi cvorovi koji su jednaki datom
203        broju i azurira se pokazivac na glavu liste */
204     while (*adresa_glave != NULL && (*adresa_glave)->vrednost == broj)
205     {

```

```

205     /* Adresu repa liste treba sacuvati pre oslobadjanja cvora na
        adresi adresa_glave */
207     pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
        free(*adresa_glave);
209     *adresa_glave = pomocni;
    }

211
212     /* Ako je nakon ovog brisanja lista ostala prazna, izlazi se iz
        funkcije */
213     if (*adresa_glave == NULL)
214         return;

215
216     /* Od ovog trenutka, u svakoj iteraciji petlje promenljiva tekuci
        pokazuje na cvor cija je vrednost razlicita od trazenog broja.
        Isto vazi i za sve cvorove levo od tekućeg. Poredi se vrednost
219     sledeceg cvora (ako postoji) sa trazenim brojem. Cvor se brise
        ako je jednak, a ako je razlicit, prelazi se na sledeci cvor.
        Ovaj postupak se ponavlja dok se ne dodje do poslednjeg cvora.
        */
223     tekuci = *adresa_glave;
        while (tekuci->sledeci != NULL)
225         if (tekuci->sledeci->vrednost == broj) {
            /* tekuci->sledeci treba obrisati, zbog toga se njegova adresa
                prvo cuva u promenljivoj pomocni. */
227             pomocni = tekuci->sledeci;
            /* Tekucem se preusmerava pokazivac sledeci, preskakanjem
                njegovog trenutnog sledeceg. Njegov novi sledeci ce biti
231             sledeci od cvora koji se brise. */
            tekuci->sledeci = pomocni->sledeci;
            /* Sada treba osloboditi cvor sa vrednoscu broj. */
233             free(pomocni);
        } else {
            /* Inace, ne treba brisati sledeceg od tekućeg i pokazivac se
                pomera na sledeci. */
237             tekuci = tekuci->sledeci;
        }
239     }
    return;
241 }

242
243 void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
{
245     Cvor *tekuci = NULL;
    Cvor *pomocni = NULL;

247
    /* Sa pocetka liste se brisu svi cvorovi koji su jednaki datom
        broju i azurira se pokazivac na glavu liste. */
249     while (*adresa_glave != NULL && (*adresa_glave)->vrednost == broj)
    {
        /* Adresu repa liste treba sacuvati pre oslobadjanja cvora na
            adresi adresa_glave. */
251         pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
        free(*adresa_glave);
253

```

```

255     *adresa_glave = pomocni;
256 }
257
258 /* Ako je nakon ovog brisanja lista ostala prazna, funkcija se
259    prekida. Isto se radi i ukoliko glava liste sadrzi vrednost koja
260    je veca od broja, jer kako je lista sortirana rastuce nema
261    potrebe broj traziti u repu liste. */
262 if (*adresa_glave == NULL || (*adresa_glave)->vrednost > broj)
263     return;
264
265 /* Od ovog trenutka se u svakoj iteraciji pokazivac tekuci pokazuje
266    na cvor cija vrednost je manja od trazenog broja, kao i svim
267    cvorovima levo od njega. Cvor se brise ako je jednak, ili, ako
268    je razlicit, prelazi se na sledeci cvor. Ovaj postupak se
269    ponavlja dok se ne dodje do poslednjeg cvora ili prvog cvora
270    cija vrednost je veca od trazenog broja. */
271 tekuci = *adresa_glave;
272 while (tekuci->sledeci != NULL && tekuci->sledeci->vrednost <= broj)
273     {
274         if (tekuci->sledeci->vrednost == broj) {
275             pomocni = tekuci->sledeci;
276             tekuci->sledeci = tekuci->sledeci->sledeci;
277             free(pomocni);
278         } else {
279             /* Ne treba brisati sledeceg od tekuceg jer je manji od
280                trazenog i tekuci se pomera na sledeci cvor. */
281             tekuci = tekuci->sledeci;
282         }
283     }
284 return;
285
286 void ispisi_listu(Cvor * glava)
287 {
288     /* Funkciji se ne salje adresa promenljive koja cuva glavu liste
289        jer se lista nece menjati */
290     putchar('[');
291     /* Unutar zagrada ispisuju se vrednosti u cvorovima liste od
292        pocetka prema kraju liste. */
293     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci) {
294         printf("%d", glava->vrednost);
295         if (glava->sledeci != NULL)
296             printf(", ");
297     }
298     printf("]\n");
299 }

```

*main\_a.c*

```

#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include "lista.h"

```

```

4  /* 1) Glavni program */
6  int main()
{
8      /* Lista je prazna na pocetku */
      Cvor *glava = NULL;
10     Cvor *trazeni = NULL;
      int broj;

12
14     /* Testiranje dodavanja novog broja na pocetak liste */
      printf("Unesite brojeve: (za kraj CTRL+D)\n");
      while (scanf("%d", &broj) > 0) {
16         /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
            memorije za nov cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
            treba osloboditi pre napustanja programa. */
18         if (dodaj_na_pocetak_liste(&glava, broj) == 1) {
20             fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za cvor %d\n", broj);
                oslobodi_listu(&glava);
22             exit(EXIT_FAILURE);
            }
24             printf("\tLista: ");
                ispisi_listu(glava);
26         }

28         /* Testiranje funkcije za pretragu liste */
            printf("\nUnesite broj koji se trazi: ");
30             scanf("%d", &broj);

32             trazeni = pretrazi_listu(glava, broj);
            if (trazeni == NULL)
34                 printf("Broj %d se ne nalazi u listi!\n", broj);
            else
36                 printf("Trazeni broj %d je u listi!\n", trazeni->vrednost);

38             /* Oslobadja se memorija zauzeta listom */
                oslobodi_listu(&glava);

40             exit(EXIT_SUCCESS);
42     }

```

main\_b.c

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include "lista.h"

4
/* 2) Glavni program */
6  int main()
{
8      /* Lista je prazna na pocetku */
      Cvor *glava = NULL;

```

## 4 Dinamičke strukture podataka

```
10  int broj;

12  /* Testira se funkcija za dodavanja novog broja na kraj liste */
printf("Unesite brojeve: (za kraj CTRL+D)\n");
14  while (scanf("%d", &broj) > 0) {
    /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
16     memorije za nov cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
    treba osloboditi pre napustanja programa. */
18     if (dodaj_na_kraj_liste(&glava, broj) == 1) {
        fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za cvor %d\n", broj);
20         oslobodi_listu(&glava);
        exit(EXIT_FAILURE);
22     }
    printf("\tLista: ");
24     ispisi_listu(glava);
}

26

/* Testira se funkcije kojom se brise cvor liste */
28 printf("\nUnesite broj koji se brise: ");
scanf("%d", &broj);

30

/* Brisu se cvorovi iz liste cije je polje vrednost jednako broju
32    procitanom sa ulaza */
obrisi_cvor(&glava, broj);

34

printf("Lista nakon brisanja: ");
36 ispisi_listu(glava);

38 /* Oslobadja se memorija zauzeta listom */
oslobodi_listu(&glava);

40

exit(EXIT_SUCCESS);
42 }
```

main.c.c

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include "lista.h"

4

/* 3) Glavni program */
6 int main()
{
8     /* Lista je prazna na pocetku */
    Cvor *glava = NULL;
10    Cvor *trazeni = NULL;
    int broj;

12

    /* Testira se funkcija za dodavanje vrednosti u listu tako da bude
14     uredjena neopadajuće */
    printf("Unosite brojeve (za kraj CTRL+D)\n");
```



```

16 while (scanf("%d", &broj) > 0) {
17     /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
18        memorije za nov cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
19        treba osloboditi pre napustanja programa. */
20     if (dodaj_sortirano(&glava, broj) == 1) {
21         fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za cvor %d\n", broj);
22         oslobodi_listu(&glava);
23         exit(EXIT_FAILURE);
24     }
25     printf("\tLista: ");
26     ispisi_listu(glava);
27 }
28
29 /* Testira se funkcija za pretragu liste */
30 printf("\nUnesite broj koji se trazi: ");
31 scanf("%d", &broj);
32
33 trazen = pretrazi_listu(glava, broj);
34 if (trazen == NULL)
35     printf("Broj %d se ne nalazi u listi!\n", broj);
36 else
37     printf("Trazeni broj %d je u listi!\n", trazen->vrednost);
38
39 /* Testira se funkcija kojom se brise cvor liste */
40 printf("\nUnesite broj koji se brise: ");
41 scanf("%d", &broj);
42
43 /* Brisu se cvorovi iz liste cije polje vrednost je jednako broju
44    procitanom sa ulaza */
45 obrisi_cvor_sortirane_liste(&glava, broj);
46
47 printf("Lista nakon brisanja: ");
48 ispisi_listu(glava);
49
50 /* Oslobadja se memorija zauzeta listom */
51 oslobodi_listu(&glava);
52
53 exit(EXIT_SUCCESS);
54 }

```

## Rešenje 4.2

*lista.h*

```

1 #ifndef _LISTA_H_
2 #define _LISTA_H_
3
4 /* Struktura kojom je predstavljen cvor liste sadrzi celobrojni
5    podatak vrednost i pokazivac na sledeci cvor liste. */
6 typedef struct cvor {

```

```
    int vrednost;
8   struct cvor *sledeci;
} Cvor;

10
/* Funkcija kreira cvor, vrednost novog cvora inicijalizuje na broj,
12 dok pokazivac na sledeci cvor postavlja na NULL. Vraca pokazivac
   na novokreirani cvor ili NULL ako alokacija nije bila uspesna. */
14 Cvor *napravi_cvor(int broj);

16 /* Funkcija oslobadja dinamicku memoriju zauzetu za cvorove liste
   ciji se pokazivac glava nalazi na adresi adresa_glave. */
18 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave);

20 /* Funkcija dodaje novi cvor na pocetak liste. Vraca 1 ukoliko je
   bilo greske pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
22 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj);

24 /* Funkcija dodaje broj na kraj liste. Vraca 1 ukoliko je bilo greske
   pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
26 int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj);

28 /* Funkcija dodaje broj u rastuce sortiranu listu tako da nova lista
   ostane sortirana. Vraca 1 ukoliko je bilo greske pri alokaciji
30 memorije, inace vraca 0. */
int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, int broj);
32

/* Funkcija trazi u listi cvor cija je vrednost jednaka datom broju.
34 Vraca pokazivac na cvor liste u kome je sadržan traženi broj ili
   NULL u slučaju da takav cvor ne postoji u listi. */
36 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj);

38 /* Funkcija trazi u listi cvor cija je vrednost jednaka datom broju.
   U pretrazi oslanja se na činjenicu da je lista koja se pretražuje
40 neopadajuće sortirana. Vraca pokazivac na cvor liste u kome je
   sadržan traženi broj ili NULL u slučaju da takav cvor ne postoji.
   */
42 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj);

44 /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrže dati broj. Azurira
   pokazivac na glavu liste, koji može biti promenjen u slučaju da se
46 obrise stara glava liste. */
void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, int broj);
48

/* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrže dati broj,
50 oslanjajući se na činjenicu da je prosledjena lista sortirana
   neopadajuće. Azurira pokazivac na glavu liste, koji može biti
52 promenjen ukoliko se obrise stara glava liste. */
void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj);
54

/* Funkcija ispisuje samo vrednosti cvorova liste razdvojene
56 zarezima. */
void ispisi_vrednosti(Cvor * glava);
```

```

58 /* Funkcija prikazuje vrednosti cvorova liste pocev od glave ka kraju
60    liste, razdvojene zapetama i uokvirene zagradama. */
void ispisi_listu(Cvor * glava);
62
#endif

```

lista.c

```

1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3  #include "lista.h"

5  Cvor *napravi_cvor(int broj)
   {
7      /* Alocira se memorija za novi cvor liste i proverava se uspesnost
        alokacije */
9      Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
        if (novi == NULL)
11         return NULL;

13     /* Inicijalizacija polja strukture */
        novi->vrednost = broj;
15     novi->sledeci = NULL;

17     /* Vraca se adresa novog cvora */
        return novi;
19 }

21 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)
   {
23     /* Ako je lista vec prazna */
        if (*adresa_glave == NULL)
25         return;

27     /* Ako lista nije prazna, treba osloboditi memoriju. Pre
        oslobadjanja memorije za glavu liste, treba osloboditi rep liste
29     */
        oslobodi_listu(&(*adresa_glave)->sledeci);
31     /* Nakon oslobodjenog repa, oslobadja se glava liste i azurira se
        glava u pozivajucoj funkciji tako da odgovara praznoj listi */
33     free(*adresa_glave);
        *adresa_glave = NULL;
35 }

37 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
   {
39     /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
        Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
41     if (novi == NULL)
        return 1;

```

```
43      /* Novi cvor se uvezuje na pocetak i postaje nova glave liste */
45      novi->sledeci = *adresa_glave;
      *adresa_glave = novi;
47
49      /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
      return 0;
51  }
53  int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
54  {
55      /* Ako je lista prazna */
      if (*adresa_glave == NULL) {
57
59          /* Novi cvor postaje glava liste */
          Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
          /* Ukoliko je bilo greske pri kreiranju novog cvora, vraca se 1 */
          if (novi == NULL)
61              return 1;
63
65          /* Azurira se vrednost na koju pokazuje adresa_glave i ujedno se
              azurira i pokazivacka promenljiva u pozivajucoj funkciji */
          *adresa_glave = novi;
67
69          /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
          return 0;
71      }
73
75      /* Ako lista nije prazna, broj se dodaje u rep liste. */
      /* Prilikom dodavanja u listu na kraj u velikoj vecini slucajeva
          novi broj se dodaje u rep liste u rekurzivnom pozivu.
          Informaciju o uspesnosti alokacije u rekurzivnom pozivu funkcija
          prosledjuje visem rekurzivnom pozivu koji tu informaciju vraca u
          rekurzivni poziv iznad, sve dok se ne vrati u main. Tek je iz
          main funkcije moguće pristupiti pravom pocetku liste i
          osloboditi je celu, ako ima potrebe. Ako je funkcija vratila 0,
          onda nije bilo greske. */
79      return dodaj_na_kraj_liste(&(*adresa_glave)->sledeci, broj);
81  }
83  int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, int broj)
84  {
85      /* Ako je lista prazna */
      if (*adresa_glave == NULL) {
87
89          /* Novi cvor postaje glava liste */
          Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
91
          /* Ukoliko je bilo greske pri kreiranju novog cvora, vraca se 1 */
          if (novi == NULL)
```

```
93     return 1;

95     /* Azurira se glava liste */
    *adresa_glave = novi;

97     /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
99     return 0;
}

101 /* Lista nije prazna. Ako je broj manji ili jednak od vrednosti u
103 glavi liste, onda se dodaje na pocetak liste */
105 if ((*adresa_glave)->vrednost >= broj)
    return dodaj_na_pocetak_liste(adresa_glave, broj);

107 /* Inace, broj treba dodati u rep, tako da rep i sa novim cvorom
    bude sortirana lista. */
109 return dodaj_sortirano(&(*adresa_glave)->sledeci, broj);
}

111 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj)
113 {
    /* U praznoj listi nema vrednosti */
115     if (glava == NULL)
        return NULL;

117     /* Ako glava liste sadrzi trazeni broj, vraca se pokazivac glava */
119     if (glava->vrednost == broj)
        return glava;

121     /* Inace, pretraga se nastavlja u repu liste */
123     return pretrazi_listu(glava->sledeci, broj);
}

125 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj)
127 {
    /* Trazenog broja nema ako je lista prazna ili ako je broj manji od
129 vrednosti u glavi liste, jer je lista neopadajuće sortirana */
    if (glava == NULL || glava->vrednost > broj)
131         return NULL;

133     /* Ako glava liste sadrzi trazeni broj, vraca se pokazivac glava */
    if (glava->vrednost == broj)
135         return glava;

137     /* Inace, pretraga se nastavlja u repu liste */
    return pretrazi_listu(glava->sledeci, broj);
139 }

141 void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, int broj)
{
143     /* U praznoj listi nema cvorova za brisanje. */
    if (*adresa_glave == NULL)
```

```
145     return;

147     /* Prvo se brisu cvorovi iz repa koji imaju vrednost broj */
    obrisi_cvor(&(*adresa_glave)->sledeci, broj);

149

151     /* Preostaje provera da li glavu liste treba obrisati */
    if ((*adresa_glave)->vrednost == broj) {
153         /* Pomocni pokazuje na cvor koji treba da se obrise */
        Cvor *pomocni = *adresa_glave;
155         /* Azurira se pokazivac na glavu da pokazuje na sledeci u listi i
            brise se cvor koji je bio glava liste. */
        *adresa_glave = (*adresa_glave)->sledeci;
157         free(pomocni);
    }

159 }

161 void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
163 {
165     /* Ako je lista prazna ili glava liste sadrzi vrednost koja je veca
        od broja, kako je lista sortirana rastuce nema potrebe broj
        traziti u repu liste i zato se funkcija prekida */
167     if (*adresa_glave == NULL || (*adresa_glave)->vrednost > broj)
        return;

169

171     /* Brisu se cvorovi iz repa koji imaju vrednost broj */
    obrisi_cvor(&(*adresa_glave)->sledeci, broj);

173

175     /* Preostaje provera da li glavu liste treba obrisati */
    if ((*adresa_glave)->vrednost == broj) {
177         /* Pomocni pokazuje na cvor koji treba da se obrise */
        Cvor *pomocni = *adresa_glave;
179         /* Azurira se pokazivac na glavu da pokazuje na sledeci u listi i
            brise se cvor koji je bio glava liste */
        *adresa_glave = (*adresa_glave)->sledeci;
        free(pomocni);
181     }
}

183

185 void ispisi_vrednosti(Cvor * glava)
{
187     /* Prazna lista */
    if (glava == NULL)
        return;

189

191     /* Ispisuje se vrednost u glavi liste */
    printf("%d", glava->vrednost);

193

195     /* Ako rep nije prazan, ispisuje se znak ',' i razmak. Rekurzivno
        se poziva ista funkcija za ispis ostalih. */
    if (glava->sledeci != NULL) {
        printf(", ");
    }
}
```

```

197     ispisi_vrednosti(glava->sledeci);
198 }
199 }
200
201 void ispisi_listu(Cvor * glava)
202 {
203     /* Funkciji se ne salje adresa promenljive koja cuva glavu liste,
204        jer nece menjati listu, pa nema ni potrebe da azuriza pokazivac
205        na glavu liste iz pozivajuće funkcije. Ona ispisuje samo
206        zagrade, a rekurzivno ispisivanje vrednosti u listi prepusta
207        rekurzivnoj pomocnoj funkciji ispisi_vrednosti, koja ce ispisati
208        elemente razdvojene zapetom i razmakom. */
209     putchar('[');
210     ispisi_vrednosti(glava);
211     printf("]\n");
212 }

```

### Rešenje 4.3

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <string.h>
3  #include <stdlib.h>
4
5  #define MAX_DUZINA 20
6
7  /* Struktura kojom je predstavljen cvor liste sadrzi naziv etikete,
8     broj pojavljivanja etikete i pokazivac na sledeci cvor liste */
9  typedef struct _Cvor {
10     char etiketa[20];
11     unsigned broj_pojavljivanja;
12     struct _Cvor *sledeci;
13 } Cvor;
14
15 /* Pomocna funkcija koja kreira cvor. Vraca pokazivac na novi cvor
16    ili NULL ako alokacija nije uspesno izvršena */
17 Cvor *napravi_cvor(unsigned br, char *etiketa)
18 {
19     /* Alocira se memorija za novi cvor liste i proverava se uspesnost
20        alokacije */
21     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
22     if (novi == NULL)
23         return NULL;
24
25     /* Inicijalizacija polja strukture */
26     novi->broj_pojavljivanja = br;
27     strcpy(novi->etiketa, etiketa);
28     novi->sledeci = NULL;
29
30     /* Vraca se adresa novog cvora */
31     return novi;
32 }

```

```
33  /* Funkcija oslobadja dinamicku memoriju zauzetu cvorovima liste */
35  void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)
36  {
37      Cvor *pomocni = NULL;
38
39      /* Sve dok lista ni bude prazna, brise se tekuca glava liste i
40         azurira se vrednost glave liste */
41      while (*adresa_glave != NULL) {
42          pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
43          free(*adresa_glave);
44          *adresa_glave = pomocni;
45      }
46      /* Nakon izlaska iz petlje pokazivac glava u main funkciji koji se
47         nalazi na adresi adresa_glave bice postavljen na NULL vrednost.
48         */
49  }
50
51  /* Funkcija dodaje novi cvor na pocetak liste. Povratna vrednost je 1
52     ako je doslo do greske pri alokaciji memorije za nov cvor, odnosno
53     0 */
54  int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, unsigned br,
55                             char *etiketa)
56  {
57      /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost alokacije */
58      Cvor *novi = napravi_cvor(br, etiketa);
59      if (novi == NULL)
60          return 1;
61
62      /* Dodaje se novi cvor na pocetak liste */
63      novi->sledeci = *adresa_glave;
64      *adresa_glave = novi;
65
66      /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
67      return 0;
68  }
69
70  /* Funkcija vraca cvor koji kao vrednost sadrzi trazenu etiketu ili
71     NULL ako takav cvor ne postoji u listi */
72  Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, char etiketa[])
73  {
74      Cvor *tekuci;
75
76      /* Obilazi se cvor po cvor liste */
77      for (tekuci = glava; tekuci != NULL; tekuci = tekuci->sledeci)
78          /* Ako tekuci cvor sadrzi trazenu etiketu, vracamo njegovu
79             vrednost */
80          if (strcmp(tekuci->etiketa, etiketa) == 0)
81              return tekuci;
82
83      /* Cvor nije pronadjen */
84      return NULL;
```



```

}
85
/* Funkcija ispisuje sadrzaj liste */
87 void ispisi_listu(Cvor * glava)
{
89     /* Pocevsi od cvora koji je glava lista, ispisuju se sve etikete i
        broj njihovog pojavljivanja u HTML datoteci. */
91     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
        printf("%s - %u\n", glava->etiketa, glava->broj_pojavljivanja);
93 }

95 /* Glavni program */
int main(int argc, char **argv)
97 {
    /* Provera se da li je program pozvan sa ispravnim brojem
        argumenata. */
99     if (argc != 2) {
101         fprintf(stderr,
            "Greska! Program se poziva sa: ./a.out datoteka.html!\n");
        ;
103         exit(EXIT_FAILURE);
    }

105     /* Priprema datoteke za citanje */
107     FILE *in = NULL;
    in = fopen(argv[1], "r");
109     if (in == NULL) {
        fprintf(stderr,
111             "Greska prilikom otvaranja datoteke %s!\n", argv[1]);
        exit(EXIT_FAILURE);
113     }

115     char c;
    int i = 0;
117     char procitana[MAX_DUZINA];
    Cvor *glava = NULL;
119     Cvor *trazeni = NULL;

121     /* Cita se karakter po karakter datoteke sve dok se ne procita cela
        datoteka */
123     while ((c = fgetc(in)) != EOF) {

125         /* Proverava se da li se pocinje sa citanjem nove etikete */
        if (c == '<') {
127             /* Proverava se da li se cita zatvarajuca etiketa */
            if ((c = fgetc(in)) == '/') {
129                 i = 0;
                while ((c = fgetc(in)) != '>')
131                     procitana[i++] = c;
            }
            /* Cita se otvarajuca etiketa */
133             else {

```

```
135     i = 0;
136     procitana[i++] = c;
137     while ((c = fgetc(in)) != ' ' && c != '>')
138         procitana[i++] = c;
139 }
140 procitana[i] = '\\0';
141
142 /* Trazi se procitana etiketa medju postojećim cvorovima liste.
143    Ukoliko ne postoji, dodaje se novi cvor za ucitanu etiketu
144    sa
145    brojem pojavljivanja 1. Inace se uvecava broj pojavljivanja
146    etikete */
147 trazen_i = pretrazi_listu(glava, procitana);
148 if (trazen_i == NULL) {
149     if (dodaj_na_pocetak_liste(&glava, 1, procitana) == 1) {
150         fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za nov cvor\\n");
151         oslobodi_listu(&glava);
152         exit(EXIT_FAILURE);
153     } else
154         trazen_i->broj_pojavljivanja++;
155 }
156 }
157
158 /* Zatvaranje datoteke */
159 fclose(in);
160
161 /* Ispisuje se sadrzaj cvorova liste */
162 ispisi_listu(glava);
163
164 /* Oslobadja se memorija zauzeta listom */
165 oslobodi_listu(&glava);
166
167 exit(EXIT_SUCCESS);
168 }
```

### Rešenje 4.4

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <string.h>
4
5 #define MAX_INDEKS 11
6 #define MAX_IME_PREZIME 21
7
8 /* Struktura kojom se predstavlja cvor liste koji sadrzi podatke o
9    studentu */
10 typedef struct _Cvor {
11     char broj_indeksa[MAX_INDEKS];
12     char ime[MAX_IME_PREZIME];
13     char prezime[MAX_IME_PREZIME];
14 }
```

```
14     struct _Cvor *sledeci;
15 } Cvor;
16
17 /* Funkcija kreira i inicijalizuje cvor liste i vraca pokazivac na
18     novi cvor ili NULL ukoliko je doslo do greske */
19 Cvor *napravi_cvor(char *broj_indeksa, char *ime, char *prezime)
20 {
21     /* Alocira se memorija za novi cvor liste i proverava se uspesnost
22         alokacije */
23     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
24     if (novi == NULL)
25         return NULL;
26
27     /* Inicijalizacija polja strukture */
28     strcpy(novi->broj_indeksa, broj_indeksa);
29     strcpy(novi->ime, ime);
30     strcpy(novi->prezime, prezime);
31     novi->sledeci = NULL;
32
33     /* Vraca se adresa novog cvora */
34     return novi;
35 }
36
37 /* Funkcija oslobadja memoriju zauzetu cvorovima liste */
38 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)
39 {
40     /* Ako je lista prazna, nema potrebe oslobadjati memoriju */
41     if (*adresa_glave == NULL)
42         return;
43
44     /* Rekurzivnim pozivom se oslobadja rep liste */
45     oslobodi_listu(&(*adresa_glave)->sledeci);
46
47     /* Potom se oslobadja i glava liste */
48     free(*adresa_glave);
49
50     /* Proglasava se lista praznom */
51     *adresa_glave = NULL;
52 }
53
54 /* Funkcija dodaje novi cvor na pocetak liste. Vraca 1 ako je doslo
55     do greske pri alokaciji memorije za nov cvor, inace vraca 0. */
56 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, char *broj_indeksa,
57                             char *ime, char *prezime)
58 {
59     /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost alokacije */
60     Cvor *novi = napravi_cvor(broj_indeksa, ime, prezime);
61     if (novi == NULL)
62         return 1;
63
64     /* Dodaje se novi cvor na pocetak liste */
65     novi->sledeci = *adresa_glave;
```

```
66      *adresa_glave = novi;

68      /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
        return 0;
70  }

72  /* Funkcija ispisuje sadrzaj cvorova liste. */
        void ispisi_listu(Cvor * glava)
74  {
        /* Pocevsi od glave liste */
76      for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
            printf("%s %s %s\n", glava->broj_indeksa, glava->ime,
78                  glava->prezime);
        }

80
        /* Funkcija vraća cvor koji kao vrednost sadrži traženi broj indeksa.
        U suprotnom funkcija vraća NULL */
82      Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, char *broj_indeksa)
84      {
        /* Ako je lista prazna, ne postoji traženi cvor */
86      if (glava == NULL)
            return NULL;
88
        /* Poredi se traženi broj indeksa sa brojem indeksa u glavi liste
        */
90      if (!strcmp(glava->broj_indeksa, broj_indeksa))
            return glava;
92
        /* Ukoliko u glavi liste nije traženi indeks, pretraga se nastavlja
        u repu liste */
94      return pretrazi_listu(glava->sledeci, broj_indeksa);
96  }

98  /* Glavni program */
        int main(int argc, char **argv)
100  {
        /* Argumenti komandne linije su neophodni jer se iz komandne linije
        dobija ime datoteke sa informacijama o studentima */
102      if (argc != 2) {
104          fprintf(stderr,
                    "Greska! Program se poziva sa: ./a.out ime_datoteke\n");
106          exit(EXIT_FAILURE);
        }

108
        /* Priprema datoteke za citanje */
110      FILE *in = NULL;
        in = fopen(argv[1], "r");
112      if (in == NULL) {
114          fprintf(stderr,
                    "Greska prilikom otvaranja datoteke %s.\n", argv[1]);
            exit(EXIT_FAILURE);
116      }
```

```

118  /* Pomocne promenljive za citanje vrednosti koje treba smestiti u
      listu */
120  char ime[MAX_IME_PREZIME], prezime[MAX_IME_PREZIME];
      char broj_indeksa[MAX_INDEKS];
122  Cvor *glava = NULL;
      Cvor *trazeni = NULL;
124
      /* Ucitavanje vrednosti u listu */
126  while (fscanf(in, "%s %s %s", broj_indeksa, ime, prezime) != EOF)
      {
128      if (dodaj_na_pocetak_liste(&glava, broj_indeksa, ime, prezime)) {
          fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za nov cvor\n");
          oslobodi_listu(&glava);
130          exit(EXIT_FAILURE);
      }
132
      /* Datoteka vise nije potrebna i zatvara se. */
134      fclose(in);

136      /* Ucitava se indeks po indeks studenta koji se trazi u listi. */
      while (scanf("%s", broj_indeksa) != EOF) {
138          trazeni = pretrazi_listu(glava, broj_indeksa);
          if (trazeni == NULL)
140              printf("ne\n");
          else
142              printf("da: %s %s\n", trazeni->ime, trazeni->prezime);
      }
144
      /* Oslobadja se memorija zauzeta za cvorove liste. */
146      oslobodi_listu(&glava);

148      exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

### Rešenje 4.6

```

1  #include <stdio.h>
      #include <stdlib.h>
3  #include "lista.h"

5  /* Funkcija objedinjuje dve liste ciji se pokazivaci na glave nalaze
      na adresama adresa_glave_1 i adresa_glave_2 prevezivanjem
7  pokazivaca postojećih cvorova listi */
      Cvor *objedini(Cvor ** adresa_glave_1, Cvor ** adresa_glave_2)
9  {
      /* Pokazivaci na pocetne cvorove listi koje se prevezuju */
11     Cvor *lista1 = *adresa_glave_1;
        Cvor *lista2 = *adresa_glave_2;
13
        /* Pokazivac na pocetni cvor rezultujuće liste */
15     Cvor *rezultujuca = NULL;

```

```

17   Cvor *tekuci = NULL;

19   /* Ako su obe liste prazne i rezultat je prazna lista */
20   if (lista1 == NULL && lista2 == NULL)
21       return NULL;

23   /* Ako je prva lista prazna, rezultat je druga lista */
24   if (lista1 == NULL)
25       return lista2;

27   /* Ako je druga lista prazna, rezultat je prva lista */
28   if (lista2 == NULL)
29       return lista1;

31   /* Odredjuje se prvi cvor rezultujuce liste - to je ili prvi cvor
32      liste lista1 ili prvi cvor liste lista2 u zavisnosti od toga
33      koji sadrzi manju vrednost */
34   if (lista1->vrednost < lista2->vrednost) {
35       rezultujuca = lista1;
36       lista1 = lista1->sledeci;
37   } else {
38       rezultujuca = lista2;
39       lista2 = lista2->sledeci;
40   }

41   /* Kako promenljiva rezultujuca pokazuje na pocetak nove liste, ne
42      sme joj se menjati vrednost. Zato se koristi pokazivac tekuci
43      koji sadrzi adresu trenutnog cvora rezultujuce liste */
44   tekuci = rezultujuca;

46   /* U svakoj iteraciji petlje rezultujucoj listi se dodaje novi cvor
47      tako da bude uredjena neopadajuce. Pokazivac na listu iz koje se
48      uzima cvor se azurira tako da pokazuje na sledeci cvor */
49   while (lista1 != NULL && lista2 != NULL) {
50       if (lista1->vrednost < lista2->vrednost) {
51           tekuci->sledeci = lista1;
52           lista1 = lista1->sledeci;
53       } else {
54           tekuci->sledeci = lista2;
55           lista2 = lista2->sledeci;
56       }
57       tekuci = tekuci->sledeci;
58   }

59   /* Ako se iz petlje izaslo jer se stiglo do kraja prve liste, na
60      rezultujucu listu treba nadovezati ostatak druge liste */
61   if (lista1 == NULL)
62       tekuci->sledeci = lista2;
63   else
64       /* U suprotnom treba nadovezati ostatak prve liste */
65       tekuci->sledeci = lista1;

67   /* Preko adresa glava polaznih listi vrednosti pokazivaca u

```

```

69     pozivajucoj funkciji se postavljaju na NULL jer se svi cvorovi
71     prethodnih listi nalaze negde unutar rezultujuce liste. Do njih
73     se moze doci prateci pokazivace iz glave rezultujuce liste, tako
75     da stare pokazivace treba postaviti na NULL. */
77     *adresa_glave_1 = NULL;
79     *adresa_glave_2 = NULL;
81
83     return rezultujuca;
85 }
87
89 int main(int argc, char **argv)
91 {
93     /* Argumenti komandne linije su neophodni */
95     if (argc != 3) {
97         fprintf(stderr,
99             "Program se poziva sa: ./a.out dat1.txt dat2.txt\n");
101         exit(EXIT_FAILURE);
103     }
105
107     /* Otvaramo datoteke u kojima se nalaze elementi listi */
109     FILE *in1 = NULL;
111     in1 = fopen(argv[1], "r");
113     if (in1 == NULL) {
115         fprintf(stderr,
117             "Greska prilikom otvaranja datoteke %s.\n", argv[1]);
119         exit(EXIT_FAILURE);
121     }
123
125     FILE *in2 = NULL;
127     in2 = fopen(argv[2], "r");
129     if (in2 == NULL) {
131         fprintf(stderr,
133             "Greska prilikom otvaranja datoteke %s.\n", argv[2]);
135         exit(EXIT_FAILURE);
137     }
139
141     /* Liste su na pocetku prazne */
143     int broj;
145     Cvor *lista1 = NULL;
147     Cvor *lista2 = NULL;
149
151     /* Ucitavanje listi */
153     while (fscanf(in1, "%d", &broj) != EOF)
155         dodaj_na_kraj_liste(&lista1, broj);
157
159     while (fscanf(in2, "%d", &broj) != EOF)
161         dodaj_na_kraj_liste(&lista2, broj);
163
165     /* Datoteke vise nisu potrebne i treba ih zatvoriti. */
167     fclose(in1);
169     fclose(in2);
171 }

```

```
121  /* Pokazivac rezultat ce pokazivati na glavu liste dobijene
    objedinjavanjem listi */
    Cvor *rezultat = objedini(&lista1, &lista2);
123
    /* Ispis rezultujuce liste. */
125    ispisi_listu(rezultat);

127    /* Lista rezultat dobijena je prevezivanjem cvorova polaznih listi.
    Njenim oslobadjanjem bice oslobodjena sva zauzeta memorija. */
129    oslobodi_listu(&rezultat);

131    exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

### Rešenje 4.8

```
1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3
   /* Struktura kojom je predstavljen cvor liste sadrzi karakter koji
   predstavlja zagradu koja se koristi i pokazivac na sledeci cvor
   liste */
7  typedef struct cvor {
   char zagrada;
9   struct cvor *sledeci;
   } Cvor;
11
   /* Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu stekom */
13  void oslobodi_stek(Cvor ** stek)
   {
15     Cvor *tekuci;
     Cvor *pomocni;
17
     /* Oslobadja se cvor po cvor steka */
19     tekuci = *stek;
     while (tekuci != NULL) {
21         pomocni = tekuci->sledeci;
         free(tekuci);
23         tekuci = pomocni;
     }
25
     /* Stek se proglašava praznim */
27     *stek = NULL;
   }
29
   /* Glavni program */
31  int main()
   {
33     /* Stek je na pocetku prazan */
     Cvor *stek = NULL;
35     FILE *ulaz = NULL;
```



```

37 char c;
38 Cvor *pomocni = NULL;

39 /* Otvaranje datotoke za citanje izraza */
40 ulaz = fopen("izraz.txt", "r");
41 if (ulaz == NULL) {
42     fprintf(stderr,
43         "Greska prilikom otvaranja datoteke izraz.txt!\n");
44     exit(EXIT_FAILURE);
45 }

46 /* Cita se karakter po karakter iz datoteke dok se ne dodje do
47    kraja */
48 while ((c = fgetc(ulaz)) != EOF) {
49     /* Ako je učitana otvorena zagrada, stavlja se na stek */
50     if (c == '(' || c == '{' || c == '[') {
51         /* Alocira se memorija za novi cvor i proverava se
52            uspesnost alokacije */
53         pomocni = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
54         if (pomocni == NULL) {
55             fprintf(stderr, "Greska prilikom alokacije memorije!\n");
56             /* Oslobadja se memorija zauzeta stekom */
57             oslobodi_stek(&stek);
58             /* I prekida se sa izvršavanjem programa */
59             exit(EXIT_FAILURE);
60         }

61         /* Inicijalizacija polja strukture */
62         pomocni->zagrada = c;

63         /* Promena vrha steka */
64         pomocni->sledeci = stek;
65         stek = pomocni;
66     }

67     /* Ako je učitana zatvorena zagrada, proverava se da li je stek
68        prazan i ako nije, da li se na vrhu steka nalazi odgovarajuca
69        otvorena zagrada */
70     else {
71         if (c == ')' || c == '}' || c == ']') {
72             if (stek != NULL && ((stek->zagrada == '(' && c == ')')
73                 || (stek->zagrada == '{' && c == '}')
74                 || (stek->zagrada == '[' && c == ']')))
75             {
76                 /* Sa vrha steka se uklanja otvorena zagrada */
77                 pomocni = stek->sledeci;
78                 free(stek);
79                 stek = pomocni;
80             } else {
81                 /* Inace, zakljucujemo da zagrade u izrazu nisu ispravno
82                    uparene */
83                 break;
84             }
85         }
86     }
87 }

```

```
87     }
88   }
89 }

91 /* Pročitana je cela datoteka i treba je zatvoriti */
92 fclose(ulaz);

93 /* Ako je stek prazan i pročitana je cela datoteka, zagrade su
94    ispravno uparene */
95 if (stek == NULL && c == EOF)
96     printf("Zagrade su ispravno uparene.\n");
97 else {
98     /* U suprotnom se zaključuje da zagrade nisu ispravno uparene */
99     printf("Zagrade nisu ispravno uparene.\n");
100    /* Oslobadja se memorija koja je ostala zauzeta stekom */
101    oslobodi_stek(&stek);
102 }

103

105 exit(EXIT_SUCCESS);
106 }
```

### Rešenje 4.9

*stek.h*

```
1  #ifndef _STEK_H_
2  #define _STEK_H_

3
4  #include <stdio.h>
5  #include <stdlib.h>
6  #include <string.h>
7  #include <ctype.h>
8
9  #define MAX 100

10 #define OTVORENA 1
11 #define ZATVORENA 2

12
13 #define VAN_ETIKETE 0
14 #define PROCITANO_MANJE 1
15 #define U_ETIKETI 2

16
17 /* Struktura kojim se predstavlja cvor liste sadrzi ime etikete i
18    pokazivac na sledeci cvor */
19 typedef struct cvor {
20     char etiketa[MAX];
21     struct cvor *sledeci;
22 } Cvor;

23
24 /* Funkcija kreira novi cvor, upisuje u njega etiketu i vraca njegovu
```

```

26     adresu ili NULL ako alokacija nije bila uspesna */
    Cvor *napravi_cvor(char *etiketa);

28     /* Funkcija oslobadja memoriju zauzetu stekom */
30     void oslobodi_stek(Cvor ** adresa_vrha);

32     /* Funkcija postavlja na vrh steka novu etiketu. U slucaju greske pri
        alokaciji memorije za novi cvor funkcija vraca 1, inace vraca 0 */
34     int potisni_na_stek(Cvor ** adresa_vrha, char *etiketa);

36     /* Funkcija skida sa vrha steka etiketu. Ako je drugi argument
        pokazivac razlicit od NULL, tada u niz karaktera na koji on
38     pokazuje upisuje ime etikete koja je upravo skinuta sa steka dok u
        suprotnom ne radi nista. Funkcija vraca 0 ako je stek prazan (pa
40     samim tim nije bilo moguće skinuti vrednost sa steka) ili 1 u
        suprotnom */
42     int skini_sa_steka(Cvor ** adresa_vrha, char *etiketa);

44     /* Funkcija vraca pokazivac na string koji sadrzi etiketu na vrhu
        steka. Ukoliko je stek prazan, vraca NULL */
46     char *vrh_steka(Cvor * vrh);

48     /* Funkcija prikazuje stek od vrha prema dnu */
    void prikazi_stek(Cvor * vrh);

50     /* Funkcija iz datoteke kojoj odgovara pokazivac f cita sledecu
        etiketu, i upisuje je u nisku na koju pokazuje pokazivac etiketa.
        Vraca EOF u slucaju da se dodje do kraja datoteke pre nego sto se
52     procita etiketa. Vraca OTVORENA, ako je procitana otvorena
        etiketa, odnosno ZATVORENA, ako je procitana zatvorena etiketa */
54     int uzmi_etiketu(FILE * f, char *etiketa);

56
58 #endif

```

stek.c

```

#include "stek.h"

2
Cvor *napravi_cvor(char *etiketa)
4
{
    /* Alocira se memorija za novi cvor liste i proverava se uspesnost
        alokacije */
6
    Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
    if (novi == NULL)
8
        return NULL;

10
    /* Inicijalizacija polja u novom cvoru */
12
    if (strlen(etiketa) >= MAX) {
        fprintf(stderr, "Etiketa je preduga, bice skracena.\n");
14
        etiketa[MAX - 1] = '\0';
    }
}

```

```
16  strcpy(novi->etiketa, etiketa);
    novi->sledeci = NULL;

18

20  /* Vraca se adresa novog cvora */
    return novi;
22  }

24  void oslobodi_stek(Cvor ** adresa_vrha)
    {
        Cvor *pomocni;

26

        /* Sve dok stek nije prazan, brise se cvor koji je vrh steka */
28        while (*adresa_vrha != NULL) {
            /* Potrebno je prvo zapamtiti adresu sledeceg cvora i onda
30              osloboditi cvor koji predstavlja vrh steka */
            pomocni = *adresa_vrha;
32            /* Sledeci cvor je novi vrh steka */
            *adresa_vrha = (*adresa_vrha)->sledeci;
34            free(pomocni);
        }

36

        /* Nakon izlaska iz petlje stek je prazan i pokazivac na adresi
38          adresa_vrha ce pokazivati na NULL. */
    }

40

42  int potisni_na_stek(Cvor ** adresa_vrha, char *etiketa)
    {
        /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
44        Cvor *novi = napravi_cvor(etiketa);
        if (novi == NULL)
46            return 1;

48        /* Novi cvor se uvezuje na vrh i postaje nov vrh steka */
        novi->sledeci = *adresa_vrha;
50        *adresa_vrha = novi;
        return 0;
52    }

54  int skini_sa_steka(Cvor ** adresa_vrha, char *etiketa)
    {
        Cvor *pomocni;

56

58        /* Pokusaj skidanja vrednosti sa praznog steka rezultuje greskom i
           vraca se 0 */
        if (*adresa_vrha == NULL)
60            return 0;

62

        /* Ako adresa na koju se smesta etiketa nije NULL, onda se na tu
64          adresu kopira etiketa sa vrha steka */
        if (etiketa != NULL)
66            strcpy(etiketa, (*adresa_vrha)->etiketa);
```

```

68  /* Element sa vrha steka se uklanja */
    pomocni = *adresa_vrha;
70  *adresa_vrha = (*adresa_vrha)->sledeci;
    free(pomocni);

72
    /* Vraca se indikator uspesno izvršene radnje */
74  return 1;
}

76
char *vrh_steka(Cvor * vrh)
78 {
    /* Prazan stek nema cvor koji je vrh i vraća se NULL */
80  if (vrh == NULL)
        return NULL;

82
    /* Inace, vraća se pokazivac na nisku etiketa koja je polje cvora
84     koji je na vrhu steka. */
    return vrh->etiketa;
86 }

88 void prikazi_stek(Cvor * vrh)
{
    /* Ispisuje se spisak etiketa na steku od vrha ka dnu. */
90  for (; vrh != NULL; vrh = vrh->sledeci)
92      printf("< %s>\n", vrh->etiketa);
}

94
int uzmi_etiketu(FILE * f, char *etiketa)
96 {
    int c;
    int i = 0;
    /* Stanje predstavlja informaciju dokle se stalo sa citanjem
100     etikete. Inicijalizuje se vrednoscu VAN_ETIKETE jer jos uvek
        nije zapoceto citanje. */
102     /* Tip predstavlja informaciju o tipu etikete. Uzima vrednosti
        OTVORENA ili ZATVORENA. */
104     int stanje = VAN_ETIKETE;
    int tip;

106
    /* HTML je neosetljiv na razliku izmedju malih i velikih slova, dok
108     to u C-u ne vazi. Zato ce sve etikete biti prevedene u zapis
        samo malim slovima. */
110     while ((c = fgetc(f)) != EOF) {
        switch (stanje) {
112             case VAN_ETIKETE:
                if (c == '<')
114                     stanje = PROCITANO_MANJE;
                break;
116             case PROCITANO_MANJE:
                if (c == '/') {
118                     /* Cita se zatvorena etiketa */
                        tip = ZATVORENA;

```

```

120     } else {
121         if (isalpha(c)) {
122             /* Cita se otvorena etiketa */
123             tip = OTVORENA;
124             etiketa[i++] = tolower(c);
125         }
126     }
127     /* Od sada se cita etiketa i zato se menja stanje */
128     stanje = U_ETIKETI;
129     break;
130 case U_ETIKETI:
131     if (isalpha(c) && i < MAX - 1) {
132         /* Ako je procitani karakter slovo i nije prekoracena
133            dozvoljena duzina etikete, procitani karakter se smanjuje
134            i smesta u etiketu */
135         etiketa[i++] = tolower(c);
136     } else {
137         /* Inace, staje se sa citanjem etikete. Korektno se zavrшава
138            niska koja sadrzi procitanu etiketu i vraća se njen tip */
139         etiketa[i] = '\0';
140         return tip;
141     }
142     break;
143 }
144 }
145 /* Doslo se do kraja datoteke pre nego sto je procitana naredna
146    etiketa i vraća se EOF. */
147 return EOF;
148 }

```

*main.c*

```

#include "stek.h"

2
/* Glavni program */
4 int main(int argc, char **argv)
{
6     /* Na pocetku, stek je prazan i etikete su uparene jer nijedna jos
       nije procitana. */
8     Cvor *vrh = NULL;
9     char etiketa[MAX];
10    int tip;
11    int uparene = 1;
12    FILE *f = NULL;

14    /* Ime datoteke se preuzima iz komandne linije. */
15    if (argc < 2) {
16        fprintf(stderr, "Korisćenje: %s ime_html_datoteke\n", argv[0]);
17        exit(EXIT_FAILURE);
18    }

```

```

20  /* Datoteka se otvara za citanje */
    if ((f = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
22      fprintf(stderr, "Greska prilikom otvaranja datoteke %s.\n",
          argv[1]);
24      exit(EXIT_FAILURE);
    }

26
    /* Cita se etiketa po etiketa, sve dok ih ima u datoteci. */
28    while ((tip = uzmi_etiketu(f, etiketa)) != EOF) {
        /* Ako je otvorena etiketa, stavlja se na stek. Izuzetak su
30         etikete <br>, <hr> i <meta> koje nemaju sadrzaj, pa ih nije
            potrebno zatvoriti. U HTML-u postoje jos neke etikete koje
32         koje nemaju sadrzaj (npr link). Zbog jednostavnosti
            pretpostavlja se da njih nema u HTML dokumentu. */
34         if (tip == OTVORENA) {
             if (strcmp(etiketa, "br") != 0
36                 && strcmp(etiketa, "hr") != 0
                    && strcmp(etiketa, "meta") != 0)
38                 if (potisni_na_stek(&vrh, etiketa) == 1) {
                     fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za nov cvor\n");
40                     oslobodi_stek(&vrh);
                     exit(EXIT_FAILURE);
42                 }
            }

44         /* Ako je zatvorena etiketa, tada je uslov dobre uparenosti da je
            u pitanju zatvaranje etikete koja je poslednja otvorena, a jos
46         uvek nije zatvorena. Ona se mora nalaziti na vrhu steka. Ako
            je taj uslov ispunjen, skida se sa steka, jer je upravo
48         zatvorena. U suprotnom, pronadjena je nepravilnost i etikete
            nisu pravilno uparene. */
50         else if (tip == ZATVORENA) {
             if (vrh_steka(vrh) != NULL
52                 && strcmp(vrh_steka(vrh), etiketa) == 0)
                     skini_sa_steka(&vrh, NULL);
             else {
54                 printf("Etikete nisu pravilno uparene\n");
56                 printf("(nadjena je etiketa </%s>", etiketa);
                     if (vrh_steka(vrh) != NULL)
58                         printf(", a poslednja otvorena je <%s>\n", vrh_steka(vrh))
;
                     else
60                         printf(" koja nije otvorena)\n");
                     uparene = 0;
62                     break;
            }
64         }
    }

66    /* Zavrшено je citanje i datoteka se zatvara */
    fclose(f);

68
    /* Ako do sada nije pronadjeno pogresno uparivanje, stek bi trebalo
70     da bude prazan. Ukoliko nije, tada postoje etikete koje su

```

```
    ostale otvorene */
72 if (uparene) {
    if (vrh_steka(vrh) == NULL)
74     printf("Etikete su pravilno uparene!\n");
    else {
76     printf("Etikete nisu pravilno uparene!\n");
    printf("(etiketa <%s> nije zatvorena)\n", vrh_steka(vrh));
78     /* Oslobadja se memorija zauzeta stekom */
    oslobodi_stek(&vrh);
80     }
    }
82
    exit(EXIT_SUCCESS);
84 }
```

### Rešenje 4.10

*red.h*

```
1  #ifndef _RED_H_
   #define _RED_H_
3
   #include <stdio.h>
5   #include <stdlib.h>
7
   #define MAX 1000
   #define JMBG_DUZINA 14
9
   /* Struktura predstavlja zahtev korisnika. Obuhvata JMBG korisnika i
11    opis njegovog zahteva. */
   typedef struct {
13     char jmbg[JMBG_DUZINA];
     char opis[MAX];
15 } Zahtev;
17
   /* Struktura kojom je predstavljen cvor liste, obuhvata zahtev
    korisnika i pokazivac na sledeci cvor liste. */
19 typedef struct cvor {
     Zahtev nalog;
21     struct cvor *sledeci;
   } Cvor;
23
   /* Funkcija kreira novi cvor, inicijalizuje polje nalog na zahtev sa
25    poslate adrese i vraća adresu novog cvora ili NULL ako je došlo do
    greske pri alokaciji. Prosledjuje joj se pokazivac na zahtev koji
27    treba smestiti u novi cvor zbog smestanja manjeg podatka na
    sistemski stek. Pokazivac na strukturu Zahtev je manje velicine u
29    bajtovima(B) u odnosu na strukturu Zahtev. */
   Cvor *napravi_cvor(Zahtev * zahtev);
31
```



```

33 /* Funkcija prazni red oslobadjajuci memoriju koji je red zauzimao */
void oslobodi_red(Cvor ** pocetak, Cvor ** kraj);

35 /* Funkcija dodaje na kraj reda novi zahtev. Vraca 1 ako je doslo do
greske pri alokaciji memorije za novi cvor, inace vraca 0. */
37 int dodaj_u_red(Cvor ** adresa_pocetka, Cvor ** adresa_kraja,
                 Zahtev * zahtev);

39 /* Funkcija skida sa pocetka reda zahtev. Ako je poslednji argument
pokazivac razlicit od NULL, tada se u strukturu na koju on
41 pokazuje upisuje zahtev koji je upravo skinut sa reda dok u
suprotnom ne upisuje nista. Vraca 0, ako je red bio prazan ili 1 u
43 suprotnom. */
int skini_sa_reda(Cvor ** adresa_pocetka, Cvor ** adresa_kraja,
                 Zahtev * zahtev);

47 /* Funkcija vraca pokazivac na strukturu koja sadrzi zahtev korisnika
na pocetku reda. Ukoliko je red prazan funkcija vraca NULL. */
49 Zahtev *pocetak_reda(Cvor * pocetak);

51 /* Funkcija prikazuje sadrzaj reda. */
53 void prikazi_red(Cvor * pocetak);

55 #endif

```

*red.c*

```

1 #include "red.h"

3 Cvor *napravi_cvor(Zahtev * zahtev)
{
5     /* Alocira se memorija za novi cvor liste i proverava uspesnost
alokacije */
7     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
    if (novi == NULL)
9         return NULL;

11     /* Inicijalizacija polja strukture */
    novi->nalog = *zahtev;
13     novi->sledeci = NULL;

15     /* Vraca se adresa novog cvora */
    return novi;
17 }

19 void oslobodi_red(Cvor ** pocetak, Cvor ** kraj)
{
21     Cvor *pomocni = NULL;

23     /* Sve dok red nije prazan brise se cvor koji je pocetka reda */
    while (*pocetak != NULL) {

```

```

25     /* Potrebno je prvo zapamtiti adresu sledeceg cvora i onda
        osloboditi cvor sa pocetka reda */
27     pomocni = *pocetak;
        *pocetak = (*pocetak)->sledeci;
29     free(pomocni);
    }
31     /* Nakon izlaska iz petlje red je prazan. Pokazivac na kraj reda
        treba postaviti na NULL. */
33     *kraj = NULL;
    }

35     int dodaj_u_red(Cvor ** adresa_pocetka, Cvor ** adresa_kraja,
37                     Zahtev * zahtev)
    {
39         /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
        Cvor *novi = napravi_cvor(zahtev);
41         if (novi == NULL)
            return 1;
43
45         /* U red se uvek dodaje na kraj. Zbog postojanja pokazivaca na
            kraj, to je podjednako efikasno kao dodavanje na pocetak liste
            */
        if (*adresa_kraja != NULL) {
47             (*adresa_kraja)->sledeci = novi;
            *adresa_kraja = novi;
49         } else {
            /* Ako je red bio ranije prazan */
51             *adresa_pocetka = novi;
            *adresa_kraja = novi;
53         }

55         /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
        return 0;
57     }

59     int skini_sa_reda(Cvor ** adresa_pocetka, Cvor ** adresa_kraja,
        Zahtev * zahtev)
61     {
        Cvor *pomocni = NULL;
63
65         /* Ako je red prazan */
        if (*adresa_pocetka == NULL)
            return 0;
67
69         /* Ako je prosledjen pokazivac zahtev, na tu adresu se prepisuje
            zahtev koji je na pocetku reda. */
        if (zahtev != NULL)
71             *zahtev = (*adresa_pocetka)->nalog;

73         /* Oslobadja se memorija zauzeta cvorom sa pocetka reda i pokazivac
            na adresi adresa_pocetka se azurira da pokazuje na sledeci cvor
            u redu. */
75
    }

```

```

    pomocni = *adresa_pocetka;
77  *adresa_pocetka = (*adresa_pocetka)->sledeci;
    free(pomocni);
79
    /* Ukoliko red nakon oslobadjanja pocetnog cvora ostane prazan,
81     potrebno je azurirati i vrednost pokazivaca na adresi
        adresa_kraja na NULL */
83  if (*adresa_pocetka == NULL)
        *adresa_kraja = NULL;
85
86  return 1;
87 }

89 Zahtev *pocetak_reda(Cvor * pocetak)
{
91     /* U praznom redu nema zahteva */
    if (pocetak == NULL)
93         return NULL;

95     /* Inace, vraca se pokazivac na zahtev sa pocetka reda */
    return &(pocetak->nalog);
97 }

99 void prikazi_red(Cvor * pocetak)
{
101     /* Prikazuje se sadrzaj reda od pocetka prema kraju */
    for (; pocetak != NULL; pocetak = pocetak->sledeci)
103         printf("%s %s\n", (pocetak->nalog).jmbg, (pocetak->nalog).opis);

105     printf("\n");
}

```

main.c

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4  #include "red.h"

6  #define VREME_ZA_PAUZU 5

8  /* Glavni program */
int main(int argc, char **argv)
10 {
    /* Red je prazan. */
12  Cvor *pocetak = NULL, *kraj = NULL;
    Zahtev nov_zahtev;
14  Zahtev *sledeci = NULL;
    char odgovor[3];
16  int broj_usluzenih = 0;

```

```

18  /* Sluzbenik evidentira korisnicke zahteve unosnjem njihovog JMBG
    broja i opisa potrebne usluge. */
20  printf("Sluzbenik evidentira korisnicke zahteve:\n");
    while (1) {

22      /* Ucitava se JMBG */
24      printf("\nNovi zahtev [CTRL+D za kraj]\n\tJMBG: ");
      if (scanf("%s", nov_zahtev.jmbg) == EOF)
26          break;

28      /* Neophodan je poziv funkcije getchar da bi se i nov red nakon
        JMBG broja procitao i da bi fgets nakon toga procitala
        ispravan red sa opisom zahteva */
30      getchar();

32      /* Ucitava se opis problema */
34      printf("\tOpis problema: ");
      fgets(nov_zahtev.opis, MAX - 1, stdin);
36      /* Ako je poslednji karakter nov red, eliminiše se */
      if (nov_zahtev.opis[strlen(nov_zahtev.opis) - 1] == '\n')
38          nov_zahtev.opis[strlen(nov_zahtev.opis) - 1] = '\0';

40      /* Dodaje se zahtev u red i proverava se uspesnost dodavanja */
      if (dodaj_u_red(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev) == 1) {
42          fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za nov cvor\n");
          oslobodi_red(&pocetak, &kraj);
44          exit(EXIT_FAILURE);
      }
46  }

48  /* Otvaranje datoteke za dopisivanje izvestaja */
  FILE *izlaz = fopen("izvestaj.txt", "a");
50  if (izlaz == NULL) {
      fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke izvestaj.txt\n");
52      exit(EXIT_FAILURE);
  }

54  /* Dokle god ima korisnika u redu, treba ih usluziti */
56  while (1) {
      sledeci = pocetak_reda(pocetak);
58      /* Ako nema nikog više u redu, prekida se petlja */
      if (sledeci == NULL)
60          break;

62      printf("\nSledeci je korisnik sa JMBG: %s\n", sledeci->jmbg);
      printf("i zahtevom: %s\n", sledeci->opis);

64      skini_sa_reda(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev);

66      broj_usluzenih++;

68      printf("\tDa li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] ");

```

```

70     scanf("%s", odgovor);

72     if (strcmp(odgovor, "Da") == 0)
        dodaj_u_red(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev);
74     else
        fprintf(izlaz, "JMBG: %s\tZahtev: %s\n", nov_zahtev.jmbg,
76                nov_zahtev.opis);

78     if (broj_usluzenih == VREME_ZA_PAUZU) {
        printf("\nDa li je kraj smene? [Da/Ne] ");
80         scanf("%s", odgovor);

82         if (strcmp(odgovor, "Da") == 0)
            break;
84         else
            broj_usluzenih = 0;
86     }
    }

88     /*****
90     Usluzivanje korisnika moze da se izvrsi i na sledeci nacin:

92     while (skini_sa_reda(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev)) {
        printf("\nSledeci je korisnik sa JMBG brojem: %s\n",
94                nov_zahtev.jmbg);
        printf("sa zahtevom: %s\n", nov_zahtev.opis);
96        broj_usluzenih++;

98        printf("\tDa li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] ");
        scanf("%s", odgovor);
100        if (strcmp(odgovor, "Da") == 0)
            dodaj_u_red(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev);
102        else
            fprintf(izlaz, "JMBG: %s\tZahtev: %s\n",
104                    nov_zahtev.jmbg, nov_zahtev.opis);

106        if (broj_usluzenih == VREME_ZA_PAUZU) {
            printf("\nDa li je kraj smene? [Da/Ne] ");
108            scanf("%s", odgovor);
            if (strcmp(odgovor, "Da") == 0)
                break;
            else
110                broj_usluzenih = 0;
112        }
    }

114     */
116     /* Datoteka vise nije potrebna i treba je zatvoriti. */
    fclose(izlaz);

118     /* Ukoliko je sluzbenik prekinuo sa radom, mozda je bilo jos
120        neusluzenih korisnika, u tom slucaju treba osloboditi memoriju
        koju zauzima red sa neobradjenim zahtevima korisnika. */

```

## 4 Dinamičke strukture podataka

---

```
122     oslobodi_red(&pocetak, &kraj);
124     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

### Rešenje 4.11

*dvostruko\_povezana\_lista.h*

```
1  #ifndef _DVOSTRUKO_POVEZANA_LISTA_H_
2  #define _DVOSTRUKO_POVEZANA_LISTA_H_
3
4  /* Struktura kojom je predstavljen cvor liste sadrzi celobrojnu
5     vrednost i pokazivace na sledeci i prethodni cvor liste. */
6  typedef struct cvor {
7     int vrednost;
8     struct cvor *sledeci;
9     struct cvor *prethodni;
10 } Cvor;
11
12 /* Funkcija kreira cvor, vrednost novog cvora inicijalizuje na broj,
13    dok pokazivac na sledeci cvor postavlja na NULL. Vraca pokazivac
14    na novokreirani cvor ili NULL ako alokacija nije bila uspesna. */
15 Cvor *napravi_cvor(int broj);
16
17 /* Funkcija oslobadja dinamicu memoriju zauzetu za cvorove liste
18    ciji se pocetni cvor nalazi na adresi adresa_glave, a poslednji na
19    adresi adresa_kraja. */
20 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja);
21
22 /* Funkcija dodaje novi cvor na pocetak liste. Vraca 1 ukoliko je
23    bilo greske pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
24 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor **
25                             adresa_kraja, int broj);
26
27 /* Funkcija dodaje broj na kraj liste. Vraca 1 ukoliko je bilo greske
28    pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
29 int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja,
30                          int broj);
31
32 /* Pomocna funkcija pronalazi cvor u listi iza koga treba umetnuti
33    novi cvor sa vrednoscu broj. */
34 Cvor *pronadji_mesto_umetanja(Cvor * glava, int broj);
35
36 /* Funkcija dodaje broj iza zadatog cvora. Vraca 1 ukoliko je
37    dodavanje uspesno, odnosno 0 ukoliko je doslo do greske. */
38 int dodaj_iza(Cvor * tekuci, int broj);
39
40 /* Funkcija dodaje broj u sortiranu listu tako da lista ostane
41    sortirana. Vraca 1 ukoliko je bilo greske pri alokaciji memorije,
```

```

43     inace vraca 0. */
44 int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, int
45                     broj);
46
47 /* Funkcija trazi u listi cvor cija je vrednost jednaka datom broju.
48    Vraca pokazivac na cvor liste u kome je sadržan traženi broj ili
49    NULL u slučaju da takav cvor ne postoji u listi. */
50 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj);
51
52 /* Funkcija trazi u listi cvor cija je vrednost jednaka datom broju.
53    U pretrazi oslanja se na činjenicu da je lista koja se pretražuje
54    neopadajuće sortirana. Vraca pokazivac na cvor liste u kome je
55    sadržan traženi broj ili NULL u slučaju da takav cvor ne postoji.
56    */
57 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj);
58
59 /* Funkcija brise cvor na koji pokazuje pokazivac tekuci u listi ciji
60    pokazivac glava se nalazi na adresi adresa_glave. */
61 void obrisi_tekuci(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, Cvor *
62                  tekuci);
63
64 /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrže dati broj. Azurira
65    pokazivac na glavu liste, koji može biti promenjen u slučaju da se
66    obrise stara glava. */
67 void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, int
68                 broj);
69
70 /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrže dati broj,
71    oslanjajući se na činjenicu da je prosledjena lista neopadajuće
72    sortirana. Azurira pokazivac na glavu liste, koji može biti
73    promenjen ukoliko se obrise stara glava liste. */
74 void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor **
75                                 adresa_kraja, int broj);
76
77 /* Funkcija prikazuje vrednosti cvorova liste počev od glave ka kraju
78    liste, razdvojene zapetama i uokvirene zagradama. */
79 void ispisi_listu(Cvor * glava);
80
81 /* Funkcija prikazuje cvorove liste počevši od kraja ka glavi liste.
82    */
83 void ispisi_listu_unazad(Cvor * kraj);
84
85 #endif

```

*duostruko\_povezana\_lista.c*

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "duostruko_povezana_lista.h"
4
5  Cvor *napravi_cvor(int broj)

```

```

6 {
8     /* Alocira se memorija za novi cvor liste i proverava se uspesnost
       alokacije */
9     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
10    if (novi == NULL)
11        return NULL;
12
13    /* Inicijalizacija polja strukture */
14    novi->vrednost = broj;
15    novi->sledeci = NULL;
16
17    /* Vraca se adresa novog cvora */
18    return novi;
19 }
20
21 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja)
22 {
23     Cvor *pomocni = NULL;
24
25     /* Ako lista nije prazna, onda treba osloboditi memoriju */
26     while (*adresa_glave != NULL) {
27         /* Potrebno je prvo zapamtiti adresu sledeceg cvora i onda
           osloboditi memoriju cvora koji predstavlja glavu liste */
28         pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
29         free(*adresa_glave);
30         /* Sledeci cvor je nova glava liste */
31         *adresa_glave = pomocni;
32     }
33     /* Nakon izlaska iz petlje lista je prazna. Pokazivac na kraj liste
       treba postaviti na NULL */
34     *adresa_kraja = NULL;
35 }
36
37 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor **
38                             adresa_kraja, int broj)
39 {
40     /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
41     Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
42     if (novi == NULL)
43         return 1;
44
45     /* Sledbenik novog cvora je glava stare liste */
46     novi->sledeci = *adresa_glave;
47
48     /* Ako stara lista nije bila prazna, onda prethodni cvor glave
       treba da bude novi cvor. Inace, novi cvor je ujedno i pocetni i
       krajnji */
49     if (*adresa_glave != NULL)
50         (*adresa_glave)->prethodni = novi;
51     else
52         *adresa_kraja = novi;
53 }

```



```

58  /* Novi cvor je nova glava liste */
    *adresa_glave = novi;
60
    /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
62  return 0;
    }
64
    int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja,
66                          int broj)
    {
68      /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
        Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
70      if (novi == NULL)
            return 1;
72
        /* U slucaju prazne liste, glava nove liste je upravo novi cvor i
74         ujedno i cela lista. Azurira se vrednost na koju pokazuju
            adresa_glave i adresa_kraja */
76      if (*adresa_glave == NULL) {
            *adresa_glave = novi;
78            *adresa_kraja = novi;
        } else {
80            /* Ako lista nije prazna, novi cvor se dodaje na kraj liste kao
                sledbenik poslednjeg cvora i azurira se samo pokazivac na kraj
82                liste */
            (*adresa_kraja)->sledeci = novi;
84            novi->prethodni = (*adresa_kraja);
            *adresa_kraja = novi;
86        }

88      /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
        return 0;
90    }

92  Cvor *pronadji_mesto_umetanja(Cvor * glava, int broj)
    {
94      /* U praznoj listi nema takvog mesta i vraca se NULL */
        if (glava == NULL)
96            return NULL;

98      /* Pokazivac glava se pomera na sledeci cvor sve dok ne bude
        pokazivala na cvor ciji sledeci cvor ili ne postoji ili ima
100      vrednost vecu ili jednaku od vrednosti novog cvora.

102      Zbog izracunavanja izraza u C-u prvi deo konjunkcije mora biti
        provera da li se doslo do poslednjeg cvora liste pre nego sto se
104      proveru vrednost u sledecem cvoru jer u slucaju poslednjeg,
        sledeci ne postoji pa ni njegova vrednost. */
106      while (glava->sledeci != NULL && glava->sledeci->vrednost < broj)
            glava = glava->sledeci;
108
        /* Iz petlje se moglo izaci pomeranjem pokazivaca glava do

```

```
110     poslednjeg cvora ili, ranije, nailaskom na cvor ciji sledeci ima
        vrednost vecu od broj */
112     return glava;
113 }
114
115 int dodaj_iza(Cvor * tekuci, int broj)
116 {
117     /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
118     Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
119     if (novi == NULL)
120         return 1;
121
122     novi->sledeci = tekuci->sledeci;
123     novi->prethodni = tekuci;
124
125     /* Ako tekuci ima sledeceg, onda se sledecem dodeljuje prethodnik,
126        a potom i tekuci dobija novog sledeceg postavljanjem pokazivaca
127        na ispravne adrese */
128     if (tekuci->sledeci != NULL)
129         tekuci->sledeci->prethodni = novi;
130     tekuci->sledeci = novi;
131
132     /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
133     return 0;
134 }
135
136 int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, int
        broj)
137 {
138     /* Ako je lista prazna, novi cvor je i prvi i poslednji cvor liste
139        */
140     if (*adresa_glave == NULL) {
141         /* Kreira se novi cvor i proverava se uspesnost kreiranja */
142         Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
143         if (novi == NULL)
144             return 1;
145
146         /* Azuriraju se vrednosti pocetka i kraja liste */
147         *adresa_glave = novi;
148         *adresa_kraja = novi;
149
150         /* Vraca se indikator uspesnog dodavanja */
151         return 0;
152     }
153
154     /* Ukoliko je vrednost glave liste veka ili jednaka od nove
155        vrednosti onda novi cvor treba staviti na pocetak liste */
156     if ((*adresa_glave)->vrednost >= broj) {
157         return dodaj_na_pocetak_liste(adresa_glave, adresa_kraja, broj);
158     }
159
160     /* Pronazi se cvor iza koga treba uvezati novi cvor */
```

```
162 Cvor *pomocni = pronadji_mesto_umetanja(*adresa_glave, broj);
/* Dodaje se novi cvor uz proveru uspesnosti dodavanja */
164 if (dodaj_iza(pomocni, broj) == 1)
    return 1;
/* Ako pomocni cvor pokazuje na poslednji element liste, onda je
166 novi cvor poslednji u listi. */
if (pomocni == *adresa_kraja)
168     *adresa_kraja = pomocni->sledeci;

170 return 0;
}

172 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj)
174 {
    /* Obilaze se cvorovi liste */
176     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
        /* Ako je vrednost tekuceg cvora jednaka zadatom broju, pretraga
178         se obustavlja */
        if (glava->vrednost == broj)
180             return glava;

182     /* Nema trazenog broja u listi i vraca se NULL */
    return NULL;
184 }

186 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj)
188 {
    /* Obilaze se cvorovi liste */
    /* U uslovu ostanka u petlji, bitan je redosled u konjunkciji */
190     for (; glava != NULL && glava->vrednost <= broj;
        glava = glava->sledeci)
192         /* Ako je vrednost tekuceg cvora jednaka zadatom broju, pretraga
            se obustavlja */
            if (glava->vrednost == broj)
194                 return glava;

196     /* Nema trazenog broja u listi i bice vrateno NULL */
    return NULL;
198 }

200 /* Kod dvostruko povezane liste brisanje odredjenog cvora se moze
202 lako realizovati jer on sadrzi pokazivace na svog sledbenika i
    prethodnika u listi. U funkciji se bise cvor zadat argumentom
204 tekuci */
void obrisi_tekuci(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, Cvor *
206     tekuci)
{
208     /* Ako je tekuci NULL pokazivac, nema sta da se brise */
    if (tekuci == NULL)
210        return;

212     /* Ako postoji prethodnik tekuceg cvora, onda se postavlja da
```

```

    njegov sledbenik bude sledbenik tekuceg cvora */
214 if (tekuci->prethodni != NULL)
    tekuci->prethodni->sledeci = tekuci->sledeci;
216
/* Ako postoji sledbenik tekuceg cvora, onda njegov prethodnik
218 treba da bude prethodnik tekuceg cvora */
if (tekuci->sledeci != NULL)
220 tekuci->sledeci->prethodni = tekuci->prethodni;

222 /* Ako je glava cvor koji se brise, nova glava liste ce biti
    sledbenik stare glave */
224 if (tekuci == *adresa_glave)
    *adresa_glave = tekuci->sledeci;
226
/* Ako je cvor koji se brise poslednji u listi, azurira se i
228 pokazivac na kraj liste */
if (tekuci == *adresa_kraja)
230 *adresa_kraja = tekuci->prethodni;

232 /* Oslobadja se dinamicki alociran prostor za cvor tekuci */
free(tekuci);
234 }

236 void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, int broj
    )
{
238     Cvor *tekuci = *adresa_glave;

240     /* Sve dok ima cvorova cija je vrednost jednaka zadatom broju, takvi
        cvorovi se brisu iz liste. */
242     while ((tekuci = pretrazi_listu(*adresa_glave, broj)) != NULL)
        obrisi_tekuci(adresa_glave, adresa_kraja, tekuci);
244 }

246 void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor **
    adresa_kraja, int broj)
248 {
    Cvor *tekuci = *adresa_glave;
250
    /* Sve dok ima cvorova cija je vrednost jednaka zadatom broju,
252 takvi cvorovi se brisu iz liste. */
    while ((tekuci =
254         pretrazi_sortiranu_listu(*adresa_glave, broj)) != NULL)
        obrisi_tekuci(adresa_glave, adresa_kraja, tekuci);
256 }

258 void ispisi_listu(Cvor * glava)
{
260     putchar('[');
    /* Unutar zagrada ispisuju se vrednosti u cvorovima liste od
262 pocetka prema kraju liste */
    for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci) {

```

```

264     printf("%d", glava->vrednost);
        if (glava->sledeci != NULL)
266         printf(", ");
    }

268     printf("]\n");
270 }

272 void ispisi_listu_unazad(Cvor * kraj)
{
274     putchar('[');
    /* Unutar zagrada ispisuju se vrednosti u cvorovima liste od kraja
276     prema pocetku liste */
    for (; kraj != NULL; kraj = kraj->prethodni) {
278         printf("%d", kraj->vrednost);
        if (kraj->prethodni != NULL)
280             printf(", ");
    }
282     printf("]\n");
}

```

*main\_a.c*

```

1  #include <stdio.h>
    #include <stdlib.h>
3  #include "dvostruko_povezana_lista.h"

5  /* 1) Glavni program */
    int main()
6  {
    /* Lista je prazna na pocetku */
9    /* Cuvaju se pokazivaci na glavu liste i na poslednji cvor liste,
        da bi operacije poput dodavanja na kraj liste i ispisivanja
11     liste unazad bile efikasne poput dodavanja na pocetak liste i
        ispisivanja liste od pocetnog do poslednjeg cvora. */
13     Cvor *glava = NULL;
        Cvor *kraj = NULL;
15     Cvor *trazeni = NULL;
        int broj;

17     /* Testira se funkcija za dodavanja novog broja na pocetak liste */
19     printf("Unesite brojeve: (za kraj CTRL+D)\n");
        while (scanf("%d", &broj) > 0) {
21         /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
            memorije za novi cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
            treba osloboditi pre napustanja programa */
23         if (dodaj_na_pocetak_liste(&glava, &kraj, broj) == 1) {
            fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za cvor %d\n", broj);
25             oslobodi_listu(&glava, &kraj);
            exit(EXIT_FAILURE);
27         }
    }
}

```

## 4 Dinamičke strukture podataka

```
29     printf("\tLista: ");
    ispisi_listu(glava);
31 }

33 /* Testira se funkcija za pretragu liste */
    printf("\nUnesite broj koji se trazi u listi: ");
35     scanf("%d", &broj);

37 /* Pokazivac trazeni dobija vrednost rezultata pretrage */
    trazeni = pretrazi_listu(glava, broj);
39     if (trazeni == NULL)
        printf("Broj %d se ne nalazi u listi!\n", broj);
41     else
        printf("Trazeni broj %d je u listi!\n", trazeni->vrednost);
43
45 /* Ispisuje se lista unazad */
    printf("\nLista ispisana u nazad: ");
    ispisi_listu_unazad(kraj);
47
49 /* Oslobadja se memorija zauzeta za cvorove liste */
    oslobodi_listu(&glava, &kraj);

51     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

main\_b.c

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include "dvostruko_povezana_lista.h"

4
/* 2) Glavni program */
6 int main()
{
8     /* Lista je prazna na pocetku. */
    Cvor *glava = NULL;
10    Cvor *kraj = NULL;
    int broj;

12
    /* Testira se funkcija za dodavanja novog broja na kraj liste */
14    printf("Unesite brojeve: (za kraj unesite CTRL+D)\n");
    while (scanf("%d", &broj) > 0) {
16        /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
            memorije za novi cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
            treba osloboditi pre napustanja programa */
18        if (dodaj_na_kraj_liste(&glava, &kraj, broj) == 1) {
            fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za cvor %d\n", broj);
20            oslobodi_listu(&glava, &kraj);
            exit(EXIT_FAILURE);
22        }
24        printf("\tLista: ");
```

```

    ispisi_listu(glava);
26 }

/* Testira se funkcija za brisanje elemenata iz liste */
28 printf("\nUnesite broj koji se brise iz liste: ");
30 scanf("%d", &broj);

/* Brisu se cvorovi iz liste cije polje vrednost je jednako broju
   procitanom sa ulaza */
32 obrisi_cvor(&glava, &kraj, broj);

34 printf("Lista nakon brisanja: ");
   ispisi_listu(glava);

38 /* Ispisuje se lista unazad */
40 printf("\nLista ispisana u nazad: ");
   ispisi_listu_unazad(kraj);

42 /* Oslobadja se memorija zauzeta za cvorove liste */
44 oslobodi_listu(&glava, &kraj);

46 exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

*main.c.c*

```

1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3  #include "dvostruko_povezana_lista.h"

5  /* 3) Glavni program */
   int main()
7  {
   /* Lista je prazna na pocetku */
9   Cvor *glava = NULL;
   Cvor *kraj = NULL;
11  Cvor *trazeni = NULL;
   int broj;

13
   /* Testira se funkcija za dodavanje vrednosti u listu tako da ona
      bude uredjena neopadajuce */
15  printf("Unosite brojeve (za kraj unesite CTRL+D)\n");
17  while (scanf("%d", &broj) > 0) {
   /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
      memorije za novi cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
      treba osloboditi pre napustanja programa */
21  if (dodaj_sortirano(&glava, &kraj, broj) == 1) {
      fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za cvor %d\n", broj);
23  oslobodi_listu(&glava, &kraj);
      exit(EXIT_FAILURE);
25  }
   }
}

```

```

    printf("\tLista: ");
27     ispisi_listu(glava);
    }

29
    /* Testira se funkcija za pretragu liste */
31     printf("\nUnesite broj koji se trazi u listi: ");
    scanf("%d", &broj);
33
    /* Pokazivac trazeni dobija vrednost rezultata pretrage */
35     trazeni = pretrazi_listu(glava, broj);
    if (trazeni == NULL)
37         printf("Broj %d se ne nalazi u listi!\n", broj);
    else
39         printf("Trazeni broj %d je u listi!\n", trazeni->vrednost);

41     /* Testira se funkcija za brisanje elemenata iz liste */
    printf("\nUnesite broj koji se brise iz liste: ");
43     scanf("%d", &broj);

45     /* Brisu se cvorovi iz liste cije polje vrednost je jednako broju
    procitanom sa ulaza */
47     obrisi_cvor_sortirane_liste(&glava, &kraj, broj);

49     printf("Lista nakon brisanja: ");
    ispisi_listu(glava);
51

    /* Ispisuje se lista unazad */
53     printf("\nLista ispisana u nazad: ");
    ispisi_listu_unazad(kraj);
55

    /* Oslobadja se memorija zauzeta za cvorove liste */
57     oslobodi_listu(&glava, &kraj);

59     exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

### Rešenje 4.14

stabla.h

```

1  #ifndef _STABLA_H
2  #define _STABLA_H 1

4  /* a) Struktura kojom se predstavlja cvor binarnog pretrazivackog
    stabla */
6  typedef struct cvor {
8      int broj;
      struct cvor *levo;
      struct cvor *desno;
10 } Cvor;

```



```

12  /* b) Funkcija koja alokira memoriju za novi cvor stabla,
    inicijalizuje polja strukture i vraca pokazivac na novi cvor */
14  Cvor *napravi_cvor(int broj);

16  /* c) Funkcija koja dodaje zadati broj u stablo. Povratna vrednost
    funkcije je 0 ako je dodavanje uspesno, odnosno 1 ukoliko je doslo
18  do greske */
    int dodaj_u_stablo(Cvor ** adresa_korena, int broj);

20

22  /* d) Funkcija koja proverava da li se zadati broj nalazi stablu */
    Cvor *pretrazi_stablo(Cvor * koren, int broj);

24  /* e) Funkcija koja pronalazi cvor koji sadrzi najmanju vrednost u
    stablu */
26  Cvor *pronadji_najmanji(Cvor * koren);

28  /* f) Funkcija koja pronalazi cvor koji sadrzi najveću vrednost u
    stablu */
30  Cvor *pronadji_najveci(Cvor * koren);

32  /* g) Funkcija koja brise cvor stabla koji sadrzi zadati broj */
    void obrisi_element(Cvor ** adresa_korena, int broj);

34

36  /* h) Funkcija koja ispisuje stablo u infiksnoj notaciji (Levo
    postablo - Koren - Desno podstablo ) */
    void ispisi_stablo_infiksno(Cvor * koren);

38

40  /* i) Funkcija koja ispisuje stablo u prefiksnoj notaciji ( Koren -
    Levo podstablo - Desno podstablo ) */
    void ispisi_stablo_prefiksno(Cvor * koren);

42

44  /* j) Funkcija koja ispisuje stablo postfiksnoj notaciji ( Levo
    podstablo - Desno postablo - Koren ) */
    void ispisi_stablo_postfiksno(Cvor * koren);

46

48  /* k) Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu stablom. */
    void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena);

50  #endif

```

stabla.c

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include "stabla.h"

4

Cvor *napravi_cvor(int broj)
6  {
    /* Alocira se memorija za novi cvor i proverava se uspesnost
8  alokacije. */

```

```

10  Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
    if (novi == NULL)
        return NULL;

12  /* Inicijalizuju se polja novog cvora. */
14  novi->broj = broj;
    novi->levo = NULL;
16  novi->desno = NULL;

18  /* Vraca se adresa novog cvora. */
    return novi;
20 }

22 int dodaj_u_stablo(Cvor ** adresa_korena, int broj)
    {
24  /* Ako je stablo prazno */
    if (*adresa_korena == NULL) {
26
28      /* Kreira se novi cvor */
      Cvor *novi_cvor = napravi_cvor(broj);

30      /* Proverava se uspesnost kreiranja */
      if (novi_cvor == NULL) {
32
34          /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca vrednost
              */
          return 1;
36      }
      /* Inace ... */

38      /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
      *adresa_korena = novi_cvor;

40      /* I vraca se indikator uspesnosti kreiranja */
      return 0;
42  }

44  /* Ako stablo nije prazno, trazi se odgovarajuca pozicija za zadati
      broj */

46  /* Ako je zadata vrednost manja od vrednosti korena */
48  if (broj < (*adresa_korena)->broj)

50      /* Broj se dodaje u levo podstablo */
      return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->levo, broj);

52  else
54      /* Inace, broj je veci (ili jednak) od vrednosti u korenu pa se
          dodaje u desno podstablo */
56      return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->desno, broj);
58  }
60

```

```
62 Cvor *pretrazi_stablo(Cvor * koren, int broj)
63 {
64     /* Ako je stablo prazno, vrednost se sigurno ne nalazi u njemu */
65     if (koren == NULL)
66         return NULL;
67
68     /* Ako je trazena vrednost sadrzana u korenu */
69     if (koren->broj == broj) {
70
71         /* Prekidamo pretragu */
72         return koren;
73     }
74
75     /* Inace, ako je broj manji od vrednosti sadrzane u korenu */
76     if (broj < koren->broj)
77
78         /* Pretraga se nastavlja u levom podstablu */
79         return pretrazi_stablo(koren->levo, broj);
80
81     else
82         /* U suprotnom, pretraga se nastavlja u desnom podstablu */
83         return pretrazi_stablo(koren->desno, broj);
84 }
85
86 Cvor *pronadji_najmanji(Cvor * koren)
87 {
88
89     /* Ako je stablo prazno, prekida se pretraga */
90     if (koren == NULL)
91         return NULL;
92
93     /* Vrednosti koje su manje od vrednosti u korenu stabla nalaze se
94        levo od njega */
95
96     /* Ako je koren cvor koji nema levo podstablo, onda on sadrzi
97        najmanju vrednost */
98     if (koren->levo == NULL)
99         return koren;
100
101     /* Inace, pretragu treba nastaviti u levom podstablu */
102     return pronadji_najmanji(koren->levo);
103 }
104
105 Cvor *pronadji_najveci(Cvor * koren)
106 {
107
108     /* Ako je stablo prazno, prekida se pretraga */
109     if (koren == NULL)
110         return NULL;
111
112     /* Vrednosti koje su vece od vrednosti u korenu stabla nalaze se
113        desno od njega */
```

```
114  /* Ako je koren cvor koji nema desno podstablo, onda on sadrzi
      najveću vrednost */
116  if (koren->desno == NULL)
      return koren;
118
      /* Inace, pretragu treba nastaviti u desnom podstablu */
120  return pronadji_najveci(koren->desno);
}

122 void obrisi_element(Cvor ** adresa_korena, int broj)
124 {
      Cvor *pomocni_cvor = NULL;
126
      /* Ako je stablo prazno, brisanje nije primenljivo */
128  if (*adresa_korena == NULL)
      return;
130
      /* Ako je vrednost koju treba obrisati manja od vrednosti u korenu
      stabla, ona se eventualno nalazi u levom podstablu, pa treba
      rekurzivno primeniti postupak na levo podstablo. Koren ovako
      modifikovanog stabla je nepromenjen. */
132  if (broj < (*adresa_korena)->broj) {
134      obrisi_element(&(*adresa_korena)->levo, broj);
136      return;
138  }

140  /* Ako je vrednost koju treba obrisati veca od vrednosti u korenu
      stabla, ona se eventualno nalazi u desnom podstablu pa treba
      rekurzivno primeniti postupak na desno podstablo. Koren ovako
      modifikovanog stabla je nepromenjen. */
142  if ((*adresa_korena)->broj < broj) {
144      obrisi_element(&(*adresa_korena)->desno, broj);
146      return;
148  }

150  /* Slede podslucajevi vezani za slucaj kada je vrednost u korenu
      jednaka broju koji se brise (tj. slucaj kada treba obrisati
      koren) */
152
      /* Ako koren nema sinova, tada se on prosto brise, i rezultat je
      prazno stablo (vraca se NULL) */
154  if ((*adresa_korena)->levo == NULL
      && (*adresa_korena)->desno == NULL) {
156      free(*adresa_korena);
158      *adresa_korena = NULL;
160      return;
162  }

      /* Ako koren ima samo levog sina, tada se brisanje vrši tako sto se
      brise koren, a novi koren postaje levi sin */
164  if ((*adresa_korena)->levo != NULL
```

```

    && (*adresa_korena)->desno == NULL) {
166     pomocni_cvor = (*adresa_korena)->levo;
        free(*adresa_korena);
168     *adresa_korena = pomocni_cvor;
        return;
170     }

172     /* Ako koren ima samo desnog sina, tada se brisanje vrši tako što
        se briše koren, a novi koren postaje desni sin */
174     if ((*adresa_korena)->desno != NULL
        && (*adresa_korena)->levo == NULL) {
176         pomocni_cvor = (*adresa_korena)->desno;
            free(*adresa_korena);
178         *adresa_korena = pomocni_cvor;
            return;
180     }

182     /* Slučaj kada koren ima oba sina - najpre se potraži sledbenik
        korena (u smislu poretka) u stablu. To je upravo po vrednosti
184     najmanji cvor u desnom podstablu. On se može pronaći npr.
        funkcijom pronadji_najmanji(). Nakon toga se u koren smesti
186     vrednost tog cvora, a u taj cvor se smesti vrednost korena (tj.
        broj koji se briše). Zatim se prosto rekurzivno pozove funkcija
188     za brisanje na desno podstablo. S obzirom da u njemu treba
        obrisati najmanji element, a on zasigurno ima najviše jednog
190     potomka, jasno je da će njegovo brisanje biti obavljeno na jedan
        od jednostavnijih načina koji su gore opisani. */
192     pomocni_cvor = pronadji_najmanji((*adresa_korena)->desno);
        (*adresa_korena)->broj = pomocni_cvor->broj;
194     pomocni_cvor->broj = broj;
        obrisi_element(&(*adresa_korena)->desno, broj);
196     }

198     void ispisi_stablo_infiksno(Cvor * koren)
        {
200         /* Ako stablo nije prazno */
            if (koren != NULL) {
202
                /* Prvo se ispisuju svi cvorovi levo od korena */
204                 ispisi_stablo_infiksno(koren->levo);

                /* Zatim se ispisi vrednost u korenu */
206                 printf("%d ", koren->broj);

                /* Na kraju se ispisuju cvorovi desno od korena */
208                 ispisi_stablo_infiksno(koren->desno);
210             }
        }
212     }

214     void ispisi_stablo_prefiksno(Cvor * koren)
        {
216         /* Ako stablo nije prazno */

```

```
218     if (koren != NULL) {
220         /* Prvo se ispisuje vrednost u korenu */
222         printf("%d ", koren->broj);
224
226         /* Zatim se ispisuju svi cvorovi levo od korena */
228         ispisi_stablo_prefiksno(koren->levo);
230
232         /* Na kraju se ispisuju svi cvorovi desno od korena */
234         ispisi_stablo_prefiksno(koren->desno);
236     }
238 }
240
242 void ispisi_stablo_postfiksno(Cvor * koren)
244 {
246     /* Ako stablo nije prazno */
248     if (koren != NULL) {
250         /* Prvo se ispisuju svi cvorovi levo od korena */
252         ispisi_stablo_postfiksno(koren->levo);
254
256         /* Zatim se ispisuju svi cvorovi desno od korena */
258         ispisi_stablo_postfiksno(koren->desno);
260
262         /* Na kraju se ispisuje vrednost u korenu */
264         printf("%d ", koren->broj);
266     }
268 }
270
272 void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)
274 {
276     /* Ako je stablo prazno, nepotrebno je oslobadjati memoriju */
278     if (*adresa_korena == NULL)
280         return;
282
284     /* Inace ... */
286     /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom */
288     oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->levo);
290
292     /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom */
294     oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->desno);
296
298     /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
300     free(*adresa_korena);
302
304     /* Proglasava se stablo praznim */
306     *adresa_korena = NULL;
308 }
310 }
```

*main.c*

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "stabla.h"
4
5  int main()
6  {
7      Cvor *koren;
8      int n;
9      Cvor *trazeni_cvor;
10
11     /* Proglasava se stablo praznim */
12     koren = NULL;
13
14     /* Citaju se vrednosti i dodaju u stablo uz proveru uspesnosti
15        dodavanja */
16     printf("Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa): ");
17     while (scanf("%d", &n) != EOF) {
18         if (dodaj_u_stablo(&koren, n) == 1) {
19             fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje broja %d\n", n);
20             oslobodi_stablo(&koren);
21             return 0;
22         }
23     }
24
25     /* Generisu se trazeni ispisi: */
26     printf("\nInfiksni ispis: ");
27     ispisi_stablo_infiksno(koren);
28     printf("\nPrefiksni ispis: ");
29     ispisi_stablo_prefiksno(koren);
30     printf("\nPostfiksni ispis: ");
31     ispisi_stablo_postfiksno(koren);
32
33     /* Demonstrira se rad funkcije za pretragu */
34     printf("\nTrazi se broj: ");
35     scanf("%d", &n);
36     trazeni_cvor = pretrazi_stablo(koren, n);
37     if (trazeni_cvor == NULL)
38         printf("Broj se ne nalazi u stablu!\n");
39
40     else
41         printf("Broj se nalazi u stablu!\n");
42
43     /* Demonstrira se rad funkcije za brisanje */
44     printf("Brise se broj: ");
45     scanf("%d", &n);
46     obrisi_element(&koren, n);
47     printf("Rezultujuce stablo: ");
48     ispisi_stablo_infiksno(koren);
49     printf("\n");
50
51     /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
```

```
    oslobodi_stablo(&koren);  
53  
    return 0;  
55 }
```

### Rešenje 4.15

```
#include <stdio.h>  
2 #include <stdlib.h>  
#include <string.h>  
4 #include <ctype.h>  
  
6 #define MAX 50  
  
8 /* Struktura kojom se opisuje cvor stabla: sadrzi rec, njen broj  
   pojavljivanja i redom pokazivace na levo i desno podstablo */  
10 typedef struct cvor {  
    char *rec;  
12    int brojac;  
    struct cvor *levo;  
14    struct cvor *desno;  
} Cvor;  
16  
/* Funkcija koja kreira novi cvora stabla */  
18 Cvor *napravi_cvor(char *rec)  
{  
20    /* Alocira se memorija za novi cvor i proverava se uspesnost  
       alokacije. */  
22    Cvor *novi_cvor = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));  
    if (novi_cvor == NULL)  
24        return NULL;  
  
26    /* Alocira se memorija za zadatu rec: potrebno je rezervisati  
       memoriju za svaki karakter reci ukljucujuci i terminirajucu nulu  
28    */  
    novi_cvor->rec = (char *) malloc((strlen(rec) + 1) * sizeof(char));  
30    if (novi_cvor->rec == NULL) {  
        free(novi_cvor);  
32        return NULL;  
    }  
34  
    /* Inicijalizuju se polja u novom cvoru */  
36    strcpy(novi_cvor->rec, rec);  
    novi_cvor->brojac = 1;  
38    novi_cvor->levo = NULL;  
    novi_cvor->desno = NULL;  
40  
    /* Vraca se adresa novog cvora */  
42    return novi_cvor;  
}  
44
```



```

46  /* Funkcija koja dodaje novu rec u stablo - ukoliko je dodavanje
    uspesno povratna vrednost je 0, u suprotnom povratna vrednost je 1
    */
48  int dodaj_u_stablo(Cvor ** adresa_korena, char *rec)
    {
50      /* Ako je stablo prazno */
      if (*adresa_korena == NULL) {
52          /* Kreira se cvor koji sadrzi zadatu rec */
          Cvor *novi_cvor = napravi_cvor(rec);
54          /* Proverava se uspesnost kreiranja novog cvora */
          if (novi_cvor == NULL) {
56              /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca vrednost
                  */
58              return 1;
          }
60          /* Inace... */
          /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
62          *adresa_korena = novi_cvor;

          /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
          return 0;
66      }

68      /* Ako stablo nije prazno, trazi odgovarajuca pozicija za novu rec
          */

70      /* Ako je rec leksikografski manja od reci u korenu ubacuje se u
          levo podstablo */
72      if (strcmp(rec, (*adresa_korena)->rec) < 0)
          return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->levo, rec);
74
      else
76          /* Ako je rec leksikografski veca od reci u korenu ubacuje se u
          desno podstablo */
78          if (strcmp(rec, (*adresa_korena)->rec) > 0)
              return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->desno, rec);
80
      else
82          /* Ako je rec jednaka reci u korenu, uvecava se njen broj
          pojavljivanja */
84          (*adresa_korena)->brojac++;
    }

86
    /* Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu stablom */
88  void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)
    {
90      /* Ako je stablo prazno, nepotrebno je oslobadjati memoriju */
      if (*adresa_korena == NULL)
92          return;

94      /* Inace ... */
      /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom */

```

```
96  oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->levo);

98  /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom */
    oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->desno);

100
    /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
102  free((*adresa_korena)->rec);
    free(*adresa_korena);

104
    /* Stablo se proglašava praznim */
106  *adresa_korena = NULL;
}

108
/* Funkcija koja pronalazi cvor koji sadrži najfrekventniju rec (rec
110  sa najvećim brojem pojavljivanja) */
Cvor *nadjij_najfrekventniju_rec(Cvor * koren)
112 {
    Cvor *max, *max_levo, *max_desno;

114
    /* Ako je stablo prazno, prekida se sa pretragom */
116  if (koren == NULL)
        return NULL;

118
    /* Pronalazi se najfrekventnija rec u levom podstablu */
120  max_levo = nadjij_najfrekventniju_rec(koren->levo);

122
    /* Pronalazi se najfrekventnija rec u desnom podstablu */
    max_desno = nadjij_najfrekventniju_rec(koren->desno);

124
    /* Traži se maksimum vrednosti pojavljivanja reci iz levog
    podstabla, korena i desnog podstabla */
126  max = koren;
    if (max_levo != NULL && max_levo->brojac > max->brojac)
        max = max_levo;
128  if (max_desno != NULL && max_desno->brojac > max->brojac)
        max = max_desno;

130
    /* Vraca se adresa cvora sa najvećim brojem pojavljivanja */
132  return max;
}

134
136
/* Funkcija koja ispisuje reci iz stabla u leksikografskom poretku
138  pracen brojem pojavljivanja */
void prikazi_stablo(Cvor * koren)
140 {
    /* Ako je stablo prazno, završava se sa ispisom */
142  if (koren == NULL)
        return;

144
    /* Zbog leksikografskog poretka, prvo se ispisuju sve reci iz levog
    podstabla */
146  prikazi_stablo(koren->levo);
```

```

148     /* Zatim rec iz korena */
150     printf("%s: %d\n", koren->rec, koren->brojac);

152     /* I nastavlja se sa ispisom reci iz desnog podstabla */
    prikazi_stablo(koren->desno);
154 }

156 /* Funkcija ucitava sledecu rec iz zadate datoteke f i upisuje je u
    niz rec. Maksimalna duzina reci je odredjena argumentom max.
158 Funkcija vraca EOF ako u datoteci nema vise reci ili 0 u
    suprotnom. Rec je niz malih ili velikih slova. */
160 int procitaj_rec(FILE * f, char rec[], int max)
{
162     /* Karakter koji se cita */
    int c;

164     /* Indeks pozicije na koju se smesta procitani karakter */
    int i = 0;

166     /* Sve dok ima mesta za jos jedan karakter u nizu i dokle se god
        nije stiglo do kraja datoteke... */
170     while (i < max - 1 && (c = fgetc(f)) != EOF) {
        /* Proverava se da li je procitani karakter slovo */
172         if (isalpha(c))
            /* Ako jeste, smesta se u niz - pritom se vrši konverzija u
174             mala slova jer program treba da bude neosetljiv na razliku
                izmedju malih i velikih slova */
            rec[i++] = tolower(c);

176         else
            /* Ako nije, proverava se da li je procitano barem jedno slovo
180             nove reci */
            /* Ako jeste, prekida se sa citanjem */
            if (i > 0)
                break;

182         /* U suprotnom se ide na sledecu iteraciju */
184     }

186     /* Dodaje se na rec terminirajuca nula */
    rec[i] = '\0';

188     /* Vraca se 0 ako je procitana rec, tj. EOF u suprotnom */
190     return i > 0 ? 0 : EOF;
192 }

194 int main(int argc, char **argv)
196 {
    Cvor *koren = NULL, *max;
    FILE *f;
    char rec[MAX];
198

```

```

200  /* Provera da li je navedeno ime datoteke prilikom pokretanja
202     programa */
204  if (argc < 2) {
206     fprintf(stderr, "Nedostaje ime ulazne datoteke!\n");
208     exit(EXIT_FAILURE);
210  }

212  /* Priprema datoteke za citanje */
214  if ((f = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
216     fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n",
218         argv[1]);
220     exit(EXIT_FAILURE);
222  }

224  /* Ucitavanje reci iz datoteke i smestanje u binarno stablo
226     pretrage uz proveru uspesnosti dodavanja */
228  while (procitaj_rec(f, rec, MAX) != EOF) {
230     if (dodaj_u_stablo(&koren, rec) == 1) {
232         fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje reci %s\n", rec);
234         oslobodi_stablo(&koren);
236         exit(EXIT_FAILURE);
238     }
240  }

242  /* Posto je citanjem reci zavrsono, zatvara se datoteka */
244  fclose(f);

246  /* Prikazuju se sve reci iz teksta i brojevi njihovih
248     pojavljivanja. */
250  prikazi_stablo(koren);

252  /* Pronalazi se najfrekventnija rec */
254  max = najdi_najfrekventniju_rec(koren);

256  /* Ako takve reci nema... */
258  if (max == NULL)

260     /* Ispisuje se odgovarajuće obavestenje */
262     printf("U tekstu nema reci!\n");

264  else

266     /* Inace, ispisuje se broj pojavljivanja reci */
268     printf("Najcesca rec: %s (pojavljuje se %d puta)\n",
270         max->rec, max->brojac);

272  /* Oslobadja se dinamicki alociran prostor za stablo */
274  oslobodi_stablo(&koren);

276  exit(EXIT_SUCCESS);
278  }

```

## Rešenje 4.16

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4  #include <ctype.h>

6  #define MAX_IME_DATOTEKE 50
7  #define MAX_CIFARA 13
8  #define MAX_IME_I_PREZIME 100

10 /* Struktura kojom se opisuje cvor stabla: sadrzi ime i prezime, broj
    telefona i redom pokazivace na levo i desno podstablo */
12 typedef struct cvor {
13     char ime_i_prezime[MAX_IME_I_PREZIME];
14     char telefon[MAX_CIFARA];
15     struct cvor *levo;
16     struct cvor *desno;
17 } Cvor;

18
19 /* Funkcija koja kreira novi cvora stabla */
20 Cvor *napravi_cvor(char *ime_i_prezime, char *telefon)
21 {
22     /* Alocira se memorija za novi cvor i proverava se uspesnost
        alokacije. */
23     Cvor *novi_cvor = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
24     if (novi_cvor == NULL)
25         return NULL;
26
27     /* Inicijalizuju se polja novog cvora */
28     strcpy(novi_cvor->ime_i_prezime, ime_i_prezime);
29     strcpy(novi_cvor->telefon, telefon);
30     novi_cvor->levo = NULL;
31     novi_cvor->desno = NULL;
32
33     /* Vraca se adresa novog cvora */
34     return novi_cvor;
35 }

36
37 /* Funkcija koja dodaje novu osobu i njen broj telefona u stablo -
    ukoliko je dodavanje uspesno povratna vrednost je 0, u suprotnom
    povratna vrednost je 1 */
40 int
41 dodaj_u_stablo(Cvor ** adresa_korena, char *ime_i_prezime,
42               char *telefon)
43 {
44     /* Ako je stablo prazno */
45     if (*adresa_korena == NULL) {
46         /* Kreira se novi cvor */
47         Cvor *novi_cvor = napravi_cvor(ime_i_prezime, telefon);
48         /* Proverava se uspesnost kreiranja novog cvora */
49         if (novi_cvor == NULL) {
50

```

```
52     /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca vrednost */
53     return 1;
54 }
55 /* Inace... */
56 /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
57 *adresa_korena = novi_cvor;
58
59 /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
60 return 0;
61 }
62
63 /* Ako stablo nije prazno, trazi se odgovarajuca pozicija za novi
64 unos. Kako pretragu treba vrsiti po imenu i prezimenu, stablo
65 treba da bude pretraživacko po ovom polju */
66
67 /* Ako je zadato ime i prezime leksikografski manje od imena i
68 prezimena sadržanog u korenu, podaci se dodaju u levo podstablo */
69
70 if (strcmp(ime_i_prezime, (*adresa_korena)->ime_i_prezime)
71     < 0)
72     return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->levo, ime_i_prezime,
73                          telefon);
74
75 else
76     /* Ako je zadato ime i prezime leksikografski veće od imena i
77 prezimena sadržanog u korenu, podaci se dodaju u desno
78 podstablo */
79     if (strcmp(ime_i_prezime, (*adresa_korena)->ime_i_prezime) > 0)
80         return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->desno, ime_i_prezime,
81                              telefon);
82 }
83
84 /* Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu stablom */
85 void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)
86 {
87     /* Ako je stablo prazno, nepotrebno je oslobadjati memoriju */
88     if (*adresa_korena == NULL)
89         return;
90
91     /* Inace ... */
92     /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom */
93     oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->levo);
94
95     /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom */
96     oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->desno);
97
98     /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
99     free(*adresa_korena);
100
101     /* Stablo se proglašava praznim */
102     *adresa_korena = NULL;
```

```

102 }

104 /* Funkcija koja ispisuje imenik u leksikografskom poretku */
/* Napomena: ova funkcija nije trazena u zadatku ali se moze
106 koristiti za proveru da li je stablo lepo kreirano ili ne */
void prikazi_stablo(Cvor * koren)
108 {
    /* Ako je stablo prazno, završava se sa ispisom */
110     if (koren == NULL)
        return;

112     /* Zbog leksikografskog poretka, prvo se ispisuju podaci iz levog
114     podstabla */
    prikazi_stablo(koren->levo);

116     /* Zatim se ispisuju podaci iz korena */
118     printf("%s: %s\n", koren->ime_i_prezime, koren->telefon);

120     /* I nastavlja se sa ispisom podataka iz desnog podstabla */
    prikazi_stablo(koren->desno);
122 }

124 /* Funkcija ucitava sledeci kontakt iz zadate datoteke i upisuje ime
i prezime i broj telefona u odgovarajuće nizove. Maksimalna dužina
126 imena i prezimena određena je konstantom MAX_IME_PREZIME, a
maksimalna dužina broja telefona konstantom MAX_CIFARA. Funkcija
128 vraća EOF ako nema više kontakata ili 0 u suprotnom. */
int procitaj_kontakt(FILE * f, char *ime_i_prezime, char *telefon)
130 {
    /* Karakter koji se cita */
132     int c;

134     /* Indeks pozicije na koju se smesta procitani karakter */
    int i = 0;

136     /* Linije datoteke koje se obradjuju su formata Ime Prezime
138     BrojTelefona */

140     /* Preskacu se eventualne praznine sa pocetka linije datoteke */
    while ((c = fgetc(f)) != EOF && isspace(c));

142     /* Prvo procitano slovo upisuje se u ime i prezime */
144     if (!feof(f))
        ime_i_prezime[i++] = c;

146     /* Naznaka kraja citanja imena i prezimena ce biti pojava prve
148     cifre tako da se citanje vrsi sve dok se ne naidje na cifru.
    Pritom treba voditi racuna da li ima dovoljno mesta za smestanje
150     procitanog karaktera i da se slucajno ne dodje do kraja datoteke
    */
152     while (i < MAX_IME_I_PREZIME - 1 && (c = fgetc(f)) != EOF) {
        if (!isdigit(c))

```

```

154     ime_i_prezime[i++] = c;
156     else if (i > 0)
157         break;
158 }
160 /* Upisuje se terminirajuca nula na mesto poslednjeg procitanog
161     blanko karaktera */
162 ime_i_prezime[--i] = '\0';
164 /* I pocinje se sa citanjem broja telefona */
165 i = 0;
166
167 /* Upisuje se cifra koja je vec procitana */
168 telefon[i++] = c;
169
170 /* I citaju se preostale cifre. Naznaka kraja ce biti pojava
171     karaktera cije prisustvo nije dozvoljeno u broju telefona */
172 while (i < MAX_CIFARA - 1 && (c = fgetc(f)) != EOF)
173     if (c == '/' || c == '-' || isdigit(c))
174         telefon[i++] = c;
175     else
176         break;
177
178 /* Upisuje se terminirajuca nula */
179 telefon[i] = '\0';
180
181 /* Vraca se 0 ako je procitan kontakt ili EOF u suprotnom */
182 return !feof(f) ? 0 : EOF;
183 }
184
185 /* Funkcija koja trazi u imeniku osobu sa zadatim imenom i prezimenom
186 */
187 Cvor *pretrazi_imenik(Cvor * koren, char *ime_i_prezime)
188 {
189     /* Ako je imenik prazan, zavrшава se sa pretragom */
190     if (koren == NULL)
191         return NULL;
192
193     /* Ako je trazeno ime i prezime sadrzano u korenu, takodje se
194         zavrшава sa pretragom */
195     if (strcmp(koren->ime_i_prezime, ime_i_prezime) == 0)
196         return koren;
197
198     /* Ako je zadato ime i prezime leksikografski manje od vrednosti u
199         korenu pretraga se nastavlja levo */
200     if (strcmp(ime_i_prezime, koren->ime_i_prezime) < 0)
201         return pretrazi_imenik(koren->levo, ime_i_prezime);
202
203     else
204         /* u suprotnom, pretraga se nastavlja desno */
205         return pretrazi_imenik(koren->desno, ime_i_prezime);

```



```

206 }

208 int main(int argc, char **argv)
209 {
210     char ime_datoteke[MAX_IME_DATOTEKE];
211     Cvor *koren = NULL;
212     Cvor *trazeni;
213     FILE *f;
214     char ime_i_prezime[MAX_IME_I_PREZIME];
215     char telefon[MAX_CIFARA];
216     char c;
217     int i;
218
219     /* Ucitava se ime datoteke i vrsi se njena priprema za citanje */
220     printf("Unesite ime datoteke: ");
221     scanf("%s", ime_datoteke);
222     getchar();
223     if ((f = fopen(ime_datoteke, "r")) == NULL) {
224         fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n",
225                 ime_datoteke);
226         exit(EXIT_FAILURE);
227     }
228
229     /* Citaju se podaci iz datoteke i smestaju u binarno stablo
230        pretrage uz proveru uspesnosti dodavanja */
231     while (procitaj_kontakt(f, ime_i_prezime, telefon) != EOF)
232     {
233         if (dodaj_u_stablo(&koren, ime_i_prezime, telefon) == 1) {
234             fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje podataka za osobu %s\n",
235                     ime_i_prezime);
236             oslobodi_stablo(&koren);
237             exit(EXIT_FAILURE);
238         }
239     }
240
241     /* Zatvara se datoteka */
242     fclose(f);
243
244     /* Omogucava se pretraga imenika */
245     while (1) {
246         /* Ucitavaja se ime i prezime */
247         printf("Unesite ime i prezime: ");
248         i = 0;
249         while ((c = getchar()) != '\n')
250             ime_i_prezime[i++] = c;
251         ime_i_prezime[i] = '\0';
252
253         /* Ako je korisnik uneo naznaku za kraj pretrage, obustavlja se
254            funkcionalnost */
255         if (strcmp(ime_i_prezime, "KRAJ") == 0)
256             break;
257
258         /* Inace se ispisuje rezultat pretrage */
259         trazeni = pretrazi_imenik(koren, ime_i_prezime);

```

```
258     if (trazeni == NULL)
259         printf("Broj nije u imeniku!\n");
260     else
261         printf("Broj je: %s \n", trazeni->telefon);
262 }

264 /* Oslobadja se memorija zauzeta imenikom */
265 oslobodi_stablo(&koren);
266
267 exit(EXIT_SUCCESS);
268 }
```

### Rešenje 4.17

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4
5  #define MAX 51
6
7  /* Struktura koja definise cvorove stabla: sadrzi ime i prezime
8   studenta, ukupan uspeh, uspeh iz matematike, uspeh iz maternjeg
9   jezika i redom pokazivace na levo i desno podstablo */
10 typedef struct cvor_stabla {
11     char ime[MAX];
12     char prezime[MAX];
13     double uspeh;
14     double matematika;
15     double jezik;
16     struct cvor_stabla *levo;
17     struct cvor_stabla *desno;
18 } Cvor;
19
20 /* Funkcija kojom se kreira cvor stabla */
21 Cvor *napravi_cvor(char ime[], char prezime[], double uspeh,
22                    double matematika, double jezik)
23 {
24     /* Alocira se memorija za novi cvor i proverava se uspesnost
25     alokacije. */
26     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
27     if (novi == NULL)
28         return NULL;
29
30     /* Inicijalizuju se polja strukture */
31     strcpy(novi->ime, ime);
32     strcpy(novi->prezime, prezime);
33     novi->uspeh = uspeh;
34     novi->matematika = matematika;
35     novi->jezik = jezik;
36     novi->levo = NULL;
37     novi->desno = NULL;
```

```
39  /* Vraca se adresa kreiranog cvora */
40  return novi;
41 }

42
43 /* Funkcija koja dodaje cvor sa zadatim vrednostima u stablo -
44    ukoliko je dodavanje uspesno povratna vrednost je 0, u suprotnom
45    povratna vrednost je 1 */
46 int dodaj_u_stablo(Cvor ** koren, char ime[], char prezime[],
47                   double uspeh, double matematika, double jezik)
48 {
49     /* Ako je stablo prazno */
50     if (*koren == NULL) {
51         /* Kreira se novi cvor */
52         Cvor *novi_cvor =
53             napravi_cvor(ime, prezime, uspeh, matematika, jezik);
54         /* Proverava se uspesnost kreiranja novog cvora */
55         if (novi_cvor == NULL) {
56             /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca vrednost
57              */
58             return 1;
59         }
60         /* Inace... */
61         /* Novi cvor se proglasava korenom stabla */
62         *koren = novi_cvor;
63
64         /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
65         return 0;
66     }
67
68     /* Ako stablo nije prazno, dodaje se cvor u stablo tako da bude
69        sortirano po ukupnom broju poena */
70     if (uspeh + matematika + jezik >
71         (*koren)->uspeh + (*koren)->matematika + (*koren)->jezik)
72         return dodaj_u_stablo(&(*koren)->levo, ime, prezime, uspeh,
73                               matematika, jezik);
74     else
75         return dodaj_u_stablo(&(*koren)->desno, ime, prezime, uspeh,
76                               matematika, jezik);
77 }

78
79 /* Funkcija kojom se oslobadja memorija zauzeta stablom */
80 void oslobodi_stablo(Cvor ** koren)
81 {
82     /* Ako je stablo prazno, nepotrebno je oslobadjati memoriju */
83     if (*koren == NULL)
84         return;
85
86     /* Inace ... */
87     /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom */
88     oslobodi_stablo(&(*koren)->levo);
```

```

91  /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom */
    oslobodi_stablo(&(*koren)->desno);

93

95  /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
    free(*koren);

97  /* Stablo se proglašava praznim */
    *koren = NULL;
99  }

101
103  /* Funkcija ispisuje sadržaj stabla. Ukoliko je vrednost argumenta
    položili jednaka 0 ispisuju se informacije o učenicima koji nisu
    položili prijemni, a ako je vrednost argumenta različita od nule,
105  ispisuju se informacije o učenicima koji su položili prijemni */
    void stampaj(Cvor * koren, int položili)
107  {
        /* Stablo je prazno - prekida se sa ispisom */
109        if (koren == NULL)
            return;

111
        /* Stampaju se informacije iz levog podstabla */
113        stampaj(koren->levo, položili);

115        /* Stampaju se informacije iz korenog cvora */
        if (položili && koren->matematika + koren->jezik >= 10)
117            printf("%s %s %.1lf %.1lf %.1lf %.1lf\n", koren->ime,
                    koren->prezime, koren->uspeh, koren->matematika,
119                    koren->jezik,
                    koren->uspeh + koren->matematika + koren->jezik);
121        else if (!položili && koren->matematika + koren->jezik < 10)
            printf("%s %s %.1lf %.1lf %.1lf %.1lf\n", koren->ime,
                    koren->prezime, koren->uspeh, koren->matematika,
123                    koren->jezik,
                    koren->uspeh + koren->matematika + koren->jezik);
125

127        /* Stampaju se informacije iz desnog podstabla */
        stampaj(koren->desno, položili);
129    }

131  /* Funkcija koja određuje koliko studenata nije položilo prijemni
    ispit */
133  int nisu_položili(Cvor * koren)
    {
135        /* Ako je stablo prazno, broj onih koji nisu položili je 0 */
        if (koren == NULL)
137            return 0;

139        /* Pretraga se vrši i u levom i u desnom podstablu - ako uslov za
        polaganje nije ispunjen za koreni cvor, broj studenata se
141        uvećava za 1 */
    }

```

```

143     if (koren->matematika + koren->jezik < 10)
        return 1 + nisu_položili(koren->levo) +
            nisu_položili(koren->desno);
145
146     return nisu_položili(koren->levo) + nisu_položili(koren->desno);
147 }
148
149 int main(int argc, char **argv)
150 {
151     FILE *in;
152     Cvor *koren;
153     char ime[MAX], prezime[MAX];
154     double uspeh, matematika, jezik;
155
156     /* Otvara se datoteke sa rezultatima sa prijemnog za citanje */
157     in = fopen("prijemni.txt", "r");
158     if (in == NULL) {
159         fprintf(stderr,
160             "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke prijemni.txt.\n");
161         exit(EXIT_FAILURE);
162     }
163
164     /* Citanje podataka i dodavanje u stablo uz proveru uspesnosti
165        dodavanja */
166     koren = NULL;
167     while (fscanf(in, "%s %s %lf %lf %lf", ime, prezime, &uspeh,
168         &matematika, &jezik) != EOF) {
169         if (dodaj_u_stablo(&koren, ime, prezime, uspeh, matematika, jezik)
170             == 1) {
171             fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje podataka za %s %s\n", ime,
172                 prezime);
173             oslobodi_stablo(&koren);
174             exit(EXIT_FAILURE);
175         }
176     }
177
178     /* Zatvaranje datoteke */
179     fclose(in);
180
181     /* Stampaju se prvo podaci o ucenicima koji su položili prijemni */
182     stampaj(koren, 1);
183
184     /* Linija se iscrtava samo ako postoje ucenici koji nisu položili
185        prijemni */
186     if (nisu_položili(koren) != 0)
187         printf("-----\n");
188
189     /* Stampaju se podaci o ucenicima koji nisu položili prijemni */
190     stampaj(koren, 0);
191
192     /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */

```

```
193     oslobodi_stablo(&koren);
195     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

### Rešenje 4.18

```
1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
5  #define MAX_NISKA 51
7  /* Struktura koja opisuje jedan cvor stabla: sadrzi ime i prezime
   osobe, dan i mesec rođenja i redom pokazivace na levo i desno
   podstabla */
9  typedef struct cvor_stabla {
11     char ime[MAX_NISKA];
    char prezime[MAX_NISKA];
13     int dan;
    int mesec;
15     struct cvor_stabla *levo;
    struct cvor_stabla *desno;
17 } Cvor;
19 /* Funkcija koja kreira novi cvor */
Cvor *napravi_cvor(char ime[], char prezime[], int dan, int mesec)
21 {
    /* Alocira se memorija */
23     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
    if (novi == NULL)
25         return NULL;
27     /* Inicijalizuju se polja strukture */
    strcpy(novi->ime, ime);
29     strcpy(novi->prezime, prezime);
    novi->dan = dan;
31     novi->mesec = mesec;
    novi->levo = NULL;
33     novi->desno = NULL;
35     /* Vraca se adresa novog cvora */
    return novi;
37 }
39 /* Funkcija koja dodaje novi cvor u stablo. Stablo treba da bude
   uredjeno po datumu - prvo po mesecu, a zatim po danu. Ukoliko je
   dodavanje uspesno povratna vrednost je 0, u suprotnom povratna
   vrednost je 1 */
41
43 int dodaj_u_stablo(Cvor ** koren, char ime[], char prezime[],
    int dan, int mesec)
```

```

45 {
46     /* Ako je stablo prazno */
47     if (*koren == NULL) {
48
49         /* Kreira se novi cvor */
50         Cvor *novi_cvor = napravi_cvor(ime, prezime, dan, mesec);
51         /* Proverava se uspesnost kreiranja novog cvora */
52         if (novi_cvor == NULL) {
53             /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca vrednost
54              */
55             return 1;
56         }
57         /* Inace... */
58         /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
59         *koren = novi_cvor;
60
61         /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
62         return 0;
63     }
64
65     /* Stablo se uredjuje po mesecu, a zatim po danu u okviru istog
66        meseca */
67     if (mesec < (*koren)->mesec)
68         return dodaj_u_stablo(&(*koren)->levo, ime, prezime, dan, mesec);
69     else if (mesec == (*koren)->mesec && dan < (*koren)->dan)
70         return dodaj_u_stablo(&(*koren)->levo, ime, prezime, dan, mesec);
71     else
72         return dodaj_u_stablo(&(*koren)->desno, ime, prezime, dan, mesec)
73         ;
74 }
75
76 /* Funkcija vrši pretragu stabla i vraca cvor sa traženim datumom */
77 Cvor *pretrazi(Cvor * koren, int dan, int mesec)
78 {
79     /* Stablo je prazno, obustavlja se pretraga */
80     if (koren == NULL)
81         return NULL;
82
83     /* Ako je traženi datum u korenu */
84     if (koren->dan == dan && koren->mesec == mesec)
85         return koren;
86
87     /* Ako je mesec traženog datuma manji od meseca sadržanog u korenu
88        ili ako su meseci isti ali je dan traženog datuma manji od
89        aktuelnog datuma, pretražuje se levo podstablo - pre toga se
90        svakako proverava da li leva grana postoji - ako ne postoji
91        treba vratiti prvi sledeći, a to je bas vrednost uocenog korena
92        */
93     if (mesec < koren->mesec
94         || (mesec == koren->mesec && dan < koren->dan)) {
95         if (koren->levo == NULL)
96             return koren;

```

```
195     else
196         return pretrazi(koren->levo, dan, mesec);
197 }
198
199 /* Inace se nastavlja pretraga u desnom delu */
200 return pretrazi(koren->desno, dan, mesec);
201 }
202
203 /* Funkcija koja pronalazi najmanji datum u stablu */
204 Cvor *pronadji_najmanji_datum(Cvor * koren)
205 {
206     /* Stablo je prazno, obustavlja se pretraga */
207     if (koren == NULL)
208         return NULL;
209
210     /* Ako ne postoji leva grana korena, zbog uredjenja stabla koren
211        sadrzi najmanji datum */
212     if (koren->levo == NULL)
213         return koren;
214     else
215         /* Inace, trazimo manji datum u levom podstablu */
216         return pronadji_najmanji_datum(koren->levo);
217 }
218
219 /* Funkcija koja za dati dan i mesec odredjuje nisku formata DD.MM.
220    */
221 void datum_u_nisku(int dan, int mesec, char datum[])
222 {
223     if (dan < 10) {
224         datum[0] = '0';
225         datum[1] = dan + '0';
226     } else {
227         datum[0] = dan / 10 + '0';
228         datum[1] = dan % 10 + '0';
229     }
230     datum[2] = '.';
231
232     if (mesec < 10) {
233         datum[3] = '0';
234         datum[4] = mesec + '0';
235     } else {
236         datum[3] = mesec / 10 + '0';
237         datum[4] = mesec % 10 + '0';
238     }
239     datum[5] = '.';
240     datum[6] = '\\0';
241 }
242
243 /* Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu stablom */
244 void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)
245 {
246     /* Stablo je prazno */
247 }
```



```

147     if (*adresa_korena == NULL)
        return;

149     /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom (ako postoji) */
    if ((*adresa_korena)->levo)
151         oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->levo);

153     /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom (ako postoji) */
    if ((*adresa_korena)->desno)
155         oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->desno);

157     /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
    free(*adresa_korena);

159     /* Proglasava se stablo praznim */
    *adresa_korena = NULL;
161 }

163 int main(int argc, char **argv)
165 {
    FILE *in;
    Cvor *koren;
    Cvor *slavljenik;
169     char ime[MAX_NISKA], prezime[MAX_NISKA];
    int dan, mesec;
171     char datum[7];

173     /* Provera da li je zadato ime ulazne datoteke */
    if (argc < 2) {
175         /* Ako nije, ispisuje se poruka i prekida se sa izvršavanjem
            programa */
177         fprintf(stderr, "Nedostaje ime ulazne datoteke!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
179     }

181     /* Inace, priprema se datoteka za citanje */
    in = fopen(argv[1], "r");
183     if (in == NULL) {
        fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n",
185             argv[1]);
        exit(EXIT_FAILURE);
187     }

189     /* I stablo se popunjava podacima uz proveru uspesnosti dodavanja
        */
    koren = NULL;
191     while (fscanf
        (in, "%s %s %d.%d.", ime, prezime, &dan, &mesec) != EOF)
193         if (dodaj_u_stablo(&koren, ime, prezime, dan, mesec) == 1) {
            fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje podataka za %s %s\n", ime,
195                 prezime);
            oslobodi_stablo(&koren);

```

```
197     exit(EXIT_FAILURE);
198 }
199
200 /* Datoteka se zatvara */
201 fclose(in);
202
203 /* Omogucuje se pretraga podataka */
204 while (1) {
205
206     /* Ucitava se novi datum */
207     printf("Unesite datum: ");
208     if (scanf("%d.%d.", &dan, &mesec) == EOF)
209         break;
210
211     /* Pretrazuje se stablo */
212     slavljenik = pretrazi(koren, dan, mesec);
213
214     /* Ispisuju se pronadjeni podaci */
215
216     /* Ako slavljenik nije pronadjen, to moze znaci da: */
217     /* 1. drvo je prazno */
218     if (slavljenik == NULL && koren == NULL) {
219         printf("Nema podataka o ovom ni o sledecem rodjendanu.\n");
220         continue;
221     }
222     /* 2. posle datuma koji je unesen, nema podataka u stablu - u
223     ovom slucaju se pretraga vrsi pocevsi od naredne godine i
224     ispisuje se najmanji datum */
225     if (slavljenik == NULL) {
226         slavljenik = pronadji_najmanji_datum(koren);
227         datum_u_nisku(slavljenik->dan, slavljenik->mesec, datum);
228         printf("Slavljenik: %s %s %s\n", slavljenik->ime,
229             slavljenik->prezime, datum);
230         continue;
231     }
232
233     /* Ako je slavljenik pronadjen, razlikuju se slucajevi: */
234     /* 1. Pronadjeni su tacni podaci */
235     if (slavljenik->dan == dan && slavljenik->mesec == mesec) {
236         printf("Slavljenik: %s %s\n", slavljenik->ime,
237             slavljenik->prezime);
238         continue;
239     }
240
241     /* 2. Pronadjeni su podaci o prvom sledecem rodjendanu */
242     datum_u_nisku(slavljenik->dan, slavljenik->mesec, datum);
243     printf("Slavljenik: %s %s %s\n", slavljenik->ime,
244         slavljenik->prezime, datum);
245 }
246
247 /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
248 oslobodi_stablo(&koren);
```

```

249     exit(EXIT_SUCCESS);
251 }

```

### Rešenje 4.19

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

/* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
#include "stabla.h"

/* Funkcija koja proverava da li su dva stabla koja sadrže cele
   brojeve identična. Povratna vrednost funkcije je 1 ako jesu,
   odnosno 0 ako nisu */
int identitet(Cvor * koren1, Cvor * koren2)
{
    /* Ako su oba stabla prazna, jednaka su */
    if (koren1 == NULL && koren2 == NULL)
        return 1;

    /* Ako je jedno stablo prazno, a drugo nije, stabla nisu jednaka */
    if (koren1 == NULL || koren2 == NULL)
        return 0;

    /* Ako su oba stabla neprazna i u korenu se nalaze različite
       vrednosti, može se zaključiti da se razlikuju */
    if (koren1->broj != koren2->broj)
        return 0;

    /* Inače, proverava se da li vazi i jednakost levih i desnih
       podstabala */
    return (identitet(koren1->levo, koren2->levo)
            && identitet(koren1->desno, koren2->desno));
}

int main()
{
    int broj;
    Cvor *koren1, *koren2;

    /* Učitavaju se elementi prvog stabla */
    koren1 = NULL;
    printf("Prvo stablo: ");
    scanf("%d", &broj);
    while (broj != 0) {
        if (dodaj_u_stablo(&koren1, broj) == 1) {
            fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje broja %d\n", broj);
            oslobodi_stablo(&koren1);
            return 0;
        }
    }
}

```

```
46     scanf("%d", &broj);
47 }
48
49 /* Ucitavaju se elementi drugog stabla */
50 koren2 = NULL;
51 printf("Drugo stablo: ");
52 scanf("%d", &broj);
53 while (broj != 0) {
54     if (dodaj_u_stablo(&koren2, broj) == 1) {
55         fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje broja %d\n", broj);
56         oslobodi_stablo(&koren2);
57         return 0;
58     }
59     scanf("%d", &broj);
60 }
61
62 /* Poziva se funkcija koja ispituje identitet stabala i ispisuje se
63    njen rezultat. */
64 if (identitet(koren1, koren2))
65     printf("Stabla jesu identicna.\n");
66 else
67     printf("Stabla nisu identicna.\n");
68
69 /* Oslobadja se memorija zauzeta stablima */
70 oslobodi_stablo(&koren1);
71 oslobodi_stablo(&koren2);
72
73 return 0;
74 }
```

### Rešenje 4.20

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 /* Ukljucuje se biblioteka za rad sa stablima */
5 #include "stabla.h"
6
7 /* Funkcija kreira novo stablo identicno stablu koje je dato korenom.
8    Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je kopiranje uspesno,
9    odnosno 1 ukoliko je doslo do greske */
10 int kopiraj_stablo(Cvor * koren, Cvor ** duplikat)
11 {
12     /* Izlaz iz rekurzije */
13     if (koren == NULL) {
14         *duplikat = NULL;
15         return 0;
16     }
17
18     /* Duplira se koren stabla i postavlja da bude koren novog stabla
19        */
20 }
```

```

20     *duplikat = napravi_cvor(koren->broj);
21     if (*duplikat == NULL) {
22         return 1;
23     }
24
25     /* Rekurzivno se dupliraju levo i desno podstablo i njihove adrese
26        se cuvaju redom u pokazivacima na levo i desno podstablo korena
27        duplikata */
28     int kopija_levo = kopiraj_stablo(koren->levo, &(*duplikat)->levo);
29     int kopija_desno =
30         kopiraj_stablo(koren->desno, &(*duplikat)->desno);
31
32     /* Ako je uspesno duplirano i levo i desno podstablo */
33     if (kopija_levo == 0 && kopija_desno == 0)
34         /* Uspesno je duplirano i celo stablo */
35         return 0;
36     /* Inace, prijavljuje se da je doslo do greske */
37     return 1;
38 }
39
40 /* Funkcija izracunava uniju dva skupa predstavljena stablima -
41    rezultujući skup tj. stablo se dobija modifikacijom prvog stabla.
42    Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je kreiranje nije
43    uspesno, odnosno 1 ukoliko je doslo do greske */
44 int kreiraj_uniju(Cvor ** adresa_korena1, Cvor * koren2)
45 {
46     /* Ako drugo stablo nije prazno */
47     if (koren2 != NULL) {
48         /* 1. Dodaje se njegov koren u prvo stablo */
49         if (dodaj_u_stablo(adresa_korena1, koren2->broj) == 1) {
50             return 1;
51         }
52
53         /* 2. Rekurzivno se racuna unija levog i desnog podstabla drugog
54            stabla sa prvim stablom */
55         int unija_levo = kreiraj_uniju(adresa_korena1, koren2->levo);
56         int unija_desno = kreiraj_uniju(adresa_korena1, koren2->desno);
57
58         /* Ako je unija podstabala uspesno kreirana */
59         if (unija_levo == 0 && unija_desno == 0)
60             /* Uspesno je kreirana i unija stabala */
61             return 0;
62
63         /* U suprotnom se prijavljuje da je doslo do greske */
64         return 1;
65     }
66
67     /* Ako je drugo stablo prazno, nista se ne preduzima */
68     return 0;
69 }
70

```

```
72  /* Funkcija izracunava presek dva skupa predstavljana stablima -
    rezultujući skup tj. stablo se dobija modifikacijom prvog stabla.
    Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je kreiranje preseka
74  uspesno, odnosno 1 ukoliko je doslo do greske */
    int kreiraj_presek(Cvor ** adresa_korena1, Cvor * koren2)
76  {
    /* Ako je prvo stablo prazno, tada je i rezultat prazno stablo */
78  if (*adresa_korena1 == NULL)
        return 0;

80  /* Inace... */
82  /* Kreira se presek levog i desnog podstabla sa drugim stablom, tj.
    iz levog i desnog podstabla prvog stabla brisu se svi oni
84  elementi koji ne postoje u drugom stablu */
    int presek_levo = kreiraj_presek(&(*adresa_korena1)->levo, koren2);
86  int presek_desno =
        kreiraj_presek(&(*adresa_korena1)->desno, koren2);
88  if (presek_levo == 0 && presek_desno == 0) {
    /* Ako se koren prvog stabla ne nalazi u drugom stablu tada se on
90  uklanja iz prvog stabla */
    if (pretrazi_stablo(koren2, (*adresa_korena1)->broj) == NULL)
92  obrisi_element(adresa_korena1, (*adresa_korena1)->broj);

94  /* Presek stabala je uspesno kreiran */
    return 0;
96  }
    /* Inece, prijavljuje se da je doslo do greske */
98  return 1;
}

100 /* Funkcija izracunava razliku dva skupa predstavljana stablima -
    rezultujući skup tj. stablo se dobija modifikacijom prvog stabla.
    Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je kreiranje razlike
102 uspesno, odnosno 1 ukoliko je doslo do greske */
    int kreiraj_razliku(Cvor ** adresa_korena1, Cvor * koren2)
106 {
    /* Ako je prvo stablo prazno, tada je i rezultat prazno stablo */
108 if (*adresa_korena1 == NULL)
        return 0;

110 /* Inace... */
112 /* Kreira se razlika levog i desnog podstabla sa drugim stablom,
    tj. iz levog i desnog podstabla prvog stabla se brisu svi oni
114 elementi koji postoje i u drugom stablu */
    int razlika_levo =
116 kreiraj_razliku(&(*adresa_korena1)->levo, koren2);
    int razlika_desno =
118 kreiraj_razliku(&(*adresa_korena1)->desno, koren2);
    if (razlika_levo == 0 && razlika_desno == 0) {
120 /* Ako se koren prvog stabla nalazi i u drugom stablu tada se on
    uklanja se iz prvog stabla */
122 if (pretrazi_stablo(koren2, (*adresa_korena1)->broj) != NULL)
```

```
    obrisi_element(adresa_korena1, (*adresa_korena1)->broj);
124
    /* Razlika stabala je uspesno kreirana */
126    return 0;
}

128    /* Inece, prijavljuje se da je doslo do greske */
130    return 1;
}

132
133 int main()
134 {
    Cvor *skup1;
136    Cvor *skup2;
    Cvor *pomocni_skup = NULL;
138    int n;

140    /* Ucitavaju se elementi prvog skupa */
    skup1 = NULL;
142    printf("Prvi skup: ");
    while (scanf("%d", &n) != EOF) {
144        if (dodaj_u_stablo(&skup1, n) == 1) {
            fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje broja %d\n", n);
146            oslobodi_stablo(&skup1);
            return 0;
148        }
    }

150
    /* Ucitavaju se elementi drugog skupa */
152    skup2 = NULL;
    printf("Drugi skup: ");
154    while (scanf("%d", &n) != EOF) {
        if (dodaj_u_stablo(&skup2, n) == 1) {
156            fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje broja %d\n", n);
            oslobodi_stablo(&skup2);
158            return 0;
        }
160    }

162    /* Kreira se unija skupova: prvo se napravi kopija prvog skupa kako
       bi se isti mogao iskoristiti i za preostale operacije */
164    if (kopiraj_stablo(skup1, &pomocni_skup) == 1) {
        oslobodi_stablo(&skup1);
166        oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
        return 0;
168    }
    if (kreiraj_uniju(&pomocni_skup, skup2) == 1) {
170        oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
        oslobodi_stablo(&skup2);
172        return 0;
    }
174    printf("Unija: ");
```

```
176     ispisi_stablo_infiksno(pomocni_skup);
177     putchar('\n');
178     /* Oslobadja se memorija zauzeta pomocnim skupom sa rezultatom
179        operacije */
180     oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
181
182     /* Kreira se presek skupova: prvo se napravi kopija prvog skupa
183        kako bi se isti mogao iskoristiti i za preostale operacije */
184     if (kopiraj_stablo(skup1, &pomocni_skup) == 1) {
185         oslobodi_stablo(&skup1);
186         oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
187         return 0;
188     }
189     if (kreiraj_presek(&pomocni_skup, skup2) == 1) {
190         oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
191         oslobodi_stablo(&skup2);
192         return 0;
193     }
194     printf("Presek: ");
195     ispisi_stablo_infiksno(pomocni_skup);
196     putchar('\n');
197
198     /* Oslobadja se memorija zauzeta pomocnim skupom sa rezultatom
199        operacije */
200     oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
201
202     /* Kreira se razlika skupova: prvo se napravi kopija prvog skupa
203        kako bi se isti mogao iskoristiti i za preostale operacije */
204     if (kopiraj_stablo(skup1, &pomocni_skup) == 1) {
205         oslobodi_stablo(&skup1);
206         oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
207         return 0;
208     }
209     if (kreiraj_razliku(&pomocni_skup, skup2) == 1) {
210         oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
211         oslobodi_stablo(&skup2);
212         return 0;
213     }
214     printf("Razlika: ");
215     ispisi_stablo_infiksno(pomocni_skup);
216     putchar('\n');
217
218     /* Oslobadja se memorija zauzeta pomocnim skupom sa rezultatom
219        operacije */
220     oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
221
222     /* Oslobadja se memorija zauzeta polaznim skupovima */
223     oslobodi_stablo(&skup1);
224     oslobodi_stablo(&skup2);
225
226     return 0;
```



```
}

```

### Rešenje 4.21

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  /* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
5  #include "stabla.h"
6
7  #define MAX 50
8
9  /* Funkcija koja obilazi stablo sa leva na desno i smesta vrednosti
10     cvorova u niz. Povratna vrednost funkcije je broj vrednosti koje
11     su smestene u niz. */
12  int kreiraj_niz(Cvor * koren, int a[])
13  {
14     int r, s;
15
16     /* Stablo je prazno - u niz je smesteno 0 elemenata */
17     if (koren == NULL)
18         return 0;
19
20     /* Dodaju se u niz elementi iz levog podstabla */
21     r = kreiraj_niz(koren->levo, a);
22
23     /* Tekuca vrednost promenljive r je broj elemenata koji su upisani
24        u niz i na osnovu nje se moze odrediti indeks novog elementa */
25
26     /* Smesta se vrednost iz korena */
27     a[r] = koren->broj;
28
29     /* Dodaju se elementi iz desnog podstabla */
30     s = kreiraj_niz(koren->desno, a + r + 1);
31
32     /* Racuna se indeks na koji treba smestiti naredni element */
33     return r + s + 1;
34 }
35
36 /* Funkcija sortira niz tako sto najpre elemente niza smesti u
37     stablo, a zatim kreira novi niz prolazeci kroz stablo sa leva na
38     desno. Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je niz uspesno
39     kreiran i sortiran, a 1 ukoliko je doslo do greske.
40
41     Ovaj nacin sortiranja je primer sortiranja koje nije "u mestu" kao
42     sto je to slucaj sa ostalim opisanim algoritmima sortiranja jer se
43     sortiranje vrši u pomocnoj dinamičkoj strukturi, a ne razmenom
44     elemenata niza. */
45 int sortiraj(int a[], int n)
46 {
47     int i;

```

```

49   Cvor *koren;

51   /* Kreira se stablo smestanjem elemenata iz niza u stablo */
52   koren = NULL;
53   for (i = 0; i < n; i++) {
54       if (dodaj_u_stablo(&koren, a[i]) == 1) {
55           oslobodi_stablo(&koren);
56           return 1;
57       }
58   }
59   /* Infiksnim obilaskom stabla elementi iz stabla se prepisuju u niz
60   a */
61   kreiraj_niz(koren, a);
62
63   /* Stablo vise nije potrebno pa se oslobadja memorija koju zauzima
64   */
65   oslobodi_stablo(&koren);
66
67   /* Vraca se indikator uspesnog sortiranja */
68   return 0;
69 }
70
71 int main()
72 {
73     int a[MAX];
74     int n, i;
75
76     /* Ucitavaju se dimenzija i elementi niza */
77     printf("n: ");
78     scanf("%d", &n);
79     if (n < 0 || n > MAX) {
80         printf("Greska: pogresna dimenzija niza!\n");
81         return 0;
82     }
83
84     printf("a: ");
85     for (i = 0; i < n; i++)
86         scanf("%d", &a[i]);
87
88     /* Poziva se funkcija za sortiranje */
89     if (sortiraj(a, n) == 0) {
90         /* Ako je niz uspesno sortiran, ispisuje se rezultujuci niz */
91         for (i = 0; i < n; i++)
92             printf("%d ", a[i]);
93         printf("\n");
94     } else {
95         /* Inace, obavestava se korisnik da je doslo do greske */
96         printf("Greska: problem prilikom sortiranja niza!\n");
97     }
98
99     return 0;
100 }

```

## Rešenje 4.22

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

/* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
#include "stabla.h"

/* a) Funkcija koja izračunava broj cvorova stabla */
int broj_cvorova(Cvor * koren)
{
    /* Ako je stablo prazno, broj cvorova je nula */
    if (koren == NULL)
        return 0;

    /* U suprotnom je broj cvorova stabla jednak zbiru broja cvorova u
       levom podstablu i broja cvorova u desnom podstablu - 1 se dodaje
       zato što treba računati i koren */
    return broj_cvorova(koren->levo) + broj_cvorova(koren->desno) + 1;
}

/* b) Funkcija koja izračunava broj listova stabla */
int broj_listova(Cvor * koren)
{
    /* Ako je stablo prazno, broj listova je nula */
    if (koren == NULL)
        return 0;

    /* Proverava se da li je tekuci cvor list */
    if (koren->levo == NULL && koren->desno == NULL)
        /* Ako jeste vraća se 1 - to će kasnije zbog rekurzivnih poziva
           uvećati broj listova za 1 */
        return 1;

    /* U suprotnom se prebrojavaju listovi koje se nalaze u podstablima */
    return broj_listova(koren->levo) + broj_listova(koren->desno);
}

/* c) Funkcija koja stampa pozitivne vrednosti listova stabla */
void pozitivni_listovi(Cvor * koren)
{
    /* Slučaj kada je stablo prazno */
    if (koren == NULL)
        return;

    /* Ako je cvor list i sadrži pozitivnu vrednost */
    if (koren->levo == NULL && koren->desno == NULL && koren->broj > 0)
        /* Stampa se */
        printf("%d ", koren->broj);

    /* Nastavlja se sa stampanjem pozitivnih listova u podstablima */
}

```

```
    pozitivni_listovi(koren->levo);
52    pozitivni_listovi(koren->desno);
}

54
/* d) Funkcija koja izracunava zbir cvorova stabla */
56 int zbir_svih_cvorova(Cvor * koren)
{
58     /* Ako je stablo prazno, zbir cvorova je 0 */
    if (koren == NULL)
60         return 0;

62     /* Inace, zbir cvorova stabla izracunava se kao zbir korena i svih
        elemenata u podstablama */
64     return koren->broj + zbir_svih_cvorova(koren->levo) +
        zbir_svih_cvorova(koren->desno);
66 }

68 /* e) Funkcija koja izracunava najveći element stabla */
Cvor *najveci_element(Cvor * koren)
70 {
    /* Ako je stablo prazno, obustavlja se pretraga */
72     if (koren == NULL)
        return NULL;
74
    /* Zbog prirode pretrazivackog stabla, vrednosti veće od korena se
76     nalaze u desnom podstablu */

78     /* Ako desnog podstabla nema */
    if (koren->desno == NULL)
80         /* Najveća vrednost je koren */
        return koren;
82

    /* Inace, najveća vrednost se traži desno */
84     return najveci_element(koren->desno);
}

86
/* f) Funkcija koja izracunava dubinu stabla */
88 int dubina_stabla(Cvor * koren)
{
90     /* Dubina praznog stabla je 0 */
    if (koren == NULL)
92         return 0;

94     /* Izracunava se dubina levog podstabla */
    int dubina_levo = dubina_stabla(koren->levo);
96

    /* Izracunava se dubina desnog podstabla */
98     int dubina_desno = dubina_stabla(koren->desno);

100     /* Dubina stabla odgovara većoj od dubina podstabala - 1 se dodaje
        jer se racuna i koren */
102     return dubina_levo >
```

```

104     dubina_desno ? dubina_levo + 1 : dubina_desno + 1;
106 }
106 /* g) Funkcija koja izracunava broj cvorova na i-tom nivou stabla */
107 int broj_cvorova_na_itom_nivou(Cvor * koren, int i)
108 {
109     /* Ideja je spustanje kroz stablo sve dok se ne stigne do trazelog
110        nivoa */
111
112     /* Ako nema vise cvorova, nema spustanja niz stablo */
113     if (koren == NULL)
114         return 0;
115
116     /* Ako se stiglo do trazelog nivoa, vraca se 1 - to ce kasnije zbog
117        rekurzivnih poziva uvecati broj cvorova za 1 */
118     if (i == 0)
119         return 1;
120
121     /* Inace, spusta se jedan nivo nize i u levom i u desnom postablu
122        */
123     return broj_cvorova_na_itom_nivou(koren->levo, i - 1)
124         + broj_cvorova_na_itom_nivou(koren->desno, i - 1);
125 }
126
126 /* h) Funkcija koja ispisuje sve elemente na i-tom nivou */
127 void ispis_nivo(Cvor * koren, int i)
128 {
129     /* Ideja je slicna ideji iz prethodne funkcije */
130
131     /* Nema vise cvorova, nema spustanja kroz stablo */
132     if (koren == NULL)
133         return;
134
135     /* Ako se stiglo do trazelog nivoa - ispisuje se vrednost */
136     if (i == 0) {
137         printf("%d ", koren->broj);
138         return;
139     }
140     /* Inace, spustanje se nastavlja za jedan nivo nize i u levom i u
141        desnom podstablu */
142     ispis_nivo(koren->levo, i - 1);
143     ispis_nivo(koren->desno, i - 1);
144 }
145
146 /* i) Funkcija koja izracunava maksimalnu vrednost na i-tom nivou
147        stabla */
148 Cvor *najveci_element_na_itom_nivou(Cvor * koren, int i)
149 {
150     /* Ako je stablo prazno, obustavlja se pretraga */
151     if (koren == NULL)
152         return NULL;

```

```
154  /* Ako se stiglo do trazenog nivoaa, takodje se prekida pretraga */
155  if (i == 0)
156      return koren;

158  /* Pronalazi se maksimum sa i-tog nivoaa levog podstabla */
159  Cvor *a = najveći_element_na_itom_nivou(koren->levo, i - 1);
160
161  /* Pronalazi se maksimum sa i-tog nivoaa desnog podstabla */
162  Cvor *b = najveći_element_na_itom_nivou(koren->desno, i - 1);

164  /* Trazi se i vraca maksimum izracunatih vrednosti */
165  if (a == NULL && b == NULL)
166      return NULL;
167  if (a == NULL)
168      return b;
169  if (b == NULL)
170      return a;
171  return a->broj > b->broj ? a : b;
172 }

174 /* j) Funkcija koja izracunava zbir cvorova na i-tom nivou */
175 int zbir_cvorova_na_itom_nivou(Cvor * koren, int i)
176 {
177     /* Ako je stablo prazno, zbir je nula */
178     if (koren == NULL)
179         return 0;

180
181     /* Ako se stiglo do trazenog nivoaa, vraca se vrednost */
182     if (i == 0)
183         return koren->broj;

184
185     /* Inace, spustanje se nastavlja za jedan nivo nize i traze se sume
186     iz levog i desnog podstabla */
187     return zbir_cvorova_na_itom_nivou(koren->levo, i - 1)
188         + zbir_cvorova_na_itom_nivou(koren->desno, i - 1);
189 }

190
192 /* k) Funkcija koja izracunava zbir svih vrednosti u stablu koje su
193 manje ili jednake od date vrednosti x */
194 int zbir_manjih_od_x(Cvor * koren, int x)
195 {
196     /* Ako je stablo prazno, zbir je nula */
197     if (koren == NULL)
198         return 0;

199
200     /* Ako je vrednost u korenu manja od trazene vrednosti, zbog
201     prirode pretrazivackog stabla treba obici i levo i desno
202     podstablo */
203     if (koren->broj <= x)
204         return koren->broj + zbir_manjih_od_x(koren->levo, x) +
            zbir_manjih_od_x(koren->desno, x);
```

```
206     /* Inace, racuna se samo suma vrednosti iz levog podstabla jer
208     medju njima jedino moze biti onih koje zadovoljavaju uslov */
209     return zbir_manjih_od_x(koren->levo, x);
210 }

212 int main(int argc, char **argv)
213 {
214     /* Analiza argumenata komandne linije */
215     if (argc != 3) {
216         fprintf(stderr,
217             "Greska! Program se poziva sa: ./a.out nivo
218             broj_zapretragu\n");
219         return 1;
220     }
221     int i = atoi(argv[1]);
222     int x = atoi(argv[2]);

223     /* Kreira se stablo uz proveru uspesnosti dodavanja novih vrednosti
224     */
225     Cvor *koren = NULL;
226     int broj;
227     while (scanf("%d", &broj) != EOF) {
228         if (dodaj_u_stablo(&koren, broj) == 1) {
229             fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje broja %d\n", broj);
230             oslobodi_stablo(&koren);
231             return 0;
232         }
233     }

234     /* ispisuju se rezultati rada funkcija */
235     printf("Broj cvorova: %d\n", broj_cvorova(koren));
236     printf("Broj listova: %d\n", broj_listova(koren));
237     printf("Pozitivni listovi: ");
238     pozitivni_listovi(koren);
239     printf("\n");
240     printf("Zbir cvorova: %d\n", zbir_svih_cvorova(koren));
241     if (najveci_element(koren) == NULL)
242         printf("Najveci element: ne postoji\n");
243     else
244         printf("Najveci element: %d\n", najveci_element(koren)->broj);

245     printf("Dubina stabla: %d\n", dubina_stabla(koren));

246     printf("Broj cvorova na %d. nivou: %d\n", i,
247         broj_cvorova_na_itom_nivou(koren, i));
248     printf("Elementi na %d. nivou: ", i);
249     ispis_nivo(koren, i);
250     printf("\n");
251     if (najveci_element_na_itom_nivou(koren, i) == NULL)
252         printf("Nema elemenata na %d. nivou!\n", i);
253     else
```

```
258     printf("Maksimalni element na %d. nivou: %d\n", i,  
           najveći_element_na_itom_nivou(koren, i)->broj);  
  
260     printf("Zbir elemenata na %d. nivou: %d\n", i,  
           zbir_cvorova_na_itom_nivou(koren, i));  
262     printf("Zbir elemenata manjih ili jednakih od %d: %d\n", x,  
           zbir_manjih_od_x(koren, x));  
  
264     /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */  
266     oslobodi_stablo(&koren);  
  
268     return 0;  
}
```

### Rešenje 4.23

```
#include <stdio.h>  
2 #include <stdlib.h>  
  
4 /* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */  
#include "stabla.h"  
  
6 /* Funkcija koja izracunava dubinu stabla */  
8 int dubina_stabla(Cvor * koren)  
{  
10     /* Dubina praznog stabla je 0 */  
    if (koren == NULL)  
12         return 0;  
  
14     /* Izracunava se dubina levog podstabla */  
    int dubina_levo = dubina_stabla(koren->levo);  
16  
    /* Izracunava se dubina desnog podstabla */  
18     int dubina_desno = dubina_stabla(koren->desno);  
  
20     /* Dubina stabla odgovara vecoj od dubina podstabala - 1 se dodaje  
       jer se racuna i koren */  
22     return dubina_levo >  
           dubina_desno ? dubina_levo + 1 : dubina_desno + 1;  
24 }  
  
26 /* Funkcija koja ispisuje sve elemente na i-tom nivou */  
void ispisi_nivo(Cvor * koren, int i)  
28 {  
    /* Ideja je slicna ideji iz prethodne funkcije */  
30     /* Nema vise cvorova, nema spustanja niz stablo */  
    if (koren == NULL)  
32         return;  
  
34     /* Ako se stiglo do trazene nivoa - ispisuje se vrednost */  
    if (i == 0) {
```



```

36     printf("%d ", koren->broj);
37     return;
38 }
39 /* Inace, vrsi se spustanje za jedan nivo nize i u levom i u desnom
40    podstablu */
41 ispisi_nivo(koren->levo, i - 1);
42 ispisi_nivo(koren->desno, i - 1);
43 }
44
45 /* Funkcija koja ispisuje stablo po nivoima */
46 void ispisi_stablo_po_nivoima(Cvor * koren)
47 {
48     int i;
49
50     /* Prvo se izracunava dubina stabla */
51     int dubina;
52     dubina = dubina_stabla(koren);
53
54     /* Ispisuje se nivo po nivo stabla */
55     for (i = 0; i < dubina; i++) {
56         printf("%d. nivo: ", i);
57         ispisi_nivo(koren, i);
58         printf("\n");
59     }
60 }
61
62 int main(int argc, char **argv)
63 {
64     Cvor *koren;
65     int broj;
66
67     /* Citaju se vrednosti sa ulaza i dodaju se u stablo uz proveru
68        uspesnosti dodavanja */
69     koren = NULL;
70     while (scanf("%d", &broj) != EOF) {
71         if (dodaj_u_stablo(&koren, broj) == 1) {
72             fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje broja %d\n", broj);
73             oslobodi_stablo(&koren);
74             return 0;
75         }
76     }
77
78     /* Ispisuje se stablo po nivoima */
79     ispisi_stablo_po_nivoima(koren);
80
81     /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
82     oslobodi_stablo(&koren);
83
84     return 0;
85 }

```

## Rešenje 4.25

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 /* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
5 #include "stabla.h"
6
7 /* Funkcija koja izracunava dubinu stabla */
8 int dubina_stabla(Cvor * koren)
9 {
10     /* Dubina praznog stabla je 0 */
11     if (koren == NULL)
12         return 0;
13
14     /* Izracunava se dubina levog podstabla */
15     int dubina_levo = dubina_stabla(koren->levo);
16
17     /* Izracunava se dubina desnog podstabla */
18     int dubina_desno = dubina_stabla(koren->desno);
19
20     /* Dubina stabla odgovara vecoj od dubina podstabala - 1 se dodaje
21        jer se racuna i koren */
22     return dubina_levo >
23         dubina_desno ? dubina_levo + 1 : dubina_desno + 1;
24 }
25
26 /* Funkcija koja racuna broj cvorova koji ispunjavaju uslov za AVL
27    stablo */
28 int avl(Cvor * koren)
29 {
30     int dubina_levo, dubina_desno;
31
32     /* Ako je stablo prazno, zaustavlja se brojanje */
33     if (koren == NULL) {
34         return 0;
35     }
36
37     /* Izracunava se dubina levog podstabla korena */
38     dubina_levo = dubina_stabla(koren->levo);
39
40     /* Izracunava se dubina desnog podstabla korena */
41     dubina_desno = dubina_stabla(koren->desno);
42
43     /* Ako je uslov za AVL stablo ispunjen */
44     if (abs(dubina_desno - dubina_levo) <= 1) {
45         /* Racuna se broj AVL cvorova u levom i desnom podstablu i
46            uvecava za jedan iz razloga sto koren ispunjava uslov */
47         return 1 + avl(koren->levo) + avl(koren->desno);
48     } else {
49         /* Inace, racuna se samo broj AVL cvorova u podstablima */
50         return avl(koren->levo) + avl(koren->desno);
51     }
52 }
```

```

51     }
52 }
53
54 int main(int argc, char **argv)
55 {
56     Cvor *koren;
57     int broj;
58
59     /* Ucitavaju se vrednosti sa ulaza i dodaju u stablo uz proveru
        uspesnosti dodavanja */
60     koren = NULL;
61     while (scanf("%d", &broj) != EOF) {
62         if (dodaj_u_stablo(&koren, broj) == 1) {
63             fprintf(stderr, "Neuspelo dodavanje broja %d\n", broj);
64             oslobodi_stablo(&koren);
65             return 0;
66         }
67     }
68 }
69
70 /* Racuna se i ispisuje broj AVL cvorova */
71 printf("%d\n", avl(koren));
72
73 /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
74 oslobodi_stablo(&koren);
75
76 return 0;
77 }

```

### Rešenje 4.26

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 /* Ukljucuje se biblioteka za rad sa stablima */
5 #include "stabla.h"
6
7 /* Funkcija proverava da li je zadato binarno stablo celih pozitivnih
8    brojeva hip. Ideja koja ce biti implementirana u osnovi ima
9    pronalazenje maksimalne vrednosti levog i maksimalne vrednosti
10   desnog podstabla - ako je vrednost u korenu veca od izracunatih
11   vrednosti, uoceni fragment stabla zadovoljava uslov za hip. Zato
12   ce funkcija vratiti maksimalne vrednosti iz uocenog podstabala ili
13   vrednost -1 ukoliko se zakljuci da stablo nije hip. */
14 int heap(Cvor * koren)
15 {
16     int max_levo, max_desno;
17
18     /* Prazno sablo je hip - kao rezultat se vraca 0 kao najmanji
19        pozitivan broj */
20     if (koren == NULL) {
21         return 0;
22     }
23 }

```

```

22     }
23     /* Ukoliko je stablo list... */
24     if (koren->levo == NULL && koren->desno == NULL) {
25         /* Vraca se njegova vrednost */
26         return koren->broj;
27     }
28     /* Inace... */
29
30     /* Proverava se svojstvo za levo podstablo */
31     max_levo = heap(koren->levo);
32
33     /* Proverava se svojstvo za desno podstablo */
34     max_desno = heap(koren->desno);
35
36     /* Ako levo ili desno podstablo uocenog cvora nije hip, onda nije
37        ni celo stablo */
38     if (max_levo == -1 || max_desno == -1) {
39         return -1;
40     }
41
42     /* U suprotnom proverava se da li svojstvo vazi za uoceni cvor */
43     if (koren->broj > max_levo && koren->broj > max_desno) {
44         /* Ako vazi, vraca se vrednost korena */
45         return koren->broj;
46     }
47
48     /* U suprotnom zakljucuje se da stablo nije hip */
49     return -1;
50 }
51
52 int main(int argc, char **argv)
53 {
54     Cvor *koren;
55     int hip_indikator;
56
57     /* Kreira se stablo prema zadatoj slici */
58     koren = NULL;
59     koren = napravi_cvor(100);
60     koren->levo = napravi_cvor(19);
61     koren->levo->levo = napravi_cvor(17);
62     koren->levo->levo->levo = napravi_cvor(2);
63     koren->levo->levo->desno = napravi_cvor(7);
64     koren->levo->desno = napravi_cvor(3);
65     koren->desno = napravi_cvor(36);
66     koren->desno->levo = napravi_cvor(25);
67     koren->desno->desno = napravi_cvor(1);
68
69     /* Poziva se funkcija kojom se proverava da li je stablo hip */
70     hip_indikator = heap(koren);
71
72     /* Ispisuje se rezultat */
73     if (hip_indikator == -1) {

```

```
74     printf("Zadato stablo nije hip!\n");  
    } else {  
76     printf("Zadato stablo je hip!\n");  
    }  
78  
    /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */  
80    oslobodi_stablo(&koren);  
82  
    return 0;  
}
```



# Dodatak A

## Ispitni rokovi

### A.1 Praktični deo ispita, jun 2015.

**Zadatak A.1** Kao argument komandne linije zadaje se ime ulazne datoteke u kojoj se nalaze niske. U prvoj liniji datoteke nalazi se informacija o broju niski, a zatim u narednim linijama po jedna niska ne duža od 50 karaktera.

Napisati program u kojem se dinamički alocira memorija za zadati niz niski, a zatim se na standardnom izlazu u redosledu suprotnom od redosleda čitanja ispisuju sve niske koje počinju velikim slovom.

U slučaju pojave bilo kakve greške na standardnom izlazu za grešku ispisati vrednost `-1` i prekinuti izvršavanje programa.

#### *Test 1*

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt

ULAZ.TXT
5
Programiranje
Matematika
12345
dInAmiCnArEc
Ispit

IZLAZ:
Ispit
Matematika
Programiranje
```

#### *Test 2*

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt

ULAZ.TXT
2
maksimalano
poena

IZLAZ:
```

### Test 3

```
POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt
DATOTEKA ULAZ.TXT NE POSTOJI
IZLAZ ZA GREŠKU:
-1
```

### Test 4

```
POKRETANJE: ./a.out
IZLAZ ZA GREŠKU:
-1
```

[Rešenje [A.1](#)]

**Zadatak A.2** Data je biblioteka za rad sa binarnim pretraživačkim stablima čiji čvorovi sadrže cele brojeve. Napisati funkciju `int sumiraj_n (Cvor * koren, int n)` koja izračunava zbir svih čvorova koji se nalaze na  $n$ -tom nivou stabla (koren se nalazi na nultom nivou, njegova deca na prvom nivou i tako redom). Ispravnost napisane funkcije testirati na osnovu zadate `main` funkcije i biblioteke za rad sa pretraživačkim stablima.

Napisati program koji sa standardnog ulaza učitava najpre prirodan broj  $n$ , a potom i brojeve sve do pojave nule koje smešta u stablo i ispisuje rezultat pozivanja funkcije `sumiraj_n` za broj  $n$  i tako kreirano stablo. U slučaju greške na standardni izlaz za grešku ispisati `-1`.

### Test 1

```
ULAZ:
2 8 10 3 6 14 13 7 4 0
IZLAZ:
20
```

### Test 2

```
ULAZ:
0 50 14 5 2 4 56 8 52 7 1 0
IZLAZ:
50
```

[Rešenje [A.2](#)]

**Zadatak A.3** Sa standardnog ulaza učitava se broj vrsta i broj kolona celobrojne matrice  $A$ , a zatim i elementi matrice  $A$ . Napisati program koji će ispisati indeks kolone u kojoj se nalazi najviše negativnih elemenata. Ukoliko postoji više takvih kolona, ispisati indeks prve kolone. Može se pretpostaviti da je broj vrsta i broj kolona manji od 50. U slučaju greške ispisati vrednost `-1` na standardni izlaz za greške.



<p><i>Test 1</i></p> <pre> ULAZ: 4 5 1 2 3 4 5 -1 2 -3 4 -5 -5 -4 -3 -2 1 -1 0 0 0 0 IZLAZ: 0 </pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre> ULAZ: 2 3 0 0 -5 1 2 -4 IZLAZ: 2 </pre>	<p><i>Test 3</i></p> <pre> ULAZ: -2 IZLAZ ZA GREŠKU: -1 </pre>
--	--	--

[Rešenje [A.3](#)]

## A.2 Praktični deo ispita, jul 2015.

**Zadatak A.4** Napisati program koji kao prvi arugment komandne linije prima ime dokumenta u kome treba prebrojati sva pojavljivanja tražene niske (bez preklapanja) koja se navodi kao drugi argument komandne linije (iskoristiti funkciju standardne biblioteke `strstr`). U slučaju bilo kakve greške ispisati `-1` na standardni izlaz za greške. Pretpostaviti da linije datoteke neće biti duže od 127 karaktera.

Potpis funkcije `strstr`:

```
char *strstr(const char *haystack, const char *needle);
```

Funkcija traži prvo pojavljivanje podniske `needle` u nisci `haystack`, i vraća pokazivač na početak podniske, ili `NULL` ako podniska nije pronađena.

<p><i>Test 1</i></p> <pre> POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt test  ULAZ.TXT Ovo je test primer. U njemu se rec test javlja vise puta. testtesttest  IZLAZ: 5 </pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre> POKRETANJE: ./a.out  IZLAZ ZA GREŠKU: -1 </pre>
<p><i>Test 3</i></p> <pre> POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt foo  DATOTEKA ULAZ.TXT NE POSTOJI  IZLAZ ZA GREŠKU: -1 </pre>	<p><i>Test 4</i></p> <pre> POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt .  DATOTEKA ULAZ.TXT JE PRAZNA  IZLAZ: 0 </pre>

[Rešenje [A.4](#)]

**Zadatak A.5** Na početku datoteke „trouglovi.txt” nalazi se broj trouglova čije su koordinate temena zapisane u nastavku datoteke. Napisati program koji učitava trouglove, i ispisuje ih na standardni izlaz sortirane po površini opadajuće (koristiti Heronov obrazac:  $P = \sqrt{s * (s - a) * (s - b) * (s - c)}$ , gde je  $s$  poluobim trougla). U slučaju bilo kakve greške ispisati -1 na standardni izlaz za greške. Ne praviti nikave pretpostavke o broju trouglova u datoteci, i proveriti da li je datoteka ispravno zadata.

<p><i>Test 1</i></p> <pre> TROUGLOVI.TXT 4 0 0 0 1.2 1 0 0.3 0.3 0.5 0.5 0.9 1 -2 0 0 0 0 1 -2 0 0 0 0 1  IZLAZ: 2 0 2 2 -1 -1 -2 0 0 0 0 1 0 0 0 1.2 1 0 0.3 0.3 0.5 0.5 0.9 1 </pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre> TROUGLOVI.TXT 3 1.2 3.2 1.1 4.3  IZLAZ ZA GREŠKU: -1 </pre>
<p><i>Test 3</i></p> <pre> DATOTEKA TROUGLOVI.TXT NE POSTOJI  IZLAZ ZA GREŠKU: -1 </pre>	<p><i>Test 4</i></p> <pre> TROUGLOVI.TXT 0  IZLAZ: </pre>

[Rešenje [A.5](#)]

**Zadatak A.6** Data je biblioteka za rad sa binarnim pretraživačkim stablima celih brojeva. Napisati funkciju

```
int prebroj_n(Cvor *koren, int n)
```

koja u datom stablu prebrojava čvorove na  $n$ -tom nivou, koji imaju tačno jednog potomka. Pretpostaviti da se koren nalazi na nivou 0. Ispravnost napisane funkcije testirati na osnovu zadate main funkcije i biblioteke za rad sa stablima.

<p><i>Test 1</i></p> <pre> ULAZ: 1 5 3 6 1 4 7 9 IZLAZ: 1 </pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre> ULAZ: 2 5 3 6 1 0 4 7 9 IZLAZ: 2 </pre>	<p><i>Test 3</i></p> <pre> ULAZ: 0 4 2 5 IZLAZ: 0 </pre>
--	--	--

<i>Test 4</i>	<i>Test 5</i>
ULAZ:	ULAZ:
3	-1 4 5 1 7
IZLAZ:	IZLAZ:
0	0

[Rešenje [A.6](#)]

### A.3 Praktični deo ispita, septembar 2015.

**Zadatak A.7** Sa standardnog ulaza se učitavaju neoznačeni celi brojevi  $x$  i  $n$ . Na standardni izlaz ispisati neoznačen ceo broj koji se dobija od broja  $x$  kada se njegov binarni zapis rotira za  $n$  mesta udesno (na primer, ako je binarni zapis broja  $x$  jednak 00000000000000000000000000001111, i ako je  $n=1$  tada na standardni izlaz treba ispisati neožnačen broj čiji je binarni zapis jednak 100000000000000000000000000000111).

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
ULAZ:	ULAZ:	ULAZ:
6 1	15 3	31 100
IZLAZ:	IZLAZ:	IZLAZ:
3	3758096385	4026531841

<i>Test 4</i>	<i>Test 5</i>
ULAZ:	ULAZ:
4 0	0 5
IZLAZ:	IZLAZ:
4	0

[Rešenje [A.7](#)]

**Zadatak A.8** Napisati funkciju `int dopuni_listu(Cvor ** adresa_glave)` koja samo čvorovima koji imaju sledbenika u jednostruko povezanoj listi realnih brojeva, dodaje između čvora i njegovog sledbenika nov čvor čija vrednost je aritmetička sredina njihovih vrednosti. Povratna vrednost funkcije treba da bude 1 ukoliko je došlo greške pri alokaciji memorije, inače 0. Ispravnost napisane funkcije testirati koristeći dostupnu biblioteku za rad sa listama i `main` funkciju koja najpre učitava elemente liste, poziva pomenutu funkciju i ispisuje sadržaj liste.

## Test 1

```

|| ULAZ:
|| 1 2 3 4 5
|| IZLAZ:
|| 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00 3.50 4.00 4.50 5.00

```

## Test 2

```

|| ULAZ:
|| 12
|| IZLAZ:
|| 12.00

```

## Test 3

```

|| ULAZ:
|| prazna lista
|| IZLAZ:

```

## Test 4

```

|| ULAZ:
|| 13.3 15.8
|| IZLAZ:
|| 13.30 14.55

```

[Rešenje [A.8](#)]

**Zadatak A.9** Sa standardnog ulaza se učitava dimenzija  $n$  kvadratne celobrojne matrice  $A$  ( $n > 0$ ), a zatim i elementi matrice  $A$ . Napisati program koji proverava da li je data kvadratna matrica magični kvadrat (magični kvadrat je kvadratna matrica kod koje su sume brojeva u svim redovima i kolonama međusobno jednake). Ukoliko jeste, ispisati na standardnom izlazu sumu brojeva jedne vrste ili kolone te matrice, a ukoliko nije ispisati "-". Broj vrsta i broj kolona matrice nije unapred poznat. U slučaju greške ispisati -1 na standardni izlaz za grešku. NAPOMENA: *Rešenje koristi biblioteku za rad sa matricama iz zadatka [2.19](#).*

## Test 1

```

|| ULAZ:
|| 4
|| 1 2 3 4
|| 2 1 4 3
|| 3 4 2 1
|| 4 3 1 2
|| IZLAZ:
|| 10

```

## Test 2

```

|| ULAZ:
|| 3
|| 1 1 1
|| 1 1 1
|| 1 1 1
|| IZLAZ:
|| 3

```

## Test 3

```

|| ULAZ:
|| 2
|| 1 1
|| 2 2
|| IZLAZ:
|| -

```

## Test 4

```

|| ULAZ:
|| 2
|| 1 2
|| 1 2
|| IZLAZ:
|| -

```

## Test 5

```

|| ULAZ:
|| 1
|| 5
|| IZLAZ:
|| 5

```

## Test 6

```

|| ULAZ:
|| 0
|| IZLAZ ZA GREŠKU:
|| -1

```

[Rešenje [A.9](#)]

## A.4 Praktični deo ispita, januar 2016.

## A.5 Rešenja

### Rešenje A.1

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <ctype.h>
4  #define MAKS 50

6  /* Funkcija vrši dinamičku alokaciju memorije potrebne n linija tj.
   n niski od kojih nijedna nije duža od MAKS karaktera. */
8  char **alociranje_memorije(int n)
9  {
10     char **linije = NULL;
11     int i, j;
12     /* Alocira se prostor za niz vrsti matrice */
13     linije = (char **) malloc(n * sizeof(char *));
14     /* U slučaju neuspešnog otvaranja ispisuje se -1 na stderr i
       program završava. */
15     if (linije == NULL)
16         return NULL;
17     /* Alocira se prostor za svaku vrstu matrice. Niska nije duža od
       MAKS karaktera, a 1 se dodaje zbog terminirajuće nule. */
20     for (i = 0; i < n; i++) {
21         linije[i] = malloc((MAKS + 1) * sizeof(char));
22         /* Ako alokacija nije prošla uspešno, oslobadja se svi
           prethodno alocirani resursi, i povratna vrednost je NULL */
23         if (linije[i] == NULL) {
24             for (j = 0; j < i; j++) {
25                 free(linije[j]);
26             }
27             free(linije);
28             return NULL;
29         }
30     }
31     return linije;
32 }

34 char **oslobadjanje_memorije(char **linije, int n)
35 {
36     int i;
37     /* Oslobadja se prostor rezervisan za svaku vrstu */
38     for (i = 0; i < n; i++) {
39         free(linije[i]);
40     }
41     /* Oslobadja se memorija za niz pokazivaca na vrste */
42     free(linije);

```

```
44      /* Matrica postaje prazna, tj. nealocirana */
46      return NULL;
47  }
48
49  int main(int argc, char *argv[])
50  {
51      FILE *ulaz;
52      char **linije;
53      int i, j, n;
54
55      /* Proverava argumenata komandne linije. */
56      if (argc != 2) {
57          fprintf(stderr, "-1\n");
58          exit(EXIT_FAILURE);
59      }
60
61      /* Otvaranje datoteke cije ime je navedeno kao argument komandne
62       linije neposredno nakon imena programa koji se poziva. U slucaju
63       neuspesnog otvaranja ispisuje se -1 na stderr i program zavrшава
64       izvršavanje. */
65      ulaz = fopen(argv[1], "r");
66      if (ulaz == NULL) {
67          fprintf(stderr, "-1\n");
68          exit(EXIT_FAILURE);
69      }
70      /* Ucitavanje broja linija. */
71      fscanf(ulaz, "%d", &n);
72
73      /* Alociranje memorije na osnovu ucitanog broja linija. */
74      linije = alociranje_memorije(n);
75
76      /* U slucaju neuspesne alokacije ispisuje se -1 na stderr i program
77       završava. */
78      if (linije == NULL) {
79          fprintf(stderr, "-1\n");
80          exit(EXIT_FAILURE);
81      }
82
83      /* Ucitavanje svih n linija iz datoteke. */
84      for (i = 0; i < n; i++) {
85          fscanf(ulaz, "%s", linije[i]);
86      }
87
88      /* Ispisivanje u odgovarajucem poretку ucitane linije koje
89       zadovoljavaju kriterijum. */
90      for (i = n - 1; i >= 0; i--) {
91          if (isupper(linije[i][0])) {
92              printf("%s\n", linije[i]);
93          }
94      }
95      /* Oslobadjanje memorije koja je dinamički alocirana. */
```

```

96   linije = oslobadjanje_memorije(linije, n);
98   /* Zatvaranje datoteku. */
   fclose(ulaz);
100   exit(EXIT_SUCCESS);
   }

```

## Rešenje A.2

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

*main.c*

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
   #include "stabla.h"
4
   int sumiraj_n(Cvor * koren, int n)
6  {
   /* Ako je stablo prazno, suma je nula */
8   if (koren == NULL)
       return 0;
10  /* Inace ... */
   /* Ako je n jednako nula, vraca se broj iz korena */
12  if (n == 0)
       return koren->broj;
14  /* Inace, izracunava se suma na (n-1)-om nivou u levom podstablu,
       kao i suma na (n-1)-om nivou u desnom podstablu i vraca se zbir
16  te dve izracunate vrednosti jer predstavlja zbir svih cvorova na
       n-tom nivou u pocetnom stablu */
18  return sumiraj_n(koren->levo, n - 1) + sumiraj_n(koren->desno, n -
       1);
   }
20
   int main()
22  {
       Cvor *koren = NULL;
24   int n;
       int nivo;
26
       /* Ucitava se vrednost nivoa */
28   scanf("%d", &nivo);
       while (1) {
30       scanf("%d", &n);
       /* Ukoliko je korisnik uneo 0, prekida se dalje citanje. */
32       if (n == 0)
           break;
34       /* Ako nije, dodaje se procitani broj u stablo. */
       if (dodaj_u_stablo(&koren, n) == 1) {

```

```
36         fprintf(stderr, "-1\n", n);
37         oslobodi_stablo(&koren);
38         exit(EXIT_FAILURE);
39     }
40 }

42 /* Ispisuje se rezultat rada trazene funkcije */
43 printf("%d\n", sumiraj_n(koren, nivo));
44
45 /* Oslobadja se memorija */
46 oslobodi_stablo(&koren);
47
48 exit(EXIT_SUCCESS);
49 }
```

### Rešenje A.3

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #define MAKS 50
4
5 /* Funkcija ucitava elemente matrice sa standardnog ulaza */
6 void ucitaj_matricu(int m[][MAKS], int v, int k)
7 {
8     int i, j;
9     for (i = 0; i < v; i++) {
10         for (j = 0; j < k; j++) {
11             scanf("%d", &m[i][j]);
12         }
13     }
14 }

15 /* Funkcija racuna broj negativnih elemenata u k-oj koloni matrice m
16    koja ima v vrsta */
17 int broj_negativnih_u_koloni(int m[][MAKS], int v, int k)
18 {
19     int broj_negativnih = 0;
20     int i;
21     for (i = 0; i < v; i++) {
22         if (m[i][k] < 0)
23             broj_negativnih++;
24     }
25     return broj_negativnih;
26 }

27
28 int MAKS_indeks(int m[][MAKS], int v, int k)
29 {
30     int i, j;
31     int broj_negativnih;
32     /* Inicijalizujemo na nulu indeks kolone sa maksimalnim brojem
33        negativnih (maks_indeks_kolone), kao i maksimalni broj
34        negativnih (maks_indeks_kolone), kao i maksimalni broj
```



```

    negativnih elemenata u nekoj koloni (maks_broj_negativnih) */
36 int maks_indeks_kolone = 0;
    int maks_broj_negativnih = 0;
38
    for (j = 0; j < k; j++) {
        /* Racunamo broj negativnih u j-oj koloni */
        broj_negativnih = broj_negativnih_u_koloni(m, v, j);
        /* Ukoliko broj negativnih u j-toj koloni veci od trenutnog
        maksimalnog, azuriramo trenutni maksimalni broj negativnih
        kao i indeks kolone sa maksimalnim brojem negativnih */
        if (maks_broj_negativnih < broj_negativnih) {
            maks_indeks_kolone = j;
            maks_broj_negativnih = broj_negativnih;
        }
    }
    return maks_indeks_kolone;
}
52
int main()
54 {
    int m[MAKS][MAKS];
    int v, k;
56
    /* Ucitavanje dimenzije matrice */
    scanf("%d", &v);
    if (v < 0 || v > MAKS) {
        fprintf(stderr, "-1\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    scanf("%d", &k);
    if (k < 0 || k > MAKS) {
        fprintf(stderr, "-1\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    /* Ucitavanje elemenata matrice */
    ucitaj_matricu(m, v, k);
70
    /* Pronalazenje kolone koja sadrzi najveći broj negativnih
    elemenata i ispisivanje traženog rezultata */
    printf("%d\n", maks_indeks(m, v, k));
    exit(EXIT_SUCCESS);
76 }

```

## Rešenje A.4

```

#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4 #define MAKS 128

6 int main(int argc, char **argv)

```

```

{
8   FILE *f;
   int brojac = 0;
10  char linija[MAKS], *p;

12  /* Provera da li je broj argumenata komandne linije 3 */
   if (argc != 3) {
14      fprintf(stderr, "-1\n");
      exit(EXIT_FAILURE);
16  }
   /* Otvaranje datoteke ciji je naziv zadat kao argument komandne
18      linije */
   if ((f = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
20      fprintf(stderr, "-1\n");
      exit(EXIT_FAILURE);
22  }
   /* Ucitavanje iz otvorene datoteke - liniju po liniju */
24  while (fgets(linija, MAKS, f) != NULL) {
      p = linija;
26      while (1) {
          p = strstr(p, argv[2]);
28
          /* Ukoliko nije podniska tj. p je NULL izlazi se iz petlje */
30          if (p == NULL)
              break;
          /* Inace se uvecava brojac */
32          brojac++;
          /* p se pomera da bi se u sledecoj iteraciji posmatra ostatak
34              linije nakon uocene podniske */
          p = p + strlen(argv[2]);
36      }
38  }
   /* Zatvaranje datoteke */
40  fclose(f);
   /* Ispisivanje vrednosti brojac */
42  printf("%d\n", brojac);
44  exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

### Rešenje A.5

```

1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3  #include <math.h>

5  /* Struktura trougao */
   typedef struct _trougao {
7      double xa, ya, xb, yb, xc, yc;
   } trougao;
9

```

```

11  /* Funkcija racuna duzinu duzi */
12  double duzina(double x1, double y1, double x2, double y2)
13  {
14      return sqrt((x1 - x2) * (x1 - x2) + (y1 - y2) * (y1 - y2));
15  }
16
17  /* Funkcija racuna povrsinu trougla koristeći Heronov obrazac */
18  double povrsina(trougao t)
19  {
20      /* Racunanje duzina stranica trougla */
21      double a = duzina(t.xb, t.yb, t.xc, t.yc);
22      double b = duzina(t.xa, t.ya, t.xc, t.yc);
23      double c = duzina(t.xa, t.ya, t.xb, t.yb);
24      /* Poluobim */
25      double s = (a + b + c) / 2;
26      /* Primena Heronovog obrasca */
27      return sqrt(s * (s - a) * (s - b) * (s - c));
28  }
29
30  /* Funkcija poredi dva trougla: ukoliko je povrsina trougla koji je
31     prvi argument funkcije manja od povrsine trougla koji je drugi
32     element funkcije funkcija vraća 1, ukoliko je veća -1, a ukoliko
33     su povrsine dva trougla jednake vraća nulu. Dakle, funkcija je
34     napisana tako da se može proslediti funkciji qsort da se niz
35     trouglova sortira po površini opadajuće. */
36  int poredi(const void *a, const void *b)
37  {
38      trougao x = *(trougao *) a;
39      trougao y = *(trougao *) b;
40      double xp = povrsina(x);
41      double yp = povrsina(y);
42      if (xp < yp)
43          return 1;
44      if (xp > yp)
45          return -1;
46      return 0;
47  }
48
49  int main()
50  {
51      FILE *f;
52      int n, i;
53      trougao *niz;
54
55      /* Otvaranje datoteke ciji je naziv trouglovi.txt */
56      if ((f = fopen("trouglovi.txt", "r")) == NULL) {
57          fprintf(stderr, "-1\n");
58          exit(EXIT_FAILURE);
59      }
60
61      /* Ucitavanje podataka o broju trouglova iz datoteke */
62      if (fscanf(f, "%d", &n) != 1) {

```

```

63     fprintf(stderr, "-1\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

65
66     /* Dinamicka alokacija memorije za niz trouglova duzine n */
67     if ((niz = malloc(n * sizeof(trougao))) == NULL) {
68         fprintf(stderr, "-1\n");
69         exit(EXIT_FAILURE);
70     }

71
72     /* Ucitavanje podataka u niz iz otvorene datoteke */
73     for (i = 0; i < n; i++) {
74         if (fscanf(f, "%lf%lf%lf%lf%lf", &niz[i].xa, &niz[i].ya,
75             &niz[i].xb, &niz[i].yb, &niz[i].xc, &niz[i].yc) != 6)
76         {
77             fprintf(stderr, "-1\n");
78             exit(EXIT_FAILURE);
79         }
80     }

81     /* Pozivanje funkcije qsort da sortira niz na osnovu funkcije
        poredi */
82     qsort(niz, n, sizeof(trougao), &poredi);

83
84     /* Ispisivanje sortiranog niza na standardni izlaz */
85     for (i = 0; i < n; i++)
86         printf("%g %g %g %g %g %g\n", niz[i].xa, niz[i].ya, niz[i].xb,
87             niz[i].yb, niz[i].xc, niz[i].yc);

88
89     /* Oslobadjanje dinamicki alocirane memorije */
90     free(niz);

91
92     /* Zatvranje datoteke */
93     fclose(f);
94     exit(EXIT_SUCCESS);
95 }

```

### Rešenje A.6

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

*main.c*

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "stabla.h"
4
5  /* Funkcija ucitava brojeve sa standardnog ulaza i smesta ih u
6     stablo. Funkcija vraća 1 u slučaju neuspesnog dodavanja elementa u

```

```

    stablo, a inace 0. */
8 int ucitaj_stablo(Cvor ** koren)
{
10     *koren = NULL;
    int x;
12     /* Sve dok ima brojeva na standardnom ulazu, ucitani brojevi se
        dodaju u stablo. Ukoliko funkcija dodaj_u_stablo vrati 1, onda
14         je i povratna vrednost iz funkcije ucitaj_stablo 1. */
    while (scanf("%d", &x) == 1)
16         if (dodaj_u_stablo(koren, x) == 1)
                return 1;
18     return 0;
}

20
/* Funkcija prebrojava broj cvorova na n-tom nivou u stablu */
22 int prebroj_n(Cvor * koren, int n)
{
24     /* Ukoliko je stablo prazno, rezultat je nula. Takodje, ako je n
        negativan broj, na tom nivou nema cvorova (rezultat je nula). */
26     if (koren == NULL || n < 0)
            return 0;
28     /* Ukoliko je n = 0, na tom nivou je samo koren. Ukoliko ima jednog
        potomka funkcija vraća 1, inace 0 */
30     if (n == 0) {
        if (koren->levo == NULL && koren->desno != NULL)
32             return 1;
        if (koren->levo != NULL && koren->desno == NULL)
34             return 1;
        return 0;
36     }
    /* Broj cvorova na n-tom nivou je jednak zbiru broja cvorova na
38     (n-1)-om nivou levog podstabla i broja cvorova na (n-1)-om nivou
        levog podstabla */
40     return prebroj_n(koren->levo, n - 1) + prebroj_n(koren->desno, n -
        1);
}

42
int main()
44 {
    Cvor *koren;
    int n;
46     scanf("%d", &n);

48
    /* Ucitavanje elemenata u stablo. U slucaju neuspesne alokacije
        oslobodja se alocirana memorija i izlazi se iz programa. */
50     if (ucitaj_stablo(&koren) == 1) {
        fprintf(stderr, "-1\n");
        oslobodi_stablo(&koren);
52         exit(EXIT_FAILURE);
54     }

56
    /* Ispisivanje rezultata */

```

```
58     printf("%d\n", prebroj_n(koren, n));

60     /* Oslobađanje dinamički alociranog stabla */
    oslobodi_stablo(&koren);

62     exit(EXIT_SUCCESS);

64 }
```

### Rešenje A.7

```
#include <stdio.h>

2
/* Funkcija vraća broj čiji binarni zapis se dobija kada se binarni
4   zapis argumenta x rotira za n mesta udesno */
unsigned int rotiraj(unsigned int x, unsigned int n)
6 {
    int i;
    unsigned int maska = 1;
    /* Formiranje maske sa n jedinica na kraju, npr za n=4 maska bi
10   izgledala: 000...00001111 */
    /* Maska se može formirati i naredbom: maska = (1 << n) - 1; U
12   nastavku je drugi način. */
    for (i = 1; i < n; i++)
14         maska = (maska << 1) | 1;
    /* Kada se x poremeri za n mesta udesno x >> n, poslednjih n bitova
16   binarne reprezentacije broja x će "ispasti". Za rotaciju je
    potrebno da se tih n bitova postavi na početak broja. Kreirana
18   maska omogućava da se tih n bitova izdvoji sa (maska & x), a
    zatim se pomeranjem za (sizeof(unsigned) * 8 - n) mesta ulevo
20   tih n bitova postavlja na početak. Primenom logičke disjunkcije
    dobija se rotirani broj. */
22     return (x >> n) | ((maska & x) << (sizeof(unsigned) * 8 - n));
}

24
int main()
26 {
    unsigned int x, n;

28
    /* Učitavanje brojeva sa standardnog ulaza */
30     scanf("%u%u", &x, &n);

    /* Ispisivanje rezultata */
32     printf("%u\n", rotiraj(x, n));
34     return 0;
}
```

### Rešenje A.8

*liste.h*

```

1  #ifndef _LISTE_H_
2  #define _LISTE_H_ 1

4  /* Struktura koja predstavlja cvor liste */
   typedef struct cvor {
6     double vrednost;
       struct cvor *sledeci;

8   } Cvor;

10  /* Pomocna funkcija koja kreira cvor. */
12  Cvor * napravi_cvor(double broj);

14  /* Funkcija oslobadja dinamicku memoriju zauzetu za elemente
       liste ciji se pocetni cvor nalazi na adresi adresa_glave. */
16  void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave);

18  /* Funkcija pronalazi i vraca pokazivac na poslednji element liste,
       ili NULL kao je lista prazna */
20  Cvor * pronadji_poslednji(Cvor * glava);

22  /* Funkcija dodaje novi cvor na kraj liste. Vraca 1 ukoliko je bilo
       greske pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
24  int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, double broj);

26  /* Funkcija prikazuje sve elemente liste pocev od glave ka kraju
       liste. */
28  void ispisi_listu(Cvor * glava);

30 #endif

```

*liste.c*

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "liste.h"

4

6  /* Pomocna funkcija koja kreira cvor. */
   Cvor *napravi_cvor(double broj)
   {
8     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
       if (novi == NULL)
10        return NULL;
       /* inicijalizacija polja u novom cvoru */
12     novi->vrednost = broj;
       novi->sledeci = NULL;
14     return novi;

16 }

```

```

18  /* Funkcija oslobadja dinamicku memoriju zauzetu za elemente liste
    ciji se pocetni cvor nalazi na adresi adresa_glave. */
20  void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)
    {
22      Cvor *pomocni = NULL;
        while (*adresa_glave != NULL) {
24          pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
            free(*adresa_glave);
26          *adresa_glave = pomocni;
        }
28  }
30  }

32  /* Funkcija pronalazi i vraca pokazivac na poslednji element liste,
    ili NULL kao je lista prazna */
34  Cvor *pronadji_poslednji(Cvor * glava)
    {
36      /* Ako je lista prazna, nema ni poslednjeg cvor i u tom slucaju
        funkcija vraca NULL. */
38      if (glava == NULL)
            return NULL;
40      while (glava->sledeci != NULL)
            glava = glava->sledeci;
42      return glava;
44  }

46  /* Funkcija dodaje novi cvor na kraj liste. Vraca 1 ukoliko je bilo
    greske pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
48  int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, double broj)
    {
50      Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
        if (novi == NULL)
52          return 1;
        if (*adresa_glave == NULL) {
54          *adresa_glave = novi;
            return 0;
56        }
58      Cvor *poslednji = pronadji_poslednji(*adresa_glave);
        poslednji->sledeci = novi;
60    }
62  }

64  /* Funkcija prikazuje elemente liste pocev od glave ka kraju liste.
    */
66  void ispisi_listu(Cvor * glava)
    {
        for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
            printf("%.2lf ", glava->vrednost);
68      putchar('\n');
    }

```



```
70 }
```

*main.c*

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include "liste.h"

4
/* Funkcija umece novi cvor iza tekuceg u listi */
6 void dodaj_iza(Cvor * tekuci, Cvor * novi)
{
8     /* Novi cvor se dodaje iza tekuceg cvora. */
    novi->sledeci = tekuci->sledeci;
10    tekuci->sledeci = novi;
}

12

14 /* Funkcija koja dopunjuje listu na nacin opisan u tekstu zadatka.
    Vraca 1 ukoliko je bilo greske pri alokaciji memorije, inace vraca
16    0. */
int dopuni_listu(Cvor ** adresa_glave)
18 {
    Cvor *tekuci;
20    Cvor *novi;
    double aritmeticka_sredina;
22    /* U slucaju prazne ili jednoclane liste, funkcija vraca 1 */
    if (*adresa_glave == NULL || (*adresa_glave)->sledeci == NULL)
24        return 1;
    /* Promenljiva tekuci se inicijalizuje da pokazuje na pocetni
26    cvor */
    tekuci = *adresa_glave;
28    /* Sve dok ima cvorova u listi racuna se aritmeticka sredina
        vrednosti u susednim cvorovima i kreira cvor sa tom vrednoscu. U
30    slucaju neupele alokacije novog cvora, funkcija vraca 1. Inace,
        novi cvor se umece izmedju dva cvora za koje racunata
32    aritmeticka sredina */
    while (tekuci->sledeci != NULL) {
34        aritmeticka_sredina =
            ((tekuci)->vrednost + ((tekuci)->sledeci)->vrednost) / 2;
36        novi = napravi_cvor(aritmeticka_sredina);
        if (novi == NULL)
38            return 1;
        /* Poziva se funkcija koja umece novi cvor iza tekuceg cvora */
40        dodaj_iza(tekuci, novi);
        /* Tekuci cvor se pomera na narednog u listi (to je novoumetnuti
42        cvor), a zatim jos jednom da bi pokazivao na naredni cvor iz
        polazne liste */
44        tekuci = tekuci->sledeci;
        tekuci = tekuci->sledeci;
46    }
}

```

```

    return 0;
48 }

50 int main()
51 {
52     Cvor *glava = NULL;
53     double broj;
54
55     /* Ucitavanje se vrsi do kraja ulaza. Elementi se dodaju na kraj
56        liste! */
57     while (scanf("%lf", &broj) > 0) {
58         /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
59            memorije za nov cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
60            treba osloboditi. */
61         if (dodaj_na_kraj_liste(&glava, broj) == 1) {
62             fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za cvor %d\n", broj);
63             oslobodi_listu(&glava);
64             exit(EXIT_FAILURE);
65         }
66     }
67
68     /* Pozivanje funkcije da dopuni listu. Ako je funkcija vratila 1,
69        onda je bilo greske pri alokaciji memorije za nov cvor. Memoriju
70        alociranu za cvorove liste treba osloboditi. */
71     if (dopuni_listu(&glava) == 1) {
72         fprintf(stderr, "Neuspela alokacija za cvor %d\n", broj);
73         oslobodi_listu(&glava);
74         exit(EXIT_FAILURE);
75     }
76
77     /* Ispisivanje liste */
78     ispisi_listu(glava);
79
80     /* Oslobadjanje liste */
81     oslobodi_listu(&glava);
82
83     exit(EXIT_SUCCESS);
84 }

```

### Rešenje A.9

```

#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include "matrica.h"
4
/* Funkcija racuna zbir elemenata v-te vrste */
6 int zbir_vrste(int **M, int n, int v)
7 {
8     int j, zbir = 0;
9     for (j = 0; j < n; j++)
10         zbir += M[v][j];

```

```
12     return zbir;
13 }
14 /* Funkcija racuna zbir elemenata k-te kolone */
15 int zbir_kolone(int **M, int n, int k)
16 {
17     int i, zbir = 0;
18     for (i = 0; i < n; i++)
19         zbir += M[i][k];
20     return zbir;
21 }
22
23 /* Funkcija proverava da li je kvadrat koji joj se prosledjuje kao
24    argument magican. Ukoliko jeste magican funkcija vraca 1, inace 0.
25    Argument funkcije zbir ce sadrzati zbir elemenata neke vrste ili
26    kolone ukoliko je kvadrat magican. */
27 int magicni_kvadrat(int **M, int n, int *zbirmagicnog)
28 {
29     int i, j;
30     int zbir = 0, zbir_pom;
31     /* Promenljivu zbir inicijalizujemo na zbir 0-te vrese */
32     zbir = zbir_vrste(M, n, 0);
33
34     /* Racunaju se zbirovi u ostalim vrstama i ako neki razlikuje od
35        vrednosti promeljive zbir funkcija vraca 1 */
36     for (i = 1; i < n; i++) {
37         zbir_pom = zbir_vrste(M, n, i);
38         if (zbir_pom != zbir)
39             return 0;
40     }
41
42     /* Racunaju se zbirovi u svim kolonama i ako neki razlikuje od
43        vrednosti promeljive zbir funkcija vraca 1 */
44     for (j = 0; j < n; j++) {
45         zbir_pom = zbir_kolone(M, n, j);
46         if (zbir_pom != zbir)
47             return 0;
48     }
49
50     /* Inace su zbirovi svih vrsta i kolona jednaki, postavlja se
51        vresnost u zbirmagicnog i funkcija vraca 1 */
52     *zbirmagicnog = zbir;
53     return 1;
54 }
55
56 int main()
57 {
58     int n, i, j;
59     int **matrica = NULL;
60     int zbir = 0, zbirmagicnog = 0;
61     scanf("%d", &n);
62
63     /* Provera da li je n strogo pozitivan */
64     if (n <= 0) {
```

```
64     printf("-1\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

66

    /* Dinamicka alokacija matrice dimenzije nxn */
68     matrica = alociraj_matricu(n);
    if (matrica == NULL) {
69         printf("-1\n");
70         exit(EXIT_FAILURE);
71     }
72

73     /* Ucitavanje elemenata matrice sa standardnog ulaza */
    ucitaj_matricu(matrica, n);
74

75     /* Ispisivanje rezultata na osnovu fukcije magicni_kvadrat */
76     if (magicni_kvadrat(matrica, n, &zbirmagicnog)) {
77         printf("%d\n", zbirmagicnog);
78     } else
79         printf("-\n");
80

81     /* Oslobadjanje dinamicki alocirane memorije */
82     matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);
83

84     exit(EXIT_SUCCESS);
85 }
86 }
```