

PROGRAMIRANJE 2

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

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

Nina Radojičić, asistent 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

PROGRAMIRANJE 2

Zbirka zadataka sa rešenjima

Izdavač: Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu. Studentski trg 16, 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 i crteži: *autori*. Dizajn korica: *Anđelka Zečević*

Štampa: Copy Centar, Beograd

CIP Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

ISBN 978-86-7589-107-9

©2016. Milena Vujošević Janičić, Jelena Graovac, Nina Radojičić, Ana Spasić, Mirko Spasić, Anđelka Zečević

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

1	Uvodni zadaci	1
1.1	Podela koda po datotekama	1
1.2	Algoritmi za rad sa bitovima	5
1.3	Rekurzija	11
1.4	Rešenja	20
2	Pokazivači	69
2.1	Pokazivačka aritmetika	69
2.2	Višedimenzioni nizovi	73
2.3	Dinamička alokacija memorije	78
2.4	Pokazivači na funkcije	84
2.5	Rešenja	86
3	Algoritmi pretrage i sortiranja	127
3.1	Algoritmi pretrage	127
3.2	Algoritmi sortiranja	132
3.3	Bibliotečke funkcije pretrage i sortiranja	143
3.4	Rešenja	148
4	Dinamičke strukture podataka	221
4.1	Liste	221
4.2	Stabla	232
4.3	Rešenja	241
A	Ispitni rokovi	337
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	345

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 propratna rešenja u elektronskom formatu, dostupni su besplatno u okviru strane kursa www.programiranje2.matf.bg.ac.rs u skladu sa navedenom licencom.

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. Takođe, formulacije zadataka smo obogatili primerima koji upotpunjuju razumevanje zahteva zadataka i koji omogućavaju da čitalac zbirke proveri sopstvena rešenja. Primeri su dati u obliku testova i interakcija sa programom. Testovi su svedene prirode i obuhvataju samo jednostavne ulaze i izlaze iz programa. Interakcija sa programom obuhvata naizmeničnu interakciju čovek-računar u kojoj su ulazi i izlazi isprepleteni. Test primeri koji su navedeni

uz ispitne zadatke u dodatku u oni koji su korišćeni za početno testiranje (koje prethodi ocenjivanju) studentskih radova na ispitima.

Neizmerno 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 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 autora¹.

Autori

¹Adrese autora su: milena, jgraovac, nina, aspasic, mirko, andjelkaz, 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 zadan 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 z_1 i z_2 .
- (j) Napisati funkciju `KompleksanBroj mnozi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)` koja vraća proizvod dva kompleksna broja z_1 i z_2 .
- (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 z_1 i z_2 , a zatim ispisati realni deo, imaginarni deo, moduo, konjugovano-kompleksan broj i argument broja koji se dobija kao zbir, razlika ili proizvod brojeva z_1 i z_2 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 * e^i * 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: 0x4f4f4f4f
Binarna reprezentacija: 01001111010011110100111101001111
Unesite broj tipa short: 0x4f4f
Binarna reprezentacija: 0100111101001111
Unesite broj tipa char: 0x4f
Binarna reprezentacija: 01001111
```

[Rešenje 1.5]

Zadatak 1.6 Napisati funkcije `_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 učitano broja pozivom izabrane funkcije. Ukoliko korisnik ne unese ispravnu vrednost za 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 GREŠKE:
Greska: Neodgovarajući redni broj
funkcije.
```

[Rešenje 1.6]

Zadatak 1.7 Napisati funkcije `unsigned najveći(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]

Zadatak 1.8 Napisati funkcije za rad sa bitovima.

- Napisati funkciju `unsigned postavi_0(unsigned x, unsigned n, unsigned p)` koja vraća broj koji se dobija kada se `n` bitova datog broja `x`, počevši od pozicije `p`, postave na 0.
- Napisati funkciju `unsigned postavi_1(unsigned x, unsigned n, unsigned p)` koja vraća broj koji se dobija kada se `n` bitova datog broja `x`, počevši od pozicije `p`, postave na 1.

- Napisati program koji testira prethodno napisane funkcije za neoznačene cele brojeve x , n , p , y koji se unose sa standardnog ulaza. Na standardni izlaz ispisati binarne reprezentacije brojeva x i y , a zatim i binarne reprezentacije brojeva koji se dobijaju pozivanjem prethodno napisanih funkcija. NAPOMENA: *Bit najmanje težine je krajnji desni bit i njegova pozicija se označava nulom dok se pozicije ostalih bitova uvećavaju za jedan, sa desna na levo.*

Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite neoznaceni ceo broj x: 235
Unesite neoznaceni ceo broj n: 9
Unesite neoznaceni ceo broj p: 24
Unesite neoznaceni ceo broj y: 127
x =      235                                = 00000000000000000000000011101011
postavi_0(   235,       9,       24)        = 0000000000000000000000000011101011

x =      235                                = 00000000000000000000000011101011
postavi_1(   235,       9,       24)        = 00000001111111110000000011101011

x =      235                                = 00000000000000000000000011101011
vrati_bitove( 235,       9,       24)        = 00000000000000000000000000000000

x =      235                                = 00000000000000000000000011101011
y =      127                                = 000000000000000000000000001111111
postavi_1_n_bitove( 235,  9,  24,  127)    = 000000000111111110000000011101011

x =      235                                = 00000000000000000000000011101011
invertuj(     235,       9,       24)        = 00000001111111110000000011101011
```

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:
000000000000000000000001001010101
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.*

Test 1	Test 2	Test 3
ULAZ: 11 IZLAZ: 1	ULAZ: 1024 IZLAZ: 0	ULAZ: 214737146 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 $+$, $-$, $/$, $*$, $\%$.

Primer 1	Primer 2	Primer 2
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.

Test 1	Test 2	Test 3
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	ULAZ: 3251 0	ULAZ: 12541 1024
IZLAZ: 4294967285	IZLAZ: 4294967295	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	ULAZ: 3245	ULAZ: 100328
IZLAZ: 0	IZLAZ: 2	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 član niza se racuna: 5
F(5) = 5
```

Primer 2

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

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

$$F(0) = 0$$

$$F(1) = 1$$

$$F(n) = a \cdot F(n-1) + b \cdot F(n-2)$$

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:
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:
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

1 Uvodni zadaci

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
clanovi niza.
```

Primer 2

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

[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.

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

<p><i>Test 1</i></p> <pre> ULAZ: 2 IZLAZ: 1 2 2 1 </pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre> ULAZ: 3 IZLAZ: 1 2 3 1 3 2 2 1 3 2 3 1 3 1 2 3 2 1 </pre>	<p><i>Test 3</i></p> <pre> ULAZ: -5 IZLAZ: 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.

- (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     /* Ucitava se vrednost 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
34 je 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      KompleksanBroj z1 = z;

86      z1.imag *= -1;

88      return z1;
  }

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

100     KompleksanBroj 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 */
  KompleksanBroj oduzmi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)
110  {
      /* Rezultat oduzimanja dva kompleksna broja z1 i z2 je kompleksan
112     broj ciji je realan deo razlika realnih delova kompleksnih
      brojeva z1 i z2, a imaginaran deo razlika imaginarnih delova
114     kompleksnih brojeva z1 i z2 */

116     KompleksanBroj 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 */
  KompleksanBroj mnozi(KompleksanBroj z1, KompleksanBroj z2)
128  {
      /* Rezultat mnozenja dva kompleksna broja z1 i z2 je kompleksan
130     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
    /* Ucitava se prvi kompleksni broj, koji se potom ispisuje na
        standardni izlaz */
158    ucitaj_kompleksan_broj(&z1);
160    ispisi_kompleksan_broj(z1);
    printf("\n");

162
    /* Ucitava se drugi kompleksni broj, koji se potom ispisuje na
        standardni izlaz */
164    ucitaj_kompleksan_broj(&z2);
166    ispisi_kompleksan_broj(z2);
    printf("\n");

168
    /* Ucitavase znak na osnovu koga korisnik bira aritmeticku
        operaciju koja ce se izvorsiti nad kompleksnim brojevima, a
        zatim se vrsi provera da li je unet neki od dozvoljenih
        aritmetickih znakova. */
170    getchar();
172    printf("Unesite znak (+,-,*): ");
    scanf("%c", &c);
174    if (c != '+' && c != '-' && c != '*') {
176        fprintf(stderr, "Greska: Nedozvoljena vrednost operatora.\n");
178        exit(EXIT_FAILURE);
    }

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

1 Uvodni zadaci

```
186 } else if (c == '-') {
    /* Racuna se razlika */
    z = oduzmi(z1, z2);
188 } else {
    /* Racuna se proizvod */
190 z = mnozi(z1, z2);
    }
192
    /* Ispisuje se rezultat */
194 ispisi_kompleksan_broj(z1);
    printf(" %c ", c);
196 ispisi_kompleksan_broj(z2);
    printf(" = ");
198 ispisi_kompleksan_broj(z);

200 /* Ispisuje se realan, imaginaran deo i moduo prvog kompleksnog
    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: ");
208 ispisi_kompleksan_broj(konjugovan(z));
    printf("\n");
210
    /* Testira se funkcija koja racuna argument kompleksnog broja */
212 printf("Argument kompleksnog broja: %.f\n", argument(z));

214 exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

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
   onemogućava se da se sadržaj zaglavlja više puta ukljuci. Niska
9 posle ključne 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);
118 }
}
```

main.c

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

11  Kompilacija programa se najjednostavnije postize naredbom
        gcc -Wall -lm -o kompleksan_broj kompleksan_broj.c main.c

13  Kompilacija se moze uraditi i na sledeci nacin:
        gcc -Wall -c -o kompleksan_broj.o kompleksan_broj.c
        gcc -Wall -c -o main.o main.c
        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 vrši dodavanjem opcije -I header_dir
19  gcc -I header_dir -Wall -lm -o kompleksan_broj kompleksan_broj.c
        main.c
21  *****/

23
25  #include <stdio.h>
        /* Ukljucuje se zaglavlje neophodno za rad sa kompleksnim brojevima
        */
        #include "kompleksan_broj.h"

27
```

```

29  /* U glavnoj funkciji se za uneti kompleksan broj ispisuje njegov
    polarni oblik */
31  int main()
32  {
33      KompleksanBroj z;

34      /* Ucitava se kompleksan broj */
35      ucitaj_kompleksan_broj(&z);

36      /* Ispisuje se polarni oblik kompleksnog broja */
37      printf("Polarni oblik kompleksnog broja je %.2f * e~i * %.2f\n",
38             moduo(z), argument(z));

41      return 0;
    }

```

Rešenje 1.3

polinom.h

```

1  #ifndef _POLINOM_H
2  #define _POLINOM_H
3
4  #include <stdio.h>
5  #include <stdlib.h>
6
7  /* Maksimalni stepen polinoma */
8  #define MAKS_STEPEN 20
9
10
11 /* Polinomi se predstavljaju strukturom koja cuva koeficijente
    (koef[i] je koeficijent uz clan x^i) i stepen polinoma */
12 typedef struct {
13     double koef[MAKS_STEPEN + 1];
14     int stepen;
15 } Polinom;
16
17 /* Funkcija koja ispisuje polinom na standardni izlaz u citljivom
    obliku. Polinom se prenosi po adresi da bi se uštedela memorija:
    ne kopira se cela struktura, vec se samo prenosi adresa na kojoj
    se nalazi polinom koji ispisujemo */
21 void ispisi(const Polinom * p);
22
23 /* Funkcija koja ucitava polinom sa tastature */
24 Polinom ucitaj();
25
26 /* Funkcija racuna i vraca vrednost polinoma p u tacki x Hornerovim
    algoritmom */
27 double izracunaj(const Polinom * p, double x);
28
29

```

1 Uvodni zadaci

```
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;
    /* Ispisivanje polinoma pocinje od najviseg stepena ka najnižem da
10     bi polinom bio ispisan na prirodan nacin. Ispisuju se samo oni
       koeficijenti koji su razliciti od nule. Ispred pozitivnih
12     koeficijenata je potrebno ispisati znak + (osim u slucaju
       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;
            if (p->koef[i] >= 0 && i != p->stepen)
20                 putchar('+');
            if (i > 1)
22                 printf("%.2fx^%d", p->koef[i], i);
            else if (i == 1)
24                 printf("%.2fx", p->koef[i]);
            else
26                 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;

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

44    /* Ponavlja se ucitavanje stepena sve dok se ne unese stepen iz
46    dozvoljenog opsega */
    while (p.stepen > MAKS_STEPEN || p.stepen < 0) {
48        printf("Stepen polinoma pogresno unet, pokušajte 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
82    stepenom */
    rez.stepen = p->stepen > q->stepen ? p->stepen : q->stepen;

84    /* Racunaju se svi koeficijenti rezultujucega polinoma tako sto se
86    sabiraju koeficijenti na odgovarajucim pozicijama polinoma koje
    sabiramo. Ukoliko je pozicija za koju se racuna koeficijent veca
88    od stepena nekog od polaznih polinoma podrazumeva se da je

```

```

    koeficijent jednak koeficijentu uz odgovarajuci stepen iz drugog
90     polinoma */
    for (i = 0; i <= rez.stepen; i++)
92         rez.koef[i] =
            (i > p->stepen ? 0 : p->koef[i]) +
94             (i > q->stepen ? 0 : q->koef[i]);

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

100 Polinom pomnozi(const Polinom * p, const Polinom * q)
102 {
    int i, j;
104     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");
110         exit(EXIT_FAILURE);
    }

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

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

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

126 Polinom izvod(const Polinom * p)
128 {
    int i;
130     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 rezultujući polinom nula (izvod od konstante je nula). */
    if (p->stepen > 0) {
136         r.stepen = p->stepen - 1;

138         /* Racunanje koeficijenata rezultata na osnovu koeficijenata
```



```

140     polaznog polinoma */
    for (i = 0; i <= r.stepen; i++)
        r.koef[i] = (i + 1) * p->koef[i + 1];
142 } else
    r.koef[0] = r.stepen = 0;
144
    /* Vraca se dobijeni polinom */
146 return r;
}
148
Polinom n_izvod(const Polinom * p, int n)
150 {
    int i;
152     Polinom r;

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

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

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

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

```

main.c

```

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

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

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

```

1 Uvodni zadaci

```
14  /* Ispisuje se polinom p */
16  ispisi(&p);

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

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

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

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

35  /* Racuna se n-ti izvoda polinoma i ispisuje se dobijeni polinoma
36  */
37  printf("Unesite izvod polinoma koji zelite:\n");
38  scanf("%d", &n);
39  r = n_izvod(&r, n);
40  printf("%d. izvod polinoma r je: ", n);
41  ispisi(&r);

42  exit(EXIT_SUCCESS);
43  }
```

Rešenje 1.5

stampanje_bitova.h

```
1  #ifndef _STAMPANJE_BITOVA_H
2  #define _STAMPANJE_BITOVA_H
3
4  #include <stdio.h>
5
6  /* Funkcija prikazuje na standardni izlaz binarnu reprezentaciju
7   celog broja u memoriji. Bitove koji predstavljaju binarnu
8   reprezentaciju broja treba ispisati sa leva na desno, tj. od bita
```

```

9     najveće težine ka bitu najmanje težine */
void stampaj_bitove(unsigned x);
11
12 /* Funkcija prikazuje na standardni izlaz binarnu reprezentaciju
13    celog broja tipa 'short' u memoriji. */
void stampaj_bitove_short(short x);
15
16 /* Funkcija prikazuje na standardni izlaz binarnu reprezentaciju
17    karaktera u memoriji. */
void stampaj_bitove_char(char x);
19
20 #endif

```

stampanje_bitova.c

```

1 #include <stdio.h>
2 #include "stampanje_bitova.h"
3
4 void stampaj_bitove(unsigned x)
5 {
6     /* Broj bitova celog broja */
7     unsigned velicina = sizeof(unsigned) * 8;
8
9     /* Maska koja se koristi za "ocitavanje" bitova celog broja */
10    unsigned maska;
11
12    /* Početna vrednost maske se postavlja na broj čiji binarni zapis
13       na mestu bita najveće težine sadrži jedinicu, a na svim ostalim
14       mestima sadrži nulu. U svakoj iteraciji maska se menja tako što
15       se jedini bit jedinica pomera udesno, kako bi se odredio naredni
16       bit broja x koji je argument funkcije. Zatim se odgovarajuća
17       cifra, ('0' ili '1'), ispisuje na standardnom izlazu. Neophodno
18       je da promenljiva maska bude deklarirana kao neoznačen ceo broj
19       kako bi se pomeranjem u desno vrsilo logičko pomeranje
20       (popunjavanje nulama), a ne aritmetičko pomeranje (popunjavanje
21       znakom broja). */
22    for (maska = 1 << (velicina - 1); maska != 0; maska >>= 1)
23        putchar(x & maska ? '1' : '0');
24
25    putchar('\n');
26 }
27
28 void stampaj_bitove_short(short x)
29 {
30     /* Broj bitova celog broja tipa short */
31     unsigned velicina = sizeof(short) * 8;
32
33     /* Maska koja se koristi za "ocitavanje" bitova broja tipa short */
34     unsigned short maska;
35
36     for (maska = 1 << (velicina - 1); maska != 0; maska >>= 1)

```

1 Uvodni zadaci

```
    putchar(x & maska ? '1' : '0');
38
    putchar('\n');
40 }

42 void stampaj_bitove_char(char x)
43 {
44     /* Broj bitova karaktera */
45     unsigned velicina = sizeof(char) * 8;
46
47     /* Maska koja se koristi za "ocitavanje" bitova jednog karaktera */
48     unsigned char maska;
49
50     for (maska = 1 << (velicina - 1); maska != 0; maska >>= 1)
51         putchar(x & maska ? '1' : '0');
52
53     putchar('\n');
54 }
```

main.c

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

4 int main()
5 {
6     int broj_int;
7     short broj_short;
8     char broj_char;

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

14     /* Ispisuje se binarna reprezentacija unetog broja */
15     printf("Binarna reprezentacija: ");
16     stampaj_bitove(broj_int);

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

22     /* Ispisuje se binarna reprezentacija unetog broja */
23     printf("Binarna reprezentacija: ");
24     stampaj_bitove_short(broj_short);

26     /* Ucitava se broj tipa char */
27     printf("Unesite broj tipa char: ");
28     scanf("%hcx", &broj_char);

30     /* Ispisuje se binarna reprezentacija unetog broja */
```

```

32 printf("Binarna reprezentacija: ");
   stampaj_bitove_char(broj_char);

34 return 0;
   }

```

Rešenje 1.6

```

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

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

    /* 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
       očitava se sledeći bit. Petlja se završava kada više nema
       jedinica tj. kada maska postane nula. */
    unsigned maska = 1 << broj_pomeranja;
    for (; maska != 0; maska >>= 1)
        x & maska ? br++ : 1;

    return br;
}

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

    /* 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
       ispunjen uslov x!=0 i program bi bio zarobljen u beskončnoj
       petlji. Zbog toga se koristi pomeranje broja x ulevo i maska
       koja očitava bit najveće težine. */

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

    return br;
}

```

1 Uvodni zadaci

```
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 odgovarajuci rezultat na osnovu unesenog rednog
58        broja funkcije */
59     if (i == 1) {
60         printf("Poziva se funkcija prebroj_bitove_1\n");
61         printf("Broj jedinica u zapisu je %d\n", prebroj_bitove_1(x));
62     } else if (i == 2) {
63         printf("Poziva se funkcija prebroj_bitove_2\n");
64         printf("Broj jedinica u zapisu je %d\n", prebroj_bitove_2(x));
65     } else {
66         fprintf(stderr, "Greska: Neodgovarajuci redni broj funkcije.\n");
67         exit(EXIT_FAILURE);
68     }
69
70     exit(EXIT_SUCCESS);
71 }
```

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 promenljive 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 vrednoscu 0 */
14     unsigned rezultat = 0;
15
16     /* Promenljiva x se pomera u levo sve dok postoje jedinice u
17        njenoj binarnoj reprezentaciji (tj. sve dok je promenljiva x
18        razlicita od nule). */
19 }
```

```
19  for (; x != 0; x <= 1) {
21      /* Za svaku jedinicu koja se koriscenjem maske detektuje na
        poziciji najveće težine u binarnoj reprezentaciji promenjive
        x, potiskuje se jedna nova jedinicu sa leva u rezultat */
23      if (x & maska) {
25          rezultat >>= 1;
26          rezultat |= maska;
27      }
28
29      /* Vraca se dobijena vrednost */
30      return rezultat;
31  }
32
33  /* Funkcija vraca najmanji neoznaceni broj sastavljen od istih
        bitova koji se nalaze u binarnoj reprezentaciji vrednosti
        promenjive x */
34  unsigned najmanji(unsigned x)
35  {
36      /* Rezultat se inicijalizuje vrednoscu 0 */
37      unsigned rezultat = 0;
38
39      /* Promenljiva x se pomera u desno sve dok postoje jedinice u
        njenoj binarnoj reprezentaciji (tj. sve dok je promenljiva x
        razlicita od nule). */
40      for (; x != 0; x >= 1) {
41          /* Za svaku jedinicu koja se koriscenjem vrednosti 1 za masku
            detektuje na poziciji najmanje težine u binarnoj
            reprezentaciji promenjive x, potiskuje se jedna nova jedinicu
            sa desna u rezultat */
42          if (x & 1) {
43              rezultat <= 1;
44              rezultat |= 1;
45          }
46      }
47
48      /* Vraca se dobijena vrednost */
49      return rezultat;
50  }
51
52  int main()
53  {
54      int broj;
55
56      /* Ucitava se broj sa ulaza */
57      scanf("%x", &broj);
58
59      /* Ispisuju se, redom, najveći i najmanji broj formirani od bitova
        unetog broja */
60      printf("Najveci:\n");
61      stampaj_bitove(najveci(broj));
62  }
```

1 Uvodni zadaci

```
71  printf("Najmanji:\n");
    stampaj_bitove(najmanji(broj));
73
    return 0;
75 }
```

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
10  postavljeni na 1. Na primer, za n=5 i p=10 formira se maska oblika
   1111 1111 1111 1111 1111 1000 0011 1111
12  To se postize na sledeci nacin:
   ~0              1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
14  (~0 << n)       1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110 0000
   ~(~0 << n)       0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 1111
16  ~(~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. */
   unsigned postavi_1(unsigned x, unsigned n, unsigned p)
26 {
   /******
28  Formira se maska kod koje je samo n bitova pocev od pocev od
   pozicije p jednako 1, a ostali su 0.
30  Na primer, za n=5 i p=10 formira se maska oblika
   0000 0000 0000 0000 0000 0111 1100 0000
32  *****/
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
   reprezentaciji broja x. */
```



```

42 unsigned vrati_bitove(unsigned x, unsigned n, unsigned p)
43 {
44     /*
45      * Kreira se maska kod koje su poslednjih n bitova 1, a ostali su 0.
46      * Na primer, za n=5
47      * 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 1111
48      *
49      */
50     unsigned maska = ~(~0 << n);

52     /* Najpre se vrednost promenljive x pomera u desno tako da trazeno
53        polje bude uz desni kraj. Zatim se maskiraju ostali bitovi, sem
54        zeljenih n i funkcija vraca tako dobijenu vrednost */
55     return maska & (x >> (p - n + 1));
56 }

58 /* Funkcija vraca broj x kome su n bitova pocev od pozicije p
59    postavljeni na vrednosti n bitova najmanje tezine binarne
60    reprezentacije broja y */
61 unsigned postavi_1_n_bitova(unsigned x, unsigned n, unsigned p,
62                             unsigned y)
63 {
64     /* Kreira se maska kod kod koje su poslednjih n bitova 1, a ostali
65        su 0. */
66     unsigned poslednjih_n_1 = ~(~0 << n);

68     /* Kao i kod funkcije postavi_0, i ovde se kreira maska koja ima n
69        bitova postavljenih na 0 pocevsi od pozicije p, dok su ostali
70        bitovi 1. */
71     unsigned srednjih_n_0 = ~(~0 << n) << (p - n + 1);

72     /* U promenljivu x_postavi_0 se smesta vrednost dobijena kada se u
73        binarnoj reprezentaciji vrednosti promenljive x postavi na 0 n
74        bitova na pozicijama pocev od p */
75     unsigned x_postavi_0 = x & srednjih_n_0;

76     /* U promenljivu y_pomeri_srednje se smesta vrednost dobijena od
77        binarne reprezentacije vrednosti promenljive y cijih je n
78        bitova najnize tezine pomera tako da stoje pocev od pozicije p.
79        Ostali bitovi su nule. Sa (y & poslednjih_n_1) postave na 0 svi
80        bitovi osim najnizih n */
81     unsigned y_pomeri_srednje = (y & poslednjih_n_1) << (p - n + 1);

82     return x_postavi_0 ^ y_pomeri_srednje;
83 }

84

86

88 /* Funkcija invertuje bitove u zapisu broja x pocevsi od pozicije p
89    njih n */
90 unsigned invertuj(unsigned x, unsigned n, unsigned p)
91 {
92     /* Formira se maska sa n jedinica pocev od pozicije p. */
93     unsigned maska = ~(~0 << n) << (p - n + 1);

```

```

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

100  int main()
101  {
102      unsigned x, p, n, y;

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

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

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

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

138      /* Ispisuju se binarne reprezentacije brojeva x, y i broja koji se
139         dobije kada se primeni funkcija postavi_1_n_bitova za x, n, p */
140      printf("x = %10u %36s = ", x, "");
141      stampaj_bitove(x);
142      printf("y = %10u %36s = ", y, "");
143      stampaj_bitove(y);
144      printf("postavi_1_n_bitova(%10u,%4u,%4u,%10u) = ", x, n, p, y);
145      stampaj_bitove(postavi_1_n_bitova(x, n, p, y));

```

```

146     printf("\n");

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

```

Rešenje 1.9

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

```

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

4  /* Funkcija ceo broj x rotira u levo za n mesta. */
unsigned rotiraj_ulevo(int x, unsigned n)
6  {
    unsigned bit_najvece_tezine;

8

    /* Maska koja ima samo bit na poziciji najveće težine postavljen
        na 1 je neophodna da bi pre pomeranja u levo za 1 bit na
        poziciji najveće težine bio sacuvan */
12    unsigned bit_najvece_tezine_maska =
        1 << (sizeof(unsigned) * 8 - 1);
14    int i;

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

26    /* Vraca se dobijena vrednost */
28    return x;
}

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

```



```

~bit_najmanje_tezine << (sizeof(int)*8 -1)
88 B000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
gde B oznacava ~b.
90 Potom se ponovo vrsi komplementiranje kako bi se b nalazilo na
poziciji najveće težine i sve jedinice na ostalim pozicijama
92 ~(~bit_najmanje_tezine << (sizeof(int)*8 -1))
b111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
94 *****/
x = (x >> 1) & ~(~bit_najmanje_tezine <<
96 (sizeof(int) * 8 - 1));
else
98 x = (x >> 1) | bit_najmanje_tezine << (sizeof(int) * 8 - 1);
}
100
/* Vraca se dobijena vrednost */
102 return x;
}
104
int main()
106 {
unsigned x, n;
108
/* Ucitavaju se vrednosti sa standardnog ulaza */
110 printf("Unesite neoznaceni broj x:");
scanf("%x", &x);
112 printf("Unesite neoznaceni broj n:");
scanf("%x", &n);
114
/* Ispisuje se binarna reprezentacija broja x */
116 printf("x\t\t\t\t= ");
stampaj_bitove(x);
118
/* Testiru se napisane funkcije */
120 printf("rotiraj_ulevo(%x,%u)\t\t= ", x, n);
stampaj_bitove(rotiraj_ulevo(x, n));
122
printf("rotiraj_udesno(%x,%u)\t\t= ", x, n);
124 stampaj_bitove(rotiraj_udesno(x, n));

printf("rotiraj_udesno_oznaceni(%x,%u)\t\t= ", x, n);
126 stampaj_bitove(rotiraj_udesno_oznaceni(x, n));
128
printf("rotiraj_udesno_oznaceni(~%x,%u)\t\t= ", x, n);
130 stampaj_bitove(rotiraj_udesno_oznaceni(~x, n));

132 return 0;
}

```

Rešenje 1.10

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

1 Uvodni zadaci

```
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
20            prethodno postavljeni bitovi dobijaju veću poziciju. Novi bit
21            se postavlja na najnižu 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

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

```
4  /* Funkcija vraca 1 ukoliko je u binarnoj reprezentaciji broja n
   broj jedinica veci od broja nula. U suprotnom funkcija vraca 0 */
6  int broj_01(unsigned int n)
   {
8     int broj_nula, broj_jedinica;
     unsigned int maska;

10    broj_nula = 0;
    broj_jedinica = 0;

12    /* Maska je inicijalizovana tako da moze da analizira bit najvece
       tezine */
14    maska = 1 << (sizeof(unsigned int) * 8 - 1);

16    /* 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 */
20    while (maska != 0) {

22        /* Provera da li se na poziciji koju odredjuje maska nalazi 0
           ili 1 i uveca se odgovarajuci brojac */
24        if (n & maska) {
           broj_jedinica++;
26        } else {
           broj_nula++;
28        }

30        /* Pomera se maska u desnu stranu */
        maska = maska >> 1;
32    }

34    /* Ako je broj jedinica veci od broja nula funkcija vraca 1, u
       suprotnom vraca 0 */
36    return (broj_jedinica > broj_nula) ? 1 : 0;
   }

38  int main()
   {
40     unsigned int n;

42     /* Ucitava se broj */
44     scanf("%u", &n);

46     /* Ispisuje se rezultat */
48     printf("%d\n", broj_01(n));

     return 0;
50 }
```

Rešenje 1.12

1 Uvodni zadaci

```
1  #include <stdio.h>
2
3  /* Funkcija broji koliko se puta dve uzastopne jedinice pojavljuju u
4     binarnom zapisu celog čneoznaenog broja x */
5  int broj_parova(unsigned int x)
6  {
7      int broj_parova;
8      unsigned int maska;
9
10     /* Vrednost promenljive koja predstavlja broj parova se
11        inicijalizuje na 0 */
12     broj_parova = 0;
13
14     /* Postavlja se maska tako da moze da procita da li su dva
15        najmanja bita u zapisu broja x 11 */
16     /* Binarna reprezentacija broja 3 je 000...00011 */
17     maska = 3;
18
19     while (x != 0) {
20         /* Provera da li se na najmanjim pozicijama broj x nalazi 11 par
21            */
22         if ((x & maska) == maska) {
23             broj_parova++;
24         }
25
26         /* Pomera se broj u desnu stranu da bi se u narednoj iteraciji
27            proveravao sledeci par bitova. Pomeranjem u desno bit najvece
28            tezine se popunjava nulom jer je x neoznaceni broj */
29         x = x >> 1;
30     }
31
32     /* Vraca se dobijena vrednost */
33     return broj_parova;
34 }
35
36 int main()
37 {
38     unsigned int x;
39
40     /* Ucitava se broj */
41     scanf("%u", &x);
42
43     /* Ispisuje se rezultat */
44     printf("%d\n", broj_parova(x));
45
46     return 0;
47 }
```

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 neoznaceni 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
        odgovarajuca slova 'A', 'B', ... 'F') */
        if (vrednost < 10) {
            s[i] = vrednost + '0';
        } else {
            s[i] = vrednost - 10 + 'A';
        }

        /* Primenljiva x se pomera za 4 bita u desnu stranu i time se u
        narednoj iteraciji posmatraju sledeca 4 bita */
    }
}

```

1 Uvodni zadaci

```
52     x = x >> 4;
53 }
54
55 /* Upisuje se terminirajuca nula */
56 s[MAKS_DUZINA - 1] = '\0';
57 }
58
59 int main()
60 {
61     unsigned int x;
62     char s[MAKS_DUZINA];
63
64     /* Ucitava se broj sa ulaza */
65     scanf("%u", &x);
66
67     /* Poziva se funkcija za prevodjenje */
68     prevod(x, s);
69
70     /* I stampa se dobijena niska */
71     printf("%s\n", s);
72
73     return 0;
74 }
```

Rešenje 1.17

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 /******
5  Resenje linearne slozenosti:
6  x^0 = 1
7  x^k = x * x^(k-1)
8  *****/
9 int stepen(int x, int k)
10 {
11     if (k == 0)
12         return 1;
13
14     return x * stepen(x, k - 1);
15     /* kraci zapis: return k == 0 ? 1 : x * stepen(x,k-1); */
16 }
17
18 /******
19  Resenje logaritamske slozenosti:
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     /* Ucitavanje rednog broja funkcije koja ce se primeniti */
44     printf("Unesite redni broj funkcije (1/2):\n");
45     scanf("%d", &ind);
46
47     /* Ucitavanje vrednosti za x i k */
48     printf("Unesite broj x:\n");
49     scanf("%d", &x);
50     printf("Unesite broj k:\n");
51     scanf("%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, "Greska: Neodgovarajuci redni broj funkcije.\n");
60         exit(EXIT_FAILURE);
61     }
62
63     exit(EXIT_SUCCESS);
64 }

```

Rešenje 1.18

```

#include <stdio.h>

2
/* NAPOMENA: Ovaj problem je iskoriscen da ilustruje uzajamnu
4     (posrednu) rekurziju */

6
/* Deklaracija funkcije neparan mora da bude navedena jer se ta
8     funkcija koristi u telu funkcije paran, tj. koristi se pre svoje
    definicije. Funkcija je mogla biti deklarisana i u telu funkcije
    paran. */

```

1 Uvodni zadaci

```
10 unsigned neparan(unsigned n);

12 /* Funkcija vraca 1 ako broj n ima paran broj cifara, inace vraca 0
   */
14 unsigned paran(unsigned n)
15 {
16     if (n <= 9)
17         return 0;
18     else
19         return neparan(n / 10);
20 }

22 /* Funkcija vraca 1 ako broj n ima neparan broj cifara, inace vraca
   0 */
24 unsigned neparan(unsigned n)
25 {
26     if (n <= 9)
27         return 1;
28     else
29         return paran(n / 10);
30 }

32 int main()
33 {
34     int n;

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

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

42     return 0;
44 }
```

Rešenje 1.19

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 /* Pomocna funkcija koja izracunava n! * result. Koristi repnu
5    rekurziju. Result je argument u kome se akumulira do tada
6    izracunatu vrednost faktoriijela. Kada dodje do izlaza iz
7    rekurzije iz rekurzije potrebno je da vratimo result. */
8 int faktoriijel_repna(int n, int result)
9 {
10     if (n == 0)
11         return result;

13     return faktoriijel_repna(n - 1, n * result);
14 }
```

```
15 }
16
17 /* U sledecim funkcijama je prikazan postupak oslobadjanja od repne
18    rekurzije koja postoji u funkciji faktorijel_repna. */
19
20 /* Funkcija se transformise tako sto se rekurzivni poziv zemeni sa
21    naredbama kojima se vrednost argumenta funkcije postavlja na
22    vrednost koja bi se prosledjivala rekurzivnom pozivu i
23    navodjenjem goto naredbe za vracanje na pocetak tela funkcije. */
24 int faktorijel_repna_v1(int n, int result)
25 {
26     pocetak:
27     if (n == 0)
28         return result;
29
30     result = n * result;
31     n = n - 1;
32     goto pocetak;
33 }
34
35 /* Pisanje bezuslovnih skokova (goto naredbi) nije dobra
36    programerska praksa i prethodna funkcija se koristi samo kao
37    medjukorak. Sledi iterativno resenje bez bezuslovnih skokova */
38 int faktorijel_repna_v2(int n, int result)
39 {
40     while (n != 0) {
41         result = n * result;
42         n = n - 1;
43     }
44
45     return result;
46 }
47
48 /* Prilikom poziva prethodnih funkcija pored prvog argumenta celog
49    broja n, mora da se salje i 1 za vrednost drugog argumenta u kome
50    ce se akumulirati rezultat. Funkcija faktorijel(n) je ovde radi
51    udobnosti korisnika, jer je sasvim prirodno da za faktorijel
52    zahteva samo 1 parametar. Funkcija faktorijel izracunava n!, tako
53    sto odgovarajucoj gore navedenoj funkciji koja zaista racuna
54    faktorijel, salje ispravne argumente i vraca rezultat koju joj ta
55    funkcija vrati. Za testiranje, zameniti u telu funkcije faktorijel
56    poziv faktorijel_repna sa pozivom faktorijel_repna_v1, a zatim sa
57    pozivom funkcije faktorijel_repna_v2. */
58 int faktorijel(int n)
59 {
60     return faktorijel_repna(n, 1);
61 }
62
63 int main()
64 {
65     int n;
```

1 Uvodni zadaci

```
/* 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>
3  /* a) Funkcija racuna n-ti element u nizu F - iterativna verzija */
   int f_iterativna(int n, int a, int b)
5  {
    int i;
7   int f_0 = 0;
    int f_1 = 1;
9   int tmp;

11  if (n == 0)
    return 0;
13
    for (i = 2; i <= n; i++) {
15     tmp = a * f_1 + b * f_0;
        f_0 = f_1;
17     f_1 = tmp;
    }
19
    return f_1;
21 }

23 /* b) Funkcija racuna n-ti element u nizu F - rekurzivna verzija */
   int f_rekurzivna(int n, int a, int b)
25 {
    /* Izlaz iz rekurzije */
27     if (n == 0 || n == 1)
        return n;
29
    /* Rekurzivni pozivi */
31     return a * f_rekurzivna(n - 1, a, b) +
        b * f_rekurzivna(n - 2, a, b);
33 }

35 /* NAPOMENA: U slucaju da se rekurzijom problem svodi na vise manjih
```

```

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

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

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

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

65
66     /* Izlaz iz rekurzije */
67     if (n == 0 || n == 1)
68         return f[n] = n;

69
70     /* Rekurzivni pozivi */
71     return f[n] =
72         a * f_napredna(n - 1, a, b) + b * f_napredna(n - 2, a, b);
73 }

74
75 int main()
76 {
77     int n, a, b, ind;

78
79     /* Unosi se redni broj funkcije koja ce se primeniti */
80     printf("Unesite redni broj funkcije:\n");
81     printf("1 - iterativna\n");
82     printf("2 - rekurzivna\n");
83     printf("3 - rekurzivna napredna\n");
84     scanf("%d", &ind);

85
86     /* Ucitaju se koeficijenti a i b */
87     printf("Unesite koeficijente:\n");

```

1 Uvodni zadaci

```
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 rekurzije: ako je broj jednocifren */
    if (x < 10)
6         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
16 int main()
{
18     unsigned int x;

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

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

24     return 0;
26 }
```

Rešenje 1.23


```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #define MAKS_DIM 100
4
5  /* Ako je n<=0, onda je suma niza jednaka nuli. Ako je n>0, onda je
6   suma niza jednaka sumi prvih n-1 elementa uvecenoj za poslednji
7   element niza. */
8  int suma_niza_1(int *a, int n)
9  {
10     if (n <= 0)
11         return 0;
12
13     return suma_niza_1(a, n - 1) + a[n - 1];
14 }
15
16 /* Funkcija napisana na drugi nacin: Ako je n<=0, onda je suma niza
17 jednaka nuli. Ako je n>0, suma niza je jednaka zbiru prvog
18 elementa niza i sume preostalih n-1 elementa. */
19 int suma_niza_2(int *a, int n)
20 {
21     if (n <= 0)
22         return 0;
23
24     return a[0] + suma_niza_2(a + 1, n - 1);
25 }
26
27 int main()
28 {
29     int a[MAKS_DIM];
30     int n, i = 0, ind;
31
32     /* Ucitava se redni broj funkcije */
33     printf("Unesite redni broj funkcije (1 ili 2):\n");
34     scanf("%d", &ind);
35
36     /* Ucitava se broj elemenata niza */
37     printf("Unesite dimenziju niza:\n");
38     scanf("%d", &n);
39
40     /* Ucitava se n elemenata niza. */
41     printf("Unesite elemente niza:\n");
42     for (i = 0; i < n; i++)
43         scanf("%d", &a[i]);
44
45     /* Na osnovu vrednosti promenljive ind ispisuje se rezultat poziva
46 funkcije suma_niza_1, odnosno suma_niza_2 */
47     if (ind == 1)
48         printf("Suma elemenata je %d\n", suma_niza_1(a, n));
49     else if (ind == 2)
50         printf("Suma elemenata je %d\n", suma_niza_2(a, n));
51     else {
```

1 Uvodni zadaci

```
52     fprintf(stderr, "Greska: Neodgovarajuci redni broj funkcije.\n");
    exit(EXIT_FAILURE);
54 }

56     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

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 rekurziije: ako je niz dimenzije jedan, najveći je
       ujedno i jedini element niza */
10    if (n == 1)
        return niz[0];
12
14    /* Resava se problem 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, brojevi 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;
32    while (scanf("%d", &brojevi[i]) != EOF) {
        i++;
34        if (i == MAKS_DIM)
            break;
36    }
    n = i;
38

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

42    return 0;
}
```

```
}

```

Rešenje 1.25

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #define MAKS_DIM 256

5  /* Funkcija koja izracunava skalarni proizvod dva data vektora */
6  int skalarno(int a[], int b[], int n)
7  {
8      /* Izlazak iz rekurzije: vektori su duzine 0 */
9      if (n == 0)
10         return 0;

11     /* Na osnovu resenja problema dimenzije n-1, resava se problem
12     dimenzije n primenom definicije skalarnog proizvoda a*b =
13     a[0]*b[0] + a[1]*b[1] + ... + a[n-2]*a[n-2] + a[n-1]*a[n-1]
14     Dakle, skalarni proizvod dva vektora duzine n se dobija kada se
15     na skalarni proizvod dva vektora duzine n-1 koji se dobiju od
16     polazna dva vektora otklanjanjem poslednjih elemenata, doda
17     proizvod poslednja dva elementa polaznih vektora. */
18     else
19         return skalarno(a, b, n - 1) + a[n - 1] * b[n - 1];
20 }

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

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

28     /* Provera da li je dimenzija niza odgovarajuca */
29     if (n < 0 || n > MAKS_DIM) {
30         fprintf(stderr, "Greska: Dimenzija mora biti prirodan broj <= %d\n", MAKS_DIM);
31         exit(EXIT_FAILURE);
32     }

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

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

40     /* Ispisuje se rezultat skalarnog proizvoda dva učitana niza */

```

1 Uvodni zadaci

```
47 printf("Skalarni proizvod je %d\n", skalarno(a, b, n));
49 exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

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

26    /* Ucitava se ceo broj */
    printf("Unesite ceo broj:");
28    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:");
34    i = 0;
    while (scanf("%d", &a[i]) != EOF) {
36        i++;
38        if (i == MAKS_DIM)
            break;
40    }
42    n = i;

44    /* Ispisuje se broj pojavljivanja */
```

```

    printf("Broj pojavljivanja je %d\n", br_pojave(x, a, n));
46     return 0;
48 }

```

Rešenje 1.27

```

1  #include <stdio.h>
   #define MAKS_DIM 256
3
4  /* Funkcija koja proverava da li su tri zadata broja uzastopni
5     clanovi niza */
   int tri_uzastopna_clana(int x, int y, int z, int a[], int n)
7  {
8     /* Ako niz ima manje od tri elementa izlazi se iz rekurzije i
9        vraca se 0 jer nije ispunjeno da su x, y i z uzastopni clanovi
10       niza */
11     if (n < 3)
12         return 0;
13
14     /* Da bi bilo ispunjeno da su x, y i z uzastopni clanovi niza a
15        dovoljno je da su oni poslednja tri clana niza ili da se oni
16        rekuzivno tri uzastopna clana niza a bez poslednjeg elementa */
17     return ((a[n - 3] == x) && (a[n - 2] == y) && (a[n - 1] == z))
18         || tri_uzastopna_clana(x, y, z, a, n - 1);
19 }
20
21 int main()
22 {
23     int x, y, z, a[MAKS_DIM];
24     int n;
25
26     /* Ucitavaju se tri cela broja za koje se ispituje da li su
27        uzastopni clanovi niza */
28     printf("Unesite tri cela broja:");
29     scanf("%d%d%d", &x, &y, &z);
30
31     /* Sve dok se ne stigne do kraja ulaza, brojeve se ucitavaju u
32        niz. Promenljiva i predstavlja indeks tekuceg broja. U niz se
33        ne moze ucitati vise od MAKS_DIM brojeva, pa se u slucaju da
34        promenljiva i dostigne vrednost MAKS_DIM prekida unos novih
35        brojeva. */
36     printf("Unesite elemente niza:");
37     int i = 0;
38     while (scanf("%d", &a[i]) != EOF) {
39         i++;
40         if (i == MAKS_DIM)
41             break;
42     }
43     n = i;

```

1 Uvodni zadaci

```
45  /* Na osnovu rezultata poziva funkcije tri_uzastopna_clana
    ispisuje se odgovarajuca poruka */
47  if (tri_uzastopna_clana(x, y, z, a, n))
    printf("Uneti brojevi jesu uzastopni clanovi niza.\n");
49  else
    printf("Uneti brojevi nisu uzastopni clanovi niza.\n");
51  return 0;
53 }
```

Rešenje 1.28

```
#include <stdio.h>

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

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

32
int main()
34 {
   int x;
36
   /* Ucitava se ceo broj */
38   scanf("%x", &x);
```

```
40  /* Ispisuje se rezultat */
    printf("%d\n", prebroj(x));
42
    return 0;
44 }
```

Rešenje 1.30

```
#include <stdio.h>
2
/* Rekurzivna funkcija za odredjivanje najveće oktalne cifre */
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     /* Odredjuje se poslednja oktalna cifra u broju */
12     int poslednja_cifra = x & 7;

14     /* Odredjuje se maksimalna oktalna cifra 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 */
4 int maks_heksadekadna_cifra(unsigned x)
```

1 Uvodni zadaci

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

10
12 /* Odredjuje se poslednja heksadekadna cifra u broju */
   int poslednja_cifra = x & 15;

14 /* Odredjuje se maksimalna heksadekadna cifra 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
   : maks_bez_poslednje_cifre;
20 }

22 int main()
   {
24     unsigned x;

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

28
30     /* Ispisivanje vrednosti najveće heksadekadne cifre unetog broja */
       printf("%d\n", maks_heksadekadna_cifra(x));

32     return 0;
   }
```

Rešenje 1.32

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

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

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

14
16     /* 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 */
18     return (s[n - 1] == s[0]) && palindrom(s + 1, n - 2);
   }
```



```

20 int main()
21 {
22     char s[MAKS_DIM];
23     int n;
24
25     /* Ucitava se niska sa standardnog ulaza */
26     scanf("%s", s);
27
28     /* Odredjuje se duzina niske */
29     n = strlen(s);
30
31     /* Ispisuje se 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 vraca 1 ako se broj x nalazi u nizu a duzine n, a
   inace 0 */
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;
}

```

```

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

42   /* Izlaz iz rekurzije: Ako je pozicija na koju treba smestiti broj
      premasila velicinu skupa, onda se svi brojevi vec nalaze u
44   permutaciji i ispisuje se permutacija. */
   if (m > n) {
46     ispisi_niz(a, n);
     return;
48   }

50   /* 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).
52   Zatim, rekurzivno se pronalaze one permutacije koje odgovaraju
      ovako postavljenom pocetku permutacije. Kada se to zavrshi, vrsi
54   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,
56   funkcija zavrшава sa radom. Ukoliko takav broj postoji, onda se
      ponovo poziva rekurzivno pronalazenje odgovarajucih permutacija,
58   ali sada sa drugacije postavljenim prefiksom. */
   for (i = 1; i <= n; i++) {
60     /* 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
62     ponovo funkcija da dopuni ostatak permutacije posle
        upisivanja i na poziciju m. Inace, nastavlja se dalje,
64     trazeci broj koji se nije pojavio do sada u permutaciji. */
     if (!koriscen(a, m - 1, i)) {
66       a[m] = i;
       permutacija(a, m + 1, n);
68     }
   }
70 }

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

76   /* Ucitava se broj n iz odgovarajuceg opsega */
   scanf("%d", &n);
78   if (n < 0 || n > MAKS_DUZINA_PERMUTACIJE) {
80     fprintf(stderr,
```

```

    "Duzina permutacije mora biti broj iz intervala [0, %d]!\n
    n",
82     MAKS_DUZINA_PERMUTACIJE);
    exit(EXIT_FAILURE);
84 }

86 /* Ispisuju se permutacije duzine n */
    permutacija(a, 1, n);
88
    exit(EXIT_SUCCESS);
90 }

```

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. Ukoliko
8     je k strogo izmedju 0 i n, onda se koristi formula  $b_k(n,k) = b_{k-1}(n,k-1) + b_k(n-1,k)$  koja se moze izvesti iz definicije
    binomnog koeficijenata */
10     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 {
    return n > 0 ? 2 * suma_elemenata_hipotenuze(n - 1) : 1;

```

```
38 }
40 int main()
41 {
42     int n, k, i, d, r;
43
44     /* Ucitavaju se brojevi d i r */
45     scanf("%d %d", &d, &r);
46
47     /* Ispisuje se Paskalov trougao */
48     putchar('\n');
49     for (n = 0; n <= d; n++) {
50         for (i = 0; i < d - n; i++)
51             printf(" ");
52         for (k = 0; k <= n; k++)
53             printf("%4d", binomni_koeficijent(n, k));
54         putchar('\n');
55     }
56
57     /* Proverava se da li je r nenegativan */
58     if (r < 0) {
59         fprintf(stderr,
60             "Redni broj hipotenuze mora biti veci ili jednak od 0!\n"
61         );
62         exit(EXIT_FAILURE);
63     }
64
65     /* Ispisuje se suma elemenata hipotenuze */
66     printf("%d\n", suma_elementa_hipotenuze(r));
67
68     exit(EXIT_SUCCESS);
69 }
```

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
IZLAZ ZA GREŠKE:
Greska: Neodgovarajuća dimenzija niza.
```

[Rešenje 2.1]

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

- (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
IZLAZ ZA GREŠKE:
Greska: Neodgovarajuća dimenzija niza.
```

Primer 4

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite dimenziju niza: 101
IZLAZ ZA GREŠKE:
Greska: Neodgovarajuća 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
  koji su palindromi je 4.
```

Primer 2

```
POKRETANJE: ./a.out
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
  Broj argumenata
  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 2

DATOTEKA ULAZ.TXT NE POSTOJI

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

[Rešenje 2.6]

Primer 3

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

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

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

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:
IZLAZ ZA GREŠKE:
  Greska: Neuspesno otvaranje
  datoteke ulaz.txt.

```

Primer 4

```

POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt

ULAZ.TXT
  Ovo je sadrzaj ulaza.

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
IZLAZ ZA GREŠKE:
  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 po vrstama:
  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
IZLAZ ZA GREŠKE:
  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 po vrstama:
1 2 3
1 2 3
1 2 3
Unesite elemente druge matrice po vrstama:
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 po vrstama:
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 po vrstama:
1 2 3
5 6 7
1 4 2
Matrica nije ortonormirana.

```

[Rešenje 2.12]

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

- Napisati funkciju koja učitava elemente matrice sa standardnog ulaza
- 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 po vrstama:
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 po vrstama:
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: Vodi 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 po vrstama:
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
Greska: Neuspesna 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:
2 3
Unesite elemente matrice po vrstama:
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:
2 2
Unesite elemente matrice po vrstama:
-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 dimenzije $n \times m$.
- (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 deallocira 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 dimenzije $n \times m$ 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 dimenzije $n \times m$ 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 dimenzije $n \times m$ 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 neuspešnog 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 dimenzije $n \times m$ u već otvorenu datoteku f . U slučaju neuspešnog 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 neuspešnog 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:
Unesite broj vrsta matrice: 3
Unesite broj kolona matrice: 4
Unesite 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:
Unesite broj vrsta matrice: 5
Unesite broj kolona matrice: 0
IZLAZ ZA GREŠKE:
Greska: Broj vrsta i broj kolona ne mogu
biti negativni brojevi.
```

- (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.

Test 1

```
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
```

Test 2

```
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 ZA GREŠKE:
Greska: Neispravan pocetak
datoteke.
```

Test 3

```
POKRETANJE: ./a.out

IZLAZ:
Koriscenje programa:
./a.out datoteka
```

[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 za rad sa celobrojnim matricama iz zadatka 2.19.*

Primer 1

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

[Rešenje 2.20]

Zadatak 2.21 Za zadatu 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 za rad sa celobrojnim matricama iz zadatka 2.19.*

Primer 1

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

Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite broj vrsta i broj kolona:
2 4
Unesite elemente matrice po vrstama:
1 2 3 4
8 7 6 5
Kolona pod rednim brojem 1 ima
najveci 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 dimenzije $m \times n$ 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 datoteke se nalaze broj vrsta m i broj kolona n matrica, 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 za rad sa celobrojn timericama iz zadatka 2.19.*

Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite elemente niza, nulu za kraj:
1 2 3 0
Trazena 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
Trazena 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_slicice ime_reprezentacije_kojoj_slicica_pripada`
Pomozite Petru da otkrije koliko mu sličica ukupno nedostaje, kao i da pronađe ime reprezentacije čijih sličica ima najmanje. Dobijene podatke ispisati na standardni izlaz. NAPOMENA: *Koristiti `realloc()` funkciju za realokaciju memorije.*

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 slicica.
Reprezentacija za koju je sakupio
najmanji broj slicica 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
cetvorougla.
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 $[a, b]$. Re-

alni 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>  
  
4 #define MAX 100  
  
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 }
```

```

16 }
18 /* Funkcija obrće elemente niza koriscenjem pokazivacke sintakse */
void obrni_niz_v2(int *a, int n)
20 {
    /* Pokazivaci na elemente niza */
22     int *prvi, *poslednji;

    /* Vrsi se obrtanje niza */
24     for (prvi = a, poslednji = a + n - 1; prvi < poslednji;) {
26         int t = *prvi;

        /* Na adresu na koju pokazuje pokazivac "prvi" postavlja se
        vrednost koja se nalazi na adresi na koju pokazuje pokazivac
        "poslednji". Nakon toga se pokazivac "prvi" uvecava za jedan
        sto za posledicu ima da "prvi" pokazuje na sledeci element u
        nizu */
32         *prvi++ = *poslednji;

        /* Vrednost promenljive "t" se postavlja na adresu na koju
        pokazuje pokazivac "poslednji". Ovaj pokazivac se zatim
        umanjuje za jedan, cime pokazivac "poslednji" pokazuje na
        element koji mu prethodi u nizu */
38         *poslednji-- = t;
40     }

    /******
    Drugi nacin za obrtanje niza
44
    for (prvi = a, poslednji = a + n - 1; prvi < poslednji;
46         prvi++, poslednji--) {

        int t = *prvi;
48         *prvi = *poslednji;
        *poslednji = t;
50     }
    *****/
52 }

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

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

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

62     printf("Unesite dimenziju niza: ");
64     scanf("%d", &n);
66

```

```
68  /* 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 (p = a; p - a < n; p++)
    scanf("%d", p);
78
    obrni_niz_v1(a, n);
80
    printf("Nakon obrtanja elemenata, niz je:\n");
82
    for (p = a; p - a < n; p++)
84      printf("%d ", *p);
    printf("\n");
86
    obrni_niz_v2(a, n);
88
    printf("Nakon ponovnog obrtanja elemenata, niz je:\n");
90
    for (p = a; p - a < n; p++)
92      printf("%d ", *p);
    printf("\n");
94
    exit(EXIT_SUCCESS);
96 }
```

Rešenje 2.2

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

4  #define MAX 100

6  /* Funkcija izracunava zbir elemenata niza */
double zbir(double *a, int n)
8  {
    double s = 0;
10   int i;

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

14   return s;
    }
16

    /* Funkcija izracunava proizvod elemenata niza */
18  double proizvod(double *a, int n)
```



```
{
20     double p = 1;

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

24     return p;
26 }

28 /* Funkcija izracunava minimalni element niza */
double min(double *a, int n)
30 {
    /* Na pocetku, minimalni element je prvi element */
32     double min = *a;
    int i;

34     /* Ispituje se da li se medju ostalim elementima niza nalazi
36         minimalni */
    for (i = 1; i < n; i++)
38         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
52         maksimalni */
    for (a++, n--; n > 0; a++, n--)
54         if (*a > max)
            max = *a;

56     return max;
58 }

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

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

68     /* Proverava se da li je doslo do prekoračenja ograničenja
70     dimenzije */
    if (n <= 0 || n > MAX) {
```

```
72     fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija niza.\n");
    exit(EXIT_FAILURE);
74 }

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

78
80 /* Vrsi se testiranje definisanih funkcija */
    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

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

4  #define MAX 100

6  /* Funkcija povecava za jedan sve elemente u prvoj polovini niza a
    smanjuje za jedan sve elemente u drugoj polovini niza. Ukoliko
    niz ima neparan broj elemenata, srednji element ostaje
    nepromenjen */
10 void povecaj_smanji(int *a, int n)
    {
12         int *prvi = a;
        int *poslednji = a + n - 1;

14
        while (prvi < poslednji) {

16
            /* Uvecava se element na koji pokazuje pokazivac "prvi" */
18            (*prvi)++;

20
            /* Pokazivac "prvi" se pomera na sledeci element */
            prvi++;

22
            /* Smanjuje se vrednost elementa na koji pokazuje pokazivac
            "poslednji" */
24            (*poslednji)--;

26
            /* Pokazivac "poslednji" se pomera na prethodni element */
28            poslednji--;
        }

30
32     /******
        Drugi nacin:
```

```

34     while (prvi < poslednji) {
        (*prvi++)++;
        (*poslednji--)--;
36     }
    /* **** */
38 }

40 int main()
41 {
42     int a[MAX];
43     int n;
44     int *p;

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

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     }

54     printf("Unesite elemente niza:\n");
55     for (p = a; p - a < n; p++)
56         scanf("%d", p);

57     povecaj_smanji(a, n);

58     printf("Transformisan niz je:\n");
59     for (p = a; p - a < n; p++)
60         printf("%d ", *p);
61     printf("\n");

62     exit(EXIT_SUCCESS);
63 }

```

Rešenje 2.4

```

#include <stdio.h>

2
int main(int argc, char *argv[])
4
{
    int i;
    char tip_ispisa;

6

8     printf("Broj argumenata komandne linije je %d.\n", argc);

10     printf("Kako zelite da ispisete argumente, koriscenjem"
11           " indeksne ili pokazivacke sintakse (I ili P)? ");
12     scanf("%c", &tip_ispisa);

```

```
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;
34     argc = i;
35 }
36
37 printf("Pocetna slova argumenata komandne linije:\n");
38 if (tip_ispisa == 'I') {
39     /* koristeći indeksnu sintaksu */
40     for (i = 0; i < argc; i++)
41         printf("%c ", argv[i][0]);
42     printf("\n");
43 } else if (tip_ispisa == 'P') {
44     /* koristeći pokazivacku sintaksu */
45     for (i = 0; i < argc; i++)
46         printf("%c ", **argv++);
47     printf("\n");
48 }
49
50 return 0;
51 }
```

Rešenje 2.5

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <string.h>
3
4 #define MAX 100
5
6 /* Funkcija ispituje da li je niska palindrom, odnosno da li se isto
7    cita sprede i odpozadi */
8 int palindrom(char *niska)
9 {
```

```

11     int i, j;
12     for (i = 0, j = strlen(niska) - 1; i < j; i++, j--)
13         if (*(niska + i) != *(niska + j))
14             return 0;
15     return 1;
16 }
17
18 int main(int argc, char **argv)
19 {
20     int i, n = 0;
21
22     /* Multi argument komandne linije je ime izvrsnog programa */
23     for (i = 1; i < argc; i++)
24         if (palindrom(*(argv + i)))
25             n++;
26
27     printf("Broj argumenata koji su palindromi je %d.\n", n);
28
29     return 0;
30 }

```

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     /* Ukoliko korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se
21     greska */
22     if (argc < 3) {
23         fprintf(stderr, "Greska: ");
24         fprintf(stderr, "Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
25         fprintf(stderr, "Program se poziva sa %s ime_dat br_karaktera\n",
26                 argv[0]);
27         exit(EXIT_FAILURE);
28     }
29 }

```

```
29  /* Otvara se datoteka sa imenom koje se zadaje kao prvi argument
31     komandne linije. */
    in = fopen(*(argv + 1), "r");
33  if (in == NULL) {
        fprintf(stderr, "Greska: ");
35     fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[1]);
        exit(EXIT_FAILURE);
37  }

39  n = atoi(*(argv + 2));

41  /* Broje se reci cija je duzina jednaka broju zadatom drugim
     argumentom komandne linije */
43  while (fscanf(in, "%s", rec) != EOF)
        if (duzina(rec) == n)
45     br++;

47  printf("Broj reci ciji je broj karaktera %d je %d.\n", n, br);

49  /* Zatvara se datoteka */
    fclose(in);

51  exit(EXIT_SUCCESS);
53 }
```

Rešenje 2.7

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

3

    #define MAX_KARAKTERA 100

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

13

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

23
```

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

31 /* Funkcija ispituje da li je niska zadata drugim argumentom
32    funkcije sufiks niske zadate prvi argumentom funkcije */
33 int sufiks_niske(char *niska, char *sufiks)
34 {
35     int duzina_sufiksa = duzina_niske(sufiks);
36     int duzina_niske_pom = duzina_niske(niska);
37     if (duzina_sufiksa <= duzina_niske_pom &&
38         poredjenje_niski(niska + duzina_niske_pom -
39                          duzina_sufiksa, sufiks) == 0)
41         return 1;
    return 0;
43 }

45 /* Funkcija ispituje da li je niska zadata drugim argumentom
46    funkcije prefiks niske zadate prvi argumentom funkcije */
47 int prefiks_niske(char *niska, char *prefiks)
48 {
49     int i;
    int duzina_prefiksa = duzina_niske(prefiks);
51     int duzina_niske_pom = duzina_niske(niska);
    if (duzina_prefiksa <= duzina_niske_pom) {
53         for (i = 0; i < duzina_prefiksa; i++)
54             if (*(prefiks + i) != *(niska + i))
55                 return 0;
        return 1;
57     } else
        return 0;
59 }

61 int main(int argc, char **argv)
{
63     /* Ukoliko korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se
64        greska */
65     if (argc < 4) {
66         fprintf(stderr, "Greska: ");
67         fprintf(stderr, "Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
68         fprintf(stderr, "Program se poziva sa\n");
69         fprintf(stderr, "%s ime_dat suf/pref -s/-p\n", argv[0]);
70         exit(EXIT_FAILURE);
71     }

73     FILE *in;
    int br = 0;
75     char rec[MAX_KARAKTERA + 1];
```

```
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",
91            *(argv + 2), 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 pocinju na %s je %d.\n", *(argv + 2), br);
96  }
97
98  fclose(in);
99
100 exit(EXIT_SUCCESS);
101 }
```

Rešenje 2.8

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <math.h>
3  #include <stdlib.h>
4
5  #define MAX 100
6
7  /* Funkcija izracunava trag matrice */
8  int trag(int M[][MAX], int n)
9  {
10     int trag = 0, i;
11     for (i = 0; i < n; i++)
12         trag += M[i][i];
13     return trag;
14 }
15
16 /* Funkcija izracunava euklidsku normu matrice */
17 double euklidska_norma(int M[][MAX], int n)
18 {
19     double norma = 0.0;
20     int i, j;
21
22     for (i = 0; i < n; i++)
```



```

23     for (j = 0; j < n; j++)
        norma += M[i][j] * M[i][j];
25
26     return sqrt(norma);
27 }
28
29 /* Funkcija izracunava gornju vandijagonalnu normu matrice */
30 int gornja_vandijagonalna_norma(int M[][MAX], int n)
31 {
32     int norma = 0;
33     int i, j;
34
35     for (i = 0; i < n; i++) {
36         for (j = i + 1; j < n; j++)
37             norma += abs(M[i][j]);
38     }
39
40     return norma;
41 }
42
43 int main()
44 {
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 po vrstama:\n ");
58     for (i = 0; i < n; i++)
59         for (j = 0; j < n; j++)
60             scanf("%d", &A[i][j]);
61
62     /* Ispis sadrzaja 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",
90           euklidska_norma(A, n));
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     }
```

```

}
29
/* Funkcija proverava da li su zadate kvadratne matrice a i b
31   dimenzije n jednake */
int jednake_matrice(int a[][MAX], int b[][MAX], int n)
33 {
    int i, j;
35
    for (i = 0; i < n; i++)
37         for (j = 0; j < n; j++)
            if (a[i][j] != b[i][j])
39                 return 0;

41     /* Prošla je provera jednakosti za sve parove elemenata koji su na
        istim pozicijama. To znaci da su matrice jednake */
43     return 1;
}
45
/* Funkcija izracunava zbir dve kvadratne matrice */
47 void saberi(int a[][MAX], int b[][MAX], int c[][MAX], int n)
{
49     int i, j;

51     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
53             c[i][j] = a[i][j] + b[i][j];
}
55

/* Funkcija izracunava proizvod dve kvadratne matrice */
57 void pomnozi(int a[][MAX], int b[][MAX], int c[][MAX], int n)
{
59     int i, j, k;

61     for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++) {
63             /* Mnozi se i-ta vrsta prve sa j-tom kolonom druge matrice */
            c[i][j] = 0;
65             for (k = 0; k < n; k++)
                c[i][j] += a[i][k] * b[k][j];
67         }
}
69

int main()
71 {
    /* Matrice cijij se elementi zadaju sa ulaza */
73     int a[MAX][MAX], b[MAX][MAX];

75     /* Matrice zbira i proizvoda */
    int zbir[MAX][MAX], proizvod[MAX][MAX];
77
    /* Dimenzija kvadratnih matrica */
79     int n;
```

```
81 printf("Unesite broj vrsta matrica:\n");
   scanf("%d", &n);
83
   /* Proverava se da li je doslo do prekoracenja */
85 if (n > MAX || n <= 0) {
   fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija ");
87   fprintf(stderr, "matrica.\n");
   exit(EXIT_FAILURE);
89 }

91 printf("Unesite elemente prve matrice po vrstama:\n");
   ucitaj_matricu(a, n);
93 printf("Unesite elemente druge matrice po vrstama:\n");
   ucitaj_matricu(b, n);
95
   /* Izracunava se zbir i proizvod matrica */
97 saberi(a, b, zbir, n);
   pomnozi(a, b, proizvod, n);
99
   /* Ispisuje se rezultat */
101 if (jednake_matrice(a, b, n) == 1)
   printf("Matrice su jednake.\n");
103 else
   printf("Matrice nisu jednake.\n");
105
   printf("Zbir matrica je:\n");
   ispisi_matricu(zbir, n);
107
   printf("Proizvod matrica je:\n");
   ispisi_matricu(proizvod, n);
109
111 exit(EXIT_SUCCESS);
113 }
```

Rešenje 2.10

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

4 #define MAX 64

6 /* Funkcija proverava da li je relacija refleksivna. Relacija je
   refleksivna ako je svaki element u relaciji sa sobom, odnosno ako
   se u matrici relacije na glavnoj dijagonali nalaze jedinice */
8 int refleksivnost(int m[][MAX], int n)
10 {
   int i;
12
   for (i = 0; i < n; i++) {
14     if (m[i][i] != 1)
```

```
        return 0;
16    }

18    return 1;
19 }

20 /* Funkcija odredjuje refleksivno zatvorenje zadate relacije. Ono je
22    odredjeno matricom koja sadrzi sve elemente polazne matrice
    dopunjene jedinicama na glavnoj dijagonali */
24 void ref_zatvorenje(int m[][MAX], int n, int zatvorenje[][MAX])
25 {
26     int i, j;

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

32     /* Na glavnoj dijagonali se postavljaju jedinice */
    for (i = 0; i < n; i++)
        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 {
46     int i, j;

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

54    return 1;
56 }

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

    for (i = 0; i < n; i++)
66         for (j = 0; j < n; j++)
```

```
        zatvorenje[i][j] = m[i][j];
68
    for (i = 0; i < n; i++)
69        for (j = 0; j < n; j++)
70            if (zatvorenje[i][j] == 1)
71                zatvorenje[j][i] = 1;
72    }
73
74
75    /* Funkcija proverava da li je relacija tranzitivna. Relacija je
76       tranzitivna ako ispunjava sledece svojstvo: ako je element "i" u
77       relaciji sa elementom "j" i element "j" u relaciji sa elementom
78       "k", onda je i element "i" u relaciji sa elementom "k" */
79    int tranzitivnost(int m[][MAX], int n)
80    {
81        int i, j, k;
82
83        for (i = 0; i < n; i++)
84            for (j = 0; j < n; j++)
85                /* Ispituje se da li postoji element koji narušava *
86                   tranzitivnost */
87                for (k = 0; k < n; k++)
88                    if (m[i][k] == 1 && m[k][j] == 1 && m[i][j] == 0)
89                        return 0;
90
91        return 1;
92    }
93
94
95    /* Funkcija određuje refleksivno-tranzitivno zatvorenje zadate
96       relacije koriscenjem Varsalovog algoritma */
97    void ref_tran_zatvorenje(int m[][MAX], int n, int zatvorenje[][MAX])
98    {
99        int i, j, k;
100
101        /* Prepisuju se vrednosti elemenata pocetne matrice */
102        for (i = 0; i < n; i++)
103            for (j = 0; j < n; j++)
104                zatvorenje[i][j] = m[i][j];
105
106        /* Odredjuje se reflektivno zatvorenje matrice */
107        for (i = 0; i < n; i++)
108            zatvorenje[i][i] = 1;
109
110        /* Primenom Varsalovog algoritma određuje 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 }
121
122 /* Funkcija ispisuje elemente matrice */
123 void pisi_matricu(int m[][MAX], int n)
124 {
125     int i, j;
126
127     for (i = 0; i < n; i++) {
128         for (j = 0; j < n; j++)
129             printf("%d ", m[i][j]);
130         printf("\n");
131     }
132 }
133
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
141     /* Provera da li je korisnik nije uneo trazene argumente */
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]);
```

```
172  /* Ispisuje se rezultat */
    printf("Relacija %s refleksivna.\n",
           refleksivnost(m, n) == 1 ? "jeste" : "nije");
174
    printf("Relacija %s simetricna.\n",
           simetricnost(m, n) == 1 ? "jeste" : "nije");
176
    printf("Relacija %s tranzitivna.\n",
           tranzitivnost(m, n) == 1 ? "jeste" : "nije");
178
    printf("Refleksivno zatvorenje relacije:\n");
    ref_zatvorenje(m, n, pomocna);
    pisi_matricu(pomocna, n);
180
    printf("Simetricno zatvorenje relacije:\n");
    sim_zatvorenje(m, n, pomocna);
    pisi_matricu(pomocna, n);
182
    printf("Refleksivno-tranzitivno zatvorenje relacije:\n");
    ref_tran_zatvorenje(m, n, pomocna);
    pisi_matricu(pomocna, n);
184
    /* Zatvara se datoteka */
    fclose(ulaz);
186
    exit(EXIT_SUCCESS);
188
}
```

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;
    int max_na_sporednoj_dijagonali = m[0][n - 1];
12
    for (i = 1; i < n; i++)
        if (m[i][n - 1 - i] > max_na_sporednoj_dijagonali)
14             max_na_sporednoj_dijagonali = m[i][n - 1 - i];
16
    return max_na_sporednoj_dijagonali;
18
}
20

/* Funkcija izracunava indeks kolone najmanjeg elementa */
```



```
22 int indeks_min(int m[][MAX], int n)
23 {
24     int i, j;
25     int min = m[0][0], indeks_kolone = 0;
26
27     for (i = 0; i < n; i++)
28         for (j = 0; j < n; j++)
29             if (m[i][j] < min) {
30                 min = m[i][j];
31                 indeks_kolone = j;
32             }
33
34     return indeks_kolone;
35 }
36
37 /* Funkcija izracunava indeks vrste najveceg elementa */
38 int indeks_max(int m[][MAX], int n)
39 {
40     int i, j;
41     int max = m[0][0], indeks_vrste = 0;
42
43     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_vrste = i;
48             }
49     return indeks_vrste;
50 }
51
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
58     for (i = 0; i < n; i++)
59         for (j = 0; j < n; j++)
60             if (m[i][j] < 0)
61                 broj_negativnih++;
62
63     return broj_negativnih;
64 }
65
66 int main(int argc, char *argv[])
67 {
68     int m[MAX][MAX];
69     int n;
70     int i, j;
71
72     /* Proverava se broj argumenata komandne linije */
73     if (argc < 2) {
```

```
74     printf("Greska: ");
75     printf("Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
76     printf("Program se poziva sa %s br_vrsta_mat.\n", argv[0]);
77     exit(EXIT_FAILURE);
78 }
79
80 /* Ucitava se broj vrsta matrice */
81 n = atoi(argv[1]);
82
83 if (n > MAX || n <= 0) {
84     fprintf(stderr, "Greska: Neodgovarajuci broj ");
85     fprintf(stderr, "vrsta matrice.\n");
86     exit(EXIT_FAILURE);
87 }
88
89 /* Ucitava se matrica */
90 printf("Unesite elemente matrice dimenzije %dx%d:\n", n, n);
91 for (i = 0; i < n; i++)
92     for (j = 0; j < n; j++)
93         scanf("%d", &m[i][j]);
94
95 printf("Najveci element sporedne dijagonale je %d.\n",
96        max_sporedna_dijagonala(m, n));
97
98 printf("Indeks kolone sa najmanjim elementom je %d.\n",
99        indeks_min(m, n));
100
101 printf("Indeks vrste sa najvećim elementom je %d.\n",
102        indeks_max(m, n));
103
104 printf("Broj negativnih elemenata matrice je %d.\n",
105        broj_negativnih(m, n));
106
107 exit(EXIT_SUCCESS);
108 }
```

Rešenje 2.12

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #define MAX 32
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++)
```

```
15     scanf("%d", &m[i][j]);
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 je zadata matrica ortonormirana,
31    odnosno, da li je normirana i ortogonalna. Matrica je normirana
32    ako je proizvod svake vrste matrice sa samom sobom jednak
33    jedinici. Matrica je ortogonalna, ako je proizvod dve bilo koje
34    razlicite vrste matrice jednak nuli */
35 int ortonormirana(int m[][MAX], int n)
36 {
37     int i, j, k;
38     int proizvod;
39
40     /* Ispituje se uslov normiranosti */
41     for (i = 0; i < n; i++) {
42         proizvod = 0;
43
44         for (j = 0; j < n; j++)
45             proizvod += m[i][j] * m[i][j];
46
47         if (proizvod != 1)
48             return 0;
49     }
50
51     /* Ispituje se uslov ortogonalnosti */
52     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
53         for (j = i + 1; j < n; j++) {
54
55             proizvod = 0;
56
57             for (k = 0; k < n; k++)
58                 proizvod += m[i][k] * m[j][k];
59
60             if (proizvod != 0)
61                 return 0;
62         }
63     }
64
65     /* Ako su oba uslova ispunjena, matrica je ortonormirana */
```

```
    return 1;
67 }

69 int main()
70 {
71     int A[MAX][MAX];
72     int n;

73     printf("Unesite broj vrsta matrice: ");
74     scanf("%d", &n);

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

80     printf("Unesite elemente matrice po vrstama:\n");
81     ucitaj_matricu(A, n);

82     printf("Matrica %s ortonormirana.\n",
83            ortonormirana(A, n) ? "je" : "nije");

84     exit(EXIT_SUCCESS);
85 }
86 }
```

Rešenje 2.13

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

4 #define MAX 32

6 /* Funkcija ucitava elemente kvadratne matrice dimenzije n sa
   standardnog ulaza */
8 void ucitaj_matricu(int m[][MAX], int n)
9 {
10     int i, j;

11     for (i = 0; i < n; i++)
12         for (j = 0; j < n; j++)
13             scanf("%d", &m[i][j]);
14 }

15
16 /* Funkcija ispisuje elemente kvadratne matrice dimenzije n na
   standardni izlaz */
18 void ispis_matricu(int m[][MAX], int n)
19 {
20     int i, j;

21     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,
31    odnosno, da li je normirana i ortogonalna. Matrica je normirana
32    ako je proizvod svake vrste matrice sa samom sobom jednak
33    jedinici. Matrica je ortogonalna, ako je proizvod dve bilo koje
34    razlicite vrste matrice jednak nuli */
35 int ortonormirana(int m[][MAX], int n)
36 {
37     int i, j, k;
38     int proizvod;
39
40     /* Ispituje se uslov normiranosti */
41     for (i = 0; i < n; i++) {
42         proizvod = 0;
43
44         for (j = 0; j < n; j++)
45             proizvod += m[i][j] * m[i][j];
46
47         if (proizvod != 1)
48             return 0;
49     }
50
51     /* Ispituje se uslov ortogonalnosti */
52     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
53         for (j = i + 1; j < n; j++) {
54
55             proizvod = 0;
56
57             for (k = 0; k < n; k++)
58                 proizvod += m[i][k] * m[j][k];
59
60             if (proizvod != 0)
61                 return 0;
62         }
63     }
64
65     /* Ako su oba uslova ispunjena, matrica je ortonormirana */
66     return 1;
67 }
68
69 int main()
70 {
71     int A[MAX][MAX];
72     int n;
73
74     printf("Unesite broj vrsta matrice: ");
75     scanf("%d", &n);
```

```
76     if (n > MAX || n <= 0) {
77         fprintf(stderr, "Greska: neodgovarajuca dimenzija ");
78         fprintf(stderr, "matrice.\n");
79         exit(EXIT_FAILURE);
80     }
81
82     printf("Unesite elemente matrice po vrstama:\n");
83     ucitaj_matricu(A, n);
84
85     printf("Matrica %s ortonormirana.\n",
86           ortonormirana(A, n) ? "je" : "nije");
87
88     exit(EXIT_SUCCESS);
89 }
90 }
```

Rešenje 2.15

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int main()
5  {
6      int *p = NULL;
7      int i, n;
8
9      printf("Unesite dimenziju niza: ");
10     scanf("%d", &n);
11
12     /* Rezervise se prostor za n celih brojeva */
13     if ((p = (int *) malloc(sizeof(int) * n)) == NULL) {
14         fprintf(stderr, "Greska: Neupesna alokacija memorije.\n");
15         exit(EXIT_FAILURE);
16     }
17
18     printf("Unesite elemente niza: ");
19     for (i = 0; i < n; i++)
20         scanf("%d", &p[i]);
21
22     printf("Niz u obrnutom poretku je: ");
23     for (i = n - 1; i >= 0; i--)
24         printf("%d ", p[i]);
25     printf("\n");
26
27     /* Oslobadja se prostor rezervisan funkcijom malloc() */
28     free(p);
29
30     exit(EXIT_SUCCESS);
31 }
```

Rešenje 2.16

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  #define KORAK 10
5
6  int main()
7  {
8      /* Adresa prvog alociranog bajta */
9      int *a = NULL;
10
11     /* Velicina alocirane memorije */
12     int alocirano;
13
14     /* Broj elemenata niza */
15     int n;
16
17     /* Broj koji se učitava sa ulaza */
18     int x;
19     int i;
20     int *b = NULL;
21     char realokacija;
22
23     /* Inicijalizacija */
24     alocirano = n = 0;
25
26     printf("Unesite zeljeni nacin realokacije (M ili R):\n");
27     scanf("%c", &realokacija);
28
29     printf("Unesite brojeve, nulu za kraj:\n");
30     scanf("%d", &x);
31
32     while (x != 0) {
33         if (n == alocirano) {
34             alocirano = alocirano + KORAK;
35
36             if (realokacija == 'M') {
37                 /* Vrsi se realokacija memorije sa novom velicinom */
38                 b = (int *) malloc(alocirano * sizeof(int));
39
40                 if (b == NULL) {
41                     fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija memorije.\n");
42                     free(a);
43                     exit(EXIT_FAILURE);
44                 }
45
46                 /* Svih n elemenata koji pocinju na adresi a prepisujemo na
47                  novu adresu b */
48                 for (i = 0; i < n; i++)
49                     b[i] = a[i];
50             }
51         }
52     }
53 }
```

```
        free(a);
52
    /* Promenljivoj a dodeljuje se adresa pocetka novog, veceg
54     bloka cija je adresa prilikom alokacije zapamcena u
    promenljivoj b */
56     a = b;
    } else if (realokacija == 'R') {
58
        /* Zbog funkcije realloc je neophodno da i u prvoj iteraciji
60         "a" bude inicijalizovano na NULL */
        a = (int *) realloc(a, alocirano * sizeof(int));
62        if (a == NULL) {
            fprintf(stderr,
64                "Greska: Neuspesna realokacija memorije.\n");
            exit(EXIT_FAILURE);
66        }
    }
68 }

70     a[n++] = x;

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

74
76     printf("Niz u obrnutom poretku je: ");
    for (n--; n >= 0; n--)
        printf("%d ", a[n]);
78     printf("\n");

80     /* Oslobadja se dinamicki alocirana memorija */
    free(a);
82
    exit(EXIT_SUCCESS);
84 }
```

Rešenje 2.17

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4
#define MAX 1000
6
/* Funkcija dinamicki kreira niz karaktera u koji smesta rezultat
8     nadovezivanja niski. Adresa kreiranog niza se vraca kao povratna
    vrednost. */
10 char *nadovezi(char *s, char *t)
{
12     char *p = (char *) malloc((strlen(s) + strlen(t) + 1)
        * sizeof(char));
14 }
```



```

16  /* Proverava se da li je memorija uspesno alocirana */
17  if (p == NULL) {
18      fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija 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");
35     scanf("%s", s1);
36     scanf("%s", s2);
37
38     /* Poziva se funkcija koja nadovezuje niske */
39     s = nadovezi(s1, s2);
40
41     /* Prikazuje se rezultat */
42     printf("Nadovezane niske: %s\n", s);
43
44     /* Oslobadja se memorija alocirana u funkciji nadovezi() */
45     free(s);
46
47     exit(EXIT_SUCCESS);
48 }

```

Rešenje 2.18

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <math.h>
4
5  int main()
6  {
7      int i, j;
8
9      /* Pokazivac na niz vrsta matrice realnih brojeva */
10     double **A = NULL;
11
12     /* Broj vrsta i broj kolona */
13     int n = 0, m = 0;
14
15     /* Trag matice */

```

```
double trag = 0;

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

21 /* Dinamicki se rezervise prostor za niz vrsta matrice */
A = (double **) malloc(sizeof(double *) * n);

23

25 /* Provera se da li je uspelo rezervisanje memorije */
if (A == NULL) {
25     fprintf(stderr, "Greska: Neupesna alokacija memorije.\n");
27     exit(EXIT_FAILURE);
27 }

29

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

35     /* Ukoliko je alokacija neuspesna, pre zavrsetka programa
        potrebno je osloboditi svih i-1 prethodno alociranih vrsta, i
        alocirani niz pokazivaca */
37     if (A[i] == NULL) {
37         for (j = 0; j < i; j++)
39             free(A[j]);
39         free(A);
41         exit(EXIT_FAILURE);
41     }
43 }

45 printf("Unesite elemente matrice po vrstama:\n");
47 for (i = 0; i < n; i++)
47     for (j = 0; j < m; j++)
49         scanf("%lf", &A[i][j]);

49

51 /* Izracunava se trag matrice, odnosno suma elemenata na glavnoj
    dijagonali */
trag = 0.0;

53

55 for (i = 0; i < n; i++)
55     trag += A[i][i];

57 printf("Trag unete matrice je %.2f.\n", trag);

59 /* Oslobadja se prostor rezervisan za svaku vrstu */
for (j = 0; j < n; j++)
61     free(A[j]);

63 /* Oslobadja se memorija za niz pokazivaca na vrste */
free(A);

65

67 exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

Rešenje 2.19

matrica.h

```

1  #ifndef _MATRICA_H_
2  #define _MATRICA_H_ 1
3
4  /* Funkcija dinamički alokira memoriju za matricu dimenzije n x m */
5  int **alociraj_matricu(int n, int m);
6
7  /* Funkcija dinamički alokira memoriju za kvadratnu matricu
   dimenzije n x n */
8  int **alociraj_kvadratnu_matricu(int n);
9
10 /* Funkcija oslobadja memoriju za matricu sa n vrsta */
11 int **dealociraj_matricu(int **matrica, int n);
12
13 /* Funkcija učitava već alociranu matricu dimenzije n x m sa
   standardnog ulaza */
14 void ucitaj_matricu(int **matrica, int n, int m);
15
16 /* Funkcija učitava već alociranu kvadratnu matricu dimenzije n sa
   standardnog ulaza */
17 void ucitaj_kvadratnu_matricu(int **matrica, int n);
18
19 /* Funkcija ispisuje matricu dimenzije n x m na standardnom izlazu */
20 void ispisi_matricu(int **matrica, int n, int m);
21
22 /* Funkcija ispisuje kvadratnu matricu dimenzije n na standardnom
   izlazu */
23 void ispisi_kvadratnu_matricu(int **matrica, int n);
24
25 /* Funkcija učitava već alociranu matricu dimenzije n x m iz
   datoteke f */
26 int ucitaj_matricu_iz_datoteke(int **matrica, int n, int m,
27                                FILE * f);
28
29 /* Funkcija učitava već alociranu kvadratnu matricu dimenzije n x n
   iz datoteke f */
30 int ucitaj_kvadratnu_matricu_iz_datoteke(int **matrica, int n,
31                                           FILE * f);
32
33 /* Funkcija upisuje matricu dimenzije n x m u datoteku f */
34 int upisi_matricu_u_datoteku(int **matrica, int n, int m, FILE * f);
35
36 /* Funkcija upisuje kvadratnu matricu dimenzije n x n u datoteku f */
37 int upisi_kvadratnu_matricu_u_datoteku(int **matrica, int n,
38                                         FILE * f);
39
40 #endif

```

2 Pokazivači

matrica.c

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

4
int **alociraj_matricu(int n, int m)
6 {
    int **matrica = NULL;
    8     int i, j;

    /* Alocira se prostor za niz vrsta matrice */
    10     matrica = (int **) malloc(n * sizeof(int *));
    12     /* Ako alokacija nije prosla uspesno, povratna vrednost funkcije
        ce biti NULL, sto mora biti provereno u main funkciji */
    14     if (matrica == NULL)
        return NULL;

    16     /* Alocira se prostor za svaku vrstu matrice */
    18     for (i = 0; i < n; i++) {
        matrica[i] = (int *) malloc(m * sizeof(int));
        20     /* Ako alokacija nije prosla uspesno, oslobadjaju se svi
            prethodno alocirani resursi, i povratna vrednost je NULL */
        22     if (matrica[i] == NULL) {
            for (j = 0; j < i; j++)
            24                 free(matrica[j]);
            free(matrica);
            26             return NULL;
        }
        28     }
    return matrica;
30 }

32 int **alociraj_kvadratnu_matricu(int n)
{
    34     /* Alociranje matrice dimenzije n x n */
    return alociraj_matricu(n, n);
36 }

38 int **dealociraj_matricu(int **matrica, int n)
{
    40     int i;
    /* Oslobadja se prostor rezervisan za svaku vrstu */
    42     for (i = 0; i < n; i++)
        free(matrica[i]);
    44     /* Oslobadja se memorija za niz pokazivaca na vrste */
    free(matrica);

    46     /* Matrica postaje prazna, tj. nealocirana */
    48     return NULL;
}
```

```
50 void ucitaj_matricu(int **matrica, int n, int m)
51 {
52     int i, j;
53     /* Elementi matrice se ucitacaju po vrstama */
54     for (i = 0; i < n; i++)
55         for (j = 0; j < m; j++)
56             scanf("%d", &matrica[i][j]);
57 }
58
59 void ucitaj_kvadratnu_matricu(int **matrica, int n)
60 {
61     /* Ucitavanje matrice n x n */
62     ucitaj_matricu(matrica, n, n);
63 }
64
65 void ispisi_matricu(int **matrica, int n, int m)
66 {
67     int i, j;
68     /* Ispis po vrstama */
69     for (i = 0; i < n; i++) {
70         for (j = 0; j < m; j++)
71             printf("%d ", matrica[i][j]);
72         printf("\n");
73     }
74 }
75
76 void ispisi_kvadratnu_matricu(int **matrica, int n)
77 {
78     /* Ispis matrice n x n */
79     ispisi_matricu(matrica, n, n);
80 }
81
82 int ucitaj_matricu_iz_datoteke(int **matrica, int n, int m, FILE * f)
83 {
84     int i, j;
85     /* Elementi matrice se ucitacaju po vrstama */
86     for (i = 0; i < n; i++)
87         for (j = 0; j < m; j++)
88             /* Ako je nemoguće učitati sledeći element, povratna vrednost
89              funkcije je 1, kao indikator neuspešnog učitavanja */
90             if (fscanf(f, "%d", &matrica[i][j]) != 1)
91                 return 1;
92
93     /* Uspešno učitana matrica */
94     return 0;
95 }
96
97 int ucitaj_kvadratnu_matricu_iz_datoteke(int **matrica, int n,
98                                           FILE * f)
99 {
100     /* Ucitavanje matrice n x n iz datoteke */
```

2 Pokazivači

```
102     return ucitaj_matricu_iz_datoteke(matrica, n, n, f);
103 }
104
105 int upisi_matricu_u_datoteku(int **matrica, int n, int m, FILE * f)
106 {
107     int i, j;
108     /* Ispis po vrstama */
109     for (i = 0; i < n; i++) {
110         for (j = 0; j < m; j++)
111             /* Ako je nemoguće ispisati sledeći element, povratna vrednost
112              funkcije je 1, kao indikator neuspešnog ispisa */
113             if (fprintf(f, "%d ", matrica[i][j]) <= 0)
114                 return 1;
115         fprintf(f, "\n");
116     }
117
118     /* Uspešno upisana matrica */
119     return 0;
120 }
121
122 int upisi_kvadratnu_matricu_u_datoteku(int **matrica, int n,
123                                         FILE * f)
124 {
125     /* Ispis matrice n x n u datoteku */
126     return upisi_matricu_u_datoteku(matrica, n, n, f);
127 }
```

main.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     /* Učitava se broj vrsta i broj kolona matrice */
12     printf("Unesite broj vrsta matrice: ");
13     scanf("%d", &n);
14     printf("Unesite broj kolona matrice: ");
15     scanf("%d", &m);
16
17     /* Provera dimenzija matrice */
18     if (n <= 0 || m <= 0) {
19         fprintf(stderr, "Greska: Broj vrsta i broj kolona ne mogu biti
20         negativni brojevi.\n");
21         exit(EXIT_FAILURE);
22     }
```

```

23  /* Rezervise se memorijski prostor za matricu i proverava se da li
    je memorijski prostor uspesno rezervisan */
25  matrica = alociraj_matricu(n, m);
    if (matrica == NULL) {
27      fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija matrice.\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
29  }

31  /* Ucitava se matrica sa standardnog ulaza */
    printf("Unesite elemente matrice po vrstama:\n");
33  ucitaj_matricu(matrica, n, m);

35  /* Otvara se datoteka za upis matrice */
    if ((f = fopen("matrica.txt", "w")) == NULL) {
37      fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke.\n");
        matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);
39      exit(EXIT_FAILURE);
    }

41  /* Upis matrice u datoteku */
43  if (upisi_matricu_u_datoteku(matrica, n, m, f) != 0) {
        fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno upisivanje matrice u datoteku
        .\n");
45      matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);
        exit(EXIT_FAILURE);
47  }

49  /* Zatvara se datoteka */
    fclose(f);

51  /* Oslobadja se memorija koju je zauzimala matrica */
53  matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);

55  exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

main_b.c

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
    #include "matrica.h"
4
    int main(int argc, char **argv)
6  {
        int **matrica = NULL;
        int n;
        FILE *f;
10
        /* Provera argumenata komandne linije */
12  if (argc != 2) {

```

```
    fprintf(stderr, "Greska: Koriscenje programa: %s datoteka\n",
    argv[0]);
14    exit(EXIT_FAILURE);
}

16    /* Otvara se datoteka za citanje */
18    if ((f = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
        fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke.\n");
20        exit(EXIT_FAILURE);
    }

22    /* Ucitava se dimenzija matrice */
24    if (fscanf(f, "%d", &n) != 1) {
        fprintf(stderr, "Greska: Neispravan pocetak datoteke.\n");
26        exit(EXIT_FAILURE);
    }

28    /* Provera se dimenzija matrice */
30    if (n <= 0) {
        fprintf(stderr, "Greska: Neodgovarajca dimenzija matrice.\n");
32        exit(EXIT_FAILURE);
    }

34    /* Rezervise se memorijski prostor za matricu i vrsi se provera */
36    matrica = alociraj_kvadratnu_matricu(n);
    if (matrica == NULL) {
38        fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija matrice.\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
40    }

42    /* Ucitava se matrica iz datoteke */
    if (ucitaj_kvadratnu_matricu_iz_datoteke(matrica, n, f) != 0) {
44        fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno ucitavanje matrice iz datoteke
        .\n");
        matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);
46        exit(EXIT_FAILURE);
    }

48    /* Zatvara se datoteka */
50    fclose(f);

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

54    /* Oslobadja se memorija koju je zauzimala matrica */
56    matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);

58    exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

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
12     for (i = 0; i < n; i++) {
13         for (j = 0; j <= i; j++)
14             printf("%d ", M[i][j]);
15         printf("\n");
16     }
17
18     int main()
19     {
20         int m, n;
21         int **matrica = NULL;
22
23         printf("Unesite broj vrsta i broj kolona:\n ");
24         scanf("%d %d", &n, &m);
25
26         /* Rezervise se memorija za matricu */
27         matrica = alociraj_matricu(n, m);
28         /* Provera alokacije */
29         if (matrica == NULL) {
30             fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija matrice.\n");
31             exit(EXIT_FAILURE);
32         }
33
34         printf("Unesite elemente matrice po vrstama:\n");
35         ucitaj_matricu(matrica, n, m);
36
37         printf("Elementi ispod glavne dijagonale matrice:\n");
38         ispisi_elemente_ispod_dijagonale(matrica, n, m);
39
40         /* Oslobadja se memorija */
41         matrica = deallociraj_matricu(matrica, n);
42
43         exit(EXIT_SUCCESS);
44     }

```

Rešenje 2.22

```

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

```

```
4
5  /* Funkcija izvrsava trazene transformacije nad matricom */
6  void izmeni(float **a, int n)
7  {
8      int i, j;
9
10     for (i = 0; i < n; i++)
11         for (j = 0; j < n; j++)
12             if (i < j)
13                 a[i][j] /= 2;
14             else if (i > j)
15                 a[i][j] *= 2;
16 }
17
18 /* Funkcija izracunava zbir apsolutnih vrednosti elemenata ispod
19    sporedne dijagonale. Element se nalazi ispod sporedne dijagonale
20    ukoliko je zbir indeksa vrste i indeksa kolone elementa veci od
21    n-1 */
22 float zbir_ispod_sporedne_dijagonale(float **m, int n)
23 {
24     int i, j;
25     float zbir = 0;
26
27     for (i = 0; i < n; i++)
28         for (j = n - i; j < n; j++)
29             if (i + j > n - 1)
30                 zbir += fabs(m[i][j]);
31
32     return zbir;
33 }
34
35 /* Funkcija ucitava elemente kvadratne matrice dimenzije n x n iz
36    zadate datoteke */
37 void ucitaj_matricu(FILE * ulaz, float **m, int n)
38 {
39     int i, j;
40
41     for (i = 0; i < n; i++)
42         for (j = 0; j < n; j++)
43             fscanf(ulaz, "%f", &m[i][j]);
44 }
45
46 /* Funkcija ispisuje elemente kvadratne matrice dimenzije n x n na
47    standardni izlaz */
48 void ispisi_matricu(float **m, int n)
49 {
50     int i, j;
51
52     for (i = 0; i < n; i++) {
53         for (j = 0; j < n; j++)
54             printf("%.2f ", m[i][j]);
55         printf("\n");
56     }
```

```
56     }
57 }
58
59 /* Funkcija alokira memoriju za kvadratnu matricu dimenzije n x n */
60 float **alociraj_memoriju(int n)
61 {
62     int i, j;
63     float **m;
64
65     m = (float **) malloc(n * sizeof(float *));
66     if (m == NULL) {
67         fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija memorije.\n");
68         exit(EXIT_FAILURE);
69     }
70
71     for (i = 0; i < n; i++) {
72         m[i] = (float *) malloc(n * sizeof(float));
73
74         if (m[i] == NULL) {
75             fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija memorije.\n");
76             for (j = 0; j < i; j++)
77                 free(m[j]);
78             free(m);
79             exit(EXIT_FAILURE);
80         }
81     }
82     return m;
83 }
84
85 /* Funkcija oslobadja memoriju zauzetu kvadratnom matricom dimenzije
86    n x n */
87 void oslobodi_memoriju(float **m, int n)
88 {
89     int i;
90
91     for (i = 0; i < n; i++)
92         free(m[i]);
93     free(m);
94 }
95
96 int main(int argc, char *argv[])
97 {
98     FILE *ulaz;
99     float **a;
100     int n;
101
102     /* Ukoliko korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se
103        greska */
104     if (argc < 2) {
105         printf("Greska: ");
106         printf("Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
107         printf("Program se poziva sa %s ime_dat.\n", argv[0]);
108     }
```

```
108     exit(EXIT_FAILURE);
109 }
110
111 /* Otvara se datoteka za citanje */
112 ulaz = fopen(argv[1], "r");
113 if (ulaz == NULL) {
114     fprintf(stderr, "Greska: ");
115     fprintf(stderr, "Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[1]);
116     exit(EXIT_FAILURE);
117 }
118
119 /* Cita se dimenzija matrice */
120 fscanf(ulaz, "%d", &n);
121
122 /* Rezervise se memorija */
123 a = alociraj_memoriju(n);
124
125 /* Ucitavaju se elementi matrice */
126 ucitaj_matricu(ulaz, a, n);
127
128 float zbir = zbir_ispod_sporodne_dijagonale(a, n);
129
130 /* Poziva se funkcija za transformaciju matrice */
131 izmeni(a, n);
132
133 /* Ispisuju se rezultati */
134 printf("Zbir apsolutnih vrednosti ispod sporedne dijagonale ");
135 printf("je %.2f.\n", zbir);
136
137 printf("Transformisana matrica je:\n");
138 ispisi_matricu(a, n);
139
140 /* Oslobadja se memorija */
141 oslobodi_memoriju(a, n);
142
143 /* Zatvara se datoteka */
144 fclose(ulaz);
145
146 exit(EXIT_SUCCESS);
147 }
```

Rešenje 2.27

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <math.h>
4 #include <string.h>
5
6 /* Funkcija tabela() prihvata granice intervala a i b, broj
7  ekvidistantnih tacaka n, kao i pokazivac f koji pokazuje na
   funkciju koja prihvata double argument, i vraca double vrednost.
```

```
9      Za tako datu funkciju ispisuju se njene vrednosti u intervalu
      [a,b] u n ekvidistantnih tacaka intervala */
11 void tabela(double a, double b, int n, double (*fp) (double))
{
13     int i;
      double x;

15     printf("-----\n");
17     for (i = 0; i < n; i++) {
          x = a + i * (b - a) / (n - 1);
19         printf("| %8.5f | %8.5f |\n", x, (*fp) (x));
      }
21     printf("-----\n");
}

23 double sqr(double a)
25 {
      return a * a;
27 }

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

33     char ime_funkcije[6];

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

39     /* Ukoliko korisnik nije uneo trazene argumente, prijavljuje se
      greska */
41     if (argc < 2) {
43         fprintf(stderr, "Greska: ");
45         fprintf(stderr, "Nedovoljan broj argumenata komandne linije.\n");
47         fprintf(stderr, "Program se poziva sa %s ime_funkcije iz math.h.\n",
            argv[0]);
49         exit(EXIT_FAILURE);
51     }

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

      /* Inicijalizuje se pokazivac na funkciju koja se tabelira */
55     if (strcmp(ime_funkcije, "sin") == 0)
        fp = &sin;
57     else if (strcmp(ime_funkcije, "cos") == 0)
        fp = &cos;
59     else if (strcmp(ime_funkcije, "tan") == 0)
```

```
        fp = &tan;
61     else if (strcmp(ime_funkcije, "atan") == 0)
        fp = &atan;
63     else if (strcmp(ime_funkcije, "acos") == 0)
        fp = &acos;
65     else if (strcmp(ime_funkcije, "asin") == 0)
        fp = &asin;
67     else if (strcmp(ime_funkcije, "exp") == 0)
        fp = &exp;
69     else if (strcmp(ime_funkcije, "log") == 0)
        fp = &log;
71     else if (strcmp(ime_funkcije, "log10") == 0)
        fp = &log10;
73     else if (strcmp(ime_funkcije, "sqrt") == 0)
        fp = &sqrt;
75     else if (strcmp(ime_funkcije, "floor") == 0)
        fp = &floor;
77     else if (strcmp(ime_funkcije, "ceil") == 0)
        fp = &ceil;
79     else if (strcmp(ime_funkcije, "sqr") == 0)
        fp = &sqr;
81     else {
        fprintf(stderr, "Greska");
83     fprintf(stderr, "Program jos uvek ne podrzava trazenu funkciju!\n");
        ;
        exit(EXIT_FAILURE);
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, "Greska: 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 za pretragu 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 23542
```

```
VREMENA.TXT
```

```
IZLAZ:
Linearna pretraga:
Element nije u nizu
Binarna pretraga:
Element nije u nizu
Interpolaciona pretraga:
Element nije u nizu
```

```
Dimenzija niza: 1000000
Linearna: 3615091 ns
Binarna: 1536 ns
Interpolaciona: 558 ns
```

Test 2

```
POKRETANJE: ./a.out 100000 37842
```

```
VREMENA.TXT
```

```
IZLAZ:
Linearna pretraga:
Element nije u nizu
Binarna pretraga:
Element nije u nizu
Interpolaciona pretraga:
Element nije u nizu
```

```
Dimenzija niza: 1000000
Linearna: 3615091 ns
Binarna: 1536 ns
Interpolaciona: 558 ns
```

```
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, svođenjem 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 studenata 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 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 nije prisutna nijedna opcija. Pretpostaviti da je broj tačaka u datoteci veći od 0 i ne veći od 1024.

Test 1

```
POKRETANJE: ./a.out dat.txt -x

DAT.TXT
12 53
2.342 34.1
-0.3 23
-1 23.1
123.5 756.12

IZLAZ:
-0.3 23
```

Test 2

```
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
```

[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 metod polovljenja intervala (algoritam analogan algoritmu binarne pretrage).* 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.

Test 1

```

ULAZ:
151 44 5 -12 -13 -15

IZLAZ:
3

```

Test 2

```

ULAZ:
100 55 15 0 -15 -124
-155 -258 -315 -516

IZLAZ:
4

```

Test 3

```

ULAZ:
100 15 11 8 7 5 4 3 2

IZLAZ:
-1

```

[Rešenje 3.9]

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

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.

Napisati program koji testira napisane funkcije. Sa standardnog ulaza učitati pozitivan ceo broj a na standardni izlaz ispisati njegov logaritam.

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 α 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	Primer 2	Primer 3
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Unesite broj tacaka: 2 Unesite koordinate tacaka: 2 0 2 1 1 2 2 2 26.57	INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Unesite broj tacaka: 2 Unesite koordinate tacaka: 1 0 1 1 0 1 1 1 45	INTERAKCIJA SA PROGRAMOM: Unesite broj tacaka: 3 Unesite 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 .

<p><i>Test 1</i></p> <pre> POKRETANJE: time ./a.out 200000 IZLAZ: real 0m42.168s user 0m42.100s sys 0m0.000s</pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre> POKRETANJE: time ./a.out 400000 IZLAZ: real 2m48.395s user 2m48.128s sys 0m0.000s</pre>	<p><i>Test 3</i></p> <pre> POKRETANJE: time ./a.out 800000 IZLAZ: real 11m13.703s user 11m12.636s sys 0m0.000s</pre>
<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.

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite prvu nisku  anagram
Unesite drugu nisku  rangana
jesu
```

Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite prvu nisku  anagram
Unesite drugu nisku  anagrm
nisu
```

Primer 3

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite prvu nisku  test
Unesite drugu nisku  tset
jesu
```

[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.*

Test 1

```
ULAZ:
23 64 123 76 22 7
IZLAZ:
1
```

Test 2

```
ULAZ:
21 654 65 123 65 12 61
IZLAZ:
0
```

Test 3

```
ULAZ:
34 30
IZLAZ:
4
```

[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

```
ULAZ:
4 23 5 2 4 6 7 34 6 4 5
IZLAZ:
4
```

Test 2

```
ULAZ:
2 4 6 2 6 7 99 1
IZLAZ:
2
```

Test 3

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

[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

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite trazeni zbir: 34
Unesite elemente niza:
134 4 1 6 30 23
da
```

Primer 2

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite trazeni zbir: 12
Unesite elemente niza:
53 1 43 3 56 13
ne
```

Primer 3

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite trazeni zbir: 52
Unesite elemente niza:
52
ne
```

[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

```
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
```

Primer 2

```
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
```

[Rešenje 3.17]

Zadatak 3.18 Napisati program koji čita sadržaj dve datoteke 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 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                                GEO-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 GREŠKE:
Neupesno otvaranje
datoteke za citanje
```

[Rešenje 3.20]

Zadatak 3.21 Definisati 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 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
Petar Petrovic 2007
Milica Antonic 2008
Ana Petrovic 2007
Ivana Ivanovic 2009
Dragana Markovic 2010
Marija Antic 2007
```

```
OUT.TXT
Marija Antic 2007
Ana Petrovic 2007
Petar Petrovic 2007
Milica Antonic 2008
Ivana Ivanovic 2009
Dragana Markovic 2010
```

Test 2

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

```
IN.OUT
```

```
Milijana Maric 2009
```

```
OUT.TXT
```

```
Milijana Maric 2009
```

Zadatak 3.22 Napisati funkciju koja sortira niz niski po broju suglasnika u niski. Ukoliko reči imaju isti broj suglasnika, 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 trazenim 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 upisuje tri spiska redom u datoteke `dat1.txt`, `dat2.txt` i `dat3.txt`. Na prvom su studenti sortirani leksi-kografski po imenu rastuće. Na drugom su sortirani po ukupnom broju urađenih zadataka opadajuće, a ukoliko neki studenti imaju isti broj rešenih zadataka sor-tiraju 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 sor-

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

tirati po prezimenu 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 rasteuce:
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 rasteuce:
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. Svaki 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.

<i>Test 1</i>	<i>Test 2</i>	<i>Test 3</i>
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. Optimizovati program, ukoliko se zna da neće biti više od 500 različitih unetih brojeva. NAPOMENA: *Brojeve čuvati u sortiranom nizu i svaki naredni element umetati na svoje mesto.*

Primer 1

```
INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite 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 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 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
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 za rad 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 za rad 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
```

Zadatak 3.31 Napisati program koji ilustruje upotrebu bibliotečkih 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

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

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 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 bibliotekom 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:
```

```
Unesite sledeci datum: 13.12.2016.
postoji
Unesite sledeci datum: 10.5.2015.
ne postoji
Unesite 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,
13    kao 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
49            broj 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
76            x jednak ovim vrednostima, pa se vraca indeks levi (ili
77            indeks desni). Ova provera je neophodna, jer bi se u
78            suprotnom prilikom izracunavanja indeksa srednji pojavilo
79            deljenje 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 reknika: ako neko trazi rec na slovo
91            'B', sigurno nece da otvori reknik 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             "Greska: Program se poziva sa %s dim_niza broj\n",
120             argv[0]);
121         exit(EXIT_FAILURE);
122     }
123
124     /* Dimenzija niza */
125     n = atoi(argv[1]);
126     if (n > MAX || n <= 0) {
127         fprintf(stderr, "Greska: Dimenzija niza neodgovarajuća\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 izračunavanje 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 utrošeno za
150        linearnu pretragu */
```

```

151 clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme2);
    if (i == -1)
153     printf("Element nije u nizu\n");
    else
155     printf("Element je u nizu na poziciji %d\n", i);
    /* Binarna pretraga */
157     printf("Binarna pretraga:\n");
    clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme3);
159     i = binarna_pretraga(a, n, x);
    clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme4);
161     if (i == -1)
        printf("Element nije u nizu\n");
163     else
        printf("Element je u nizu na poziciji %d\n", i);
    /* Interpolaciona pretraga */
165     printf("Interpolaciona pretraga:\n");
    clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme5);
167     i = interpolaciona_pretraga(a, n, x);
    clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &vreme6);
169     if (i == -1)
        printf("Element nije u nizu\n");
171     else
        printf("Element je u nizu na poziciji %d\n", i);
    /* Podaci o izvršavanju programa bivaju upisani u log */
175     if ((f = fopen("vremena.txt", "a")) == NULL) {
        fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje log datoteke.\n");
177         exit(EXIT_FAILURE);
    }

179
    fprintf(f, "Dimenzija niza: %d\n", n);
    fprintf(f, "\tLinearna: %10ld ns\n",
181             (vreme2.tv_sec - vreme1.tv_sec) * 1000000000 +
             vreme2.tv_nsec - vreme1.tv_nsec);
    fprintf(f, "\tBinarna: %19ld ns\n",
183             (vreme4.tv_sec - vreme3.tv_sec) * 1000000000 +
             vreme4.tv_nsec - vreme3.tv_nsec);
    fprintf(f, "\tInterpolaciona: %12ld ns\n\n",
185             (vreme6.tv_sec - vreme5.tv_sec) * 1000000000 +
             vreme6.tv_nsec - vreme5.tv_nsec);
    /* Zatvaranje datoteke */
187     fclose(f);
189
191     exit(EXIT_SUCCESS);
193 }

```

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;
14    /* Pretraga ostatka niza */
    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)
        return -1;
24    /* Ako je poslednji element trazeni */
    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)
        return -1;
36    /* Sredisnja pozicija na kojoj se trazi vrednost x */
    srednji = (l + d) / 2;
38    /* Ako je element na sredisnjoj poziciji trazeni */
    if (a[srednji] == x)
        return srednji;
40    /* Ako je trazeni broj veci od broja na sredisnjoj poziciji,
        pretrazuje se desna polovina niza */
42    if (a[srednji] < x)
        return binarna_pretraga_r(a, srednji + 1, d, x);
44    /* Ako je trazeni broj manji od broja na sredisnjoj poziciji,
        pretrazuje se leva polovina niza */
46    else
        return binarna_pretraga_r(a, l, srednji - 1, x);
48 }
50 }

52 int interpolaciona_pretraga_r(int a[], int l, int d, int x)
{
54    int p;
    if (x < a[l] || x > a[d])
        return -1;
56 }
```



```

    if (a[d] == a[l])
58     return l;
    /* Pozicija na kojoj se trazi vrednost x */
60     p = 1 + (d - l) * (x - a[l]) / (a[d] - a[l]);
    if (a[p] == x)
62     return p;
    if (a[p] < x)
64     return interpolaciona_pretraga_r(a, p + 1, d, x);
    else
66     return interpolaciona_pretraga_r(a, l, p - 1, x);
}

68
int main()
70 {
    int a[MAX];
72     int x;
    int i, indeks;
74
    /* Ucitavanje trazenog broja */
76     printf("Unesite trazeni broj: ");
    scanf("%d", &x);
78
    /* Ucitavanje elemenata niza sve do kraja ulaza - ocekuje se da
80     korisnik pritisne CTRL+D za naznaku kraja */
    i = 0;
82     printf("Unesite sortiran niz elemenata: ");
    while (i < MAX && scanf("%d", &a[i]) == 1) {
84         if (i > 0 && a[i] < a[i - 1]) {
            fprintf(stderr, "Greska: Elementi moraju biti uneseni ");
86             fprintf(stderr, "u neopadajucem poretku\n");
            exit(EXIT_FAILURE);
88         }
        i++;
90     }

92     /* Linearna pretraga */
    printf("Linearna pretraga\n");
94     indeks = linearna_pretraga_r1(a, i, x);
    if (indeks == -1)
96         printf("Element se ne nalazi u nizu.\n");
    else
98         printf("Pozicija elementa je %d.\n", indeks);

100    /* Binarna pretraga */
    printf("Binarna pretraga\n");
    indeks = binarna_pretraga_r(a, 0, i - 1, x);
102    if (indeks == -1)
104        printf("Element se ne nalazi u nizu.\n");
    else
106        printf("Pozicija elementa je %d.\n", indeks);

108    /* Interpolaciona pretraga */

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
110 printf("Interpolaciona pretraga\n");
    indeks = interpolaciona_pretraga_r(a, 0, i - 1, x);
112 if (indeks == -1)
    printf("Element se ne nalazi u nizu.\n");
    else
114 printf("Pozicija elementa je %d.\n", indeks);
116 exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

Rešenje 3.3

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4
#define MAX_STUDENATA 128
6 #define MAX_DUZINA 16

8 /* 0 svakom studentu postoje 3 informacije i one su objedinjene u
   strukturi kojom se predstavlja svaki student. */
10 typedef struct {
    /* Indeks mora biti tipa long jer su podaci u datoteci preveliki
12     za int, npr. 20140123 */
    long indeks;
14     char ime[MAX_DUZINA];
    char prezime[MAX_DUZINA];
16 } Student;

18 /* Ucitani niz studenata ce biti sortiran rastuce prema indeksu, jer
   su studenti u datoteci vec sortirani. Iz tog razloga pretraga po
20 indeksu se vrši binarno, dok pretraga po prezimenu mora linearno,
   jer nema garancije da postoji uredjenje po prezimenu. */
22
/* Funkcija trazi u sortiranom nizu studenata a[] duzine n studenta
24 sa indeksom x i vraca indeks pozicije nadjenog clana niza ili -1,
   ako element nije pronadjen. */
26 int binarna_pretraga(Student a[], int n, long x)
{
28     int levi = 0;
    int desni = n - 1;
30     int srednji;
    /* Dokle god je indeks levi levo od indeksa desni */
32     while (levi <= desni) {
        /* Racuna se srednja pozicija */
34         srednji = (levi + desni) / 2;
        /* Ako je indeks studenta na toj poziciji veci od trazenog, tada
36         se trazeni indeks mora nalaziti u levoj polovini niza */
        if (x < a[srednji].indeks)
38             desni = srednji - 1;
        /* Ako je pak manji od trazenog, tada se on mora nalaziti u
```

```

40     desnoj polovini niza */
41     else if (x > a[srednji].indeks)
42         levi = srednji + 1;
43     else
44         /* Ako je jednak traženom indeksu x, tada je pronađen student
45            sa traženom indeksom na poziciji srednji */
46         return srednji;
47     }
48     /* Ako nije pronađen, vraća se -1 */
49     return -1;
50 }

52 /* Linearnom pretragom niza studenata traži se prezime x */
53 int linearna_pretraga(Student a[], int n, char x[])
54 {
55     int i;
56     for (i = 0; i < n; i++)
57         /* Poređenje prezimena i-tog studenta i poslatog x */
58         if (strcmp(a[i].prezime, x) == 0)
59             return i;
60     return -1;
61 }

62 /* Main funkcija mora imati argumente jer se ime datoteke i opcija
63    prosledjuju kao argumenti komandne linije */
64 int main(int argc, char *argv[])
65 {
66     Student dosije[MAX_STUDENATA];
67     FILE *fin = NULL;
68     int i;
69     int br_studenata = 0;
70     long tražen_indeks = 0;
71     char traženo_prezime[MAX_DUZINA];
72     int bin_pretraga;

73     /* Provera da li je korisnik prilikom poziva programa prosledio
74        ime datoteke sa informacijama o studentima i opciju pretrage */
75     if (argc != 3) {
76         fprintf(stderr,
77             "Greska: Program se poziva sa %s ime_datoteke opcija\n",
78             argv[0]);
79         exit(EXIT_FAILURE);
80     }

81     /* Provera prosledjene opcije */
82     if (strcmp(argv[2], "-indeks") == 0)
83         bin_pretraga = 1;
84     else if (strcmp(argv[2], "-prezime") == 0)
85         bin_pretraga = 0;
86     else {
87         fprintf(stderr,
88             "Greska: Opcija mora biti -indeks ili -prezime\n");
89     }

```

```
92     exit(EXIT_FAILURE);
93 }
94
95 /* Otvaranje datoteke */
96 fin = fopen(argv[1], "r");
97 if (fin == NULL) {
98     fprintf(stderr,
99         "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s za citanje\n",
100         argv[1]);
101     exit(EXIT_FAILURE);
102 }
103
104 /* Cita se sve dok postoji red sa informacijama o studentu */
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
117 /* Nakon citanja, datoteka vise nije neophodna i zatvara se. */
118 fclose(fin);
119
120 /* Pretraga po indeksu */
121 if (bin_pretraga) {
122     /* Unos indeksa koji se binarno trazi u nizu */
123     printf("Unesite indeks studenta cije informacije zelite: ");
124     scanf("%ld", &trazen_indeks);
125     i = binarna_pretraga(dosije, br_studenata, trazen_indeks);
126     /* Rezultat binarne pretrage */
127     if (i == -1)
128         printf("Ne postoji student sa indeksom %ld\n", trazen_indeks);
129     else
130         printf("Indeks: %ld, Ime i prezime: %s %s\n",
131             dosije[i].indeks, dosije[i].ime, dosije[i].prezime);
132 }
133 /* Pretraga po prezimenu */
134 else {
135     /* Unos prezimena koje se linearno trazi u nizu */
136     printf("Unesite prezime studenta cije informacije zelite: ");
137     scanf("%s", trazeno_prezime);
138     i = linearna_pretraga(dosije, br_studenata, 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",
           dosije[i].indeks, dosije[i].ime, dosije[i].prezime);
146 }
148 exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

Rešenje 3.4

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4
5  #define MAX_STUDENATA 128
6  #define MAX_DUZINA 16
7
8  typedef struct {
9      long indeks;
10     char ime[MAX_DUZINA];
11     char prezime[MAX_DUZINA];
12 } Student;
13
14 int binarna_pretraga_rekurzivna(Student a[], int levi, int desni,
15                                long x)
16 {
17     /* Ako je pozicija elementa na levom kraju veca od pozicije
18        elementa na desnom kraju dela niza koji se pretrazuje, onda se
19        zapravo pretrazuje prazan deo niza. U praznom delu niza nema
20        trazenog elementa pa se vraca -1 */
21     if (levi > desni)
22         return -1;
23     /* Racunanje pozicije srednjeg elementa */
24     int srednji = (levi + desni) / 2;
25     /* Da li je srednji bas onaj trazeni */
26     if (a[srednji].indeks == x) {
27         return srednji;
28     }
29     /* Ako je trazeni indeks manji od indeksa studenta na srednjoj
30        poziciji, onda se pretraga nastavlja u levoj polovini niza, jer
31        je poznato da je niz sortirani po indeksu u rastucem poretku. */
32     if (x < a[srednji].indeks)
33         return binarna_pretraga_rekurzivna(a, levi, srednji - 1, x);
34     /* Inace ga treba traziti u desnoj polovini */
35     else
36         return binarna_pretraga_rekurzivna(a, srednji + 1, desni, x);
37 }
38
39 int linearna_pretraga_rekurzivna_v2(Student a[], int n, char x[])
40 {
41     /* Ako je niz prazan, vraca se -1 */
42     if (n == 0)

```

```
43     return -1;
44     /* Kako se trazi prvi student sa trazanim prezimenom, pocinje se
45     sa prvim studentom u nizu. */
46     if (strcmp(a[0].prezime, x) == 0)
47         return 0;
48     int i = linearna_pretraga_rekurzivna_v2(a + 1, n - 1, x);
49     return i >= 0 ? 1 + i : -1;
50 }
51
52 int linearna_pretraga_rekurzivna(Student a[], int n, char x[])
53 {
54     /* Ako je niz prazan, vraca se -1 */
55     if (n == 0)
56         return -1;
57     /* Ako se trazi poslednji student sa trazanim prezimenom, pocinje
58     se sa poslednjim studentom u nizu. */
59     if (strcmp(a[n - 1].prezime, x) == 0)
60         return n - 1;
61     return linearna_pretraga_rekurzivna(a, n - 1, x);
62 }
63
64 /* Main funkcija mora imati argumente jer se ime datoteke i opcija
65    prosledjuju kao argumenti komandne linije */
66 int main(int argc, char *argv[])
67 {
68     Student dosije[MAX_STUDENATA];
69     FILE *fin = NULL;
70     int i;
71     int br_studenata = 0;
72     long trazeni_indeks = 0;
73     char trazeno_prezime[MAX_DUZINA];
74     int bin_pretraga;
75
76     /* Provera da li je korisnik prilikom poziva programa prosledio
77     ime datoteke sa informacijama o studentima i opciju pretrage */
78     if (argc != 3) {
79         fprintf(stderr,
80             "Greska: Program se poziva sa %s ime_datoteke opcija\n",
81             argv[0]);
82         exit(EXIT_FAILURE);
83     }
84
85     /* Provera prosledjene opcije */
86     if (strcmp(argv[2], "-indeks") == 0)
87         bin_pretraga = 1;
88     else if (strcmp(argv[2], "-prezime") == 0)
89         bin_pretraga = 0;
90     else {
91         fprintf(stderr,
92             "Greska: Opcija mora biti -indeks ili -prezime\n");
93         exit(EXIT_FAILURE);
94     }
95 }
```

```
95  /* Otvaranje datoteke */
97  fin = fopen(argv[1], "r");
    if (fin == NULL) {
99      fprintf(stderr,
101         "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s za citanje\n",
            argv[1]);
        exit(EXIT_FAILURE);
103  }

105  /* Cita se sve dok postoji red sa informacijama o studentu */
    i = 0;
107  while (1) {
        if (i == MAX_STUDENATA)
109            break;
        if (fscanf
111            (fin, "%ld %s %s", &dosije[i].indeks, dosije[i].ime,
                dosije[i].prezime) != 3)
113            break;
        i++;
115  }
    br_studenata = i;

117  /* Nakon citanja, datoteka vise nije neophodna i zatvara se. */
    fclose(fin);

121  /* Pretraga po indeksu */
    if (bin_pretraga) {
123        /* Unos indeksa koji se binarno trazi u nizu */
        printf("Unesite indeks studenta cije informacije zelite: ");
125        scanf("%ld", &trazen_indeks);
        i = binarna_pretraga_rekurzivna(dosije, 0, br_studenata,
127            trazen_indeks);

        /* Rezultat binarne pretrage */
129        if (i == -1)
            printf("Ne postoji student sa indeksom %ld\n", trazen_indeks);
131        else
            printf("Indeks: %ld, Ime i prezime: %s %s\n",
133                dosije[i].indeks, dosije[i].ime, dosije[i].prezime);
    }

135  /* Pretraga po prezimenu */
    else {
137        /* Unos prezimena koje se linearno trazi u nizu */
        printf("Unesite prezime studenta cije informacije zelite: ");
139        scanf("%s", trazeno_prezime);
        i = linearna_pretraga_rekurzivna_v2(dosije, br_studenata,
141            trazeno_prezime);

        /* Rezultat linearne pretrage */
143        if (i == -1)
            printf("Ne postoji student sa prezimenom %s\n",
145                trazeno_prezime);
        else
```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
147     printf("Indeks: %ld, Ime i prezime: %s %s\n",
           dosije[i].indeks, dosije[i].ime, dosije[i].prezime);
149 }
151 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
20    nizu 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
35    tacaka 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 return najbliza;
48 }
49
50 /* Funkcija koja pronalazi tacku najblizu y osi u nizu zadatih
51    tacaka t dimenzije n */
52 Tacka najbliza_y_osi(Tacka t[], int n)
53 {
54     Tacka najbliza;
55     int i;
56     najbliza = t[0];
57     for (i = 1; i < n; i++) {
58         if (fabs(t[i].y) < fabs(najbliza.y)) {
59             najbliza = t[i];
60         }
61     }
62     return najbliza;
63 }
64
65 #define MAX 1024
66
67 int main(int argc, char *argv[])
68 {
69     FILE *ulaz;
70     Tacka tacke[MAX];
71     Tacka najbliza;
72     int i, n;
73
74     /* Ocekuje se da korisnik prosledi barem ime izvrsnog programa i
75        ime datoteke sa tackama */
76     if (argc < 2) {
77         fprintf(stderr,
78             "Greska: Programa se poziva sa %s ime_datoteke\n",
79             argv[0]);
80         exit(EXIT_FAILURE);
81     }
82
83     /* Otvaranje datoteke za citanje */
84     ulaz = fopen(argv[1], "r");
85     if (ulaz == NULL) {
86         fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s!\n",
87             argv[1]);
88         exit(EXIT_FAILURE);
89     }
90
91     /* Sve dok ima tacaka u datoteci, one bivaju smestane u niz sa
92        tackama; i predstavlja indeks tekuce tacke */
93     i = 0;
94     while (fscanf(ulaz, "%f %f", &tacke[i].x, &tacke[i].y) == 2) {

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
95     i++;
96 }
97 n = i;

99 /* Proverava se koji su dodatni argumenti komandne linije. Ako
   nema dodatnih argumenata */
101 if (argc == 2)
102     /* Trazi se najbliza tacka u odnosu na koordinatni pocetak */
103     najbliza = najbliza_koordinatnom(tacke, n);
104 /* Inace proverava se koji je dodatni argument prosledjen. Ako je
   u pitanju opcija -x */
105 else if (strcmp(argv[2], "-x") == 0)
106     /* Racuna se rastojanje u odnosu na x osu */
107     najbliza = najbliza_x_osi(tacke, n);
108 /* Ako je u pitanju opcija -y */
109 else if (strcmp(argv[2], "-y") == 0)
110     /* Racuna se rastojanje u odnosu na y osu */
111     najbliza = najbliza_y_osi(tacke, n);
112 else {
113     /* Ako nije zadata opcija -x ili -y, ispisuje se obavestenje za
       korisnika i prekida se izvršavanje programa */
114     fprintf(stderr, "Greska: Pogresna opcija\n");
115     exit(EXIT_FAILURE);
116 }

119 /* Stampanje koordinata trazene tacke */
121 printf("%g %g\n", najbliza.x, najbliza.y);

123 /* Zatvaranje datoteke */
124 fclose(ulaz);

125 exit(EXIT_SUCCESS);
127 }
```

Rešenje 3.6

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

4 /* Tacnost */
5 #define EPS 0.001

6
7
8 int main()
9 {
10     double l, d, s;

11
12     /* Kod intervala [0, 2] leva granica je 0, a desna 2 */
13     l = 0;
14     d = 2;

15     /* Sve dok se ne pronadje trazena vrednost argumenta */
```

```

16 while (1) {
    /* Polovi se interval */
18     s = (l + d) / 2;
    /* Ako je apsolutna vrednost kosinusa u ovoj tacki manja od
20     zadate tacnosti, prekida se pretraga */
    if (fabs(cos(s)) < EPS) {
22         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;
    }

    /* Stampanje 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: Program se poziva sa %s ime_funkcije\n",
            argv[0]);
20         exit(EXIT_FAILURE);
    }

22     /* Niska ime_funkcije sadrzi ime trazene funkcije koja je navedena
        u komandnoj liniji */
24     strcpy(ime_funkcije, argv[1]);
26

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
/* Inicijalizuje se pokazivac na funkciju koja se tabelira */
28 if (strcmp(ime_funkcije, "sin") == 0)
    fp = &sin;
30 else if (strcmp(ime_funkcije, "cos") == 0)
    fp = &cos;
32 else if (strcmp(ime_funkcije, "tan") == 0)
    fp = &tan;
34 else if (strcmp(ime_funkcije, "atan") == 0)
    fp = &atan;
36 else if (strcmp(ime_funkcije, "asin") == 0)
    fp = &asin;
38 else if (strcmp(ime_funkcije, "log") == 0)
    fp = &log;
40 else if (strcmp(ime_funkcije, "log10") == 0)
    fp = &log10;
42 else {
    fprintf(stderr,
44         "Greska: Program ne podrzava trazenu funkciju!\n");
    exit(EXIT_SUCCESS);
46 }

printf("Unesite krajeve intervala: ");
scanf("%lf %lf", &l, &d);

50
if ((*fp) (l) * (*fp) (d) >= 0) {
52     fprintf(stderr, "Greska: %s na intervalu ", ime_funkcije);
    fprintf(stderr, "[%g, %g] ne zadovoljava uslove\n", l, d);
54     exit(EXIT_FAILURE);
}

56
printf("Unesite preciznost: ");
58 scanf("%lf", &epsilon);

60 /* Sve dok se ne pronadje trazena vrednost argumenta */
while (1) {
62     /* Polovi se interval */
    s = (l + d) / 2;
64     /* Ako je apsolutna vrednost trazene funkcije u ovoj tacki manja
        od zadate tacnosti, prekida se pretraga */
66     if (fabs((*fp) (s)) < epsilon) {
        break;
68     }
    /* Ako je nula u levom delu intervala, nastavlja se pretraga na
70     [l, s] */
    if ((*fp) (l) * (*fp) (s) < 0)
72         d = s;
    else
74         /* Inace, na intervalu [s, d] */
        l = s;
76 }

78 /* Stampanje vrednosti trazene tacke */
```

```

printf("%g\n", s);
80     exit(EXIT_SUCCESS);
82 }

```

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
             prethodnik manji ili jednak nuli, pretraga je zavrшена */
16         if (niz[s] > 0 && ((s > 0 && niz[s - 1] <= 0) || s == 0))
             return s;
          /* U slucaju broja manjeg ili jednakog nuli, pretražuje se desna
             polovina niza */
20         if (niz[s] <= 0)
             l = s + 1;
          /* A inace, leva polovina */
22         else
             d = s - 1;
24     }
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 0, a eventualni njegov
16         prethodnik veci ili jednak 0, 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 0, 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     /* Stampanje rezultata */
40     printf("%d\n", prvi_manji_od_nule(niz, n));
41
42     return 0;
43 }
```

Rešenje 3.10

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

```
3 unsigned int logaritam_a(unsigned int x)
5 {
6     /* Izlaz iz rekurzije */
7     if (x == 1)
8         return 0;
9     /* Rekurzivni korak */
10    return 1 + logaritam_a(x >> 1);
11 }

13 unsigned int logaritam_b(unsigned int x)
14 {
15     /* Binarnom pretragom se trazi jedinica u binarnom zapisu broja x
16        najvece vaznosti, tj. najlevlja. Pretragu se vrši od pozicije 0
17        do 31 */
18     int d = 0, l = sizeof(unsigned int) * 8 - 1;
19     int s;
20     /* Sve dok je desna granica pretrage desnije od leve */
21     while (d <= l) {
22         /* Racuna se sredisnja pozicija */
23         s = (l + d) / 2;
24         /* Proverava se da li je na toj poziciji trazena jedinica */
25         if ((1 << s) <= x && (1 << (s + 1)) > x)
26             return s;
27         /* Pretraga desne polovine binarnog zapisa */
28         if ((1 << s) > x)
29             l = s - 1;
30         /* Pretraga leve polovine binarnog zapisa */
31         else
32             d = s + 1;
33     }
34     return s;
35 }

37 int main()
38 {
39     unsigned int x;

41     /* Unos podatka */
42     scanf("%u", &x);

43     /* Provera da li je uneti broj pozitivan */
44     if (x == 0) {
45         fprintf(stderr, "Greska: Logaritam od nule nije definisan\n");
46         exit(EXIT_FAILURE);
47     }

49     /* Ispis povratnih vrednosti funkcija */
50     printf("%u %u\n", logaritam_a(x), logaritam_b(x));

52     exit(EXIT_SUCCESS);
53 }
```

Rešenje 3.12

sort.h

```
1  #ifndef _SORT_H_
2  #define _SORT_H_ 1

4  /* Selection sort: Funkcija sortira niz celih brojeva metodom
   sortiranja izborom. Ideja algoritma je sledeca: U svakoj
6  iteraciji pronalazi se najmanji element i premesta se na pocetak
   niza. Dakle, u prvoj iteraciji, pronalazi se najmanji element, i
8  dovodi na nulto mesto u nizu. U i-toj iteraciji najmanjih i-1
   elemenata su vec na svojim pozicijama, pa se od elemenata sa
10 indeksima od i do n-1 trazi najmanji, koji se dovodi na i-tu
   poziciju. */
12 void selection_sort(int a[], int n);

14 /* Insertion sort: Funkcija sortira niz celih brojeva metodom
   sortiranja umetanjem. Ideja algoritma je sledeca: neka je na
16 pocetku i-te iteracije niz prvih i elemenata
   (a[0],a[1],...,a[i-1]) sortirano. U i-toj iteraciji treba element
18 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
20 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
22 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
24 zatim se proverava da li je potrebno dalje potiskivanje elementa u
   levo, poredeci ga sa njegovim novim levim susedom. Ovim uzastopnim
26 premestanjem se a[i] umece na pravo mesto u nizu. */
void insertion_sort(int a[], int n);

28

30 /* 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
32 poretku. Ovim se najveći element poput mehurica istiskuje na
   "povrsinu", tj. na krajnju desnu poziciju. Nakon toga je potrebno
34 ovaj postupak ponoviti nad nizom a[0],...,a[n-2], tj. nad prvih
   n-1 elemenata niza bez poslednjeg koji je postavljen na pravu
36 poziciju. Nakon toga se isti postupak ponavlja nad sve kracim i
   kracim prefiksima niza, cime se jedan po jedan istiskuju
38 elementi na svoje prave pozicije. */
void bubble_sort(int a[], int n);

40

42 /* Selsort: Ovaj algoritam je jednostavno prosirenje sortiranja
   umetanjem koje dopusta direktnu razmenu udaljenih elemenata.
   Prosirenje se sastoji u tome da se kroz algoritam umetanja
44 prolazi vise puta; u prvom prolazu, umesto koraka 1 uzima se neki
   korak h koji je manji od n (sto omogucuje razmenu udaljenih
46 elemenata) i tako se dobija h-sortiran niz, tj. niz u kome su
   elementi na rastojanju h sortirani, mada susedni elementi to ne
```



```

48      moraju biti. U drugom prolazu kroz isti algoritam sprovodi se
      isti postupak ali za manji korak h. Sa prolazima se nastavlja sve
50      do koraka h = 1, u kome se dobija potpuno sortirani niz. Izbor
      pocetne vrednosti za h, i nacina njegovog smanjivanja menja u
52      nekim slucajevima brzinu algoritma, ali bilo koja vrednost ce
      rezultovati ispravnim sortiranjem, pod uslovom da je u poslednjoj
54      iteraciji h imalo vrednost 1. */
      void shell_sort(int a[], int n);
56
      /* Merge sort: Funkcija sortira niz celih brojeva a[] ucesljavanjem.
      Sortiranje se vrši od elementa na poziciji l do onog na poziciji
58      d. Na pocetku, da bi niz bio kompletno sortiran, l mora biti 0, a
      d je jednako poslednjem validnom indeksu u nizu. Funkcija niz
      podeli na dve polovine, levu i desnu, koje zatim rekurzivno
60      sortira. Od ova dva sortirana podniza, sortiran niz se dobija
      ucesljavanjem, tj. istovremenim prolaskom kroz oba niza i izborom
62      trenutnog manjeg elementa koji se smesta u pomocni niz. Na kraju
      algoritma, sortirani elementi su u pomocnom nizu, koji se kopira u
64      originalni niz. */
      void merge_sort(int a[], int l, int d);
66
68      /* Quick sort: Funkcija sortira deo niza brojeva a izmedju pozicija
      l i d. Njena ideja sortiranja je izbor jednog elementa niza, koji
70      se naziva pivot, i koji se dovodi na svoje mesto. Posle ovog
      koraka, svi elementi levo od njega bice manji, a svi desno bice
72      veci od njega. Kako je pivot doveden na svoje mesto, da bi niz
      bio kompletno sortiran, potrebno je sortirati elemente levo
74      (manje) od njega, i elemente desno (vece). Kako su dimenzije ova
      dva podniza manje od dimenzije pocetnog niza koji je trebalo
76      sortirati, ovaj deo moze se uraditi rekurzivno. */
      void quick_sort(int a[], int l, int d);
78
80      #endif

```

sort.c

```

      #include "sort.h"
2
      #define MAX 1000000
4
      void selection_sort(int a[], int n)
6      {
          int i, j;
          int min;
          int pom;
10
          /* U svakoj iteraciji ove petlje pronalazi se najmanji element
          medju elementima a[i], a[i+1], ..., a[n-1], i postavlja se na
          poziciju i, dok se element na poziciji i premesta na poziciju
12          min, na kojoj se nalazio najmanji od navedenih elemenata. */
          for (i = 0; i < n - 1; i++) {
14

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
16      /* Unutrasnja petlja pronalazi poziciju min, na kojoj se nalazi
17         najmanji od elemenata a[i],...,a[n-1]. */
18      min = i;
19      for (j = i + 1; j < n; j++)
20          if (a[j] < a[min])
21              min = j;
22
23      /* Zamena elemenata na pozicijama (i) i min. Ovo se radi samo
24         ako su (i) i min razliciti, inace je nepotrebno. */
25      if (min != i) {
26          pom = a[i];
27          a[i] = a[min];
28          a[min] = pom;
29      }
30  }
31  }
32
33  void insertion_sort(int a[], int n)
34  {
35      int i, j;
36
37      /* Na pocetku iteracije pretpostavlja se da je niz a[0],...,a[i-1]
38         sortiran */
39      for (i = 1; i < n; i++) {
40          /* U ovoj petlji se redom potiskuje element a[i] ulevo koliko je
41             potrebno, dok ne zauzme pravo mesto, tako da niz a[0],...,a[i]
42             bude sortiran. Indeks j je trenutna pozicija na kojoj se
43             element koji se umeće nalazi. Petlja se završava ili kada
44             element dodje do levog kraja (j==0) ili kada se naidje na
45             element a[j-1] koji je manji od a[j]. */
46          int temp = a[i];
47          for (j = i; j > 0 && temp < a[j - 1]; j--)
48              a[j] = a[j - 1];
49          a[j] = temp;
50      }
51  }
52
53  void bubble_sort(int a[], int n)
54  {
55      int i, j;
56      int ind;
57
58      for (i = n, ind = 1; i > 1 && ind; i--)
59          /* Poput "mehurica" potiskuje se najveći element među
60             elementima od a[0] do a[i-1] na poziciju i-1 upoređujući
61             susedne elemente niza i potiskujući veći u desno */
62          for (j = 0, ind = 0; j < i - 1; j++)
63              if (a[j] > a[j + 1]) {
64                  int temp = a[j];
65                  a[j] = a[j + 1];
66                  a[j + 1] = temp;
67                  /* Promenljiva ind registruje da je bilo premestanja. Samo u
```

```
68         tom slucaju ima smisla ici na sledecu iteraciju, jer ako
69         nije bilo premestanja, znaci da su svi elementi vec u
70         dobrom poretku, pa nema potrebe prelaziti na kraci prefiks
71         niza. Algoritam moze biti i bez ovoga, sortiranje bi bilo
72         ispravno, ali manje efikasano, jer bi se cesto nepotrebno
73         vrsila mnoga uporedjivanja, kada je vec jasno da je
74         sortiranje zavrшено. */
75         ind = 1;
76     }
77 }
78
79 void shell_sort(int a[], int n)
80 {
81     int h = n / 2, i, j;
82     while (h > 0) {
83         /* Insertion sort sa korakom h */
84         for (i = h; i < n; i++) {
85             int temp = a[i];
86             j = i;
87             while (j >= h && a[j - h] > temp) {
88                 a[j] = a[j - h];
89                 j -= h;
90             }
91             a[j] = temp;
92         }
93         h = h / 2;
94     }
95 }
96
97 void merge_sort(int a[], int l, int d)
98 {
99     int s;
100     static int b[MAX];          /* Pomocni niz */
101     int i, j, k;
102
103     /* Izlaz iz rekurzije */
104     if (l >= d)
105         return;
106
107     /* Odredjivanje sredisnjeg indeksa */
108     s = (l + d) / 2;
109
110     /* Rekurzivni pozivi */
111     merge_sort(a, l, s);
112     merge_sort(a, s + 1, d);
113
114     /* Inicijalizacija indeksa. Indeks i prolazi kroz levu polovinu
115     niza, dok indeks j prolazi kroz desnu polovinu niza. Indeks k
116     prolazi kroz pomocni niz b[] */
117     i = l;
118     j = s + 1;
119     k = 0;
```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
120  /* "Ucesljavanje" koriscenjem pomocnog niza b[] */
122  while (i <= s && j <= d) {
124      if (a[i] < a[j])
126          b[k++] = a[i++];
128      else
129          b[k++] = a[j++];
130  }
132  /* U slucaju da se prethodna petlja zavrсила izlaskom promenljive
133     j 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 zavrсила izlaskom promenljive
139     i 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 = 1; 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
165      /* Particionisanje niza. Svi elementi na pozicijama levo od
166         pivot_pozicija (izuzev same pozicije l) su strogo manji od
167         pivota. Kada se pronadje neki element manji od pivota, uvecava
168         se promenljiva pivot_pozicija i na tu poziciju se premesta
169         nadjeni element. Na kraju ce pivot_pozicija zaista biti
170         pozicija na koju treba smestiti pivot, jer ce svi elementi levo
171         od te pozicije biti manji a desno biti veci ili jednaki od
172         pivota. */
173      pivot_pozicija = l;
174      for (i = l + 1; i <= d; i++)
```

```

172     if (a[i] < a[l])
173         swap(a, ++pivot_pozicija, i);
174
175     /* Postavljanje pivota na svoje mesto */
176     swap(a, l, pivot_pozicija);
177
178     /* Rekurzivno sortiranje elementa manjih od pivota */
179     quick_sort(a, l, pivot_pozicija - 1);
180     /* Rekurzivno sortiranje elementa vecih od pivota */
181     quick_sort(a, pivot_pozicija + 1, d);
182 }

```

main.c

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
  #include <time.h>
4  #include "sort.h"

6  /* Maksimalna duzina niza */
  #define MAX 1000000

8
int main(int argc, char *argv[])
10 {
    /******
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     *****/
    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     *****/
    int tip_niza = 0;

26
    /* Dimenzija niza koji se sortira */
28    int dimenzija;
    int i;
30    int niz[MAX];

32    /* Provera argumenata komandne linije */
    if (argc < 2) {
34        fprintf(stderr, "Greska: Program zahteva bar 2 ");
        fprintf(stderr, "argumenta komandne linije!\n");
36        exit(EXIT_FAILURE);
    }
}

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
38  /* Ocitavanje opcija i argumenata prilikom poziva programa */
40  for (i = 1; i < argc; i++) {
42      /* Ako je u pitanju opcija... */
43      if (argv[i][0] == '-') {
44          switch (argv[i][1]) {
45              case 'i':
46                  tip_sortiranja = 1;
47                  break;
48              case 'b':
49                  tip_sortiranja = 2;
50                  break;
51              case 's':
52                  tip_sortiranja = 3;
53                  break;
54              case 'm':
55                  tip_sortiranja = 4;
56                  break;
57              case 'q':
58                  tip_sortiranja = 5;
59                  break;
60              case 'r':
61                  tip_niza = 1;
62                  break;
63              case 'o':
64                  tip_niza = 2;
65                  break;
66              default:
67                  fprintf(stderr, "Greska: Pogresna opcija -%c\n", argv[i][1]);
68                  exit(EXIT_SUCCESS);
69                  break;
70          }
71      }
72      /* Ako je u pitanju argument, onda je to duzina niza koji treba
73       da se sortira */
74      else {
75          dimenzija = atoi(argv[i]);
76          if (dimenzija <= 0 || dimenzija > MAX) {
77              fprintf(stderr, "Greska: Dimenzija niza neodgovarajuca!\n");
78              exit(EXIT_FAILURE);
79          }
80      }
81  }
82
83  /* Elementi niza se odredjuju slucajno, ali vodeci racuna o tipu
84   niza dobijenom iz komandne linije. srand() funkcija obezbedjuje
85   novi seed za pozivanje rand funkcije, i kako generisani niz ne
86   bi uvek bio isti seed je postavljen na tekuce vreme u sekundama
87   od Nove godine 1970. rand()%100 daje brojeve izmedju 0 i 99 */
88  srand(time(NULL));
89  if (tip_niza == 0)
90      for (i = 0; i < dimenzija; i++)
```

```

90     niz[i] = rand();
else if (tip_niza == 1)
92     for (i = 0; i < dimenzija; i++)
        niz[i] = i == 0 ? rand() % 100 : niz[i - 1] + rand() % 100;
94 else
    for (i = 0; i < dimenzija; i++)
96     niz[i] = i == 0 ? rand() % 100 : niz[i - 1] - rand() % 100;

98 /* Ispisivanje elemenata niza */
/*****
100 Ovaj deo je iskomentarisan jer sledeci ispis ne treba da se nadje
na standardnom izlazu. Njegova svrha je samo bila provera da li
102 je niz generisan u skladu sa opcijama komandne linije.

104 printf("Niz koji sortiramo je:\n");
for (i = 0; i < dimenzija; i++)
106     printf("%d\n", niz[i]);
*****/

108

110 /* Sortiranje niza na odgovarajuci nacin */
if (tip_sortiranja == 0)
112     selection_sort(niz, dimenzija);
else if (tip_sortiranja == 1)
114     insertion_sort(niz, dimenzija);
else if (tip_sortiranja == 2)
116     bubble_sort(niz, dimenzija);
else if (tip_sortiranja == 3)
118     shell_sort(niz, dimenzija);
else if (tip_sortiranja == 4)
120     merge_sort(niz, 0, dimenzija - 1);
else
122     quick_sort(niz, 0, dimenzija - 1);

124 /* Ispis elemenata niza */
/*****
126 Ovaj deo je iskomentarisan jer vreme potrebno za njegovo
izvršavanje ne bi trebalo da bude ukljuceno u vreme izmereno
128 programom time. Takodje, kako je svrha ovog programa da prikaze
vremena razlicitih algoritama sortiranja, dimenzije nizova ce
130 biti, verovatno, ogromne, pa nema smisla imati na izlazu nizove
od toliko elemenata. Ovaj deo je koriscen u razvoju programa
132 zarad testiranja korektnosti.

134 printf("Sortiran niz je:\n");
for (i = 0; i < dimenzija; i++)
136     printf("%d\n", niz[i]);
*****/

138 exit(EXIT_SUCCESS);
140 }

```

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++) {
12        min = i;
        for (j = i + 1; s[j] != '\0'; j++)
14            if (s[j] < s[min])
                min = j;
16        if (min != i) {
            pom = s[i];
            s[i] = s[min];
            s[min] = pom;
20        }
    }
22 }

24 /* Funkcija vraca 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))
32        return 0;

34    /* Sortiranje niski */
    selectionSort(s);
    selectionSort(t);

36    /* 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
int main()
46 {
    char s[MAX_DIM], t[MAX_DIM];

48    /* Ucitavanje niski sa ulaza */
50    printf("Unesite prvu nisku: ");
```



```

scanf("%s", s);
52 printf("Unesite drugu nisku: ");
scanf("%s", t);

54
/* Poziv funkcije */
56 if (anagrami(s, t))
    printf("jesu\n");
58 else
    printf("nisu\n");
60
return 0;
62 }

```

Rešenje 3.14

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za sortiranje celih brojeva iz zadatka 3.12.

```

1  #include <stdio.h>
   #include "sort.h"
3
   #define MAX 256
5
/* Funkcija koja pronalazi najmanje rastojanje izmedju dva broja u
7  sortiranom nizu celih brojeva */
int najmanje_rastojanje(int a[], int n)
9  {
    int i, min;
11  min = a[1] - a[0];
    for (i = 2; i < n; i++)
13  if (a[i] - a[i - 1] < min)
        min = a[i] - a[i - 1];
15  return min;
}

17
int main()
19 {
    int i, a[MAX];

21
    /* Ucitavaju se elementi niza sve do kraja ulaza */
23  i = 0;
    while (scanf("%d", &a[i]) != EOF)
25  i++;

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));

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
35 | return 0;
    | }
```

Rešenje 3.15

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za sortiranje celih brojeva iz zadatka 3.12.

```
1  #include <stdio.h>
   #include "sort.h"
3
   #define MAX_DIM 256
5
   /* Funkcija za odredjivanje onog elementa sortiranog niza koji se
7   najvise puta pojavio u tom nizu */
   int najvise_puta(int a[], int n)
9   {
       int i, j, br_pojava, i_max_pojava = -1, max_br_pojava = -1;
11      /* Za i-ti element izracunava se koliko puta se pojavio u nizu */
       for (i = 0; i < n; i = j) {
13         br_pojava = 1;
           for (j = i + 1; j < n && a[i] == a[j]; j++)
15             br_pojava++;
           /* Ispitivanje da li se do tog trenutka i-ti element pojavio
17            najvise puta u nizu */
           if (br_pojava > max_br_pojava) {
19             max_br_pojava = br_pojava;
               i_max_pojava = i;
21         }
       }
23      /* Vraca se element koji se najvise puta pojavio u nizu */
       return a[i_max_pojava];
25   }

27   int main()
   {
29       int a[MAX_DIM], i;

31       /* Ucitavanje elemenata niza sve do kraja ulaza */
       i = 0;
33       while (scanf("%d", &a[i]) != EOF)
           i++;
35
       /* Za sortiranje niza moze se koristiti bilo koja od funkcija
37        sortiranja iz sort.h. Ilustracije radi, u ovom zadatku koristi
           se merge sort. */
39       merge_sort(a, 0, i - 1);

41       /* Odredjuje se broj koji se najvise puta pojavio u nizu */
       printf("%d\n", najvise_puta(a, i));
43
       return 0;
```

45 }

Rešenje 3.16

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za sortiranje celih brojeva iz zadatka 3.12.

```

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
   poretku */
7  int binarna_pretraga(int a[], int n, int x)
   {
11     int levi = 0, desni = n - 1, srednji;
13
   while (levi <= desni) {
       srednji = (levi + desni) / 2;
15     if (a[srednji] == x)
         return 1;
17     else if (a[srednji] > x)
         desni = srednji - 1;
19     else if (a[srednji] < x)
         levi = srednji + 1;
21   }
   return 0;
23 }
25
int main()
{
27     int a[MAX_DIM], n = 0, zbir, i;
29
   /* Ucitava se trazeni zbir */
   printf("Unesite trazeni zbir: ");
31   scanf("%d", &zbir);
33
   /* Ucitavaju se elementi niza sve do kraja ulaza */
   i = 0;
35   printf("Unesite elemente niza: ");
   while (scanf("%d", &a[i]) != EOF)
37     i++;
   n = i;
39
   /* Za sortiranje niza moze se koristiti bilo koja od funkcija
   sortiranja iz sort.h. Ilustracije radi, u ovom zadatku koristi
   se quick sort. */
41   quick_sort(a, 0, n - 1);
43
   for (i = 0; i < n; i++)
45

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
47      /* Za i-ti element niza binarno se pretražuje da li se u ostatku
      niza nalazi element koji sabran sa njim ima ucitanu vrednost
      zbira */
49      if (binarna_pretraga(a + i + 1, n - i - 1, zbir - a[i])) {
      printf("da\n");
51      return 0;
      }
53      printf("ne\n");
55      return 0;
  }
```

Rešenje 3.17

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

4  /* Funkcija objedinjuje nizove niz1 i niz2 dimenzija dim1 i dim2, a
   rezultat cuva u nizu dim3 za koji je rezervisano dim3 elemenata */
6  int merge(int *niz1, int dim1, int *niz2, int dim2, int *niz3,
           int dim3)
8  {
   int i = 0, j = 0, k = 0;
10  /* U slucaju da je dimenzija treceg niza manja od neophodne,
   funkcija vraca -1 */
12  if (dim3 < dim1 + dim2)
   return -1;
14
   /* Vrsi se ucesljavanje nizova sve dok se ne dodje do kraja jednog
   od njih */
16  while (i < dim1 && j < dim2) {
18     if (niz1[i] < niz2[j])
        niz3[k++] = niz1[i++];
20     else
        niz3[k++] = niz2[j++];
22  }
   /* Ostatak prvog niza prepisuje se u treci */
24  while (i < dim1)
   niz3[k++] = niz1[i++];
26
   /* Ostatak drugog niza prepisuje se u treci */
28  while (j < dim2)
   niz3[k++] = niz2[j++];
30  return dim1 + dim2;
   }
32
33  int main()
34  {
   int niz1[MAX_DIM], niz2[MAX_DIM], niz3[2 * MAX_DIM];
36  int i = 0, j = 0, k, dim3;
```

```

38  /* Ucitavaju se nizovi sa ulaza sve dok se ne unese nula.
    Pretpostavka je da na ulazu nema vise od MAX_DIM elemenata */
40  printf("Unesite elemente prvog niza: ");
    while (1) {
42      scanf("%d", &niz1[i]);
        if (niz1[i] == 0)
44          break;
        i++;
46    }
    printf("Unesite elemente drugog niza: ");
48    while (1) {
        scanf("%d", &niz2[j]);
50        if (niz2[j] == 0)
            break;
52        j++;
    }
54
    /* Poziv trazene funkcije */
56    dim3 = merge(niz1, i, niz2, j, niz3, 2 * MAX_DIM);

58    /* Ispis niza */
    for (k = 0; k < dim3; k++)
60        printf("%d ", niz3[k]);
    printf("\n");
62
    return 0;
64 }

```

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;
    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,
16             "Greska: Program se poziva sa %s datoteka1 datoteka2\n",
                argv[0]);
18        exit(EXIT_FAILURE);
    }
20
    /* Otvaranje datoteke zadate prvim argumentom komandne linije */

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
22  fin1 = fopen(argv[1], "r");
23  if (fin1 == NULL) {
24      fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s\n",
25                  argv[1]);
26      exit(EXIT_FAILURE);
27  }
28
29  /* Otvaranje datoteke zadate drugim argumentom komandne linije */
30  fin2 = fopen(argv[2], "r");
31  if (fin2 == NULL) {
32      fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s\n",
33                  argv[2]);
34      exit(EXIT_FAILURE);
35  }
36
37  /* Otvaranje datoteke za upis rezultata */
38  fout = fopen("ceo-tok.txt", "w");
39  if (fout == NULL) {
40      fprintf(stderr,
41              "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke ceo-tok.txt\n");
42      exit(EXIT_FAILURE);
43  }
44
45  /* Citanje narednog studenta iz prve datoteke */
46  if (fscanf(fin1, "%s%s", ime1, prezime1) == EOF)
47      kraj1 = 1;
48
49  /* Citanje narednog studenta iz druge datoteke */
50  if (fscanf(fin2, "%s%s", ime2, prezime2) == EOF)
51      kraj2 = 1;
52
53  /* Sve dok nije dostignut kraj neke datoteke */
54  while (!kraj1 && !kraj2) {
55      int tmp = strcmp(ime1, ime2);
56      if (tmp < 0 || (tmp == 0 && strcmp(prezime1, prezime2) < 0)) {
57          /* Ime i prezime iz prve datoteke je leksikografski ranije, i
58             biva upisano u izlaznu datoteku */
59          fprintf(fout, "%s %s\n", ime1, prezime1);
60          /* Citanje narednog studenta iz prve datoteke */
61          if (fscanf(fin1, "%s%s", ime1, prezime1) == EOF)
62              kraj1 = 1;
63      } else {
64          /* Ime i prezime iz druge datoteke je leksikografski ranije, i
65             biva upisano u izlaznu datoteku */
66          fprintf(fout, "%s %s\n", ime2, prezime2);
67          /* Citanje narednog studenta iz druge datoteke */
68          if (fscanf(fin2, "%s%s", ime2, prezime2) == EOF)
69              kraj2 = 1;
70      }
71  }
72
73  /* Ako se iz prethodne petlje izaslo zato sto je dostignut kraj
```

```

74     druge datoteke, onda ima jos studenata u prvoj datoteci, koje
75     treba prepisati u izlaznu, redom, jer su vec sortirani po
76     imenu. */
77     while (!kraj1) {
78         fprintf(fout, "%s %s\n", ime1, prezime1);
79         if (fscanf(fin1, "%s%s", ime1, prezime1) == EOF)
80             kraj1 = 1;
81     }
82
83     /* Ako se iz prve petlje izaslo zato sto je dostignut kraj prve
84     datoteke, onda ima jos studenata u drugoj datoteci, koje treba
85     prepisati u izlaznu, redom, jer su vec sortirani po imenu. */
86     while (!kraj2) {
87         fprintf(fout, "%s %s\n", ime2, prezime2);
88         if (fscanf(fin2, "%s%s", ime2, prezime2) == EOF)
89             kraj2 = 1;
90     }
91
92     /* Zatvaranje datoteka */
93     fclose(fin1);
94     fclose(fin2);
95     fclose(fout);
96
97     exit(EXIT_SUCCESS);
98 }

```

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 float rastojanje(Tacka A)
16 {
17     return sqrt(A.x * A.x + A.y * A.y);
18 }
19
20 /* Funkcija koja sortira niz tacaka po rastojanju od koordinatnog
21    pocetka */
22 void sortiraj_po_rastojanju(Tacka t[], int n)
23 {

```

```
25     int min, i, j;
    Tacka tmp;

27     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
        min = i;
29         for (j = i + 1; j < n; j++) {
            if (rastojanje(t[j]) < rastojanje(t[min])) {
31                 min = j;
            }
33         }
        if (min != i) {
35             tmp = t[i];
            t[i] = t[min];
37             t[min] = tmp;
        }
39     }
}

41
/* Funkcija koja sortira niz tacaka po vrednosti x koordinate */
43 void sortiraj_po_x(Tacka t[], int n)
{
45     int min, i, j;
    Tacka tmp;

47     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
        min = i;
49         for (j = i + 1; j < n; j++) {
            if (abs(t[j].x) < abs(t[min].x)) {
51                 min = j;
            }
53         }
        if (min != i) {
55             tmp = t[i];
            t[i] = t[min];
57             t[min] = tmp;
        }
59     }
61 }

63
/* Funkcija koja sortira niz tacaka po vrednosti y koordinate */
void sortiraj_po_y(Tacka t[], int n)
65 {
    int min, i, j;
67     Tacka tmp;

69     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
        min = i;
71         for (j = i + 1; j < n; j++) {
            if (abs(t[j].y) < abs(t[min].y)) {
73                 min = j;
            }
75         }
    }
```



```

    if (min != i) {
77         tmp = t[i];
        t[i] = t[min];
79         t[min] = tmp;
    }
81 }
}
83
int main(int argc, char *argv[])
85 {
    FILE *ulaz;
87     FILE *izlaz;
    Tacka tacke[MAX_BR_TACAKA];
89     int i, n;

    /* Proveravanje broja argumenata komandne linije: ocekuje se ime
91     izvrsnog programa, opcija, ime ulazne datoteke i ime izlazne
93     datoteke, tj. 4 argumenta */
    if (argc != 4) {
95         fprintf(stderr,
97             "Greska: Program se poziva sa %s opcija ulaz izlaz\n",
            argv[0]);
        exit(EXIT_FAILURE);
99     }

    /* Otvaranje datoteke u kojoj su zadate tacke */
101     ulaz = fopen(argv[2], "r");
103     if (ulaz == NULL) {
        fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s!\n",
105             argv[2]);
        exit(EXIT_FAILURE);
107     }

    /* Otvaranje datoteke u koju treba upisati rezultat */
109     izlaz = fopen(argv[3], "w");
111     if (izlaz == NULL) {
        fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s!\n",
113             argv[3]);
        exit(EXIT_FAILURE);
115     }

    /* Sve dok se ne stigne do kraja ulazne datoteke, ucitavaju se
117     koordinate tacaka i smestaju na odgovarajuce pozicije odredjene
119     brojacem i. */
    i = 0;
121     while (fscanf(ulaz, "%d %d", &tacke[i].x, &tacke[i].y) != EOF) {
        i++;
123     }

    /* Ukupan broj procitanih tacaka */
125     n = i;
127 }
```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
129  /* Analizira se prosledjena opcija. Moguce vrednosti za argv[1] su
    /* "-x" ili "-y" ili "-o", pa je argv[1][0] sigurno crtica
    /* (karakter -), a karakter argv[1][1] odredjuje kriterijum
    /* sortiranja */
131  switch (argv[1][1]) {
133  case 'x':
    /* Sortiranje po vrednosti x koordinate */
135  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 koordinatnog 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
    exit(EXIT_SUCCESS);
157 }
```

Rešenje 3.20

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

4
#define MAX 1000
6 #define MAX_DUZINA 16

8 /* Struktura koja reprezentuje jednog gradjanina */
typedef struct gr {
10     char ime[MAX_DUZINA];
    char prezime[MAX_DUZINA];
12 } Gradjanin;

14 /* Funkcija sortira niz gradjana rastuce po imenima */
void sort_ime(Gradjanin a[], int n)
16 {
    int i, j;
18     int min;
```

```
    Gradjanin pom;

20
    for (i = 0; i < n - 1; i++) {
22        /* Unutrasnja petlja pronalazi poziciju min, na kojoj se nalazi
           najmanji od elemenata a[i].ime,...,a[n-1].ime. */
24        min = i;
        for (j = i + 1; j < n; j++)
26            if (strcmp(a[j].ime, a[min].ime) < 0)
                min = j;
28        /* Zamena elemenata na pozicijama (i) i min. Ovo se radi samo
           ako su (i) i min razliciti, inace je nepotrebno. */
30        if (min != i) {
            pom = a[i];
32            a[i] = a[min];
            a[min] = pom;
34        }
    }
36 }

38 /* Funkcija sortira niz gradjana rastuce po prezimenima */
void sort_prezime(Gradjanin a[], int n)
40 {
    int i, j;
42    int min;
    Gradjanin pom;

44    for (i = 0; i < n - 1; i++) {
46        /* Unutrasnja petlja pronalazi poziciju min, na kojoj se nalazi
           najmanji od elemenata a[i].prezime,...,a[n-1].prezime. */
48        min = i;
        for (j = i + 1; j < n; j++)
50            if (strcmp(a[j].prezime, a[min].prezime) < 0)
                min = j;
52        /* Zamena elemenata na pozicijama (i) i min. Ovo se radi samo
           ako su (i) i min razliciti, inace je nepotrebno. */
54        if (min != i) {
            pom = a[i];
56            a[i] = a[min];
            a[min] = pom;
58        }
    }
60 }

62 /* Pretraga niza Gradjana */
int linearna_pretraga(Gradjanin a[], int n, Gradjanin * x)
64 {
    int i;
66    for (i = 0; i < n; i++)
        if (strcmp(a[i].ime, x->ime) == 0
68            && strcmp(a[i].prezime, x->prezime) == 0)
            return i;
70    return -1;
}
```

```

72 }
74 int main()
75 {
76     Gradjanin spisak1[MAX], spisak2[MAX];
77     int isti_rbr = 0;
78     int i, n;
79     FILE *fp = NULL;
80
81     /* Otvaranje datoteke */
82     if ((fp = fopen("biracki-spisak.txt", "r")) == NULL) {
83         fprintf(stderr,
84             "Greska: Neupesno otvaranje datoteke za citanje.\n");
85         exit(EXIT_FAILURE);
86     }
87
88     /* Citanje sadrzaja */
89     for (i = 0;
90         fscanf(fp, "%s %s", spisak1[i].ime,
91             spisak1[i].prezime) != EOF; i++)
92         spisak2[i] = spisak1[i];
93     n = i;
94
95     /* Zatvaranje datoteke */
96     fclose(fp);
97
98     sort_ime(spisak1, n);
99
100    /******
101     Ovaj deo je iskomentarisan jer se u zadatku ne trazi ispis
102     sortiranih nizova. Koriscen je samo u fazi testiranja programa.
103
104     printf("Biracki spisak [uredjen prema imenima]:\n");
105     for(i=0; i<n; i++)
106         printf(" %d. %s %s\n",i,spisak1[i].ime, spisak1[i].prezime);
107     *****/
108
109     sort_prezime(spisak2, n);
110
111    /******
112     Ovaj deo je iskomentarisan jer se u zadatku ne trazi ispis
113     sortiranih nizova. Koriscen je samo u fazi testiranja programa.
114
115     printf("Biracki spisak [uredjen prema prezimenima]:\n");
116     for(i=0; i<n; i++)
117         printf(" %d. %s %s\n",i,spisak2[i].ime, spisak2[i].prezime);
118     *****/
119
120    /* Linearno pretrazivanje nizova */
121    for (i = 0; i < n; i++)
122        if (i == linearna_pretraga(spisak2, n, &spisak1[i]))

```

```

    isti_rbr++;
124
/* Alternativno (efikasnije) resenje */
126 /*****
    for(i=0; i<n ;i++)
128         if( strcmp(spisak2[i].ime, spisak1[i].ime) == 0 &&
            strcmp(spisak1[i].prezime, spisak2[i].prezime)==0)
130             isti_rbr++;
    *****/

132
/* Ispis rezultata */
134 printf("%d\n", isti_rbr);

136 exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

Rešenje 3.22

```

1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
   #include <ctype.h>
5
   #define MAX_BR_RECI 128
7  #define MAX_DUZINA_RECI 32

9  /* Funkcija koja izracunava broj suglasnika u reci */
   int broj_suglasnika(char s[])
11 {
    char c;
13     int i;
    int suglasnici = 0;
15     /* Prolaz karakter po karakter kroz zadatu nisku */
    for (i = 0; s[i]; i++) {
17         /* Ako je u pitanju slovo, konvertuje se u veliko da bi bio
            pokriven slucaj i malih i velikih suglasnika. */
19         if (isalpha(s[i])) {
            c = toupper(s[i]);
21             /* Ukoliko slovo nije samoglasnik uvecava se brojac. */
            if (c != 'A' && c != 'E' && c != 'I' && c != 'O' && c != 'U')
23                 suglasnici++;
        }
25     }
    /* Vraca se izracunata vrednost */
27     return suglasnici;
}

29
/* Funkcija koja sortira reci po zadatom kriterijumu. Informacija o
31 duzini reci se mora proslediti zbog pravilnog upravljanja
    memorijom */
33 void sortiraj_reci(char reci[][MAX_DUZINA_RECI], int n)

```

```
{
35  int min, i, j, broj_suglasnika_j, broj_suglasnika_min,
    duzina_j, duzina_min;
37  char tmp[MAX_DUZINA_RECII];
  for (i = 0; i < n - 1; i++) {
39      min = i;
      for (j = i; j < n; j++) {
41          /* Prvo se upoređuje broj suglasnika */
          broj_suglasnika_j = broj_suglasnika(reci[j]);
43          broj_suglasnika_min = broj_suglasnika(reci[min]);
          if (broj_suglasnika_j < broj_suglasnika_min)
45              min = j;
          else if (broj_suglasnika_j == broj_suglasnika_min) {
47              /* Zatim, recima koje imaju isti broj suglasnika upoređuju
                se duzine */
49              duzina_j = strlen(reci[j]);
              duzina_min = strlen(reci[min]);
51
              if (duzina_j < duzina_min)
53                  min = j;
              else {
55                  /* Ako reci imaju i isti broj suglasnika i iste duzine,
                     upoređuju se leksikografski */
57                  if (duzina_j == duzina_min
                      && strcmp(reci[j], reci[min]) < 0)
59                      min = j;
              }
61          }
      }
      if (min != i) {
63          strcpy(tmp, reci[min]);
65          strcpy(reci[min], reci[i]);
          strcpy(reci[i], tmp);
67      }
  }
69 }

71 int main()
{
73     FILE *ulaz;
    int i = 0, n;
75
    /* Niz u koji ce biti smestane reci. Prvi broj oznacava broj reci,
77     a drugi maksimalnu duzinu pojedinačne reci */
    char reci[MAX_BR_RECII][MAX_DUZINA_RECII];
79
    /* Otvaranje datoteke niske.txt za citanje */
81    ulaz = fopen("niske.txt", "r");
    if (ulaz == NULL) {
83        fprintf(stderr,
            "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke niske.txt!\n");
85        exit(EXIT_FAILURE);
    }
}
```

```

87     }
88
89     /* Sve dok se moze procitati sledeca rec */
90     while (fscanf(ulaz, "%s", reci[i]) != EOF) {
91         /* Proverava se da li ucitan maksimalan broj reci, i ako jeste,
92            prekida se ucitavanje */
93         if (i == MAX_BR_RECII)
94             break;
95         /* Priprema brojava za narednu iteraciju */
96         i++;
97     }
98
99     /* n je duzina niza reci i predstavlja poslednju vrednost
100        koriscenog brojava */
101     n = i;
102     /* Poziv funkcije za sortiranje reci */
103     sortiraj_reci(reci, n);
104
105     /* Ispis sortiranog niza reci */
106     for (i = 0; i < n; i++) {
107         printf("%s ", reci[i]);
108     }
109     printf("\n");
110
111     /* Zatvaranje datoteke */
112     fclose(ulaz);
113
114     exit(EXIT_SUCCESS);
115 }

```

Rešenje 3.23

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <string.h>
4
5 #define MAX_ARTIKALA 100000
6
7 /* Struktura koja predstavlja jedan artikal */
8 typedef struct art {
9     long kod;
10    char naziv[20];
11    char proizvođač[20];
12    float cena;
13 } Artikal;
14
15 /* Funkcija koja u nizu artikala binarnom pretragom nalazi onaj sa
16    traženim bar kodom */
17 int binarna_pretraga(Artikal a[], int n, long x)
18 {
19     int levi = 0;

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
20  int desni = n - 1;

22  /* Dokle god je indeks levi levo od indeksa desni */
while (levi <= desni) {
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,
          "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke artikli.txt.\n");
76      exit(EXIT_FAILURE);
    }

78  /* Ucitavanje artikala */
    i = 0;
    while (fscanf(fp, "%ld %s %s %f", &asortiman[i].kod,
82          asortiman[i].naziv, asortiman[i].proizvodjac,
          &asortiman[i].cena) == 4)

84      i++;

86  /* Zatvaranje datoteke */
    fclose(fp);

88

90  n = i;

92  /* Sortira se celokupan asortiman prodavnice prema kodovima jer ce
    pri kucanju racuna prodavac unositi kod artikla. Prilikom
    kucanja svakog racuna pretrazuje se asortiman, da bi se utvrdila
94  cena artikla. Kucanje racuna obuhvata vise pretraga asortimana i
    cilj je da ta operacija bude sto efikasnija. Zato se koristi
96  algoritam binarne pretrage prilikom pretrazivanja po kodu
    artikla. Iz tog razloga, potrebno je da asortiman bude sortiran
    po kodovima i to ce biti uradjeno primenom selection sort
98  algoritma. Sortiranje se vrsi samo jednom na pocetku, ali se
    zato posle artikli mogu brzo pretrazivati prilikom kucanja
    proizvoljno puno racuna. Vreme koje se utrosi na sortiranje na
100 pocetku izvršavanja programa, kasnije se isplati jer se za
    brojna trazenja artikla umesto linearne moze koristiti
102 efikasnija binarna pretraga. */
    selection_sort(asortiman, n);

104

106  /* Ispis stanja u prodavnici */
    printf
108      ("Asortiman:\nKOD          Naziv artikla      Ime
        proizvodjaca      Cena\n");
    for (i = 0; i < n; i++)
110        printf("%10ld %20s %20s %12.2f\n", asortiman[i].kod,
            asortiman[i].naziv, asortiman[i].proizvodjac,
            asortiman[i].cena);

112

114  kod = 0;
    while (1) {
116        printf("-----\n");
        printf("- Za kraj za kraj rada kase, pritisnite CTRL+D!\n");
        printf("- Za nov racun unesite kod artikla:\n\n");
118        /* Unos bar koda provog artikla sledeceg kupca */
        if (scanf("%ld", &kod) == EOF)
120            break;
122

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
124     /* Trenutni racun novog kupca */
125     racun = 0;
126     /* Za sve artikle trenutnog kupca */
127     while (1) {
128         /* Vrsi se njihov pronalazak u nizu */
129         if ((i = binarna_pretraga(asortiman, n, kod)) == -1) {
130             printf("\tGreska: Ne postoji proizvod sa trazanim kodom!\n");
131         } else {
132             printf("\tTrazili ste:\t%s %s %12.2f\n",
133                 asortiman[i].naziv, asortiman[i].proizvodjac,
134                 asortiman[i].cena);
135             /* I dodavanje na ukupan racun */
136             racun += asortiman[i].cena;
137         }
138         /* Unos bar koda sledeceg artikla trenutnog kupca, ili 0 ako
139            on nema vise artikla */
140         printf("Unesite kod artikla [ili 0 za prekid]: \t");
141         scanf("%ld", &kod);
142         if (kod == 0)
143             break;
144     }
145     /* Stampanje ukupnog racuna trenutnog kupca */
146     printf("\n\tUKUPNO: %.2lf dinara.\n\n", racun);
147 }
148
149 printf("Kraj rada kase!\n");
150
151 exit(EXIT_SUCCESS);
152 }
```

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;
```

```

21     int min;
    Student pom;

23     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
        min = i;
25         for (j = i + 1; j < n; j++)
            if (strcmp(niz[j].ime, niz[min].ime) < 0)
27                 min = j;

29         if (min != i) {
            pom = niz[min];
31             niz[min] = niz[i];
            niz[i] = pom;
33         }
    }
35 }

37 /* Funkcija za sortiranje niza struktura po ukupnom broju uradjenih
    zadataka opadajuće, a ukoliko neki studenti imaju isti broj
39 uradjenih zadataka sortiraju se po dužini imena rastuće. */
void sort_zadatke_pa_imena(Student niz[], int n)
41 {
    int i, j;
43     int max;
    Student pom;
45     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
        max = i;
47         for (j = i + 1; j < n; j++)
            if (niz[j].zadaci > niz[max].zadaci)
49                 max = j;
            else if (niz[j].zadaci == niz[max].zadaci
51                     && strlen(niz[j].ime) < strlen(niz[max].ime))
                max = j;
53         if (max != i) {
            pom = niz[max];
55             niz[max] = niz[i];
            niz[i] = pom;
57         }
    }
59 }

61 /* Funkcija za sortiranje niza struktura po broju casova na kojima
    su bili opadajuće. Ukoliko neki studenti imaju isti broj casova,
63 sortiraju se opadajuće po broju uradjenih zadataka, a ukoliko se
    i po broju zadataka poklapaju, njihovo sortiranje ce biti po
65 prezimenu opadajuće. */
void sort_prisustvo_pa_zadatke_pa_prezimeni(Student niz[], int n)
67 {
    int i, j;
69     int max;
    Student pom;
71     for (i = 0; i < n - 1; i++) {

```

```

    max = i;
73   for (j = i + 1; j < n; j++)
       if (niz[j].prisustvo > niz[max].prisustvo)
75         max = j;
       else if (niz[j].prisustvo == niz[max].prisustvo
77                && niz[j].zadaci > niz[max].zadaci)
           max = j;
79       else if (niz[j].prisustvo == niz[max].prisustvo
                  && niz[j].zadaci == niz[max].zadaci
81                  && strcmp(niz[j].prezime, niz[max].prezime) > 0)
           max = j;
83   if (max != i) {
       pom = niz[max];
85       niz[max] = niz[i];
       niz[i] = pom;
87   }
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,
101             "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke aktivnost.txt.\n");
102         exit(EXIT_FAILURE);
103     }
104
105     /* Ucitavanje sadrzaja */
106     for (i = 0;
107          fscanf(fp, "%s%s%d", praktikum[i].ime,
108                praktikum[i].prezime, &praktikum[i].prisustvo,
109                &praktikum[i].zadaci) != EOF; i++);
110
111     /* Zatvaranje datoteke */
112     fclose(fp);
113     br_studenata = i;
114
115     /* Kreiranje prvog spiska studenata po prvom kriterijumu */
116     sort_ime_leksikografski(praktikum, br_studenata);
117     /* Otvaranje datoteke za pisanje */
118     if ((fp = fopen("dat1.txt", "w")) == NULL) {
119         fprintf(stderr,
120             "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke dat1.txt.\n");
121         exit(EXIT_FAILURE);
122     }
123     /* Upis niza u datoteku */
124     fprintf
```

```

125     (fp, "Studenti sortirani po imenu leksikografski rastuce:\n");
127     fprintf(fp, "%s %s %d %d\n", praktikum[i].ime,
        praktikum[i].prezime, praktikum[i].prisustvo,
        praktikum[i].zadaci);
129     /* Zatvaranje datoteke */
    fclose(fp);

131
133     /* Kreiranje drugog spiska studenata po drugom kriterijumu */
    sort_zadatke_pa_imena(praktikum, br_studenata);
135     /* Otvaranje datoteke za pisanje */
    if ((fp = fopen("dat2.txt", "w")) == NULL) {
137         fprintf(stderr,
            "Greska: Neupesno otvaranje datoteke dat2.txt.\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
139     }
    /* Upis niza u datoteku */
141     fprintf(fp, "Studenti sortirani po broju zadataka opadajuce,\n");
    fprintf(fp, "pa po duzini imena rastuce:\n");
143     for (i = 0; i < br_studenata; i++)
        fprintf(fp, "%s %s %d %d\n", praktikum[i].ime,
            praktikum[i].prezime, praktikum[i].prisustvo,
            praktikum[i].zadaci);
147     /* Zatvaranje datoteke */
    fclose(fp);

149
151     /* Kreiranje treceg spiska studenata po trecem kriterijumu */
    sort_prisustvo_pa_zadatke_pa_prezimenama(praktikum, br_studenata);
153     /* Otvaranje datoteke za pisanje */
    if ((fp = fopen("dat3.txt", "w")) == NULL) {
155         fprintf(stderr,
            "Greska: Neupesno otvaranje datoteke dat3.txt.\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
157     }
    /* Upis niza u datoteku */
159     fprintf(fp, "Studenti sortirani po prisustvu opadajuce,\n");
    fprintf(fp, "pa po broju zadataka,\n");
161     fprintf(fp, "pa po prezimenima leksikografski opadajuce:\n");
    for (i = 0; i < br_studenata; i++)
163         fprintf(fp, "%s %s %d %d\n", praktikum[i].ime,
            praktikum[i].prezime, praktikum[i].prisustvo,
            praktikum[i].zadaci);
165     /* Zatvaranje datoteke */
    fclose(fp);

167
169     exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

Rešenje 3.25

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4
5  #define KORAK 10
6
7  /* Struktura koja opisuje jednu pesmu */
8  typedef struct {
9      char *izvodjac;
10     char *naslov;
11     int broj_gledanja;
12 } Pesma;
13
14 /* Funkcija za uporedjivanje pesama po broju gledanosti (potrebna za
15    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 }
23
24 /* Funkcija za uporedjivanje pesama po naslovu (potrebna za rad
25    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 }
33
34 /* Funkcija za uporedjivanje pesama po izvodjaju (potrebna za rad
35    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 }
43
44 /* Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu dinamickim nizom pesme
45    dimenzije n */
46 void oslobodi(Pesma * pesme, int n)
47 {
48     int i;
49     for (i = 0; i < n; i++) {
50         free(pesme[i].izvodjac);
51         free(pesme[i].naslov);
52     }
```

```

    free(pesme);
54 }

56 int main(int argc, char *argv[])
{
58     FILE *ulaz;
    Pesma *pesme;                /* Pokazivac na deo memorije za
60                                cuvanje pesama */

    int alocirano_za_pesme;      /* Broj mesta alociranih za pesme */
62     int i;                    /* Redni broj pesme cije se
                                informacije citaju */

64     int n;                    /* Ukupan broj pesama */
    int j;

66     char c;
    int alocirano;                /* Broj mesta alociranih za
68                                propratne informacije o pesmama */

    int broj_gledanja;

70

    /* Priprema datoteke za citanje */
72     ulaz = fopen("pesme.txt", "r");
    if (ulaz == NULL) {
74         fprintf(stderr,
            "Greska: Neuspesno otvaranje ulazne datoteke!\n");
76         exit(EXIT_FAILURE);
    }

78

    /* Citanje informacija o pesmama */
80     pesme = NULL;
    alocirano_za_pesme = 0;
82     i = 0;

84     while (1) {
        /* Proverava se da li je dostignut kraj datoteke */
86         c = fgetc(ulaz);
        if (c == EOF) {
88             /* Nema vise sadrzaja za citanje */
            break;
90         } else {
            /* Inace, vraca se procitani karakter nazad */
92             ungetc(c, ulaz);
        }

94

        /* Provera da li postoji dovoljno vec alocirane memorije za
96         citanje nove pesme */
        if (alocirano_za_pesme == i) {
98             /* Ako ne, ako je potrosena sva alocirana memorija, alocira se
                novih KORAK mesta */
100             alocirano_za_pesme += KORAK;
            pesme =
102                 (Pesma *) realloc(pesme,
                                    alocirano_za_pesme * sizeof(Pesma));
104

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
106      /* Proverava se da li je nova memorija uspesno realocirana */
107      if (pesme == NULL) {
108          /* Ako nije ispisuje se obavestenje */
109          fprintf(stderr, "Greska: Problem sa alokacijom memorije!\n");
110          /* I oslobadja sva memorija zauzeta do ovog koraka */
111          oslobodi(pesme, i);
112          exit(EXIT_FAILURE);
113      }
114  }
115
116  /* Ako jeste, nastavlja se sa citanjem pesama ... */
117  /* Cita se ime izvodjaca */
118  j = 0;                                /* Pozicija na koju treba smestiti
119                                         procitani karakter */
120  alocirano = 0;                         /* Broj alociranih mesta */
121  pesme[i].izvodjac = NULL;             /* Memorija za smestanje procitanih
122                                         karaktera */
123
124  /* Sve do prve beline u liniji (beline koja se nalazi nakon
125   imena izvodjaca) citaju se karakteri iz datoteke */
126  while ((c = fgetc(ulaz)) != ' ') {
127      /* Provera da li postoji dovoljno memorije za smestanje
128      procitanog karaktera */
129      if (j == alocirano) {
130
131          /* Ako ne, ako je potrosena sva alocirana memorija, alocira
132          se novih KORAK mesta */
133          alocirano += KORAK;
134          pesme[i].izvodjac =
135              (char *) realloc(pesme[i].izvodjac,
136                              alocirano * sizeof(char));
137
138          /* Provera da li je nova alokacija uspesna */
139          if (pesme[i].izvodjac == NULL) {
140              /* Ako nije oslobadja se sva memorija zauzeta do ovog
141              koraka */
142              oslobodi(pesme, i);
143              /* I prekida sa izvrsavanjem programa */
144              exit(EXIT_FAILURE);
145          }
146      }
147
148      /* Ako postoji dovoljno alocirane memorije, smesta se vec
149      procitani karakter */
150      pesme[i].izvodjac[j] = c;
151      j++;
152      /* I nastavlja se sa citanjem */
153  }
154
155  /* Upis terminirajuće nule na kraj reci */
156  pesme[i].izvodjac[j] = '\0';
```



```
158  /* Preskace se karakter - */
    fgetc(ulaz);

160  /* Preskace se razmak */
    fgetc(ulaz);

162
    /* Cita se naslov pesme */
164  j = 0;                                /* Pozicija na koju treba smestiti
                                         procitani karakter */
166  alocirano = 0;                        /* Broj alociranih mesta */
    pesme[i].naslov = NULL;              /* Memoriya za smestanje procitanih
168                                         karaktera */

170  /* Sve do zareza (koji se nalazi nakon naslova pesme) citaju se
    karakteri iz datoteke */
172  while ((c = fgetc(ulaz)) != ',') {
    /* Provera da li postoji dovoljno memorije za smestanje
174     procitanog karaktera */
    if (j == alocirano) {
176         /* Ako ne, ako je potrosena sva alocirana memoriya, alocira
            se novih KORAK mesta */
178         alocirano += KORAK;
        pesme[i].naslov =
180             (char *) realloc(pesme[i].naslov,
                               alocirano * sizeof(char));

182
        /* Provera da li je nova alokacija uspesna */
184         if (pesme[i].naslov == NULL) {
            /* Ako nije, oslobadja se sva memoriya zauzeta do ovog
186             koraka */
            free(pesme[i].izvodjac);
188             oslobodi(pesme, i);
            /* I prekida izvorsavanje programa */
190             exit(EXIT_FAILURE);
        }
192     }
    /* Ako postoji dovoljno memorije, smesta se procitani karakter
194     */
    pesme[i].naslov[j] = c;
196     j++;
    /* I nastavlja dalje sa citanjem */
198 }
    /* Upisuje se terminirajuca nula na kraj reci */
200 pesme[i].naslov[j] = '\0';

202  /* Preskace se razmak */
    fgetc(ulaz);

204
    /* Cita se broj gledanja */
206  broj_gledanja = 0;

208  /* Sve do znaka za novi red (kraja linije) citaju se karakteri
```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
210     iz datoteke */
211     while ((c = fgetc(ulaz)) != '\n') {
212         broj_gledanja = broj_gledanja * 10 + (c - '0');
213     }
214     pesme[i].broj_gledanja = broj_gledanja;
215
216     /* Prelazi se na citanje sledece pesme */
217     i++;
218 }
219
220 /* Informacija o broju procitanih pesama */
221 n = i;
222 /* Zatvaranje nepotrebne datoteke */
223 fclose(ulaz);
224
225 /* Analiza argumenta komandne linije */
226 if (argc == 1) {
227     /* Nema dodatnih opcija => sortiranje po broju gledanja */
228     qsort(pesme, n, sizeof(Pesma), &uporedi_gledanost);
229 } else {
230     if (argc == 2 && strcmp(argv[1], "-n") == 0) {
231         /* Sortiranje po naslovu */
232         qsort(pesme, n, sizeof(Pesma), &uporedi_naslove);
233     } else {
234         if (argc == 2 && strcmp(argv[1], "-i") == 0) {
235             /* Sortiranje po izvodjacu */
236             qsort(pesme, n, sizeof(Pesma), &uporedi_izvodjace);
237         } else {
238             fprintf(stderr, "Greska: Nedozvoljeni argumenti!\n");
239             free(pesme);
240             exit(EXIT_FAILURE);
241         }
242     }
243 }
244
245 /* Ispis rezultata */
246 for (i = 0; i < n; i++) {
247     printf("%s - %s, %d\n", pesme[i].izvodjac, pesme[i].naslov,
248           pesme[i].broj_gledanja);
249 }
250
251 /* Oslobadjanje memorije */
252 oslobodi(pesme, n);
253
254 exit(EXIT_SUCCESS);
255 }
```

Rešenje 3.28

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa celobrojnim matricama iz zadatka 2.19.

```
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 */
7  int zbir_vrste(int **a, int v, int m)
8  {
9      int i, zbir = 0;
10
11     for (i = 0; i < m; i++) {
12         zbir += a[v][i];
13     }
14     return zbir;
15 }
16
17 /* Funkcija koja sortira vrste matrice (pokazivace na vrste) na
18    osnovu zbira koriscenjem selection sort algoritma */
19 void sortiraj_vrste(int **a, int n, int m)
20 {
21     int i, j, min;
22
23     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
24         min = i;
25         for (j = i + 1; j < n; j++) {
26             if (zbir_vrste(a, j, m) < zbir_vrste(a, min, m)) {
27                 min = j;
28             }
29         }
30         if (min != i) {
31             int *tmp;
32             tmp = a[i];
33             a[i] = a[min];
34             a[min] = tmp;
35         }
36     }
37 }
38
39 int main(int argc, char *argv[])
40 {
41     int **a;
42     int n, m;
43
44     /* Unos dimenzija matrice */
45     printf("Unesite dimenzije matrice: ");
46     scanf("%d %d", &n, &m);
47
48     /* Alokacija memorije */
49     a = alociraj_matricu(n, m);
50     if (a == NULL) {
51         fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija matrice\n");
52     }
53 }
```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
52     exit(EXIT_FAILURE);
53 }
54
55 /* Ucitavanje elementa matrice */
56 printf("Unesite elemente matrice po vrstama:\n");
57 učitaj_matricu(a, n, m);
58
59 /* Poziv funkcije koja sortira vrste matrice prema zbiru */
60 sortiraj_vrste(a, n, m);
61
62 /* Ispis rezultujuće matrice */
63 printf("Sortirana matrica je:\n");
64 ispisi_matricu(a, n, m);
65
66 /* Oslobađanje memorije */
67 a = dealociraj_matricu(a, n);
68
69 exit(EXIT_SUCCESS);
70 }
```

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 (neopadajuci poredak) */
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     int b1 = *((int *) a);
14     int b2 = *((int *) b);
15
16     /* Zbog moguceg prekoračenja opsega celih brojeva, oduzimanje
17        b1-b2 treba izbegavati */
18     if (b1 > b2)
19         return 1;
20     else if (b1 < b2)
21         return -1;
22     else
23         return 0;
24 }
25
26 /* Funkcija poredjenja dva cela broja (nerastuci poredak) */
27 int poredi_int_nerastuce(const void *a, const void *b)
28 {
29     /* Za obrnuti poredak treba samo promeniti znak vrednosti koju
```

```

    koju vraca prethodna funkcija */
31 return -poredi_int(a, b);
}
33
35 int main()
36 {
    size_t n;
37 int i, x;
    int a[MAX], *p = NULL;
39
    /* Unos dimenzije */
41 printf("Uneti dimenziju niza: ");
    scanf("%ld", &n);
43 if (n > MAX)
    n = MAX;
45
    /* Unos elementa niza */
47 printf("Uneti elemente niza:\n");
    for (i = 0; i < n; i++)
49     scanf("%d", &a[i]);
51
    /* Sortiranje niza celih brojeva */
    qsort(a, n, sizeof(int), &poredi_int);
53
    /* Prikaz sortiranog niz */
55 printf("Sortirani niz u rastucem poretku:\n");
    for (i = 0; i < n; i++)
57     printf("%d ", a[i]);
    putchar('\n');
59
    /* Pretrazivanje niza */
61 /* Vrednost koja ce biti trazena u nizu */
    printf("Uneti element koji se trazi u nizu: ");
63 scanf("%d", &x);
65
    /* Binarna pretraga */
    printf("Binarna pretraga: \n");
67 p = bsearch(&x, a, n, sizeof(int), &poredi_int);
    if (p == NULL)
69     printf("Elementa nema u nizu!\n");
    else
71     printf("Element je nadjen na poziciji %ld\n", p - a);
73
    /* Linearna pretraga */
    printf("Linearna pretraga (lfind): \n");
75 p = lfind(&x, a, &n, sizeof(int), &poredi_int);
    if (p == NULL)
77     printf("Elementa nema u nizu!\n");
    else
79     printf("Element je nadjen na poziciji %ld\n", p - a);
81 return 0;

```

```
}
```

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 izaslo 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()
```

```

{
49     size_t n;
50     int i;
51     int a[MAX];

52
53     /* Unos dimenzije */
54     printf("Uneti dimenziju niza: ");
55     scanf("%ld", &n);
56     if (n > MAX)
57         n = MAX;

58
59     /* Unos elementa niza */
60     printf("Uneti elemente niza:\n");
61     for (i = 0; i < n; i++)
62         scanf("%d", &a[i]);

63
64     /* Sortiranje niza celih brojeva prema broju delilaca */
65     qsort(a, n, sizeof(int), &poredi_po_broju_delilaca);

66
67     /* Prikaz sortiranog niza */
68     printf("Sortirani niz u rastucem poretku prema broju delilaca:\n");
69     for (i = 0; i < n; i++)
70         printf("%d ", a[i]);
71     putchar('\n');

72
73     return 0;
}

```

Rešenje 3.33

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4  #include <search.h>
5
6  #define MAX_NISKI 1000
7  #define MAX_DUZINA 31
8
9  /*****
10   Niz nizova karaktera ovog potpisa
11   char niske[3][4];
12   se moze graficki predstaviti ovako:
13   -----
14   | a | b | c |\0 || d | e | \0|  || f | g | h | \0||
15   -----
16   Dakle kao tri reci (abc, de, fgh), nadovezane jedna na drugu. Za
17   svaku je rezervisano po 4 karaktera ukljucujuci \0. Druga rec sa
18   nalazi na adresi koja je za 4 veka od prve reci, a za 4 manja od
19   adrese na kojoj se nalazi treca rec. Adresa i-te reci je niske[i]
20   i ona je tipa char*.
21   *****/

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
23     Kako pokazivaci a i b u sledecoj funkciji sadrze adrese elemenata
25     koji trebaju biti uporedjeni, (npr. pri porecenju prve i poslednje
27     reci, pokazivac a ce pokazivati na slovo 'a', a pokazivac b na
29     slovo 'f') treba ih kastovati na char*, i pozvati funkciju strcmp
31     nad njima.
33     *****/
35     int poredi_leksikografski(const void *a, const void *b)
37     {
39         return strcmp((char *) a, (char *) b);
41     }
43
45     /* Funkcija slicna prethodnoj, osim sto elemente ne uporedjuje
47     leksikografski, vec po duzini */
49     int poredi_duzine(const void *a, const void *b)
51     {
53         return strlen((char *) a) - strlen((char *) b);
55     }
57
59     int main()
61     {
63         int i;
65         size_t n;
67         FILE *fp = NULL;
69         char niske[MAX_NISKI][MAX_DUZINA];
71         char *p = NULL;
73         char x[MAX_DUZINA];
75
77         /* Otvaranje datoteke */
79         if ((fp = fopen("niske.txt", "r")) == NULL) {
81             fprintf(stderr,
83                 "Greska: Neupesno otvaranje datoteke niske.txt.\n");
85             exit(EXIT_FAILURE);
87         }
89
91         /* Citanje sadrzaja datoteke */
93         for (i = 0; fscanf(fp, "%s", niske[i]) != EOF; i++);
95
97         /* Zatvaranje datoteke */
99         fclose(fp);
101         n = i;
103
105         /* Sortiranje niski leksikografski. Biblioteckoj funkciji qsort
107         prosledjuje se funkcija kojom se zadaje kriterijum poredjenja 2
109         niski po duzini */
111         qsort(niske, n, MAX_DUZINA * sizeof(char), &poredi_leksikografski);
113
115         printf("Leksikografski sortirane niske:\n");
117         for (i = 0; i < n; i++)
119             printf("%s ", niske[i]);
121         printf("\n");
123
125         /* Unos trazene niske */
127     }
```



```

printf("Uneti trazenu nisku: ");
scanf("%s", x);

/* Binarna pretraga */
/* Prosledjuje se pokazivac na funkciju poredi_leksikografski jer
je niz vec sortiran leksikografski. */
p = bsearch(&x, niske, n, MAX_DUZINA * sizeof(char),
            &poredi_leksikografski);

if (p != NULL)
    printf("Niska \"%s\" je pronadjena u nizu na poziciji %ld\n",
           p, (p - (char *) niske) / MAX_DUZINA);
else
    printf("Niska nije pronadjena u nizu\n");

/* Sortiranje po duzini */
qsort(niske, n, MAX_DUZINA * sizeof(char), &poredi_duzine);

printf("Niske sortirane po duzini:\n");
for (i = 0; i < n; i++)
    printf("%s ", niske[i]);
printf("\n");

/* Linearna pretraga */
p = lfind(&x, niske, &n, MAX_DUZINA * sizeof(char),
          &poredi_leksikografski);

if (p != NULL)
    printf("Niska \"%s\" je pronadjena u nizu na poziciji %ld\n",
           p, (p - (char *) niske) / MAX_DUZINA);
else
    printf("Niska nije pronadjena u nizu\n");

exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

Rešenje 3.34

```

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

#define MAX_NISKI 1000
#define MAX_DUZINA 31

/*****
Niz pokazivaca na karaktere ovog potpisa
char *niske[3];
posle alokacije u main-u se moze graficki predstaviti ovako:
-----

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
14 | X | -----> | a | b | c | \0|
    -----
16 | Y | -----> | d | e | \0|
    -----
18 | Z | -----> | f | g | h | \0|
    -----

20 Sa leve strane je vertikalno prikazan niz pokazivaca, gde je i-ti
22 njegov element pokazivac koji pokazuje na alocirane karaktere i-te
    reci. Njegov tip je char*.

24 Kako pokazivaci a i b u sledecoj funkciji sadrze adrese elemenata
26 koji trebaju biti uporedjeni (recimo adresu od X i adresu od Z), i
    kako su X i Z tipa char*, onda a i b su tipa char**, pa se tako
28 moraju i kastovati. Da bi se leksikografski uporedili elementi X i
    Z, moraju se uporediti stringovi na koje oni pokazuju, pa zato se
    u sledecoj funkciji poziva strcmp() nad onim na sta pokazuju a i b,
30 kastovani na odgovarajuci tip.
    *****/
32 int poredi_leksikografski(const void *a, const void *b)
    {
34     return strcmp(*(char **) a, *(char **) b);
    }

36
38 /* Funkcija slicna prethodnoj, osim sto elemente ne uporedjuje
    leksikografski, vec po duzini */
    int poredi_duzine(const void *a, const void *b)
40 {
42     return strlen(*(char **) a) - strlen(*(char **) b);
    }

44
46 /* Ovo je funkcija poredjenja za bsearch. Pokazivac b pokazuje na
    element u nizu sa kojim se poredi, pa njega treba kastovati na
    char** i dereferencirati, (videti obrazlozenje za prvu funkciju u
    ovom zadatku, a pokazivac a pokazuje na element koji se trazi. U
    main funkciji je to x, koji je tipa char*, tako da pokazivac a
    ovde samo treba kastovati i ne dereferencirati. */
48
50 int poredi_leksikografski_b(const void *a, const void *b)
    {
52     return strcmp((char *) a, *(char **) b);
    }

54
56 int main()
    {
58     int i;
        size_t n;
        FILE *fp = NULL;
60     char *niske[MAX_NISKI];
        char **p = NULL;
62     char x[MAX_DUZINA];

64     /* Otvaranje datoteke */
        if ((fp = fopen("niske.txt", "r")) == NULL) {
```

```
66     fprintf(stderr,
67             "Greska: Neupesno otvaranje datoteke niske.txt.\n");
68     exit(EXIT_FAILURE);
69 }
70
71 /* Citanje sadrzaja datoteke */
72 i = 0;
73 while (fscanf(fp, "%s", x) != EOF) {
74     /* Alociranje dovoljne memorije za i-tu nisku */
75     if ((niske[i] = malloc((strlen(x) + 1) * sizeof(char))) == NULL)
76     {
77         fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija niske\n");
78         exit(EXIT_FAILURE);
79     }
80     /* Kopiranje procitane niske na svoje mesto */
81     strcpy(niske[i], x);
82     i++;
83 }
84
85 /* Zatvaranje datoteke */
86 fclose(fp);
87 n = i;
88
89 /* Sortiranje niski leksikografski. Biblioteckoj funkciji qsort se
90    prosledjuje funkcija kojom se zadaje kriterijum poredjenja 2
91    niske po duzini */
92 qsort(niske, n, sizeof(char *), &poredi_leksikografski);
93
94 printf("Leksikografski sortirane niske:\n");
95 for (i = 0; i < n; i++)
96     printf("%s ", niske[i]);
97 printf("\n");
98
99 /* Unos trazene niske */
100 printf("Uneti trazenu nisku: ");
101 scanf("%s", x);
102
103 /* Binarna pretraga */
104 p = bsearch(x, niske, n, sizeof(char *), &poredi_leksikografski_b);
105 if (p != NULL)
106     printf("Niska \"%s\" je pronadjena u nizu na poziciji %ld\n",
107           *p, p - niske);
108 else
109     printf("Niska nije pronadjena u nizu\n");
110
111 /* Linearna pretraga */
112 p = lfind(x, niske, &n, sizeof(char *), &poredi_leksikografski_b);
113 if (p != NULL)
114     printf("Niska \"%s\" je pronadjena u nizu na poziciji %ld\n",
115           *p, p - niske);
116 else
117     printf("Niska nije pronadjena u nizu\n");
```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
118  /* Sortiranje po duzini */
    qsort(niske, n, sizeof(char *), &poredi_duzine);
120
    printf("Niske sortirane po duzini:\n");
122    for (i = 0; i < n; i++)
        printf("%s ", niske[i]);
124    printf("\n");

126  /* Oslobadjanje zauzete memorije */
    for (i = 0; i < n; i++)
128        free(niske[i]);

130    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

/* Funkcija poredjenja za sortiranje po broju bodova. Studenti sa
16     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

/* Funkcija za poredjenje koja se koristi u pretrazi po broju
```

```
34     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)
37 {
38     int bodovi = *(int *) a;
    Student *s = (Student *) b;
40     return s->bodovi - bodovi;
41 }
42
43 /* 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)
47 {
48     char *prezime = (char *) a;
    Student *s = (Student *) b;
50     return strcmp(prezime, s->prezime);
51 }
52
53 int main(int argc, char *argv[])
54 {
55     Student kolokvijum[MAX];
56     int i;
57     size_t br_studenata = 0;
58     Student *nadjen = NULL;
59     FILE *fp = NULL;
60     int bodovi;
61     char prezime[21];
62
63     /* Ako je program pozvan sa nedovoljnim brojem argumenata daje se
64     informacija korisniku kako se program koristi i prekida se
65     izvršavanje. */
66     if (argc < 2) {
67         fprintf(stderr, "Greska: Program se poziva sa %s datoteka\n",
68             argv[0]);
69         exit(EXIT_FAILURE);
70     }
71
72     /* Otvaranje datoteke */
73     if ((fp = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
74         fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s\n",
75             argv[1]);
76         exit(EXIT_FAILURE);
77     }
78
79     /* Ucitavanje sadrzaja */
80     for (i = 0;
81         fscanf(fp, "%s%s%d", kolokvijum[i].ime,
82             kolokvijum[i].prezime,
83             &kolokvijum[i].bodovi) != EOF; i++);
84
85     /* Zatvaranje datoteke */
```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
86  fclose(fp);
    br_studenata = i;
88
    /* Sortiranje niza studenata po broju bodova, gde se unutar grupe
    90     studenata sa istim brojem bodova sortiranje vrši 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);

    108     if (nadjen != NULL)
        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);

    124     if (nadjen != NULL)
        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

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <string.h>
3  #include <stdlib.h>
4
5  #define MAX 128
6
7  /* Funkcija poredi dva karaktera */
8  int uporedi_char(const void *pa, const void *pb)
9  {
10     return *(char *) pa - *(char *) pb;
11 }
12
13 /* Funkcija vraca 1 ako su argumenti anagrami, a 0 inace */
14 int anagrami(char s[], char t[])
15 {
16     /* Ako dve niske imaju razlicitu duzinu onda one nisu anagrami */
17     if (strlen(s) != strlen(t))
18         return 0;
19
20     /* Sortiranje niski */
21     qsort(s, strlen(s) / sizeof(char), sizeof(char), &uporedi_char);
22     qsort(t, strlen(t) / sizeof(char), sizeof(char), &uporedi_char);
23
24     /* Ako su niske nakon sortiranja iste onda one jesu anagrami, u
25        suprotnom, nisu */
26     return !strcmp(s, t);
27 }
28
29 int main()
30 {
31     char s[MAX], t[MAX];
32
33     /* Unos niski */
34     printf("Unesite prvu nisku: ");
35     scanf("%s", s);
36     printf("Unesite drugu nisku: ");
37     scanf("%s", t);
38
39     /* Ispituje se da li su niske anagrami */
40     if (anagrami(s, t))
41         printf("jesu\n");
42     else
43         printf("nisu\n");
44
45     return 0;
46 }

```

Rešenje 3.37

```

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

```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

```
3 #include <stdlib.h>

5 #define MAX 10
   #define MAX_DUZINA 32

7
9 /* Funkcija porenjenja */
10 int uporedi_niske(const void *pa, const void *pb)
11 {
12     return strcmp((char *) pa, (char *) pb);
13 }

14
15 int main()
16 {
17     int i, n;
18     char S[MAX][MAX_DUZINA];

19     /* Unos broja niski */
20     printf("Unesite broj niski:");
21     scanf("%d", &n);

22
23     /* Unos niza niski */
24     printf("Unesite niske:\n");
25     for (i = 0; i < n; i++)
26         scanf("%s", S[i]);

27
28     /* Sortiranje niza niski */
29     qsort(S, n, MAX_DUZINA * sizeof(char), &uporedi_niske);

30
31     /******
32      Ovaj deo je iskomentarisan jer se u zadatku ne trazi ispis
33      sortiranih niski. Koriscen je samo u fazi testiranja programa.
34
35      printf("Sortirane niske su:\n");
36      for(i = 0; i < n; i++)
37          printf("%s ", S[i]);
38      *****/

39
40     /* Ako postoje dve iste niske u nizu, onda ce one nakon sortiranja
41        niza biti jedna do druge */
42     for (i = 0; i < n - 1; i++)
43         if (strcmp(S[i], S[i + 1]) == 0) {
44             printf("ima\n");
45             return 0;
46         }
47     printf("nema\n");

48
49     return 0;
50 }
```

Rešenje 3.38


```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4
5  #define MAX 21
6
7  /* Struktura koja predstavlja jednog studenta */
8  typedef struct student {
9      char nalog[8];
10     char ime[MAX];
11     char prezime[MAX];
12     int poeni;
13 } Student;
14
15 /* Funkcija poredi studente prema broju poena, rastuce */
16 int uporedi_poeni(const void *a, const void *b)
17 {
18     Student s = *(Student *) a;
19     Student t = *(Student *) b;
20     return s.poeni - t.poeni;
21 }
22
23 /* Funkcija poredi studente prvo prema godini, zatim prema smeru i
24    na kraju prema indeksu */
25 int uporedi_nalog(const void *a, const void *b)
26 {
27     Student s = *(Student *) a;
28     Student t = *(Student *) b;
29     /* Za svakog studenta iz naloga se izdvaja godina upisa, smer i
30        broj indeksa */
31     int godina1 = (s.nalog[2] - '0') * 10 + s.nalog[3] - '0';
32     int godina2 = (t.nalog[2] - '0') * 10 + t.nalog[3] - '0';
33     char smer1 = s.nalog[1];
34     char smer2 = t.nalog[1];
35     int indeks1 =
36         (s.nalog[4] - '0') * 100 + (s.nalog[5] - '0') * 10 +
37         s.nalog[6] - '0';
38     int indeks2 =
39         (t.nalog[4] - '0') * 100 + (t.nalog[5] - '0') * 10 +
40         t.nalog[6] - '0';
41     if (godina1 != godina2)
42         return godina1 - godina2;
43     else if (smer1 != smer2)
44         return smer1 - smer2;
45     else
46         return indeks1 - indeks2;
47 }
48
49 /* Funkcija poredjenja po nalogu za upotrebu u biblioteckoj funkciji
50    bsearch */
51 int uporedi_bsearch(const void *a, const void *b)
```

```
{
53  /* Nalog studenta koji se trazi */
    char *nalog = (char *) a;
55  /* Kljuc pretrage */
    Student s = *(Student *) b;

57
    int godina1 = (nalog[2] - '0') * 10 + nalog[3] - '0';
59  int godina2 = (s.nalog[2] - '0') * 10 + s.nalog[3] - '0';
    char smer1 = nalog[1];
61  char smer2 = s.nalog[1];
    int indeks1 =
63      (nalog[4] - '0') * 100 + (nalog[5] - '0') * 10 + (nalog[6] -
                                                    '0');
65  int indeks2 =
        (s.nalog[4] - '0') * 100 + (s.nalog[5] - '0') * 10 +
67      (s.nalog[6] - '0');
    if (godina1 != godina2)
69        return godina1 - godina2;
    else if (smer1 != smer2)
71        return smer1 - smer2;
    else
73        return indeks1 - indeks2;
}

75
int main(int argc, char **argv)
77 {
    Student *nadjen = NULL;
79  char nalog_trazeni[8];
    Student niz_studenata[100];
81  int i = 0, br_studenata = 0;
    FILE *in = NULL, *out = NULL;

83
    /* Ako je broj argumenata komandne linije razlicit i od 2 i od 3,
85     korisnik nije ispravno pokrenuo program. */
    if (argc != 2 && argc != 3) {
87        fprintf(stderr,
            "Greska: Program se poziva sa %s -opcija [nalog]\n",
89            argv[0]);
        exit(EXIT_FAILURE);
91    }

93
    /* Otvaranje datoteke za citanje */
    in = fopen("studenti.txt", "r");
95  if (in == NULL) {
        fprintf(stderr,
97            "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke studenti.txt!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
99    }

101
    /* Otvaranje datoteke za pisanje */
    out = fopen("izlaz.txt", "w");
103  if (out == NULL) {
```

```
105     fprintf(stderr,
106         "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke izlaz.txt!\n");
107     exit(EXIT_FAILURE);
108 }
109
110 /* Ucitavanje studenta iz ulazne datoteke sve do njenog kraja */
111 while (fscanf
112     (in, "%s %s %s %d", niz_studenata[i].nalog,
113      niz_studenata[i].ime, niz_studenata[i].prezime,
114      &niz_studenata[i].poeni) != EOF)
115     i++;
116
117 br_studenata = i;
118
119 /* Ako je prisutna opcija -p, vrsi se sortiranje po poenima */
120 if (strcmp(argv[1], "-p") == 0)
121     qsort(niz_studenata, br_studenata, sizeof(Student),
122         &uporedi_poeni);
123 /* A ako je prisutna opcija -n, vrsi se sortiranje po nalogu */
124 else if (strcmp(argv[1], "-n") == 0)
125     qsort(niz_studenata, br_studenata, sizeof(Student),
126         &uporedi_nalog);
127
128 /* Sortirani studenti se ispisuju u izlaznu datoteku */
129 for (i = 0; i < br_studenata; i++)
130     fprintf(out, "%s %s %s %d\n", niz_studenata[i].nalog,
131         niz_studenata[i].ime, niz_studenata[i].prezime,
132         niz_studenata[i].poeni);
133
134 /* Ukoliko je u komandnoj liniji uz opciju -n naveden i nalog
135    studenta... */
136 if (argc == 3 && (strcmp(argv[1], "-n") == 0)) {
137     strcpy(nalog_trazeni, argv[2]);
138
139     /* ... pronalazi se student sa tim nalogom. */
140     nadjen =
141         (Student *) bsearch(nalog_trazeni, niz_studenata,
142             br_studenata, sizeof(Student),
143             &uporedi_bsearch);
144
145     if (nadjen == NULL)
146         printf("Nije nadjen!\n");
147     else
148         printf("%s %s %s %d\n", nadjen->nalog, nadjen->ime,
149             nadjen->prezime, nadjen->poeni);
150 }
151
152 /* Zatvaranje datoteka */
153 fclose(in);
154 fclose(out);
155
156 exit(EXIT_SUCCESS);
```

3 Algoritmi pretrage i sortiranja

| }

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`. Funkcija 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:
Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa):
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]

Unesite broj koji se trazi: 5
Trazeni broj 5 je u listi!

```

Primer 2

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa):
23
Lista: [23]
14
Lista: [14, 23]
35
Lista: [35, 14, 23]

Unesite 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:
Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa):
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]

Unesite broj koji se brise: 3
Lista nakon brisanja: [2, 14, 17]

```

Primer 2

```

INTERAKCIJA SA PROGRAMOM:
Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa):
23
Lista: [23]
14
Lista: [23, 14]
35
Lista: [23, 14, 35]

Unesite 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 poretku. 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 (CTRL+D za kraj unosa):
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 (CTRL+D za kraj unosa):
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 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 smeštati 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 DATOTEKA.HTML NE POSTOJI.

IZLAZ ZA GREŠKE:
Greska: Neuspesno otvaranje
datoteke datoteka.html.

```

Test 2

```

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

```

[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 GREŠKE:
Greska: Neuspesno otvaranje
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.

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 GREŠKE:
  Greska: Neuspesno otvaranje
    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 GREŠKE:
  Greska: 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: *Koristiti 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 GREŠKE: Greska: Neuspesno otvaranje 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 <html> <head> <title>Primer</title> </head> <body> </body> IZLAZ: Etikete nisu pravilno uparene (etiketa <html> nije zatvorena)</pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre> POKRETANJE: ./a.out datoteka.html DATOTEKA.HTML <head> <title>Primer</title> </head> <body> </body> </html> IZLAZ: Etikete nisu pravilno uparene (nadjena je etiketa </html> 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 GREŠKE:
  Greska: Neuspesno otvaranje
  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: *Koristiti 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 GREŠKE: Greska: n mora biti uvek vece od k, a 3 < 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 smera. 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
ULAZ: 5 3	ULAZ: 8 4	ULAZ: 5 8
IZLAZ: 3 5 4 2 1	IZLAZ: 4 8 5 7 6 3 2 1	IZLAZ ZA GREŠKE: Greska: n mora biti uvek vece od k, a 5 < 8!

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 pretraživačkog stabla uređenog

4 Dinamičke strukture podataka

leksikografski po rečima ne uzimajući u obzir razliku između malih i velikih slova. Ukoliko prilikom pokretanja programa korisnik ne navede ime ulazne datoteke ispisati na standardni izlaz za grešku 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
IZLAZ ZA GREŠKE:
Greska: Neuspesno otvaranje datoteke ulaz.txt.
```

Test 4

```
POKRETANJE: ./a.out
IZLAZ ZA GREŠKE:
Greska: 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
IZLAZ ZA GREŠKE:
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 ZA GREŠKE:
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
```

```
IZLAZ ZA GREŠKE:
```

```
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
```

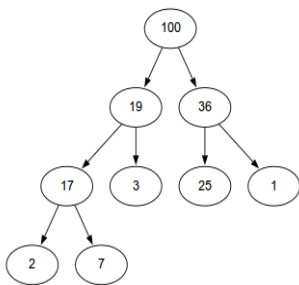
[Rešenje 4.25]

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 hip(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 `hip` i ispisuje rezultat na standardni izlaz. NAPOMENA: Za alokaciju i oslobađanje memorije koristiti funkcije `napravi_cvor` i `oslobodi_stablo` iz zadatka 4.14.

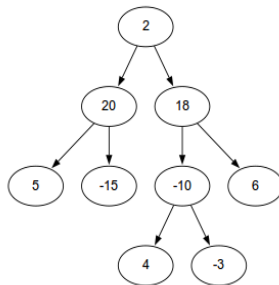
Test 1

```
|| 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 cinjenicu da je lista koja se pretrazuje
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 cinjenicu 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 zapetama 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      /* Alokacija memorije za novi cvor uz proveru uspesnosti
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     /* Vracanje adrese 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     /* Kreiranje novog cvora uz proveru 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     /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
41     return 0;
42 }
```

```
    }
51
Cvor *pronadji_poslednji(Cvor * glava)
53 {
    /* U praznoj listi nema cvorova pa se vraca NULL */
55     if (glava == NULL)
        return NULL;
57
    /* Sve dok glava pokazuje na cvor koji ima sledbenika, pokazivac
59     glava se pomera na sledeci cvor. Nakon izlaska iz petlje, glava
        ce pokazivati na cvor liste koji nema sledbenika, tj. na
61     poslednji cvor liste pa se vraca vrednost pokazivaca glava.
        Pokazivac glava je argument funkcije i njegove promene nece se
63     odraziti na vrednost pokazivaca glava u pozivajucoj funkciji. */
    while (glava->sledeci != NULL)
65         glava = glava->sledeci;
67
    return glava;
}
69
int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
71 {
    /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
73     Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
    if (novi == NULL)
75         return 1;
77
    /* Ako je lista prazna */
    if (*adresa_glave == NULL) {
79        /* Glava nove liste je upravo novi cvor */
        *adresa_glave = novi;
81    } else {
        /* Ako lista nije prazna, pronalazi se poslednji cvor i novi cvor
83        se dodaje na kraj liste kao sledbenik poslednjeg */
        Cvor *poslednji = pronadji_poslednji(*adresa_glave);
85        poslednji->sledeci = novi;
    }
87
    /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
89    return 0;
}
91
Cvor *pronadji_mesto_umetanja(Cvor * glava, int broj)
93 {
    /* U praznoj listi nema takvog mesta i vraca se NULL */
95     if (glava == NULL)
        return NULL;
97
    /* Pokazivac glava se pomera na sledeci cvor sve dok ne bude
99     pokazivao na cvor ciji sledeci ili ne postoji ili ima vrednost
        vecu ili jednaku vrednosti novog cvora. Zbog izracunavanja
101    izraza u C-u prvi deo konjunkcije mora biti provera da li se
```

```

103     doslo do poslednjeg cvora liste pre nego sto se proveri
        vrednost u sledecem cvoru, jer u slucaju poslednjeg, sledeci ne
        postoji, pa ni njegova vrednost. */
105     while (glava->sledeci != NULL && glava->sledeci->vrednost < broj)
        glava = glava->sledeci;
107
109     /* Iz petlje se moglo izaci pomeranjem pokazivaca glava do
        poslednjeg cvora ili, ranije, nailaskom na cvor ciji sledeci ima
        vrednost vecu od broj. */
111     return glava;
    }
113
115     int dodaj_iza(Cvor * tekuci, int broj)
    {
117         /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
        Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
        if (novi == NULL)
119             return 1;

121         /* Dodavanje novog cvora iza tekuceg cvora. */
        novi->sledeci = tekuci->sledeci;
123         tekuci->sledeci = novi;

125         /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
        return 0;
127     }

129     int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, int broj)
    {
131         /* Ako je lista prazna */
        if (*adresa_glave == NULL) {
133             /* Glava nove liste je novi cvor */
            /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
            Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
            if (novi == NULL)
137                 return 1;

139             *adresa_glave = novi;

141             /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
            return 0;
143         }

145         /* Inace, ako je broj manji ili jednak vrednosti u glavi liste,
            onda ga treba dodati na pocetak liste. */
147         if ((*adresa_glave)->vrednost >= broj) {
            return dodaj_na_pocetak_liste(adresa_glave, broj);
149         }

151         /* U slucaju da je glava liste cvor sa vrednoscu manjom od broj,
            tada se pronalazi cvor liste iza koga treba uvezati nov cvor */
153         Cvor *pomocni = pronadji_mesto_umetanja(*adresa_glave, broj);

```

```
    return dodaj_iza(pomocni, broj);
155 }

157 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj)
158 {
159     /* Obilazjenje cvorova liste */
160     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
161         /* Ako je vrednost tekućeg cvora jednaka zadatom broju, pretraga
           se obustavlja */
162         if (glava->vrednost == broj)
163             return glava;
164
165     /* Nema traženog broja u listi i vraća se NULL */
166     return NULL;
167 }

169 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj)
170 {
171     /* Obilazjenje cvorovi liste */
172     /* U uslovu ostanka u petlji, bitan je redosled provera u
           konjunkciji. */
173     while (glava != NULL && glava->vrednost < broj)
174         glava = glava->sledeci;
175
176     /* Iz petlje se moglo izaci na vise nacina. Prvi, tako sto je
           glava->vrednost veca od traženog broja i tada treba vratiti
           NULL, jer tražen broj nije nadjen medju manjim brojevima pri
           pocetku sortirane liste, pa se moze zakljuciti da ga nema u
           listi. Drugi nacini, tako sto se doslo do kraja liste i glava je
           NULL ili tako sto je glava->vrednost == broj. U oba poslednja
           nacina treba vratiti pokazivac glava bilo da je NULL ili
           pokazivac na konkretan cvor. */
177     if (glava->vrednost > broj)
178         return NULL;
179     else
180         return glava;
181 }

182 void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, int broj)
183 {
184     Cvor *tekuci = NULL;
185     Cvor *pomocni = NULL;
186
187     /* Sa pocetka liste se brisu svi cvorovi koji su jednaki datom
           broju i azurira se pokazivac na glavu liste */
188     while (*adresa_glave != NULL && (*adresa_glave)->vrednost == broj)
189     {
190         /* Adresu repa liste treba sacuvati pre oslobadjanja cvora na
           adresi adresa_glave */
191         pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
192         free(*adresa_glave);
193         *adresa_glave = pomocni;
194     }
```

```

205 }

207 /* Ako je nakon ovog brisanja lista ostala prazna, izlazi se iz
    funkcije */
209 if (*adresa_glave == NULL)
    return;
211
213 /* 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
215 sledećeg 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.
217 */
    tekuci = *adresa_glave;
219 while (tekuci->sledeci != NULL)
    if (tekuci->sledeci->vrednost == broj) {
221         /* tekuci->sledeci treba obrisati, zbog toga se njegova adresa
            prvo cuva u promenljivoj pomocni. */
223         pomocni = tekuci->sledeci;
            /* Tekucem se preusmerava pokazivac sledeci, preskakanjem
225 njegovog trenutnog sledećeg. Njegov novi sledeci ce biti
            sledeci od cvora koji se brise. */
227         tekuci->sledeci = pomocni->sledeci;
            /* Sada treba osloboditi cvor sa vrednoscu broj. */
229         free(pomocni);
    } else {
231         /* Inace, ne treba brisati sledećeg od tekućeg i pokazivac se
            pomera na sledeci. */
233         tekuci = tekuci->sledeci;
    }
235 return;
}

237
239 void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
{
    Cvor *tekuci = NULL;
241    Cvor *pomocni = NULL;

243    /* Sa pocetka liste se brisu svi cvorovi koji su jednaki datom
        broju i azurira se pokazivac na glavu liste. */
245    while (*adresa_glave != NULL && (*adresa_glave)->vrednost == broj)
    {
        /* Adresu repa liste treba sacuvati pre oslobadjanja cvora na
247 adresi adresa_glave. */
        pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
249        free(*adresa_glave);
        *adresa_glave = pomocni;
251    }

253    /* Ako je nakon ovog brisanja lista ostala prazna, funkcija se
        prekida. Isto se radi i ukoliko glava liste sadrzi vrednost koja

```

4 Dinamičke strukture podataka

```
255     je veca od broja, jer kako je lista sortirana rastuce nema
      potrebe broj traziti u repu liste. */
257     if (*adresa_glave == NULL || (*adresa_glave)->vrednost > broj)
        return;
259
      /* Od ovog trenutka se u svakoj iteraciji pokazivac tekuci pokazuje
261         na cvor cija vrednost je manja od trazenog broja, kao i svim
        cvorovima levo od njega. Cvor se brise ako je jednak, ili, ako
263         je razlicit, prelazi se na sledeci cvor. Ovaj postupak se
        ponavlja dok se ne dodje do poslednjeg cvora ili prvog cvora
265         cija vrednost je veca od trazenog broja. */
      tekuci = *adresa_glave;
267     while (tekuci->sledeci != NULL && tekuci->sledeci->vrednost <= broj)
        {
          if (tekuci->sledeci->vrednost == broj) {
269             pomocni = tekuci->sledeci;
            tekuci->sledeci = tekuci->sledeci->sledeci;
271             free(pomocni);
          } else {
273             /* Ne treba brisati sledeceg od tekuceg jer je manji od
              trazenog i tekuci se pomera na sledeci cvor. */
275             tekuci = tekuci->sledeci;
          }
277     return;
  }
279
  void ispisi_listu(Cvor * glava)
281  {
      /* Funkciji se ne salje adresa promenljive koja cuva glavu liste
283         jer se lista nece menjati */
      putchar('[');
285     /* Unutar zagrada ispisuju se vrednosti u cvorovima liste od
        pocetka prema kraju liste. */
287     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci) {
        printf("%d", glava->vrednost);
289         if (glava->sledeci != NULL)
            printf(", ");
291     }
      printf("]\n");
293  }
```

main_a.c

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

5  /* 1) Glavni program */
   int main()
7  {
      /* Lista je prazna na pocetku */
```



```

9   Cvor *glava = NULL;
   Cvor *trazeni = NULL;
11  int broj;

13  /* Testiranje funkcije za dodavanja novog broja na pocetak liste */
   printf("Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa): ");
15  while (scanf("%d", &broj) > 0) {
   /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
17     memorije za nov cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
       treba osloboditi pre napustanja programa. */
19     if (dodaj_na_pocetak_liste(&glava, broj) == 1) {
       fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija memorije za cvor.\n");
21     oslobodi_listu(&glava);
       exit(EXIT_FAILURE);
23     }
       printf("\tLista: ");
25     ispisi_listu(glava);
   }

27
   /* Testiranje funkcije za pretragu liste */
29   printf("\nUnesite broj koji se trazi: ");
   scanf("%d", &broj);
31
   trazeni = pretrazi_listu(glava, broj);
33   if (trazeni == NULL)
       printf("Broj %d se ne nalazi u listi!\n", broj);
35   else
       printf("Trazeni broj %d je u listi!\n", trazeni->vrednost);
37
   /* Oslobadjanje memorija zauzete listom */
39   oslobodi_listu(&glava);
41   exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

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;
10     int broj;

12     /* Testiranje funkcija za dodavanja novog broja na kraj liste */
       printf("Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa): ");

```

4 Dinamičke strukture podataka

```
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, "Greska: Neuspesna alokacija memorije za cvor %
20         d\n", broj);
        oslobodi_listu(&glava);
        exit(EXIT_FAILURE);
22     }
    printf("\tLista: ");
24     ispisi_listu(glava);
}

26
/* Testiranje funkcije kojom se brise cvor liste */
28 printf("\nUnesite broj koji se brise: ");
scanf("%d", &broj);
30
/* Brisanje cvorova 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 /* Oslobadjanje memorije zauzete 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
    /* Testiranje funkcije za dodavanje vrednosti u listu tako da bude
14     uredjena neopadajuce */
    printf("Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa): ");
16     while (scanf("%d", &broj) > 0) {
        /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
18         memorije za nov cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
```

```

    treba osloboditi pre napustanja programa. */
20 if (dodaj_sortirano(&glava, broj) == 1) {
    fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija memorije za cvor %
    d\n", broj);
22     oslobodi_listu(&glava);
    exit(EXIT_FAILURE);
24 }
    printf("\tLista: ");
26     ispisi_listu(glava);
}

28 /* Testiranje funkcija za pretragu liste */
30 printf("\nUnesite broj koji se trazi: ");
scanf("%d", &broj);

32 trazeni = pretrazi_listu(glava, broj);
34 if (trazeni == NULL)
    printf("Broj %d se ne nalazi u listi!\n", broj);
36 else
    printf("Trazeni broj %d je u listi!\n", trazeni->vrednost);

38 /* Testiranje funkcija kojom se brise cvor liste */
40 printf("\nUnesite broj koji se brise: ");
scanf("%d", &broj);

42 /* Brisanje cvorova iz liste cije polje vrednost je jednako broju
44    procitanom sa ulaza */
obrisi_cvor_sortirane_liste(&glava, broj);

46 printf("Lista nakon brisanja: ");
48     ispisi_listu(glava);

50 /* Oslobadjanje memorije zauzete listom */
oslobodi_listu(&glava);

52 exit(EXIT_SUCCESS);
54 }

```

Rešenje 4.2

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 {
    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 sadrzan trazeni broj ili
     NULL u slucaju 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 cinjenicu da je lista koja se pretrazuje
40     neopadajuce sortirana. Vraca pokazivac na cvor liste u kome je
     sadrzan trazeni broj ili NULL u slucaju da takav cvor ne postoji.
     */
42 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj);

44
    /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrze dati broj. Azurira
     pokazivac na glavu liste, koji moze biti promenjen u slucaju da se
46     obrise stara glava liste. */
    void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, int broj);
48

    /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrze dati broj,
50     oslanjajuci se na cinjenicu da je prosledjena lista sortirana
     neopadajuce. Azurira pokazivac na glavu liste, koji moze 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     zapetama. */
    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      /* Alokacija memorije za novi cvor uz proveru uspesnosti
        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     /* Vracanje adrese 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. Treba
        osloboditi rep liste, pre oslobadjanja memorije za glavu liste
        */
29     oslobodi_listu(&(*adresa_glave)->sledeci);
        /* Nakon oslobodjenog repa, oslobadja se glava liste i azurira se
        glava u pozivajucoj funkciji tako da odgovara praznoj listi */
31     free(*adresa_glave);
        *adresa_glave = NULL;
33 }

35 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
   {
37     /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
        Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
39     if (novi == NULL)
41         return 1;

43     /* Novi cvor se uvezuje na pocetak i postaje nova glave liste */

```

```

    novi->sledeci = *adresa_glave;
45  *adresa_glave = novi;

47  /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
    return 0;
49  }

51  int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
    {
53      /* Ako je lista prazna */
        if (*adresa_glave == NULL) {
55
            /* Novi cvor postaje glava liste */
57            Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
            /* Ukoliko je bilo greske pri kreiranju novog cvora, vraca se 1
            */
59            if (novi == NULL)
                return 1;

61
            /* Azuriranjem vrednosti na koju pokazuje adresa_glave, ujedno se
63            azurira i pokazivacka promenljiva u pozivajucoj funkciji */
            *adresa_glave = novi;

65
            /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
67            return 0;
        }

69
        /* Ako lista nije prazna, broj se dodaje u rep liste. */
71        /* Prilikom dodavanja u listu na kraj u velikoj vecini slucajeva
        novi broj se dodaje u rep liste u rekurzivnom pozivu.
73        Informaciju o uspesnosti alokacije u rekurzivnom pozivu funkcija
        prosledjuje visem rekurzivnom pozivu koji tu informaciju vraca u
75        rekurzivni poziv iznad, sve dok se ne vrati u main. Tek je iz
        main funkcije moguće pristupiti pravom pocetku liste i
77        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)
    {
        /* Ako je lista prazna */
85        if (*adresa_glave == NULL) {

87            /* Novi cvor postaje glava liste */
            Cvor *novi = napravi_cvor(broj);

89
            /* Ukoliko je bilo greske pri kreiranju novog cvora, vraca se 1
            */
91            if (novi == NULL)
                return 1;

93
```

```
/* Azuriranje glave liste */
95  *adresa_glave = novi;

/* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
97  return 0;
99  }

/* Lista nije prazna. Ako je broj manji ili jednak od vrednosti u
   glavi liste, onda se dodaje na pocetak liste */
101  if ((*adresa_glave)->vrednost >= broj)
103      return dodaj_na_pocetak_liste(adresa_glave, broj);

/* Inace, broj treba dodati u rep, tako da rep i sa novim cvorom
   bude sortirana lista. */
105  return dodaj_sortirano(&(*adresa_glave)->sledeci, broj);
107  }

Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj)
111 {
113     /* U praznoj listi nema vrednosti */
115     if (glava == NULL)
117         return NULL;

119     /* Ako glava liste sadrzi trazeni broj, vraca se pokazivac glava */
121     if (glava->vrednost == broj)
123         return glava;

125     /* Inace, pretraga se nastavlja u repu liste */
127     return pretrazi_listu(glava->sledeci, broj);

Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj)
129 {
131     /* Trazenog broja nema ako je lista prazna ili ako je broj manji od
       vrednosti u glavi liste, jer je lista neopadajuce sortirana */
133     if (glava == NULL || glava->vrednost > broj)
135         return NULL;

137     /* Ako glava liste sadrzi trazeni broj, vraca se pokazivac glava */
139     if (glava->vrednost == broj)
141         return glava;

143     /* Inace, pretraga se nastavlja u repu liste */
145     return pretrazi_listu(glava->sledeci, broj);

void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, int broj)
{
    /* U praznoj listi nema cvorova za brisanje. */
    if (*adresa_glave == NULL)
        return;
}
```

```

147  /* Prvo se brisu cvorovi iz repa koji imaju vrednost broj */
    obrisi_cvor(&(*adresa_glave)->sledeci, broj);

149  /* Preostaje provera da li glavu liste treba obrisati */
    if ((*adresa_glave)->vrednost == broj) {
151      /* Pomocni pokazuje na cvor koji treba da se obrise */
        Cvor *pomocni = *adresa_glave;
153      /* Azurira se pokazivac na glavu da pokazuje na sledeci u listi i
        brise se cvor koji je bio glava liste. */
155      *adresa_glave = (*adresa_glave)->sledeci;
        free(pomocni);
157  }
    }

159  void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, int broj)
161  {
163      /* 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 */
165      if (*adresa_glave == NULL || (*adresa_glave)->vrednost > broj)
        return;

167      /* Brisanje cvorova iz repa koji imaju vrednost broj */
169      obrisi_cvor(&(*adresa_glave)->sledeci, broj);

171      /* Preostaje provera da li glavu liste treba obrisati */
      if ((*adresa_glave)->vrednost == broj) {
173          /* Pomocni pokazuje na cvor koji treba da se obrise */
              Cvor *pomocni = *adresa_glave;
175          /* Azuriranje pokazivaca na glavu da pokazuje na sledeci u listi
              i brisanje cvora koji je bio glava liste */
177          *adresa_glave = (*adresa_glave)->sledeci;
              free(pomocni);
179      }
    }

181  void ispisi_vrednosti(Cvor * glava)
183  {
185      /* Prazna lista */
      if (glava == NULL)
        return;

187      /* Ispis vrednosti u glavi liste */
189      printf("%d", glava->vrednost);

191      /* Ako rep nije prazan, ispisuje se znak ',' i razmak. Rekurzivno
        se poziva ista funkcija za ispis ostalih. */
193      if (glava->sledeci != NULL) {
          printf(", ");
195          ispisi_vrednosti(glava->sledeci);
        }
197  }

```



```

199 void ispisi_listu(Cvor * glava)
    {
201     /* Funkciji se ne salje adresa promenljive koja cuva glavu liste,
        jer nece menjati listu, pa nema ni potrebe da azuriza pokazivac
203     na glavu liste iz pozivajuće funkcije. Ona ispisuje samo
        zgrade, a rekurzivno ispisivanje vrednosti u listi prepusta
205     rekurzivnoj pomocnoj funkciji ispisi_vrednosti, koja ce ispisati
        elemente razdvojene zapetom i razmakom. */
207     putchar('[');
        ispisi_vrednosti(glava);
209     printf("]\n");
    }

```

Rešenje 4.3

```

#include <stdio.h>
2 #include <string.h>
#include <stdlib.h>
4
#define MAX_DUZINA 20
6
/* Struktura kojom je predstavljen cvor liste sadrzi naziv etikete,
8     broj pojavljivanja etikete i pokazivac na sledeci cvor liste */
typedef struct _Cvor {
10     char etiketa[20];
    unsigned broj_pojavljivanja;
12     struct _Cvor *sledeci;
} Cvor;
14
/* Pomocna funkcija koja kreira cvor. Vraca pokazivac na novi cvor
16     ili NULL ako alokacija nije uspesno izvršena */
Cvor *napravi_cvor(unsigned br, char *etiketa)
18 {
    /* Alokacija memorije za cvor uz proveru uspesnosti alokacije */
20     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
    if (novi == NULL)
22         return NULL;

    /* Inicijalizacija polja strukture */
24     novi->broj_pojavljivanja = br;
    strcpy(novi->etiketa, etiketa);
26     novi->sledeci = NULL;

    /* Vracanje adrese novog cvora */
30     return novi;
}
32

/* Funkcija oslobadja dinamicku memoriju zauzetu cvorovima liste */
34 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)
{

```

```
36  Cvor *pomocni = NULL;

38  /* Sve dok lista ni bude prazna, brise se tekuca glava liste i
    azurira se vrednost glave liste */
40  while (*adresa_glave != NULL) {
    pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
42    free(*adresa_glave);
    *adresa_glave = pomocni;
44  }
    /* Pokazivac glava u main funkciji, na adresi adresa_glave, bice
46    postavljen na NULL vrednost po izlasku iz petlje. */
}

48
/* Funkcija dodaje novi cvor na pocetak liste. Vraca 1 ako je doslo
50 do greske pri alokaciji memorije za nov cvor, inace vraca 0. */
int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, unsigned br,
52                          char *etiketa)
{
54    /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost alokacije */
    Cvor *novi = napravi_cvor(br, etiketa);
56    if (novi == NULL)
        return 1;
58
    /* Dodavanje novog cvora na pocetak liste */
60    novi->sledeci = *adresa_glave;
    *adresa_glave = novi;
62
    /* Vracanje indikator uspesnog dodavanja */
64    return 0;
}

66
/* Funkcija vraca cvor koji kao vrednost sadrzi trazenu etiketu ili
68 NULL ako takav cvor ne postoji u listi. */
Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, char etiketa[])
70 {
    Cvor *tekuci;
72
    /* Obilazjenje liste cvor po cvor */
74    for (tekuci = glava; tekuci != NULL; tekuci = tekuci->sledeci)
        /* Ako tekuci cvor sadrzi trazenu etiketu, vraca se njegova
76         vrednost */
        if (strcmp(tekuci->etiketa, etiketa) == 0)
78            return tekuci;
80
    /* Cvor nije pronadjen */
    return NULL;
82 }

84 /* Funkcija ispisuje sadrzaj liste */
void ispisi_listu(Cvor * glava)
86 {
    /* Pocevsi od cvora koji je glava lista, ispisuju se sve etikete i
```

```

88     broj njihovog pojavljivanja u HTML datoteci. */
    for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
90         printf("%s - %u\n", glava->etiketa, glava->broj_pojavljivanja);
    }

92     /* Glavni program */
94     int main(int argc, char **argv)
    {
96         /* Provera da li je program pozvan sa ispravnim brojem argumenata
           komandne linije. */
98         if (argc != 2) {
            fprintf(stderr,
100                "Greska: Program se poziva sa: ./a.out datoteka.html!\n")
            ;
            exit(EXIT_FAILURE);
102         }

104         /* Priprema datoteke za citanje */
        FILE *in = NULL;
106         in = fopen(argv[1], "r");
        if (in == NULL) {
108             fprintf(stderr,
                "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s!\n", argv[1]);
110             exit(EXIT_FAILURE);
        }

112         char c;
114         int i = 0;
        char procitana[MAX_DUZINA];
116         Cvor *glava = NULL;
        Cvor *trazeni = NULL;

118         /* Citanje datoteke, karakter po karakter, dok se ne procita cela
           */
120         while ((c = fgetc(in)) != EOF) {
            /* Provera da li se pocinje sa citanjem nove etikete */
122             if (c == '<') {
                /* Proverava da li se cita zatvarajuca etiketa */
124                 if ((c = fgetc(in)) == '/') {
                    i = 0;
126                     while ((c = fgetc(in)) != '>')
                        procitana[i++] = c;
128                 }
                /* Citanje otvarajuca etiketa */
130                 else {
                    i = 0;
132                     procitana[i++] = c;
                    while ((c = fgetc(in)) != ' ' && c != '>')
134                         procitana[i++] = c;
                }
136                 procitana[i] = '\0';
            }
        }
    }

```

```
138      /* Trazi se procitana etiketa medju postojećim cvorovima
140         liste. Ukoliko ne postoji, dodaje se novi cvor za ucitanu
           etiketu sa brojem pojavljivanja 1. Inace se uvecava broj
           pojavljivanja etikete. */
142      trazeni = pretrazi_listu(glava, procitana);
           if (trazeni == NULL) {
144          if (dodaj_na_pocetak_liste(&glava, 1, procitana) == 1) {
               fprintf(stderr,
146                  "Greska: Neuspesna alokacija memorije za nov cvor\n
           ");
               oslobodi_listu(&glava);
148               exit(EXIT_FAILURE);
           }
150       } else
           trazeni->broj_pojavljivanja++;
152   }
154   }
           /* Zatvaranje datoteke */
156   fclose(in);
           /* Ispisivanje sadrzaja cvorova liste */
158   ispisi_listu(glava);
160   /* Oslobadjanje memorije zauzete listom */
162   oslobodi_listu(&glava);
164   exit(EXIT_SUCCESS);
   }
```

Rešenje 4.4

```
#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include <string.h>
4
#define MAX_INDEKS 11
6 #define MAX_IME_PREZIME 21
8
/* Struktura kojom se predstavlja cvor liste koji sadrzi podatke o
   studentu */
10 typedef struct _Cvor {
    char broj_indeksa[MAX_INDEKS];
12    char ime[MAX_IME_PREZIME];
    char prezime[MAX_IME_PREZIME];
14    struct _Cvor *sledeci;
} Cvor;
16
/* Funkcija kreira i inicijalizuje cvor liste i vraca pokazivac na
18    novi cvor ili NULL ukoliko je doslo do greske */
Cvor *napravi_cvor(char *broj_indeksa, char *ime, char *prezime)
```

```

20 {
21     /* Alokacija memorije za cvor uz proveru uspesnosti alokacije */
22     Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
23     if (novi == NULL)
24         return NULL;
25
26     /* Inicijalizacija polja strukture */
27     strcpy(novi->broj_indeksa, broj_indeksa);
28     strcpy(novi->ime, ime);
29     strcpy(novi->prezime, prezime);
30     novi->sledeci = NULL;
31
32     /* Vracanje adrese novog cvora */
33     return novi;
34 }
35
36 /* Funkcija oslobadja memoriju zauzetu cvorovima liste */
37 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)
38 {
39     /* Ako je lista prazna, nema potrebe oslobadjati memoriju */
40     if (*adresa_glave == NULL)
41         return;
42
43     /* Rekurzivnim pozivom se oslobadja rep liste */
44     oslobodi_listu(&(*adresa_glave)->sledeci);
45
46     /* Oslobadjanje i glave liste */
47     free(*adresa_glave);
48
49     /* Proglašenje liste praznom */
50     *adresa_glave = NULL;
51 }
52
53 /* Funkcija dodaje novi cvor na pocetak liste. Vraca 1 ako je doslo
54 do greske pri alokaciji memorije za nov cvor, inace vraca 0. */
55 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, char *broj_indeksa,
56                             char *ime, char *prezime)
57 {
58     /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost alokacije */
59     Cvor *novi = napravi_cvor(broj_indeksa, ime, prezime);
60     if (novi == NULL)
61         return 1;
62
63     /* Dodavanje novog cvora na pocetak liste */
64     novi->sledeci = *adresa_glave;
65     *adresa_glave = novi;
66
67     /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
68     return 0;
69 }
70
71 /* Funkcija ispisuje sadrzaj cvorova liste. */

```

```

72 void ispisi_listu(Cvor * glava)
73 {
74     /* Pocevsi od glave liste */
75     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
76         printf("%s %s %s\n", glava->broj_indeksa, glava->ime,
77                glava->prezime);
78 }

80 /* Funkcija vraca cvor koji kao vrednost sadrzi trazeni broj
81    indeksa. U suprotnom funkcija vraca NULL */
82 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, char *broj_indeksa)
83 {
84     /* Ako je lista prazna, ne postoji trazeni cvor */
85     if (glava == NULL)
86         return NULL;

88     /* Poredjenje trazenog broja indeksa sa brojem indeksa u glavi
89        liste */
90     if (!strcmp(glava->broj_indeksa, broj_indeksa))
91         return glava;

92     /* Ukoliko u glavi liste nije trazeni indeks, pretraga se
93        nastavlja u repu liste */
94     return pretrazi_listu(glava->sledeci, broj_indeksa);
95 }

98 /* Glavni program */
99 int main(int argc, char **argv)
100 {
101     /* Argumenti komandne linije su neophodni jer se iz komandne
102        linije dobija ime datoteke sa informacijama o studentima */
103     if (argc != 2) {
104         fprintf(stderr,
105                "Greska: Program se poziva sa: ./a.out ime_datoteke\n");
106         exit(EXIT_FAILURE);
107     }

108     /* Priprema datoteke za citanje */
109     FILE *in = NULL;
110     in = fopen(argv[1], "r");
111     if (in == NULL) {
112         fprintf(stderr,
113                "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[1]);
114         exit(EXIT_FAILURE);
115     }

116     /* Deklaracije pomocnih promenljiva za citanje vrednosti koje
117        treba smestiti u listu */
118     char ime[MAX_IME_PREZIME], prezime[MAX_IME_PREZIME];
119     char broj_indeksa[MAX_INDEKS];
120     Cvor *glava = NULL;
121     Cvor *trazeni = NULL;

```

```

124  /* Ucitavanje vrednosti u listu */
126  while (fscanf(in, "%s %s %s", broj_indeksa, ime, prezime) != EOF)
127      if (dodaj_na_pocetak_liste(&glava, broj_indeksa, ime, prezime)) {
128          fprintf(stderr,
129                  "Greska: Neuspesna alokacija memorije za nov cvor\n");
130          oslobodi_listu(&glava);
131          exit(EXIT_FAILURE);
132      }

134  /* Zatvaranje datoteke, jer vise nije potrebna */
135  fclose(in);

136  /* Ucitavanje indeks po indeks studenata koji se traze u listi. */
138  while (scanf("%s", broj_indeksa) != EOF) {
139      trazeni = pretrazi_listu(glava, broj_indeksa);
140      if (trazeni == NULL)
141          printf("ne\n");
142      else
143          printf("da: %s %s\n", trazeni->ime, trazeni->prezime);
144  }

146  /* Oslobadjanje memorije zauzete za cvorove liste. */
147  oslobodi_listu(&glava);

148  exit(EXIT_SUCCESS);
150 }

```

Rešenje 4.6

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa listama iz zadatka 4.1.

```

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

5  /* Funkcija objedinjuje dve liste ciji se pokazivaci na glave nalaze
6     na adresama adresa_glave_1 i adresa_glave_2 prevezivanjem
7     pokazivaca postojećih cvorova listi */
8  Cvor *objedini(Cvor ** adresa_glave_1, Cvor ** adresa_glave_2)
9  {
10     /* Pokazivaci na pocetne cvorove listi koje se prevezuju */
11     Cvor *lista1 = *adresa_glave_1;
12     Cvor *lista2 = *adresa_glave_2;

13     /* Pokazivac na pocetni cvor rezultujuće liste */
14     Cvor *rezultujuca = NULL;
15     Cvor *tekuci = NULL;

17     /* Ako su obe liste prazne i rezultat je prazna lista */
18     if (lista1 == NULL && lista2 == NULL)

```

```

    return NULL;
21
/* Ako je prva lista prazna, rezultat je druga lista */
23 if (lista1 == NULL)
    return lista2;
25
/* Ako je druga lista prazna, rezultat je prva lista */
27 if (lista2 == NULL)
    return lista1;
29
/* Odredjivanje prvog cvora rezultujuće liste - to je ili prvi
31 cvor liste lista1 ili prvi cvor liste lista2 u zavisnosti od
toga koji sadrži manju vrednost */
33 if (lista1->vrednost < lista2->vrednost) {
    rezultujuca = lista1;
35 lista1 = lista1->sledeci;
} else {
37 rezultujuca = lista2;
    lista2 = lista2->sledeci;
39 }
/* Kako promenljiva rezultujuca pokazuje na pocetak nove liste, ne
41 sme joj se menjati vrednost. Zato se koristi pokazivac tekuci
koji sadrži adresu trenutnog cvora rezultujuće liste */
43 tekuci = rezultujuca;

45 /* U svakoj iteraciji petlje rezultujućoj listi se dodaje novi
cvor tako da bude uredjena neopadajuće. Pokazivac na listu iz
47 koje se uzima cvor se azurira tako da pokazuje na sledeci cvor
*/
while (lista1 != NULL && lista2 != NULL) {
49 if (lista1->vrednost < lista2->vrednost) {
    tekuci->sledeci = lista1;
51 lista1 = lista1->sledeci;
} else {
53 tekuci->sledeci = lista2;
    lista2 = lista2->sledeci;
55 }
    tekuci = tekuci->sledeci;
57 }

59 /* Ako se iz petlje izaslo jer se stiglo do kraja prve liste, na
rezultujuću listu treba nadovezati ostatak druge liste */
61 if (lista1 == NULL)
    tekuci->sledeci = lista2;
63 else
/* U suprotnom treba nadovezati ostatak prve liste */
65 tekuci->sledeci = lista1;

67 /* Preko adresa glava polaznih listi vrednosti pokazivaca u
pozivajućoj funkciji se postavljaju na NULL jer se svi cvorovi
69 prethodnih listi nalaze negde unutar rezultujuće liste. Do njih
se može doći prateći pokazivace iz glave rezultujuće liste, tako

```



```
71     da stare pokazivace treba postaviti na NULL. */
    *adresa_glave_1 = NULL;
73     *adresa_glave_2 = NULL;

75     return rezultujuca;
}

77 int main(int argc, char **argv)
79 {
    /* Argumenti komandne linije su neophodni */
81     if (argc != 3) {
        fprintf(stderr,
83             "Greska: Program se poziva sa:\n ./a.out dat1.txt dat2.
            txt\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
85     }

87     /* Otvaranje datoteka u kojima se nalaze elementi listi */
    FILE *in1 = NULL;
89     in1 = fopen(argv[1], "r");
    if (in1 == NULL) {
91         fprintf(stderr,
            "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[1]);
93         exit(EXIT_FAILURE);
    }

95     FILE *in2 = NULL;
97     in2 = fopen(argv[2], "r");
    if (in2 == NULL) {
99         fprintf(stderr,
            "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n", argv[2]);
101         exit(EXIT_FAILURE);
    }

103     /* Liste su na pocetku prazne */
105     int broj;
    Cvor *lista1 = NULL;
107     Cvor *lista2 = NULL;

109     /* Ucitavanje listi */
    while (fscanf(in1, "%d", &broj) != EOF)
111         dodaj_na_kraj_liste(&lista1, broj);

113     while (fscanf(in2, "%d", &broj) != EOF)
        dodaj_na_kraj_liste(&lista2, broj);

115     /* Datoteke vise nisu potrebne i treba ih zatvoriti. */
117     fclose(in1);
    fclose(in2);

119     /* Pokazivac rezultat ce pokazivati na glavu liste dobijene
121     objedinjavanjem listi */
```

```
123     Cvor *rezultat = objedini(&lista1, &lista2);
125     /* Ispis rezultujuće liste. */
125     ispisi_listu(rezultat);
127     /* Lista rezultat dobijena je prevezivanjem cvorova polaznih
129        listi. Njenim oslobađanjem bice oslobodjena sva zauzeta
129        memorija. */
131     oslobodi_listu(&rezultat);
133     exit(EXIT_SUCCESS);
133 }
```

Rešenje 4.8

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  /* Struktura kojom je predstavljen cvor liste sadrži karakter koji
5     predstavlja vidjenu zagradu i pokazivac na sledeći cvor liste */
6  typedef struct cvor {
7      char zagrada;
8      struct cvor *sledeci;
9  } Cvor;
10
11 /* Funkcija koja oslobađa memoriju zauzetu stekom */
12 void oslobodi_stek(Cvor ** stek)
13 {
14     Cvor *tekuci;
15     Cvor *pomocni;
16
17     /* Oslobađanje memorije */
18     tekuci = *stek;
19     while (tekuci != NULL) {
20         pomocni = tekuci->sledeci;
21         free(tekuci);
22         tekuci = pomocni;
23     }
24
25     /* Stek se proglašava praznim */
26     *stek = NULL;
27 }
28
29 /* Glavni program */
30 int main()
31 {
32     /* Stek je na početku prazan */
33     Cvor *stek = NULL;
34     FILE *ulaz = NULL;
35     char c;
36     Cvor *pomocni = NULL;
```

```

37  /* Otvaranje datotoke za citanje izraza */
39  ulaz = fopen("izraz.txt", "r");
41  if (ulaz == NULL) {
42      fprintf(stderr,
43          "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke izraz.txt!\n");
44      exit(EXIT_FAILURE);
45  }

46  /* Citanje datoteke, karakter po karakter, dok se ne procita cela
47   */
48  while ((c = fgetc(ulaz)) != EOF) {
49      /* Ako je učitana otvorena zagrada, stavlja se na stek */
50      if (c == '(' || c == '{' || c == '[') {
51          /* Alokacija memorije za novi cvor uz proveru uspesnosti
52           alokacije */
53          pomocni = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
54          if (pomocni == NULL) {
55              fprintf(stderr, "Greska: Neuspesna alokacija memorije!\n");
56              /* Oslobadjanje memorije zauzete stekom */
57              oslobodi_stek(&stek);
58              /* Prekid izvršavanja 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                  /* Dakle zagrade u izrazu nisu ispravno uparene */
82                  break;
83              }
84          }
85      }
86  }

```

```
87      /* Pročitana je cela datoteka i treba je zatvoriti */
89      fclose(ulaz);

91      /* Ako je stek prazan i pročitana je cela datoteka, zagrade su
          ispravno uparene */
93      if (stek == NULL && c == EOF)
          printf("Zagrade su ispravno uparene.\n");
95      else {
          /* U suprotnom se zaključuje da zagrade nisu ispravno uparene */
97          printf("Zagrade nisu ispravno uparene.\n");
          /* Oslobađanje memorije koja je ostala zauzeta stekom */
99          oslobodi_stek(&stek);
101      }

103      exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

Rešenje 4.9

stek.h

```
#ifndef _STEK_H_
2 #define _STEK_H_

4 #include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
6 #include <string.h>
#include <ctype.h>

8
#define MAX 100

10 #define OTVORENA 1
12 #define ZATVORENA 2

14 #define VAN_ETIKETE 0
#define PROCITANO_MANJE 1
16 #define U_ETIKETI 2

18 /* Struktura kojim se predstavlja cvor liste sadrži ime etikete i
    pokazivac na sledeći cvor */
20 typedef struct cvor {
    char etiketa[MAX];
22     struct cvor *sledeci;
} Cvor;

24
/* Funkcija kreira novi cvor, upisuje u njega etiketu i vraća njegovu
26 adresu ili NULL ako alokacija nije bila uspešna */
Cvor *napravi_cvor(char *etiketa);

28
```

```

30 /* Funkcija oslobadja memoriju zauzetu stekom */
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
52 /* 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
54   procita etiketa. Vraca OTVORENA, ako je procitana otvorena
   etiketa, odnosno ZATVORENA, ako je procitana zatvorena etiketa */
56 int uzmi_etiketu(FILE * f, char *etiketa);

58 #endif

```

stek.c

```

#include "stek.h"

2
Cvor *napravi_cvor(char *etiketa)
4 {
   /* Alokacija memorije za novi cvor uz proveru uspesnost alokacije
   */
6   Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
   if (novi == NULL)
8     return NULL;

10  /* Inicijalizacija polja u novom cvoru */
   if (strlen(etiketa) >= MAX) {
12     fprintf(stderr, "Greska: Etiketa je preduga, bice skracena.\n");
     etiketa[MAX - 1] = '\0';
14   }
   strcpy(novi->etiketa, etiketa);
16   novi->sledeci = NULL;

```

```
18  /* Vracanje adrese novog cvora */
19  return novi;
20 }

22 void oslobodi_stek(Cvor ** adresa_vrha)
23 {
24     Cvor *pomocni;

26     /* Sve dok stek nije prazan, brise se cvor koji je vrh steka */
27     while (*adresa_vrha != NULL) {
28         /* Potrebno je prvo zapamtiti adresu sledeceg cvora i onda
29            osloboditi cvor koji predstavlja vrh steka */
30         pomocni = *adresa_vrha;
31         /* Sledeci cvor je novi vrh steka */
32         *adresa_vrha = (*adresa_vrha)->sledeci;
33         free(pomocni);
34     }

36     /* Nakon izlaska iz petlje stek je prazan i pokazivac na adresi
37        adresa_vrha ce pokazivati na NULL. */
38 }

40 int potisni_na_stek(Cvor ** adresa_vrha, char *etiketa)
41 {
42     /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnosti kreiranja */
43     Cvor *novi = napravi_cvor(etiketa);
44     if (novi == NULL)
45         return 1;

46     /* Novi cvor se uvezuje na vrh i postaje nov vrh steka */
47     novi->sledeci = *adresa_vrha;
48     *adresa_vrha = novi;
49     return 0;
50 }

52 int skini_sa_steka(Cvor ** adresa_vrha, char *etiketa)
53 {
54     Cvor *pomocni;

56     /* Pokusaj skidanja vrednosti sa praznog steka rezultuje greskom i
57        vraca se 0 */
58     if (*adresa_vrha == NULL)
59         return 0;

62     /* Ako adresa na koju se smesta etiketa nije NULL, onda se na tu
63        adresu kopira etiketa sa vrha steka */
64     if (etiketa != NULL)
65         strcpy(etiketa, (*adresa_vrha)->etiketa);

66     /* Uklanjanje elementa sa vrha steka */
67     pomocni = *adresa_vrha;
68     *adresa_vrha = (*adresa_vrha)->sledeci;
```

```

70     free(pomocni);

72     /* Vracanje indikator uspesno izvršene radnje */
    return 1;
74 }

76 char *vrh_steka(Cvor * vrh)
{
78     /* Prazan stek nema cvor koji je vrh i vraća se NULL */
    if (vrh == NULL)
80         return NULL;

82     /* Inace, vraća se pokazivac na nisku etiketa koja je polje cvora
        koji je na vrhu steka. */
84     return vrh->etiketa;
}

86 void prikazi_stek(Cvor * vrh)
88 {
    /* Ispis spisak etiketa na steku od vrha ka dnu. */
90     for (; vrh != NULL; vrh = vrh->sledeci)
        printf("<#s>\n", vrh->etiketa);
92 }

94 int uzmi_etiketu(FILE * f, char *etiketa)
{
96     int c;
    int i = 0;
98     /* Stanje predstavlja informaciju dokle se stalo sa citanjem
        etikete. Inicijalizuje se vrednoscu VAN_ETIKETE jer jos uvek
100     nije zapoceto citanje. */
    /* Tip predstavlja informaciju o tipu etikete. Uzima vrednosti
102     OTVORENA ili ZATVORENA. */
    int stanje = VAN_ETIKETE;
104     int tip;

106     /* HTML je neosetljiv na razliku izmedju malih i velikih slova, dok
        to u C-u ne vazi. Zato ce sve etikete biti prevedene u zapis
108     samo malim slovima. */
    while ((c = fgetc(f)) != EOF) {
110         switch (stanje) {
            case VAN_ETIKETE:
112                 if (c == '<')
                    stanje = PROCITANO_MANJE;
                    break;
114                 case PROCITANO_MANJE:
                    if (c == '/') {
116                         /* Cita se zatvorena etiketa */
                        tip = ZATVORENA;
118                    } else {
                        if (isalpha(c)) {
120                            /* Cita se otvorena etiketa */

```

```

122         tip = OTVORENA;
           etiketa[i++] = tolower(c);
124     }
    }
126     /* Od sada se cita etiketa i zato se menja stanje */
    stanje = U_ETIKETI;
128     break;
    case U_ETIKETI:
130         if (isalpha(c) && i < MAX - 1) {
            /* Ako je procitani karakter slovo i nije prekoracena
132             dozvoljena duzina etikete, procitani karakter se smanjuje
                i smesta u etiketu */
134             etiketa[i++] = tolower(c);
        } else {
136             /* Inace, staje se sa citanjem etikete. Korektno se zavrшава
                niska koja sadrzi procitanu etiketu i vraca se njen tip */
138             etiketa[i] = '\0';
                return tip;
140         }
            break;
142     }
    }
144     /* Doslo se do kraja datoteke pre nego sto je procitana naredna
        etiketa i vraca se EOF. */
146     return EOF;
    }

```

main.c

```

1  #include "stek.h"
3  /* Glavni program */
   int main(int argc, char **argv)
5  {
    /* Na pocetku, stek je prazan i etikete su uparene jer nijedna jos
7     nije procitana. */
    Cvor *vrh = NULL;
9     char etiketa[MAX];
    int tip;
11    int uparene = 1;
    FILE *f = NULL;
13
    /* Preuzimanje imena datoteke iz komandne linije */
15    if (argc < 2) {
        fprintf(stderr, "Greska:");
17        fprintf(stderr, "Program se poziva sa:\n%s ime_html_datoteke\n",
            argv[0]);
19        exit(EXIT_FAILURE);
    }
21
    /* Otvaranje datoteke za citanje */

```



```

23  if ((f = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
24      fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n",
25              argv[1]);
26      exit(EXIT_FAILURE);
27  }

28
29  /* Citanje etikete po etiketu, sve dok ih ima u datoteci. */
30  while ((tip = uzmi_etiketu(f, etiketa)) != EOF) {
31      /* Ako je otvorena etiketa, stavlja se na stek. Izuzetak su
32       etikete <br>, <hr> i <meta> koje nemaju sadrzaj, pa ih nije
33       potrebno zatvoriti. U HTML-u postoje jos neke etikete koje
34       nemaju sadrzaj (npr link). Zbog jednostavnosti
35       pretpostavlja se da njih nema u HTML dokumentu. */
36      if (tip == OTVORENA) {
37          if (strcmp(etiketa, "br") != 0
38              && strcmp(etiketa, "hr") != 0
39              && strcmp(etiketa, "meta") != 0)
40              if (potisni_na_stek(&vrh, etiketa) == 1) {
41                  fprintf(stderr,
42                          "Greska: Neuspesna alokacija memorije za nov cvor\n
43                          ");
44                  oslobodi_stek(&vrh);
45                  exit(EXIT_FAILURE);
46              }
47          /* Ako je zatvorena etiketa, tada je uslov dobre uparenosti da
48           je u pitanju zatvaranje etikete koja je poslednja otvorena, a
49           jos uvek nije zatvorena. Ona se mora nalaziti na vrhu steka.
50           Ako je taj uslov ispunjen, skida se sa steka, jer je upravo
51           zatvorena. U suprotnom, pronadjena je nepravilnost i etikete
52           nisu pravilno uparene. */
53          else if (tip == ZATVORENA) {
54              if (vrh_steka(vrh) != NULL
55                  && strcmp(vrh_steka(vrh), etiketa) == 0)
56                  skini_sa_steka(&vrh, NULL);
57              else {
58                  printf("Etikete nisu pravilno uparene\n");
59                  printf("(nadjena je etiketa </%s>", etiketa);
60                  if (vrh_steka(vrh) != NULL)
61                      printf(", a poslednja otvorena je <%s>\n",
62                          vrh_steka(vrh));
63                  else
64                      printf(" koja nije otvorena)\n");
65                  uparene = 0;
66                  break;
67              }
68          }
69      }
70      /* Zavrsono je citanje i datoteka se zatvara */
71      fclose(f);
72
73      /* Ako do sada nije pronadjeno pogresno uparivanje, stek bi

```

```
75     trebalo da bude prazan. Ukoliko nije, tada postoje etikete koje
    su ostale otvorene */
77     if (uparene) {
        if (vrh_steka(vrh) == NULL)
            printf("Etikete su pravilno uparene!\n");
79         else {
            printf("Etikete nisu pravilno uparene!\n");
81             printf("(etiketa <%s> nije zatvorena)\n", vrh_steka(vrh));
            /* Oslobadjanje memorije zauzete stekom */
83             oslobodi_stek(&vrh);
        }
85     }

87     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

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
11   /* Struktura predstavlja zahtev korisnika. Obuhvata JMBG korisnika i
    opis njegovog zahteva. */
13   typedef struct {
        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;
        struct cvor *sledeci;
21   } Cvor;

23
25   /* Funkcija kreira novi cvor, inicijalizuje polje nalog na zahtev sa
    poslate adrese i vraća adresu novog cvora ili NULL ako je doslo do
    greske pri alokaciji. Prosledjuje joj se pokazivac na zahtev koji
    treba smestiti u novi cvor zbog smestanja manjeg podatka na
    sistemski stek. Pokazivac na strukturu Zahtev je manje velicine u
    bajtovima(B) u odnosu na strukturu Zahtev. */
29   Cvor *napravi_cvor(Zahtev * zahtev);
```

```

31  /* Funkcija prazni red oslobadjajuci memoriju koji je red zauzimao */
33  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
41  /* Funkcija skida sa pocetka reda zahtev. Ako je poslednji argument
   pokazivac razlicit od NULL, tada se u strukturu na koju on
   pokazuje upisuje zahtev koji je upravo skinut sa reda dok u
43  suprotnom ne upisuje nista. Vraca 0, ako je red bio prazan ili 1 u
   suprotnom. */
45  int skini_sa_reda(Cvor ** adresa_pocetka, Cvor ** adresa_kraja,
                    Zahtev * zahtev);

47
49  /* Funkcija vraca pokazivac na strukturu koja sadrzi zahtev korisnika
   na pocetku reda. Ukoliko je red prazan funkcija vraca NULL. */
   Zahtev *pocetak_reda(Cvor * pocetak);

51
53  /* Funkcija prikazuje sadrzaj reda. */
   void prikazi_red(Cvor * pocetak);

55  #endif

```

red.c

```

1  #include "red.h"

3  Cvor *napravi_cvor(Zahtev * zahtev)
   {
5     /* Alokacija memorije za novi cvor uz proveru uspesnost alokacije
       */
       Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
7     if (novi == NULL)
         return NULL;

9
11    /* Inicijalizacija polja strukture */
       novi->nalog = *zahtev;
       novi->sledeci = NULL;

13
15    /* Vracanje adrese novog cvora */
       return novi;
   }

17
19  void oslobodi_red(Cvor ** pocetak, Cvor ** kraj)
   {
21     Cvor *pomocni = NULL;

       /* Sve dok red nije prazan brise se cvor koji je pocetka reda */

```

```
23 while (*pocetak != NULL) {
    /* Potrebno je prvo zapamtiti adresu sledeceg cvora i onda
25     osloboditi cvor sa pocetka reda */
    pomocni = *pocetak;
27     *pocetak = (*pocetak)->sledeci;
    free(pomocni);
29 }
    /* Nakon izlaska iz petlje red je prazan. Pokazivac na kraj reda
31     treba postaviti na NULL. */
    *kraj = NULL;
33 }

35 int dodaj_u_red(Cvor ** adresa_pocetka, Cvor ** adresa_kraja,
                Zahtev * zahtev)
37 {
    /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
39     Cvor *novi = napravi_cvor(zahtev);
    if (novi == NULL)
41         return 1;

43     /* U red se uvek dodaje na kraj. Zbog postojanja pokazivaca na
        kraj, to je podjednako efikasno kao dodavanje na pocetak liste
        */
45     if (*adresa_kraja != NULL) {
        (*adresa_kraja)->sledeci = novi;
47         *adresa_kraja = novi;
    } else {
49         /* Ako je red bio ranije prazan */
        *adresa_pocetka = novi;
51         *adresa_kraja = novi;
    }

53     /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
55     return 0;
}

57 int skini_sa_reda(Cvor ** adresa_pocetka, Cvor ** adresa_kraja,
59                 Zahtev * zahtev)
{
61     Cvor *pomocni = NULL;

63     /* Ako je red prazan */
    if (*adresa_pocetka == NULL)
65         return 0;

67     /* Ako je prosledjen pokazivac zahtev, na tu adresu se prepisuje
        zahtev koji je na pocetku reda. */
69     if (zahtev != NULL)
        *zahtev = (*adresa_pocetka)->nalog;

71     /* Oslobadjanje memorije zauzeta cvorom sa pocetka reda i
73         azuriranje pokazivaca na adresi adresa_pocetka da pokazuje na
```

```

    sledeci cvor u redu. */
75  pomocni = *adresa_pocetka;
    *adresa_pocetka = (*adresa_pocetka)->sledeci;
77  free(pomocni);

79  /* Ukoliko red nakon oslobadjanja pocetnog cvora ostane prazan,
    potrebno je azurirati i vrednost pokazivaca na adresi
81  adresa_kraja na NULL */
    if (*adresa_pocetka == NULL)
83      *adresa_kraja = NULL;

85  return 1;
}

87  Zahtev *pocetak_reda(Cvor * pocetak)
89  {
    /* U praznom redu nema zahteva */
91  if (pocetak == NULL)
        return NULL;

93  /* Inace, vraca se pokazivac na zahtev sa pocetka reda */
95  return &(pocetak->nalog);
}

97  void prikazi_red(Cvor * pocetak)
99  {
    /* Prikaz sadrzaj reda od pocetka prema kraju */
101  for (; pocetak != NULL; pocetak = pocetak->sledeci)
        printf("%s %s\n", (pocetak->nalog).jmbg, (pocetak->nalog).opis);

103  printf("\n");
105  }

```

main.c

```

1  #include <stdio.h>
    #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
    #include "red.h"

5

7  #define VREME_ZA_PAUZU 5

    /* Glavni program */
9  int main(int argc, char **argv)
    {
11  /* Red je prazan. */
        Cvor *pocetak = NULL, *kraj = NULL;
13  Zahtev nov_zahtev;
        Zahtev *sledeci = NULL;
15  char odgovor[3];
        int broj_usluzenih = 0;

```

```

17  /* Sluzbenik evidentira korisnicke zahteve unosnjem njihovog JMBG
19     broja i opisa potrebne usluge. */
    printf("Sluzbenik evidentira korisnicke zahteve:\n");
21  while (1) {

23      /* Ucitavanje JMBG broja */
      printf("\nNovi zahtev [CTRL+D za kraj]\n\tJMBG: ");
25      if (scanf("%s", nov_zahtev.jmbg) == EOF)
          break;

27      /* Neophodan je poziv funkcije getchar da bi se i nov red nakon
29         JMBG broja procitao i da bi fgets nakon toga procitala
          ispravan red sa opisom zahteva */
      getchar();

33      /* Ucitavanje opisa problema */
      printf("\tOpis problema: ");
35      fgets(nov_zahtev.opis, MAX - 1, stdin);
      /* Ako je poslednji karakter nov red, eliminise se */
37      if (nov_zahtev.opis[strlen(nov_zahtev.opis) - 1] == '\n')
          nov_zahtev.opis[strlen(nov_zahtev.opis) - 1] = '\0';

39      /* Dodavanje zahteva u red uz proveru uspesnosti dodavanja */
41      if (dodaj_u_red(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev) == 1) {
          fprintf(stderr,
43              "Greska: Neuspesna alokacija memorije za nov cvor\n");
          oslobodi_red(&pocetak, &kraj);
45          exit(EXIT_FAILURE);
      }

47  }

49  /* Otvaranje datoteke za dopisivanje izvestaja */
  FILE *izlaz = fopen("izvestaj.txt", "a");
51  if (izlaz == NULL) {
      fprintf(stderr,
53          "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke izvestaj.txt\n");
      exit(EXIT_FAILURE);
55  }

57  /* Dokle god ima korisnika u redu, treba ih usluziti */
  while (1) {
59      sledeci = pocetak_reda(pocetak);
      /* Ako nema nikog vise u redu, prekida se petlja */
61      if (sledeci == NULL)
          break;

63      printf("\nSledeci je korisnik sa JMBG: %s\n", sledeci->jmbg);
65      printf("i zahtevom: %s\n", sledeci->opis);

67      skini_sa_reda(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev);

```

```

69     broj_usluzenih++;

71     printf("\tDa li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] ");
    scanf("%s", odgovor);

73
    if (strcmp(odgovor, "Da") == 0)
75         dodaj_u_red(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev);
    else
77         fprintf(izlaz, "JMBG: %s\tZahtev: %s\n", nov_zahtev.jmbg,
                    nov_zahtev.opis);

79
    if (broj_usluzenih == VREME_ZA_PAUZU) {
81         printf("\nDa li je kraj smene? [Da/Ne] ");
        scanf("%s", odgovor);

83
        if (strcmp(odgovor, "Da") == 0)
85             break;
        else
87             broj_usluzenih = 0;
    }
89 }

91 /******
    Usluzivanje korisnika moze da se izvrsi i na sledeci nacin: */
93 /******

95     while (skini_sa_reda(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev)) {
        printf("\nSledeci je korisnik sa JMBG brojem: %s\n",
97             nov_zahtev.jmbg);
        printf("sa zahtevom: %s\n", nov_zahtev.opis);
99         broj_usluzenih++;

101         printf("\tDa li ga vracate na kraj reda? [Da/Ne] ");
        scanf("%s", odgovor);
103         if (strcmp(odgovor, "Da") == 0)
            dodaj_u_red(&pocetak, &kraj, &nov_zahtev);
105         else
            fprintf(izlaz, "JMBG: %s\tZahtev: %s\n",
107                 nov_zahtev.jmbg, nov_zahtev.opis);

109         if (broj_usluzenih == VREME_ZA_PAUZU) {
            printf("\nDa li je kraj smene? [Da/Ne] ");
111             scanf("%s", odgovor);
            if (strcmp(odgovor, "Da") == 0)
113                 break;
            else
115                 broj_usluzenih = 0;
        }
117     }

119 /******
    /* Datoteka vise nije potrebna i treba je zatvoriti. */
    fclose(izlaz);

```

```
121      /* Ukoliko je sluzbenik prekinuo sa radom, mozda je bilo jos
123         neusluzenih korisnika, u tom slucaju treba osloboditi memoriju
125         koju zauzima red sa neobradjenim zahtevima korisnika. */
126     oslobodi_red(&pocetak, &kraj);
127
128     exit(EXIT_SUCCESS);
129 }
```

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 dinamicku 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);

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, Cvor ** adresa_kraja, int
44   broj);

46 /* Funkcija trazi u listi cvor cija je vrednost jednaka datom broju.
   Vraca pokazivac na cvor liste u kome je sadrzan trazeni broj ili
48   NULL u slucaju da takav cvor ne postoji u listi. */
   Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj);

50
52 /* Funkcija trazi u listi cvor cija je vrednost jednaka datom broju.
   U pretrazi oslanja se na cinjenicu da je lista koja se pretrazuje
   neopadajuće sortirana. Vraca pokazivac na cvor liste koji sadrzi
54   trazeni broj ili NULL u slucaju da takav cvor ne postoji. */
   Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj);

56
58 /* Funkcija brise cvor na koji pokazuje pokazivac tekuci u listi ciji
   pokazivac glava se nalazi na adresi adresa_glave. */
   void obrisi_tekuci(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, Cvor *
60   tekuci);

62 /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrže dati broj. Azurira
   pokazivac na glavu liste, koji može biti promenjen u slucaju da se
64   obrise stara glava. */
   void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, int
66   broj);

68 /* Funkcija brise iz liste sve cvorove koji sadrže dati broj,
   oslanjajući se na cinjenicu da je prosledjena lista neopadajuće
   sortirana. Azurira pokazivac na glavu liste, koji može biti
   promenjen ukoliko se obrise stara glava liste. */
72 void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor **
   adresa_kraja, int broj);

74
76 /* Funkcija prikazuje vrednosti cvorova liste počev od glave ka kraju
   liste, razdvojene zarezima i uokvirene zagradama. */
   void ispisi_listu(Cvor * glava);

78
80 /* Funkcija prikazuje vrednosti cvorova liste počevši od kraja ka
   glavi liste, razdvojene zarezima i uokvirene zagradama. */
   void ispisi_listu_unazad(Cvor * kraj);

82
   #endif

```

dvostruko_povezana_lista.c

```

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

```

```
3 #include "dvostruko_povezana_lista.h"

5 Cvor *napravi_cvor(int broj)
{
7     /* Alokacija memorije za novi cvor uz proveru uspesnosti alokacije
        */
    Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
9     if (novi == NULL)
        return NULL;

11     /* Inicijalizacija polja strukture */
13     novi->vrednost = broj;
    novi->sledeci = NULL;

15     /* Vracanje adrese novog cvora */
17     return novi;
}

19 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja)
21 {
    Cvor *pomocni = NULL;

23     /* Ako lista nije prazna, onda treba osloboditi memoriju */
25     while (*adresa_glave != NULL) {
        /* Potrebno je prvo zapamtiti adresu sledeceg cvora i onda
           osloboditi memoriju cvora koji predstavlja glavu liste */
27         pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
29         free(*adresa_glave);
        /* Sledeci cvor je nova glava liste */
31         *adresa_glave = pomocni;
    }

33     /* Nakon izlaska iz petlje lista je prazna. Pokazivac na kraj liste
        treba postaviti na NULL */
35     *adresa_kraja = NULL;
}

37 int dodaj_na_pocetak_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor **
39                             adresa_kraja, int broj)
{
41     /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
    Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
43     if (novi == NULL)
        return 1;

45     /* Sledbenik novog cvora je glava stare liste */
47     novi->sledeci = *adresa_glave;

49     /* Ako stara lista nije bila prazna, onda prethodni cvor glave
        treba da bude novi cvor. Inace, novi cvor je ujedno i pocetni i
51     krajnji */
    if (*adresa_glave != NULL)
53         (*adresa_glave)->prethodni = novi;
```

```

55     else
56         *adresa_kraja = novi;
57
58         /* Novi cvor je nova glava liste */
59         *adresa_glave = novi;
60
61         /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
62         return 0;
63     }
64
65     int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja,
66                             int broj)
67     {
68         /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
69         Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
70         if (novi == NULL)
71             return 1;
72
73         /* U slucaju prazne liste, glava nove liste je upravo novi cvor i
74            ujedno i cela lista. Azurira se vrednost na koju pokazuju
75            adresa_glave i adresa_kraja */
76         if (*adresa_glave == NULL) {
77             *adresa_glave = novi;
78             *adresa_kraja = novi;
79         } else {
80             /* Ako lista nije prazna, novi cvor se dodaje na kraj liste kao
81                sledbenik poslednjeg cvora i azurira se samo pokazivac na kraj
82                liste */
83             (*adresa_kraja)->sledeci = novi;
84             novi->prethodni = (*adresa_kraja);
85             *adresa_kraja = novi;
86         }
87
88         /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
89         return 0;
90     }
91
92     Cvor *pronadji_mesto_umetanja(Cvor * glava, int broj)
93     {
94         /* U praznoj listi nema takvog mesta i vraca se NULL */
95         if (glava == NULL)
96             return NULL;
97
98         /* Pokazivac glava se pomera na sledeci cvor sve dok ne bude
99            pokazivala na cvor ciji sledeci cvor ili ne postoji ili ima
100            vrednost vecu ili jednaku od vrednosti novog cvora.
101
102            Zbog izracunavanja izraza u C-u prvi deo konjunkcije mora biti
103            provera da li se doslo do poslednjeg cvora liste pre nego sto se
104            proveru vrednost u sledecem cvoru jer u slucaju poslednjeg,
105            sledeci ne postoji pa ni njegova vrednost. */
106         while (glava->sledeci != NULL && glava->sledeci->vrednost < broj)

```

```
    glava = glava->sledeci;
107
    /* Iz petlje se moglo izaci pomeranjem pokazivaca glava do
109    poslednjeg cvora ili, ranije, nailaskom na cvor ciji sledeci ima
    vrednost vecu od broj */
111    return glava;
}
113
int dodaj_iza(Cvor * tekuci, int broj)
115 {
    /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
117    Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
    if (novi == NULL)
119        return 1;

    novi->sledeci = tekuci->sledeci;
    novi->prethodni = tekuci;
123

    /* Ako tekuci ima sledeceg, onda se sledecem dodeljuje prethodnik,
125    a potom i tekuci dobija novog sledeceg postavljanjem pokazivaca
    na ispravne adrese */
127    if (tekuci->sledeci != NULL)
        tekuci->sledeci->prethodni = novi;
129    tekuci->sledeci = novi;

    /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
131    return 0;
133 }

135 int dodaj_sortirano(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, int
    broj)
137 {
    /* Ako je lista prazna, novi cvor je i prvi i poslednji cvor liste
    */
139    if (*adresa_glave == NULL) {
        /* Kreiranje novog cvora uz proveru uspesnost kreiranja */
141        Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
        if (novi == NULL)
143            return 1;

        /* Azuriranje vrednosti pocetka i kraja liste */
145        *adresa_glave = novi;
        *adresa_kraja = novi;
147

        /* Vracanje indikatora uspesnog dodavanja */
149        return 0;
151    }

153    /* Ukoliko je vrednost glave liste veka ili jednaka od nove
    vrednosti onda novi cvor treba staviti na pocetak liste */
155    if ((*adresa_glave)->vrednost >= broj) {
        return dodaj_na_pocetak_liste(adresa_glave, adresa_kraja, broj);
    }
}
```

```

157     }

159     /* Nalazenje cvora iza koga treba uvezati novi cvor */
    Cvor *pomocni = pronadji_mesto_umetanja(*adresa_glave, broj);
161     /* Dodaje se novi cvor uz proveru uspesnosti dodavanja */
    if (dodaj_iza(pomocni, broj) == 1)
163         return 1;
    /* Ako pomocni cvor pokazuje na poslednji element liste, onda je
165         novi cvor poslednji u listi. */
    if (pomocni == *adresa_kraja)
167         *adresa_kraja = pomocni->sledeci;

169     return 0;
}

171 Cvor *pretrazi_listu(Cvor * glava, int broj)
173 {
    /* Obilazjenje cvorova liste */
175     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
        /* Ako je vrednost tekuceg cvora jednaka zadatom broju, pretraga
177         se obustavlja */
        if (glava->vrednost == broj)
179             return glava;

181     /* Nema trazenog broja u listi i vraca se NULL */
    return NULL;
183 }

185 Cvor *pretrazi_sortiranu_listu(Cvor * glava, int broj)
187 {
    /* Obilazjenje cvorova liste */
    /* U uslovu ostanka u petlji, bitan je redosled u konjunktiji */
189     for (; glava != NULL && glava->vrednost <= broj;
        glava = glava->sledeci)
191         /* Ako je vrednost tekuceg cvora jednaka zadatom broju, pretraga
            se obustavlja */
193         if (glava->vrednost == broj)
            return glava;

195     /* Nema trazenog broja u listi i bice vrateno NULL */
197     return NULL;
}

199 /* Kod dvostruko povezane liste brisanje odredenog cvora se moze
201     lako realizovati jer on sadrzi pokazivace na svog sledbenika i
    prethodnika u listi. U funkciji se bise cvor zadat argumentom
203     tekuci */
void obrisi_tekuci(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, Cvor *
205     tekuci)
{
207     /* Ako je tekuci NULL pokazivac, nema potrebe za brisanjem */
    if (tekuci == NULL)

```

```
209     return;

211     /* Ako postoji prethodnik tekućeg cvora, onda se postavlja da
212        njegov sledbenik bude sledbenik tekućeg cvora */
213     if (tekuci->prethodni != NULL)
214         tekuci->prethodni->sledeci = tekuci->sledeci;
215
216     /* Ako postoji sledbenik tekućeg cvora, onda njegov prethodnik
217        treba da bude prethodnik tekućeg cvora */
218     if (tekuci->sledeci != NULL)
219         tekuci->sledeci->prethodni = tekuci->prethodni;

221     /* Ako je glava cvor koji se briše, nova glava liste će biti
222        sledbenik stare glave */
223     if (tekuci == *adresa_glave)
224         *adresa_glave = tekuci->sledeci;
225
226     /* Ako je cvor koji se briše poslednji u listi, azurira se i
227        pokazivac na kraj liste */
228     if (tekuci == *adresa_kraja)
229         *adresa_kraja = tekuci->prethodni;

231     /* Oslobađanje dinamički alociranog prostora za cvor tekuci */
232     free(tekuci);
233 }

235 void obrisi_cvor(Cvor ** adresa_glave, Cvor ** adresa_kraja, int broj
236 )
237 {
238     Cvor *tekuci = *adresa_glave;

239     /* Sve dok ima cvorova čija je vrednost jednaka zadatom broju,
240        takvi cvorovi se brišu iz liste. */
241     while ((tekuci = pretrazi_listu(*adresa_glave, broj)) != NULL)
242         obrisi_tekuci(adresa_glave, adresa_kraja, tekuci);
243 }

245 void obrisi_cvor_sortirane_liste(Cvor ** adresa_glave, Cvor **
246                                 adresa_kraja, int broj)
247 {
248     Cvor *tekuci = *adresa_glave;

249     /* Sve dok ima cvorova čija je vrednost jednaka zadatom broju,
250        takvi cvorovi se brišu iz liste. */
251     while ((tekuci =
252             pretrazi_sortiranu_listu(*adresa_glave, broj)) != NULL)
253         obrisi_tekuci(adresa_glave, adresa_kraja, tekuci);
254 }

255

257 void ispisi_listu(Cvor * glava)
258 {
259     putchar('[');
```

```

261  /* Ispisivanje vrednosti u cvorovima liste od pocetka prema kraju
    liste, unutar zagrada */
263  for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci) {
    printf("%d", glava->vrednost);
    if (glava->sledeci != NULL)
265     printf(", ");
    }
267
    printf("]\n");
269 }

271 void ispisi_listu_unazad(Cvor * kraj)
    {
273     putchar('[');
    /* Ispisivanje vrednosti u cvorovima liste od kraja prema pocetku
    liste, unutar zagrada */
275     for (; kraj != NULL; kraj = kraj->prethodni) {
        printf("%d", kraj->vrednost);
277         if (kraj->prethodni != NULL)
279             printf(", ");
        }
281     printf("]\n");
    }

```

main_a.c

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include "dvostruko_povezana_lista.h"
4
/* 1) Glavni program */
6  int main()
    {
8      /* Lista je prazna na pocetku */
    /* Cuvaju se pokazivaci na glavu liste i na poslednji cvor liste,
    da bi operacije poput dodavanja na kraj liste i ispisivanja
10     liste unazad bile efikasne poput dodavanja na pocetak liste i
    ispisivanja liste od pocetnog do poslednjeg cvora. */
12     Cvor *glava = NULL;
    Cvor *kraj = NULL;
14     Cvor *trazeni = NULL;
    int broj;
16

18     /* Testiranje funkcije za dodavanja novog broja na pocetak liste */
    printf("Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa): ");
20     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
22         treba osloboditi pre napustanja programa */
        if (dodaj_na_pocetak_liste(&glava, &kraj, broj) == 1) {
24             fprintf(stderr,

```

4 Dinamičke strukture podataka

```
26         "Greska: Neuspesna alokacija memorije za cvor.\n");
    oslobodi_listu(&glava, &kraj);
28     exit(EXIT_FAILURE);
    }
30     printf("\tLista: ");
    ispisi_listu(glava);
32 }

34 /* Testiranje funkcije za pretragu liste */
printf("\nUnesite broj koji se trazi u listi: ");
36 scanf("%d", &broj);

38 /* Pokazivac trazeni dobija vrednost rezultata pretrage */
trazeni = pretrazi_listu(glava, broj);
40 if (trazeni == NULL)
    printf("Broj %d se ne nalazi u listi!\n", broj);
42 else
    printf("Trazeni broj %d je u listi!\n", trazeni->vrednost);
44

/* Ispisivanje liste unazad */
46 printf("\nLista ispisana u nazad: ");
ispisi_listu_unazad(kraj);
48

/* Oslobadjanje memorije zauzete za cvorove liste */
50 oslobodi_listu(&glava, &kraj);

52 exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

main_b.c

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

5 /* 2) Glavni program */
int main()
7 {
    /* Lista je prazna na pocetku. */
    9     Cvor *glava = NULL;
    Cvor *kraj = NULL;
    11     int broj;

    13     /* Testiranje funkcije za dodavanja novog broja na kraj liste */
    printf("Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa): ");
    15     while (scanf("%d", &broj) > 0) {
        /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
        17         memorije za novi cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
        treba osloboditi pre napustanja programa */
        19         if (dodaj_na_kraj_liste(&glava, &kraj, broj) == 1) {
            fprintf(stderr,
```



```

21         "Greska: Neuspesna alokacija memorije za cvor.\n");
    oslobodi_listu(&glava, &kraj);
23     exit(EXIT_FAILURE);
    }
25     printf("\tLista: ");
    ispisi_listu(glava);
27 }

29 /* Testiranje funkcije za brisanje elemenata iz liste */
printf("\nUnesite broj koji se brise iz liste: ");
31 scanf("%d", &broj);

33 /* Brisanje cvorova iz liste cije polje vrednost je jednako broju
    procitanom sa ulaza. */
35 obrisi_cvor(&glava, &kraj, broj);

37 printf("Lista nakon brisanja: ");
    ispisi_listu(glava);
39

41 /* Ispisivanje liste unazad */
printf("\nLista ispisana u nazad: ");
    ispisi_listu_unazad(kraj);
43

45 /* Oslobadjanje memorije zauzete za cvorove liste */
    oslobodi_listu(&glava, &kraj);
47
    exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

main.c.c

```

#include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
#include "dvostruko_povezana_lista.h"
4

/* 3) Glavni program */
6  int main()
{
8     /* Lista je prazna na pocetku */
    Cvor *glava = NULL;
10    Cvor *kraj = NULL;
    Cvor *trazeni = NULL;
12    int broj;

14    /* Testiranje funkcije za dodavanje vrednosti u listu tako da ona
        bude uredjena neopadajuce */
16    printf("Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa): ");
    while (scanf("%d", &broj) > 0) {
18        /* 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 */
20

```

```

22     if (dodaj_sortirano(&glava, &kraj, broj) == 1) {
        fprintf(stderr,
            "Greska: Neuspesna alokacija memorije za cvor.\n");
24     oslobodi_listu(&glava, &kraj);
        exit(EXIT_FAILURE);
26     }
    printf("\tLista: ");
28     ispisi_listu(glava);
}

30
/* Testiranje funkcije za pretragu liste */
32 printf("\nUnesite broj koji se trazi u listi: ");
scanf("%d", &broj);
34
/* Pokazivac trazeni dobija vrednost rezultata pretrage */
36 trazeni = pretrazi_listu(glava, broj);
if (trazeni == NULL)
38     printf("Broj %d se ne nalazi u listi!\n", broj);
else
40     printf("Trazeni broj %d je u listi!\n", trazeni->vrednost);

42 /* Testiranje funkcije za brisanje elemenata iz liste */
printf("\nUnesite broj koji se brise iz liste: ");
44 scanf("%d", &broj);

46 /* Brisanje cvorova iz liste cije polje vrednost je jednako broju
    procitanom sa ulaza */
48 obrisi_cvor_sortirane_liste(&glava, &kraj, broj);

50 printf("Lista nakon brisanja: ");
ispisi_listu(glava);
52

/* Ispisivanje liste unazad */
54 printf("\nLista ispisana u nazad: ");
ispisi_listu_unazad(kraj);
56

/* Oslobadjanje memorije zauzete za cvorove liste */
58 oslobodi_listu(&glava, &kraj);

60 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 {
    int broj;
8     struct cvor *levo;
    struct cvor *desno;
10 } Cvor;

12 /* b) Funkcija koja alocira 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
    alokacije. */
    8
    Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
    10
    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
        /* Kreira se novi cvor */
        28
        Cvor *novi_cvor = napravi_cvor(broj);

        30
        /* Proverava se uspesnost kreiranja */
        if (novi_cvor == NULL) {
            32
            /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca vrednost
            */
            34
            return 1;
            36
        }
        /* Inace ... */

        38
        /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
        40
        *adresa_korena = novi_cvor;

        42
        /* I vraca se indikator uspesnosti kreiranja */
        return 0;
        44
    }

    46
    /* Ako stablo nije prazno, trazi se odgovarajuca pozicija za zadati
    broj */

    48
    /* Ako je zadata vrednost manja od vrednosti korena */
    50
    if (broj < (*adresa_korena)->broj)

        52
        /* Broj se dodaje u levo podstablo */
        return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->levo, broj);
    54
}
```

```
56     else
57         /* Inace, broj je veci (ili jednak) od vrednosti u korenu pa se
58            dodaje u desno podstablo */
59         return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->desno, broj);
60     }
61
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     {
```

```
108  /* Ako je stablo prazno, prekida se pretraga */
    if (koren == NULL)
        return NULL;
110
112  /* Vrednosti koje su veće od vrednosti u korenu stabla nalaze se
    desno od njega */
114
116  /* Ako je koren cvor koji nema desno podstablo, onda on sadrži
    najveću vrednost */
    if (koren->desno == NULL)
        return koren;
118
120  /* Inače, pretragu treba nastaviti u desnom podstablu */
    return pronadji_najveci(koren->desno);
122 }
124 void obrisi_element(Cvor ** adresa_korena, int broj)
    {
126     Cvor *pomocni_cvor = NULL;
128
130     /* Ako je stablo prazno, brisanje nije primenljivo */
    if (*adresa_korena == NULL)
        return;
132
134     /* Ako je vrednost koju treba obrisati manja od vrednosti u korenu
    stabla, ona se eventualno nalazi u levom podstablu, pa treba
    rekursivno primeniti postupak na levo podstablo. Koren ovako
    modifikovanog stabla je nepromenjen. */
    if (broj < (*adresa_korena)->broj) {
136         obrisi_element(&(*adresa_korena)->levo, broj);
        return;
138     }
140
142     /* Ako je vrednost koju treba obrisati veća od vrednosti u korenu
    stabla, ona se eventualno nalazi u desnom podstablu pa treba
    rekursivno primeniti postupak na desno podstablo. Koren ovako
    modifikovanog stabla je nepromenjen. */
    if ((*adresa_korena)->broj < broj) {
144         obrisi_element(&(*adresa_korena)->desno, broj);
        return;
146     }
148
150     /* Slede podslučajevi vezani za slučaj kada je vrednost u korenu
    jednaka broju koji se briše (tj. slučaj kada treba obrisati
    koren) */
152
154     /* Ako koren nema sinova, tada se on prosto briše, i rezultat je
    prazno stablo (vraca se NULL) */
    if ((*adresa_korena)->levo == NULL
156        && (*adresa_korena)->desno == NULL) {
        free(*adresa_korena);
158        *adresa_korena = NULL;
```

```

160     return;
161 }

162 /* Ako koren ima samo levog sina, tada se brisanje vrši tako sto se
163    briše koren, a novi koren postaje levi sin */
164 if ((*adresa_korena)->levo != NULL
165     && (*adresa_korena)->desno == NULL) {
166     pomocni_cvor = (*adresa_korena)->levo;
167     free(*adresa_korena);
168     *adresa_korena = pomocni_cvor;
169     return;
170 }

172 /* Ako koren ima samo desnog sina, tada se brisanje vrši tako sto
173    se briše koren, a novi koren postaje desni sin */
174 if ((*adresa_korena)->desno != NULL
175     && (*adresa_korena)->levo == NULL) {
176     pomocni_cvor = (*adresa_korena)->desno;
177     free(*adresa_korena);
178     *adresa_korena = pomocni_cvor;
179     return;
180 }

182 /* Slučaj kada koren ima oba sina - najpre se potraži sledbenik
183    korena (u smislu poretka) u stablu. To je upravo po vrednosti
184    najmanji cvor u desnom podstablu. On se može pronaći npr.
185    funkcijom pronadji_najmanji(). Nakon toga se u koren smesti
186    vrednost tog cvora, a u taj cvor se smesti vrednost korena (tj.
187    broj koji se briše). Zatim se prosto rekurzivno pozove funkcija
188    za brisanje na desno podstablo. S obzirom da u njemu treba
189    obrisati najmanji element, a on zasigurno ima najviše jednog
190    potomka, jasno je da će njegovo brisanje biti obavljeno na jedan
191    od jednostavnijih načina koji su gore opisani. */
192 pomocni_cvor = pronadji_najmanji((*adresa_korena)->desno);
193 (*adresa_korena)->broj = pomocni_cvor->broj;
194 pomocni_cvor->broj = broj;
195 obrisi_element(&(*adresa_korena)->desno, broj);
196 }

198 void ispisi_stablo_infiksno(Cvor * koren)
199 {
200     /* Ako stablo nije prazno */
201     if (koren != NULL) {
202
203         /* Prvo se ispisuju svi cvorovi levo od korena */
204         ispisi_stablo_infiksno(koren->levo);
205
206         /* Zatim se ispisuje vrednost u korenu */
207         printf("%d ", koren->broj);
208
209         /* Na kraju se ispisuju cvorovi desno od korena */
210         ispisi_stablo_infiksno(koren->desno);

```

```
    }
212 }

214 void ispisi_stablo_prefiksno(Cvor * koren)
215 {
216     /* Ako stablo nije prazno */
217     if (koren != NULL) {
218
219         /* Prvo se ispisuje vrednost u korenu */
220         printf("%d ", koren->broj);
221
222         /* Zatim se ispisuju svi cvorovi levo od korena */
223         ispisi_stablo_prefiksno(koren->levo);
224
225         /* Na kraju se ispisuju svi cvorovi desno od korena */
226         ispisi_stablo_prefiksno(koren->desno);
227     }
228 }

230 void ispisi_stablo_postfiksno(Cvor * koren)
231 {
232
233     /* Ako stablo nije prazno */
234     if (koren != NULL) {
235
236         /* Prvo se ispisuju svi cvorovi levo od korena */
237         ispisi_stablo_postfiksno(koren->levo);
238
239         /* Zatim se ispisuju svi cvorovi desno od korena */
240         ispisi_stablo_postfiksno(koren->desno);
241
242         /* Na kraju se ispisuje vrednost u korenu */
243         printf("%d ", koren->broj);
244     }
245 }

246 void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)
247 {
248     /* Ako je stablo prazno, nepotrebno je oslobadjati memoriju */
249     if (*adresa_korena == NULL)
250         return;
251
252     /* Inace ... */
253     /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom */
254     oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->levo);
255
256     /* Oslobadja se memorija zauzetu desnim podstablom */
257     oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->desno);
258
259     /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
260     free(*adresa_korena);
261 }
262 }
```



```

264     /* Proglasava se stablo praznim */
    *adresa_korena = NULL;
}

```

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 */
    koren = NULL;
12
13     /* Citaju se vrednosti i dodaju u stablo uz proveru uspesnosti
14        dodavanja */
15     printf("Unesite brojeve (CTRL+D za kraj unosa): ");
16     while (scanf("%d", &n) != EOF) {
17         if (dodaj_u_stablo(&koren, n) == 1) {
18             fprintf(stderr, "Greska: Neuspelo dodavanje broja %d.\n", n);
19             oslobodi_stablo(&koren);
20             exit(EXIT_FAILURE);
21         }
22     }
23
24     /* Generisu se trazeni ispisi: */
25     printf("\nInfiksni ispisi: ");
26     ispisi_stablo_infiksno(koren);
27     printf("\nPrefiksni ispisi: ");
28     ispisi_stablo_prefiksno(koren);
29     printf("\nPostfiksni ispisi: ");
30     ispisi_stablo_postfiksno(koren);
31
32     /* Demonstrira se rad funkcije za pretragu */
33     printf("\nTrazi se broj: ");
34     scanf("%d", &n);
35     trazeni_cvor = pretrazi_stablo(koren, n);
36     if (trazeni_cvor == NULL)
37         printf("Broj se ne nalazi u stablu!\n");
38     else
39         printf("Broj se nalazi u stablu!\n");
40
41     /* Demonstrira se rad funkcije za brisanje */
42     printf("Brise se broj: ");
43     scanf("%d", &n);
44
45

```

```
    obrisi_element(&koren, n);
47  printf("Rezultujuće stablo: ");
    ispisi_stablo_infiksno(koren);
49  printf("\n");

51  /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
    oslobodi_stablo(&koren);

53

    exit(EXIT_SUCCESS);
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 broj;
    struct cvor *levo;
14     struct cvor *desno;
} Cvor;

16

/* Funkcija koja kreira novi cvor 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));
    if (novi_cvor->rec == NULL) {
30         free(novi_cvor);
        return NULL;
32     }

34

    /* Inicijalizuju se polja u novom cvoru */
36     strcpy(novi_cvor->rec, rec);
    novi_cvor->broj = 1;
38     novi_cvor->levo = NULL;
```

```
40     novi_cvor->desno = NULL;
41
42     /* Vraca se adresa novog cvora */
43     return novi_cvor;
44 }
45
46 /* Funkcija koja dodaje novu rec u stablo - ukoliko je dodavanje
47    uspesno povratna vrednost je 0, u suprotnom povratna vrednost je
48    1 */
49 int dodaj_u_stablo(Cvor ** adresa_korena, char *rec)
50 {
51     /* Ako je stablo prazno */
52     if (*adresa_korena == NULL) {
53         /* Kreira se cvor koji sadrzi zadatu rec */
54         Cvor *novi_cvor = napravi_cvor(rec);
55         /* Proverava se uspesnost kreiranja novog cvora */
56         if (novi_cvor == NULL) {
57             /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca
58                vrednost */
59             return 1;
60         }
61         /* Inace... */
62         /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
63         *adresa_korena = novi_cvor;
64
65         /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
66         return 0;
67     }
68
69     /* Ako stablo nije prazno, trazi se odgovarajuca pozicija za novu
70        rec */
71
72     /* Ako je rec leksikografski manja od reci u korenu ubacuje se u
73        levo podstablo */
74     if (strcmp(rec, (*adresa_korena)->rec) < 0)
75         return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->levo, rec);
76
77     else
78         /* Ako je rec leksikografski veca od reci u korenu ubacuje se u
79            desno podstablo */
80         if (strcmp(rec, (*adresa_korena)->rec) > 0)
81             return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->desno, rec);
82
83     else {
84         /* Ako je rec jednaka reci u korenu, uvecava se njen broj
85            pojavljivanja */
86         (*adresa_korena)->brojac++;
87
88         /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
89         return 0;
90     }
91 }
```

```
92 /* Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu stablom */
void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)
94 {
    /* Ako je stablo prazno, nepotrebno je oslobadjati memoriju */
96     if (*adresa_korena == NULL)
        return;
98
    /* Inace ... */
100 /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom */
    oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->levo);
102
    /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom */
104     oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->desno);

    /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
106     free((*adresa_korena)->rec);
108     free(*adresa_korena);

    /* Stablo se proglašava praznim */
110     *adresa_korena = NULL;
112 }

114 /* Funkcija koja pronalazi cvor koji sadrži najfrekventniju rec (rec
    sa najvećim brojem pojavljivanja) */
116 Cvor *nadj_i_najfrekventniju_rec(Cvor * koren)
{
118     Cvor *max, *max_levo, *max_desno;

    /* Ako je stablo prazno, prekida se sa pretragom */
120     if (koren == NULL)
122         return NULL;

    /* Pronalazi se najfrekventnija rec u levom podstablu */
124     max_levo = nadj_i_najfrekventniju_rec(koren->levo);
126
    /* Pronalazi se najfrekventnija rec u desnom podstablu */
128     max_desno = nadj_i_najfrekventniju_rec(koren->desno);

    /* Traži se maksimum vrednosti pojavljivanja reci iz levog
    podstabla, korena i desnog podstabla */
130     max = koren;
132     if (max_levo != NULL && max_levo->brojac > max->brojac)
134         max = max_levo;
    if (max_desno != NULL && max_desno->brojac > max->brojac)
136         max = max_desno;

    /* Vraca se adresa cvora sa najvećim brojem pojavljivanja */
138     return max;
140 }

142 /* Funkcija koja ispisuje reci iz stabla u leksikografskom poretku
```

```

    pracone brojem pojavljivanja */
144 void prikazi_stablo(Cvor * koren)
{
146     /* Ako je stablo prazno, završava se sa ispisom */
    if (koren == NULL)
148         return;

150     /* Zbog leksikografskog poretka, prvo se ispisuju sve reci iz
        levog podstabla */
152     prikazi_stablo(koren->levo);

154     /* Zatim rec iz korena */
    printf("%s: %d\n", koren->rec, koren->brojac);

156     /* I nastavlja se sa ispisom reci iz desnog podstabla */
158     prikazi_stablo(koren->desno);
}

160 /* Funkcija ucitava sledecu rec iz zadate datoteke f i upisuje je u
162    niz rec. Maksimalna duzina reci je odredjena argumentom max.
    Funkcija vraca EOF ako u datoteci nema vise reci ili 0 u
164    suprotnom. Rec je niz malih ili velikih slova. */
int procitaj_rec(FILE * f, char rec[], int max)
166 {
    /* Karakter koji se cita */
168     int c;

170     /* Indeks pozicije na koju se smesta procitani karakter */
    int i = 0;

172     /* Sve dok ima mesta za jos jedan karakter u nizu i dokle se god
174        nije stiglo do kraja datoteke... */
    while (i < max - 1 && (c = fgetc(f)) != EOF) {
176        /* Proverava se da li je procitani karakter slovo */
        if (isalpha(c))
178            /* Ako jeste, smesta se u niz - pritom se vrši konverzija u
                mala slova jer program treba da bude neosetljiv na razliku
180                izmedju malih i velikih slova */
                rec[i++] = tolower(c);

182        else
184            /* Ako nije, proverava se da li je procitano barem jedno slovo
                nove reci */
186            /* Ako jeste, prekida se sa citanjem */
            if (i > 0)
188                break;

190        /* U suprotnom se ide na sledecu iteraciju */
    }

192    /* Dodaje se na rec terminirajuca nula */
194    rec[i] = '\0';

```

```
196  /* Vraca se 0 ako je procitana rec, tj. EOF u suprotnom */
197  return i > 0 ? 0 : EOF;
198 }
199
200 int main(int argc, char **argv)
201 {
202     Cvor *koren = NULL, *max;
203     FILE *f;
204     char rec[MAX];
205
206     /* Provera da li je navedeno ime datoteke prilikom pokretanja
207        programa */
208     if (argc < 2) {
209         fprintf(stderr, "Greska: Nedostaje ime ulazne datoteke!\n");
210         exit(EXIT_FAILURE);
211     }
212
213     /* Priprema datoteke za citanje */
214     if ((f = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
215         fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n",
216             argv[1]);
217         exit(EXIT_FAILURE);
218     }
219
220     /* Ucitavanje reci iz datoteke i smestanje u binarno stablo
221        pretrage uz proveru uspesnosti dodavanja */
222     while (procitaj_rec(f, rec, MAX) != EOF) {
223         if (dodaj_u_stablo(&koren, rec) == 1) {
224             fprintf(stderr, "Greska: Neuspelo dodavanje reci %s.\n", rec);
225             oslobodi_stablo(&koren);
226             exit(EXIT_FAILURE);
227         }
228     }
229
230     /* Posto je citanjem reci zavrsono, zatvara se datoteka */
231     fclose(f);
232
233     /* Prikazuju se sve reci iz teksta i brojevi njihovih
234        pojavljivanja. */
235     prikazi_stablo(koren);
236
237     /* Pronalazi se najfrekventnija rec */
238     max = nadji_najfrekventniju_rec(koren);
239
240     /* Ako takve reci nema... */
241     if (max == NULL)
242
243         /* Ispisuje se odgovarajuće obavestenje */
244         printf("U tekstu nema reci!\n");
245
246     else
```

```

248     /* Inace, ispisuje se broj pojavljivanja reci */
    printf("Najcesca rec: %s (pojavljuje se %d puta)\n",
           max->rec, max->brojac);

250
    /* Oslobadja se dinamicki alocirani prostor za stablo */
252    oslobodi_stablo(&koren);

254    exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

Rešenje 4.16

```

1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
   #include <ctype.h>
5
   #define MAX_IME_DATOTEKE 50
7   #define MAX_CIFARA 13
   #define MAX_IME_I_PREZIME 100
9
   /* Struktura kojom se opisuje cvor stabla: sadrzi ime i prezime,
11    broj telefona i redom pokazivace na levo i desno podstablo */
   typedef struct cvor {
13     char ime_i_prezime[MAX_IME_I_PREZIME];
     char telefon[MAX_CIFARA];
15     struct cvor *levo;
     struct cvor *desno;
17 } Cvor;

19 /* Funkcija koja kreira novi cvor stabla */
   Cvor *napravi_cvor(char *ime_i_prezime, char *telefon)
21 {
     /* Alocira se memorija za novi cvor i proverava se uspesnost
23    alokacije. */
     Cvor *novi_cvor = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
25     if (novi_cvor == NULL)
         return NULL;

27     /* Inicijalizuju se polja novog cvora */
     strcpy(novi_cvor->ime_i_prezime, ime_i_prezime);
     strcpy(novi_cvor->telefon, telefon);
31     novi_cvor->levo = NULL;
     novi_cvor->desno = NULL;

33     /* Vraca se adresa novog cvora */
35     return novi_cvor;
}

37
   /* Funkcija koja dodaje novu osobu i njen broj telefona u stablo -
39    ukoliko je dodavanje uspesno povratna vrednost je 0, u suprotnom

```

```
    povratna vrednost je 1 */
41 int
dodaj_u_stablo(Cvor ** adresa_korena, char *ime_i_prezime,
43             char *telefon)
{
45     /* Ako je stablo prazno */
    if (*adresa_korena == NULL) {
47         /* Kreira se novi cvor */
        Cvor *novi_cvor = napravi_cvor(ime_i_prezime, telefon);
49         /* Proverava se uspesnost kreiranja novog cvora */
        if (novi_cvor == NULL) {
51             /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca
                vrednost */
53             return 1;
        }
55         /* Inace... */
        /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
57         *adresa_korena = novi_cvor;

59         /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
        return 0;
61     }

63     /* Ako stablo nije prazno, trazi se odgovarajuca pozicija za novi
        unos. Kako pretragu treba vrsiti po imenu i prezimenu, stablo
65     treba da bude pretrazivacko po ovom polju */

67     /* Ako je zadato ime i prezime leksikografski manje od imena i
        prezimena koje se nalazi u korenu, podaci se dodaju u levo
69     podstablo */
    if (strcmp(ime_i_prezime, (*adresa_korena)->ime_i_prezime)
71         < 0)
        return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->levo, ime_i_prezime,
73                             telefon);

75     else
        /* Ako je zadato ime i prezime leksikografski vece od imena i
77         prezimena sadržanog u korenu, podaci se dodaju u desno
        podstablo */
79         if (strcmp(ime_i_prezime, (*adresa_korena)->ime_i_prezime) > 0)
            return dodaj_u_stablo(&(*adresa_korena)->desno, ime_i_prezime,
81                                    telefon);
    }

83     /* Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu stablom */
    void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)
    {
85        /* Ako je stablo prazno, nepotrebno je oslobadjati memoriju */
        if (*adresa_korena == NULL)
87            return;

89        /* Inace ... */
91    }
```



```

93  /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom */
    oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->levo);

95  /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom */
    oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->desno);

97

99  /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
    free(*adresa_korena);

101  /* Stablo se proglašava praznim */
    *adresa_korena = NULL;
103 }

105 /* Funkcija koja ispisuje imenik u leksikografskom poretku */
/* Napomena: ova funkcija nije trazena u zadatku ali se moze
107 koristiti za proveru da li je stablo lepo kreirano ili ne */
void prikazi_stablo(Cvor * koren)
109 {
    /* Ako je stablo prazno, završava se sa ispisom */
111    if (koren == NULL)
        return;

113    /* Zbog leksikografskog poretka, prvo se ispisuju podaci iz levog
115        podstabla */
    prikazi_stablo(koren->levo);

117    /* Zatim se ispisuju podaci iz korena */
119    printf("%s: %s\n", koren->ime_i_prezime, koren->telefon);

121    /* I nastavlja se sa ispisom podataka iz desnog podstabla */
    prikazi_stablo(koren->desno);
123 }

125 /* Funkcija učitava sledeći kontakt iz zadate datoteke i upisuje ime
    i prezime i broj telefona u odgovarajuće nizove. Maksimalna dužina
127 imena i prezimena određena je konstantom MAX_IME_PREZIME, a
    maksimalna dužina broja telefona konstantom MAX_CIFARA. Funkcija
129 vraća EOF ako nema više kontakata ili 0 u suprotnom. */
int procitaj_kontakt(FILE * f, char *ime_i_prezime, char *telefon)
131 {
    /* Karakter koji se čita */
133    int c;

135    /* Indeks pozicije na koju se smesta procitani karakter */
    int i = 0;

137

139    /* Linije datoteke koje se obrađuju su formata Ime Prezime
        BrojTelefona */

141    /* Preskaku se eventualne praznine sa početka linije datoteke */
    while ((c = fgetc(f)) != EOF && isspace(c));
143

```

```
145  /* Prvo procitano slovo upisuje se u ime i prezime */
146  if (!feof(f))
147      ime_i_prezime[i++] = c;
148
149  /* Naznaka kraja citanja imena i prezimena ce biti pojava prve
150   cifre tako da se citanje vrsi sve dok se ne naidje na cifru.
151   Pritom treba voditi racuna da li ima dovoljno mesta za
152   smestanje procitanog karaktera i da se slucajno ne dodje do
153   kraja datoteke */
154  while (i < MAX_IME_I_PREZIME - 1 && (c = fgetc(f)) != EOF) {
155      if (!isdigit(c))
156          ime_i_prezime[i++] = c;
157
158      else if (i > 0)
159          break;
160  }
161
162  /* Upisuje se terminirajuca nula na mesto poslednjeg procitanog
163   blanko karaktera */
164  ime_i_prezime[--i] = '\0';
165
166  /* I pocinje se sa citanjem broja telefona */
167  i = 0;
168
169  /* Upisuje se cifra koja je vec procitana */
170  telefon[i++] = c;
171
172  /* I citaju se preostale cifre. Naznaka kraja ce biti pojava
173   karaktera cije prisustvo nije dozvoljeno u broju telefona */
174  while (i < MAX_CIFARA - 1 && (c = fgetc(f)) != EOF)
175      if (c == '/' || c == '-' || isdigit(c))
176          telefon[i++] = c;
177      else
178          break;
179
180  /* Upisuje se terminirajuca nula */
181  telefon[i] = '\0';
182
183  /* Vraca se 0 ako je procitan kontakt ili EOF u suprotnom */
184  return !feof(f) ? 0 : EOF;
185 }
186
187 /* Funkcija koja trazi u imeniku osobu sa zadatim imenom i
188    prezimenom */
189 Cvor *pretrazi_imenik(Cvor * koren, char *ime_i_prezime)
190 {
191     /* Ako je imenik prazan, zavrшава se sa pretragom */
192     if (koren == NULL)
193         return NULL;
194
195     /* Ako je trazeno ime i prezime sadrzano u korenu, takodje se
196        zavrшава sa pretragom */
```

```

197     if (strcmp(koren->ime_i_prezime, ime_i_prezime) == 0)
        return koren;

199     /* Ako je zadato ime i prezime leksikografski manje od vrednosti u
        korenu pretraga se nastavlja levo */
201     if (strcmp(ime_i_prezime, koren->ime_i_prezime) < 0)
        return pretrazi_imenik(koren->levo, ime_i_prezime);
203
        else
205         /* u suprotnom, pretraga se nastavlja desno */
        return pretrazi_imenik(koren->desno, ime_i_prezime);
207 }

209 int main(int argc, char **argv)
{
211     char ime_datoteke[MAX_IME_DATOTEKE];
    Cvor *koren = NULL;
213     Cvor *trazeni;
    FILE *f;
215     char ime_i_prezime[MAX_IME_I_PREZIME];
    char telefon[MAX_CIFARA];
217     char c;
    int i;
219
    /* Ucitava se ime datoteke i vrši se njena priprema za citanje */
221     printf("Unesite ime datoteke: ");
    scanf("%s", ime_datoteke);
223     getchar();
    if ((f = fopen(ime_datoteke, "r")) == NULL) {
225         fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n",
            ime_datoteke);
227         exit(EXIT_FAILURE);
    }
229

    /* Citaju se podaci iz datoteke i smestaju u binarno stablo
        pretrage uz proveru uspesnosti dodavanja */
231     while (procitaj_kontakt(f, ime_i_prezime, telefon) != EOF)
233         if (dodaj_u_stablo(&koren, ime_i_prezime, telefon) == 1) {
            fprintf(stderr,
235                 "Greska: Neuspelo dodavanje podataka za osobu %s.\n",
                    ime_i_prezime);
237             oslobodi_stablo(&koren);
            exit(EXIT_FAILURE);
239         }

241     /* Zatvara se datoteka */
    fclose(f);
243

    /* Omogucava se pretraga imenika */
245     while (1) {
        /* Ucitava se ime i prezime */
247         printf("Unesite ime i prezime: ");

```

```
249     i = 0;
    while ((c = getchar()) != '\n')
        ime_i_prezime[i++] = c;
251     ime_i_prezime[i] = '\0';

253     /* Ako je korisnik uneo naznaku za kraj pretrage, obustavlja se
        funkcionalnost */
255     if (strcmp(ime_i_prezime, "KRAJ") == 0)
        break;

257     /* Inace se ispisuje rezultat pretrage */
259     trazeni = pretrazi_imenik(koren, ime_i_prezime);
    if (trazeni == NULL)
261         printf("Broj nije u imeniku!\n");
    else
263         printf("Broj je: %s \n", trazeni->telefon);
}

265     /* Oslobadja se memorija zauzeta imenikom */
267     oslobodi_stablo(&koren);

269     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

Rešenje 4.17

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

5  #define MAX 51

7  /* Struktura koja definise cvorove stabla: sadrzi ime i prezime
   studenta, ukupan uspeh, uspeh iz matematike, uspeh iz maternjeg
9  jezika i redom pokazivace na levo i desno podstablo */
   typedef struct cvor_stabla {
11     char ime[MAX];
    char prezime[MAX];
13     double uspeh;
    double matematika;
15     double jezik;
    struct cvor_stabla *levo;
17     struct cvor_stabla *desno;
} Cvor;

19

   /* Funkcija kojom se kreira cvor stabla */
21 Cvor *napravi_cvor(char ime[], char prezime[], double uspeh,
    double matematika, double jezik)
23 {
    /* Alocira se memorija za novi cvor i proverava se uspesnost
25     alokacije. */
}
```

```

27   Cvor *novi = (Cvor *) malloc(sizeof(Cvor));
    if (novi == NULL)
        return NULL;
29
    /* Inicijalizuju se polja strukture */
31   strcpy(novi->ime, ime);
    strcpy(novi->prezime, prezime);
33   novi->uspeh = uspeh;
    novi->matematika = matematika;
35   novi->jezik = jezik;
    novi->levo = NULL;
37   novi->desno = NULL;

39   /* Vraca se adresa kreiranog cvora */
    return novi;
41 }

43 /* Funkcija koja dodaje cvor sa zadatim vrednostima u stablo -
    ukoliko je dodavanje uspesno povratna vrednost je 0, u suprotnom
    povratna vrednost je 1 */
45 int dodaj_u_stablo(Cvor ** koren, char ime[], char prezime[],
47                   double uspeh, double matematika, double jezik)
{
49   /* Ako je stablo prazno */
    if (*koren == NULL) {
51       /* Kreira se novi cvor */
        Cvor *novi_cvor =
53         napravi_cvor(ime, prezime, uspeh, matematika, jezik);
        /* Proverava se uspesnost kreiranja novog cvora */
55         if (novi_cvor == NULL) {
            /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca
            vrednost */
57             return 1;
59         }
        /* Inace... */
61         /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
        *koren = novi_cvor;

        /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
65         return 0;
    }

67   /* Ako stablo nije prazno, dodaje se cvor u stablo tako da bude
    sortirano po ukupnom broju poena */
69   if (uspeh + matematika + jezik >
        (*koren)->uspeh + (*koren)->matematika + (*koren)->jezik)
71       return dodaj_u_stablo(&(*koren)->levo, ime, prezime, uspeh,
73                             matematika, jezik);
    else
75       return dodaj_u_stablo(&(*koren)->desno, ime, prezime, uspeh,
77                             matematika, jezik);
}

```

```
79  /* Funkcija kojom se oslobadja memorija zauzeta stablom */
81  void oslobodi_stablo(Cvor ** koren)
82  {
83      /* Ako je stablo prazno, nepotrebno je oslobadjati memoriju */
84      if (*koren == NULL)
85          return;
86
87      /* Inace ... */
88      /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom */
89      oslobodi_stablo(&(*koren)->levo);
90
91      /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom */
92      oslobodi_stablo(&(*koren)->desno);
93
94      /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
95      free(*koren);
96
97      /* Stablo se proglašava praznim */
98      *koren = NULL;
99  }
100
101  /* Funkcija ispisuje sadržaj stabla. Ukoliko je vrednost argumenta
102  položili jednaka 0 ispisuju se informacije o učenicima koji nisu
103  položili prijemni, a ako je vrednost argumenta različit od nule,
104  ispisuju se informacije o učenicima koji su položili prijemni */
105  void stampaj(Cvor * koren, int položili)
106  {
107      /* Stablo je prazno - prekida se sa ispisom */
108      if (koren == NULL)
109          return;
110
111      /* Stampaju se informacije iz levog podstabla */
112      stampaj(koren->levo, položili);
113
114      /* Stampaju se informacije iz korenog cvora */
115      if (položili && koren->matematika + koren->jezik >= 10)
116          printf("%s %s %.1lf %.1lf %.1lf %.1lf\n", koren->ime,
117                koren->prezime, koren->uspeh, koren->matematika,
118                koren->jezik,
119                koren->uspeh + koren->matematika + koren->jezik);
120      else if (!položili && koren->matematika + koren->jezik < 10)
121          printf("%s %s %.1lf %.1lf %.1lf %.1lf\n", koren->ime,
122                koren->prezime, koren->uspeh, koren->matematika,
123                koren->jezik,
124                koren->uspeh + koren->matematika + koren->jezik);
125
126      /* Stampaju se informacije iz desnog podstabla */
127      stampaj(koren->desno, položili);
128  }
```

```
131 /* Funkcija koja odredjuje koliko studenata nije polozilo prijemni
    ispit */
133 int nisu_polozili(Cvor * koren)
    {
135     /* Ako je stablo prazno, broj onih koji nisu polozili 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     uvecava za 1 */
    if (koren->matematika + koren->jezik < 10)
143         return 1 + nisu_polozili(koren->levo) +
            nisu_polozili(koren->desno);

145     return nisu_polozili(koren->levo) + nisu_polozili(koren->desno);
147 }

149 int main(int argc, char **argv)
    {
151     FILE *in;
    Cvor *koren;
153     char ime[MAX], prezime[MAX];
    double uspeh, matematika, jezik;

155     /* Otvara se datoteke sa rezultatima sa prijemnog za citanje */
157     in = fopen("prijemni.txt", "r");
    if (in == NULL) {
159         fprintf(stderr,
            "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke prijemni.txt.\n");
161         exit(EXIT_FAILURE);
    }

163     /* Citanje podataka i dodavanje u stablo uz proveru uspesnosti
    dodavanja */
165     koren = NULL;
    while (fscanf(in, "%s %s %lf %lf %lf", ime, prezime, &uspeh,
167                &matematika, &jezik) != EOF) {
        if (dodaj_u_stablo
169            (&koren, ime, prezime, uspeh, matematika, jezik)
            == 1) {
171            fprintf(stderr,
173                "Greska: Neuspelo dodavanje podataka za %s %s.\n", ime,
                prezime);
175            oslobodi_stablo(&koren);
            exit(EXIT_FAILURE);
177        }
    }

179     /* Zatvaranje datoteke */
181     fclose(in);
```

```
183  /* Stampaju se prvo podaci o ucenicima koji su položili prijemni */
    stampaj(koren, 1);
185
187  /* Linija se iscrtava samo ako postoje učenici koji nisu položili
    prijemni */
    if (nisu_položili(koren) != 0)
189      printf("-----\n");
191
193  /* Stampaju se podaci o ucenicima koji nisu položili prijemni */
    stampaj(koren, 0);
195
197  /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
    oslobodi_stablo(&koren);
    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
   podstablo */
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;
```



```

33     novi->levo = NULL;
    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
41     dodavanje uspesno povratna vrednost je 0, u suprotnom povratna
    vrednost je 1 */
43 int dodaj_u_stablo(Cvor ** koren, char ime[], char prezime[],
                    int dan, int mesec)
45 {
    /* Ako je stablo prazno */
47     if (*koren == NULL) {

49         /* Kreira se novi cvor */
        Cvor *novi_cvor = napravi_cvor(ime, prezime, dan, mesec);
51         /* Proverava se uspesnost kreiranja novog cvora */
        if (novi_cvor == NULL) {
53             /* I ukoliko je doslo do greske, vraca se odgovarajuca
                vrednost */
55             return 1;
        }
57         /* Inace... */
        /* Novi cvor se proglašava korenom stabla */
59         *koren = novi_cvor;

61         /* I vraca se indikator uspesnog dodavanja */
        return 0;
63     }

65     /* Stablo se uredjuje po mesecu, a zatim po danu u okviru istog
        meseca */
67     if (mesec < (*koren)->mesec)
        return dodaj_u_stablo(&(*koren)->levo, ime, prezime, dan, mesec);
69     else if (mesec == (*koren)->mesec && dan < (*koren)->dan)
        return dodaj_u_stablo(&(*koren)->levo, ime, prezime, dan, mesec);
71     else
        return dodaj_u_stablo(&(*koren)->desno, ime, prezime, dan,
73                             mesec);
    }

75
77 /* Funkcija vrši pretragu stabla i vraca cvor sa traženim datumom */
    Cvor *pretrazi(Cvor * koren, int dan, int mesec)
    {
79         /* Stablo je prazno, obustavlja se pretraga */
        if (koren == NULL)
81             return NULL;

83         /* Ako je traženi datum u korenu */

```

```

85     if (koren->dan == dan && koren->mesec == mesec)
        return koren;

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        */
    if (mesec < koren->mesec
        || (mesec == koren->mesec && dan < koren->dan)) {
        if (koren->levo == NULL)
            return koren;
        else
            return pretrazi(koren->levo, dan, mesec);
    }

99

    /* Inace se nastavlja pretraga u desnom delu */
    return pretrazi(koren->desno, dan, mesec);
}

103
/* Funkcija koja pronalazi najmanji datum u stablu */
105 Cvor *pronadji_najmanji_datum(Cvor * koren)
{
107     /* Stablo je prazno, obustavlja se pretraga */
    if (koren == NULL)
109         return NULL;

111     /* Ako ne postoji leva grana korena, zbog uredjenja stabla koren
112        sadrzi najmanji datum */
    if (koren->levo == NULL)
113         return koren;
    else
115         /* Inace, trazimo manji datum u levom podstablu */
        return pronadji_najmanji_datum(koren->levo);
}

119
/* Funkcija koja za dati dan i mesec odredjuje nisku formata DD.MM.
   */
121 void datum_u_nisku(int dan, int mesec, char datum[])
{
123     if (dan < 10) {
        datum[0] = '0';
125         datum[1] = dan + '0';
    } else {
127         datum[0] = dan / 10 + '0';
        datum[1] = dan % 10 + '0';
129     }
    datum[2] = '.';

131
    if (mesec < 10) {
133         datum[3] = '0';

```

```

    datum[4] = mesec + '0';
135 } else {
    datum[3] = mesec / 10 + '0';
137 datum[4] = mesec % 10 + '0';
    }
139 datum[5] = '.';
    datum[6] = '\0';
141 }

143 /* Funkcija koja oslobadja memoriju zauzetu stablom */
void oslobodi_stablo(Cvor ** adresa_korena)
145 {
    /* Stablo je prazno */
147 if (*adresa_korena == NULL)
    return;

149 /* Oslobadja se memorija zauzeta levim podstablom (ako postoji) */
151 if ((*adresa_korena)->levo)
    oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->levo);

153 /* Oslobadja se memorija zauzeta desnim podstablom (ako postoji) */
155 if ((*adresa_korena)->desno)
    oslobodi_stablo(&(*adresa_korena)->desno);

157 /* Oslobadja se memorija zauzeta korenom */
159 free(*adresa_korena);

161 /* Proglasava se stablo praznim */
    *adresa_korena = NULL;
163 }

165 int main(int argc, char **argv)
{
167 FILE *in;
    Cvor *koren;
169 Cvor *slavljenik;
    char ime[MAX_NISKA], prezime[MAX_NISKA];
171 int dan, mesec;
    char datum[7];

173 /* Provera da li je zadato ime ulazne datoteke */
175 if (argc < 2) {
    /* Ako nije, ispisuje se poruka i prekida se sa izvršavanjem
177 programa */
    fprintf(stderr, "Greska: Nedostaje ime ulazne datoteke!\n");
179 exit(EXIT_FAILURE);
    }

181 /* Inace, priprema se datoteka za citanje */
183 in = fopen(argv[1], "r");
    if (in == NULL) {
185 fprintf(stderr, "Greska: Neuspesno otvaranje datoteke %s.\n",

```

```

187         argv[1]);
188     exit(EXIT_FAILURE);
189 }
190
191 /* I stablo se popunjava podacima uz proveru uspesnosti dodavanja
192    */
193 koren = NULL;
194 while (fscanf
195     (in, "%s %s %d.%d.", ime, prezime, &dan, &mesec) != EOF)
196     if (dodaj_u_stablo(&koren, ime, prezime, dan, mesec) == 1) {
197         fprintf(stderr,
198             "Greska: Neuspelo dodavanje podataka za %s %s.\n", ime,
199             prezime);
200         oslobodi_stablo(&koren);
201         exit(EXIT_FAILURE);
202     }
203
204 /* Datoteka se zatvara */
205 fclose(in);
206
207 /* Omogucuje se pretraga podataka */
208 while (1) {
209     /* Ucitava se novi datum */
210     printf("Unesite datum: ");
211     if (scanf("%d.%d.", &dan, &mesec) == EOF)
212         break;
213
214     /* Pretrazuje se stablo */
215     slavljenik = pretrazi(koren, dan, mesec);
216
217     /* Ispisuju se pronadjeni podaci */
218
219     /* Ako slavljenik nije pronadjen, to moze znaci da: */
220     /* 1. drvo je prazno */
221     if (slavljenik == NULL && koren == NULL) {
222         printf("Nema podataka o ovom ni o sledecem rodjendanu.\n");
223         continue;
224     }
225     /* 2. posle datuma koji je unesen, nema podataka u stablu - u
226        ovom slucaju se pretraga vrši pocevši od naredne godine i
227        ispisuje se najmanji datum */
228     if (slavljenik == NULL) {
229         slavljenik = pronadji_najmanji_datum(koren);
230         datum_u_nisku(slavljenik->dan, slavljenik->mesec, datum);
231         printf("Slavljenik: %s %s %s\n", slavljenik->ime,
232             slavljenik->prezime, datum);
233         continue;
234     }
235
236     /* Ako je slavljenik pronadjen, razlikuju se slucajevi: */
237     /* 1. Pronadjeni su tacni podaci */

```

```

237     if (slavljenik->dan == dan && slavljenik->mesec == mesec) {
239         printf("Slavljenik: %s %s\n", slavljenik->ime,
                slavljenik->prezime);
241         continue;
    }

243     /* 2. Pronadjeni su podaci o prvom sledecem rođendanu */
    datum_u_nisku(slavljenik->dan, slavljenik->mesec, datum);
245     printf("Slavljenik: %s %s %s\n", slavljenik->ime,
            slavljenik->prezime, datum);
247 }

249 /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
    oslobodi_stablo(&koren);
251
    exit(EXIT_SUCCESS);
253 }

```

Rešenje 4.19

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

```

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

4  /* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
#include "stabla.h"

6

8  /* Funkcija koja proverava da li su dva stabla koja sadrže cele
   brojeve identična. Povratna vrednost funkcije je 1 ako jesu,
   odnosno 0 ako nisu */
10 int identitet(Cvor * koren1, Cvor * koren2)
{
12     /* Ako su oba stabla prazna, jednaka su */
    if (koren1 == NULL && koren2 == NULL)
14         return 1;

16     /* Ako je jedno stablo prazno, a drugo nije, stabla nisu jednaka */
    if (koren1 == NULL || koren2 == NULL)
18         return 0;

20     /* Ako su oba stabla neprazna i u korenu se nalaze različite
       vrednosti, može se zaključiti da se razlikuju */
22     if (koren1->broj != koren2->broj)
        return 0;
24

26     /* Inace, proverava se da li vazi i jednakost levih i desnih
       podstabala */
    return (identitet(koren1->levo, koren2->levo)
28             && identitet(koren1->desno, koren2->desno));
}

```

```
    }
30
31 int main()
32 {
33     int broj;
34     Cvor *koren1, *koren2;
35
36     /* Ucitavaju se elementi prvog stabla */
37     koren1 = NULL;
38     printf("Prvo stablo: ");
39     scanf("%d", &broj);
40     while (broj != 0) {
41         if (dodaj_u_stablo(&koren1, broj) == 1) {
42             fprintf(stderr, "Greska: Neuspelo dodavanje broja %d.\n",
43                     broj);
44             oslobodi_stablo(&koren1);
45             exit(EXIT_FAILURE);
46         }
47         scanf("%d", &broj);
48     }
49
50     /* Ucitavaju se elementi drugog stabla */
51     koren2 = NULL;
52     printf("Drugo stablo: ");
53     scanf("%d", &broj);
54     while (broj != 0) {
55         if (dodaj_u_stablo(&koren2, broj) == 1) {
56             fprintf(stderr, "Greska: Neuspelo dodavanje broja %d.\n",
57                     broj);
58             oslobodi_stablo(&koren2);
59             exit(EXIT_FAILURE);
60         }
61         scanf("%d", &broj);
62     }
63
64     /* Poziva se funkcija koja ispituje identitet stabala i ispisuje
65        se njen rezultat. */
66     if (identitet(koren1, koren2))
67         printf("Stabla jesu identicna.\n");
68     else
69         printf("Stabla nisu identicna.\n");
70
71     /* Oslobadja se memorija zauzeta stablima */
72     oslobodi_stablo(&koren1);
73     oslobodi_stablo(&koren2);
74
75     exit(EXIT_SUCCESS);
76 }
```

Rešenje 4.20

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

```

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

4  /* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
   #include "stabla.h"

6
8  /* Funkcija kreira novo stablo identično stablu koje je dato
   korenom. Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je kopiranje
   uspesno, odnosno 1 ukoliko je doslo do greske */
10 int kopiraj_stablo(Cvor * koren, Cvor ** duplikat)
   {
12     /* Izlaz iz rekurzije */
   if (koren == NULL) {
14         *duplikat = NULL;
   return 0;
16     }

18     /* Duplira se koren stabla i postavlja da bude koren novog stabla
   */
   *duplikat = napravi_cvor(koren->broj);
20     if (*duplikat == NULL) {
   return 1;
22     }

24     /* Rekurzivno se dupliraju levo i desno podstablo i njihove adrese
   se cuvaju redom u pokazivacima na levo i desno podstablo korena
   duplikata */
   int kopija_levo = kopiraj_stablo(koren->levo, &(*duplikat)->levo);
28     int kopija_desno =
   kopiraj_stablo(koren->desno, &(*duplikat)->desno);

30
   /* Ako je uspesno duplirano i levo i desno podstablo */
32     if (kopija_levo == 0 && kopija_desno == 0)
   /* Uspesno je duplirano i celo stablo */
   return 0;
34     /* Inace, prijavljuje se da je doslo do greske */
   return 1;
36
38 }

40 /* Funkcija izracunava uniju dva skupa predstavljena stablima -
   rezultujući skup tj. stablo se dobija modifikacijom prvog stabla.
   Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je kreiranje unije
   uspesno, odnosno 1 ukoliko je doslo do greske */
42
44 int kreiraj_uniju(Cvor ** adresa_korena1, Cvor * koren2)
   {
46     /* Ako drugo stablo nije prazno */
   if (koren2 != NULL) {
48         /* 1. Dodaje se njegov koren u prvo stablo */

```

```

50     if (dodaj_u_stablo(adresa_korena1, koren2->broj) == 1) {
51         return 1;
52     }
53
54     /* 2. Rekurzivno se racuna unija levog i desnog podstabla drugog
55        stabla sa prvim stablom */
56     int unija_levo = kreiraj_uniju(adresa_korena1, koren2->levo);
57     int unija_desno = kreiraj_uniju(adresa_korena1, koren2->desno);
58
59     /* Ako je unija podstabala uspesno kreirana */
60     if (unija_levo == 0 && unija_desno == 0)
61         /* Uspesno je kreirana i unija stabala */
62         return 0;
63
64     /* U suprotnom se prijavljuje da je doslo do greske */
65     return 1;
66 }
67
68 /* Ako je drugo stablo prazno, nista se ne preduzima */
69 return 0;
70 }
71
72 /* Funkcija izracunava presek dva skupa predstavljana stablima -
73    rezultujući skup tj. stablo se dobija modifikacijom prvog stabla.
74    Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je kreiranje preseka
75    uspesno, odnosno 1 ukoliko je doslo do greske */
76 int kreiraj_presek(Cvor ** adresa_korena1, Cvor * koren2)
77 {
78     /* Ako je prvo stablo prazno, tada je i rezultat prazno stablo */
79     if (*adresa_korena1 == NULL)
80         return 0;
81
82     /* Inace... */
83     /* Kreira se presek levog i desnog podstabla sa drugim stablom,
84        tj. iz levog i desnog podstabla prvog stabla brisu se svi oni
85        elementi koji ne postoje u drugom stablu */
86     int presek_levo = kreiraj_presek(&(*adresa_korena1)->levo, koren2);
87     int presek_desno =
88         kreiraj_presek(&(*adresa_korena1)->desno, koren2);
89     if (presek_levo == 0 && presek_desno == 0) {
90         /* Ako se koren prvog stabla ne nalazi u drugom stablu tada se
91            on uklanja iz prvog stabla */
92         if (pretrazi_stablo(koren2, (*adresa_korena1)->broj) == NULL)
93             obrisi_element(adresa_korena1, (*adresa_korena1)->broj);
94
95         /* Presek stabala je uspesno kreiran */
96         return 0;
97     }
98     /* Inece, prijavljuje se da je doslo do greske */
99     return 1;
100 }

```



```

102  /* 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
104  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  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, "Greska: Neuspelo dodavanje broja %d.\n", n);
146  oslobodi_stablo(&skup1);
            exit(EXIT_FAILURE);
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, "Greska: Neuspelo dodavanje broja %d.\n", n);
        oslobodi_stablo(&skup2);
158         exit(EXIT_FAILURE);
    }
160 }

/* Kreira se unija skupova: prvo se napravi kopija prvog skupa
   kako bi se isti mogao iskoristiti i za preostale operacije */
162
164 if (kopiraj_stablo(skup1, &pomocni_skup) == 1) {
    oslobodi_stablo(&skup1);
166     oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
    exit(EXIT_FAILURE);
168 }
170 if (kreiraj_uniju(&pomocni_skup, skup2) == 1) {
    oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
    oslobodi_stablo(&skup2);
172     exit(EXIT_FAILURE);
}

174 printf("Unija: ");
ispisi_stablo_infiksno(pomocni_skup);
176 putchar('\n');

178 /* Oslobadja se memorija zauzeta pomocnim skupom sa rezultatom
   operacije */
180 oslobodi_stablo(&pomocni_skup);

182 /* Kreira se presek skupova: prvo se napravi kopija prvog skupa
   kako bi se isti mogao iskoristiti i za preostale operacije */
184
186 if (kopiraj_stablo(skup1, &pomocni_skup) == 1) {
    oslobodi_stablo(&skup1);
    oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
    exit(EXIT_FAILURE);
188 }
190 if (kreiraj_presek(&pomocni_skup, skup2) == 1) {
    oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
    oslobodi_stablo(&skup2);
192     exit(EXIT_FAILURE);
}

194 printf("Presek: ");
ispisi_stablo_infiksno(pomocni_skup);
196 putchar('\n');

198 /* Oslobadja se memorija zauzeta pomocnim skupom sa rezultatom
   operacije */
200 oslobodi_stablo(&pomocni_skup);

202 /* Kreira se razlika skupova: prvo se napravi kopija prvog skupa
   kako bi se isti mogao iskoristiti i za preostale operacije */
204 if (kopiraj_stablo(skup1, &pomocni_skup) == 1) {
```

```

    oslobodi_stablo(&skup1);
206    oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
    exit(EXIT_FAILURE);
208 }
    if (kreiraj_razliku(&pomocni_skup, skup2) == 1) {
210        oslobodi_stablo(&pomocni_skup);
        oslobodi_stablo(&skup2);
212        exit(EXIT_FAILURE);
    }
214    printf("Razlika: ");
    ispisi_stablo_infiksno(pomocni_skup);
216    putchar('\n');

    /* Oslobadja se memorija zauzeta pomocnim skupom sa rezultatom
       operacije */
220    oslobodi_stablo(&pomocni_skup);

    /* Oslobadja se memorija zauzeta polaznim skupovima */
222    oslobodi_stablo(&skup1);
224    oslobodi_stablo(&skup2);

226    exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

Rešenje 4.21

NAPOMENA: *Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.*

```

1  #include <stdio.h>
   #include <stdlib.h>
3
   /* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
5  #include "stabla.h"

7  #define MAX 50

9  /* Funkcija koja obilazi stablo sa leva na desno i smesta vrednosti
     cvorova u niz. Povratna vrednost funkcije je broj vrednosti koje
11  su smestene u niz. */
   int kreiraj_niz(Cvor * koren, int a[])
13  {
       int r, s;
15
       /* Stablo je prazno - u niz je smesteno 0 elemenata */
17       if (koren == NULL)
           return 0;

19       /* Dodaju se u niz elementi iz levog podstabla */
21       r = kreiraj_niz(koren->levo, a);

```

```

23  /* Tekuca vrednost promenljive r je broj elemenata koji su upisani
    u niz i na osnovu nje se moze odrediti indeks novog elementa */

25

27  /* Smesta se vrednost iz korena */
    a[r] = koren->broj;

29  /* Dodaju se elementi iz desnog podstabla */
    s = kreiraj_niz(koren->desno, a + r + 1);

31

33  /* Racuna se indeks na koji treba smestiti naredni element */
    return r + s + 1;
}

35

37  /* Funkcija sortira niz tako sto najpre elemente niza smesti u
    stablo, a zatim kreira novi niz prolazeci kroz stablo sa leva na
    desno. Povratna vrednost funkcije je 0 ukoliko je niz uspesno
    kreiran i sortiran, a 1 ukoliko je doslo do greske.

41  Ovaj nacin sortiranja je primer sortiranja koje nije "u mestu"
    kao sto je to slucaj sa ostalim opisanim algoritmima sortiranja
43  jer se sortiranje vrši u pomocnoj dinamičkoj strukturi, a ne
    razmenom elemenata niza. */
45  int sortiraj(int a[], int n)
    {
47      int i;
        Cvor *koren;

49

51      /* Kreira se stablo smestanjem elemenata iz niza u stablo */
        koren = NULL;
        for (i = 0; i < n; i++) {
53            if (dodaj_u_stablo(&koren, a[i]) == 1) {
                oslobodi_stablo(&koren);
55                return 1;
            }
57        }

59      /* Infiksnim obilaskom stabla elementi iz stabla se prepisuju u
        niz a */
        kreiraj_niz(koren, a);

61

63      /* Stablo vise nije potrebno pa se oslobadja zauzeta memorija */
        oslobodi_stablo(&koren);

65      /* Vraca se indikator uspesnog sortiranja */
        return 0;
67    }

69  int main()
    {
71      int a[MAX];
        int n, i;

73

        /* Ucitavaju se dimenzija i elementi niza */

```

```

75 printf("n: ");
   scanf("%d", &n);
77 if (n < 0 || n > MAX) {
   printf("Greska: Pogresna dimenzija niza!\n");
79   exit(EXIT_FAILURE);
   }

81
   printf("a: ");
83   for (i = 0; i < n; i++)
       scanf("%d", &a[i]);

85
   /* Poziva se funkcija za sortiranje */
87   if (sortiraj(a, n) == 0) {
       /* Ako je niz uspesno sortirao, ispisuje se rezultujuci niz */
89       for (i = 0; i < n; i++)
           printf("%d ", a[i]);
91       printf("\n");
   } else {
93       /* Inace, obavestava se korisnik da je doslo do greske */
       printf("Greska: Problem prilikom sortiranja niza!\n");
95   }

97   exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

Rešenje 4.22

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

```

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

4  /* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
   #include "stabla.h"

6
   /* a) Funkcija koja izracunava broj cvorova stabla */
8  int broj_cvorova(Cvor * koren)
   {
10     /* Ako je stablo prazno, broj cvorova je nula */
       if (koren == NULL)
12         return 0;

14     /* U suprotnom je broj cvorova stabla jednak zbiru broja cvorova u
       levom podstablu i broja cvorova u desnom podstablu - 1 se dodaje
16     zato sto treba racunati i koren */
       return broj_cvorova(koren->levo) + broj_cvorova(koren->desno) + 1;
18 }

20 /* b) Funkcija koja izracunava broj listova stabla */
   int broj_listova(Cvor * koren)

```

```

22 {
23     /* Ako je stablo prazno, broj listova je nula */
24     if (koren == NULL)
25         return 0;
26
27     /* Proverava se da li je tekuci cvor list */
28     if (koren->levo == NULL && koren->desno == NULL)
29         /* Ako jeste vraća se 1 - to će kasnije zbog rekurzivnih poziva
30            uvećati broj listova za 1 */
31         return 1;
32
33     /* U suprotnom se prebrojavaju listovi koje se nalaze u
34        podstablama */
35     return broj_listova(koren->levo) + broj_listova(koren->desno);
36 }
37
38 /* c) Funkcija koja stampa pozitivne vrednosti listova stabla */
39 void pozitivni_listovi(Cvor * koren)
40 {
41     /* Slučaj kada je stablo prazno */
42     if (koren == NULL)
43         return;
44
45     /* Ako je cvor list i sadrži pozitivnu vrednost */
46     if (koren->levo == NULL && koren->desno == NULL && koren->broj > 0)
47         /* Stampa se */
48         printf("%d ", koren->broj);
49
50     /* Nastavlja se sa stampanjem pozitivnih listova u podstablama */
51     pozitivni_listovi(koren->levo);
52     pozitivni_listovi(koren->desno);
53 }
54
55 /* d) Funkcija koja izračunava zbir cvorova stabla */
56 int zbir_svih_cvorova(Cvor * koren)
57 {
58     /* Ako je stablo prazno, zbir cvorova je 0 */
59     if (koren == NULL)
60         return 0;
61
62     /* Inače, zbir cvorova stabla izračunava se kao zbir korena i svih
63        elemenata u podstablama */
64     return koren->broj + zbir_svih_cvorova(koren->levo) +
65            zbir_svih_cvorova(koren->desno);
66 }
67
68 /* e) Funkcija koja izračunava najveći element stabla */
69 Cvor *najveci_element(Cvor * koren)
70 {
71     /* Ako je stablo prazno, obustavlja se pretraga */
72     if (koren == NULL)
73         return NULL;

```

```

74  /* Zbog prirode pretrazivackog stabla, vrednosti vece od korena se
76     nalaze u desnom podstablu */

78  /* Ako desnog podstabla nema */
    if (koren->desno == NULL)
80      /* Najveca vrednost je koren */
        return koren;

82

84  /* Inace, najveca vrednost se trazi desno */
    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 */
    int dubina_desno = dubina_stabla(koren->desno);

98

100    /* Dubina stabla odgovara vecoj od dubina podstabala - 1 se dodaje
        jer se racuna i koren */
102    return dubina_levo >
        dubina_desno ? dubina_levo + 1 : dubina_desno + 1;
104 }

106 /* g) Funkcija koja izracunava broj cvorova na i-tom nivou stabla */
    int broj_cvorova_na_itom_nivou(Cvor * koren, int i)
108 {
110     /* Ideja je spustanje kroz stablo sve dok se ne stigne do trazene
        nivoa */

112     /* Ako nema vise cvorova, nema spustanja niz stablo */
    if (koren == NULL)
114         return 0;

116     /* Ako se stiglo do trazene nivoa, vraca se 1 - to ce kasnije
        zbog rekurzivnih poziva uvecati broj cvorova za 1 */
118     if (i == 0)
        return 1;

120     /* Inace, spusta se jedan nivo nize i u levom i u desnom postablu
        */
122     return broj_cvorova_na_itom_nivou(koren->levo, i - 1)
        + broj_cvorova_na_itom_nivou(koren->desno, i - 1);
124 }

```

```
126 /* h) Funkcija koja ispisuje sve elemente na i-tom nivou */
void ispis_nivo(Cvor * koren, int i)
128 {
    /* Ideja je slicna ideji iz prethodne funkcije */

130     /* Nema vise cvorova, nema spustanja kroz stablo */
132     if (koren == NULL)
        return;

134     /* Ako se stiglo do trazenog nivoa - ispisuje se vrednost */
136     if (i == 0) {
        printf("%d ", koren->broj);
138         return;
    }
140     /* Inace, spustanje se nastavlja za jedan nivo nize i u levom i u
        desnom podstablu */
142     ispis_nivo(koren->levo, i - 1);
    ispis_nivo(koren->desno, i - 1);
144 }

146 /* i) Funkcija koja izracunava maksimalnu vrednost na i-tom nivou
    stabla */
148 Cvor *najveci_element_na_itom_nivou(Cvor * koren, int i)
    {
150     /* Ako je stablo prazno, obustavlja se pretraga */
152     if (koren == NULL)
        return NULL;

154     /* Ako se stiglo do trazenog nivoa, takodje se prekida pretraga */
156     if (i == 0)
        return koren;

158     /* Pronalazi se maksimum na i-tom nivou levog podstabla */
    Cvor *a = najveci_element_na_itom_nivou(koren->levo, i - 1);

160     /* Pronalazi se maksimum na i-tom nivou desnog podstabla */
162     Cvor *b = najveci_element_na_itom_nivou(koren->desno, i - 1);

164     /* Trazi se i vraca maksimum izracunatih vrednosti */
166     if (a == NULL && b == NULL)
        return NULL;
168     if (a == NULL)
        return b;
    if (b == NULL)
170         return a;
    /* Ako su obe vrednosti razlicite od NULL, veca od vrednosti se
172     nalazi u b cvoru jer je stablo pretrazivacko */
    return b;
174 }

176 /* j) Funkcija koja izracunava zbir cvorova na i-tom nivou */
```



```

178 int zbir_cvorova_na_itom_nivou(Cvor * koren, int i)
179 {
180     /* Ako je stablo prazno, zbir je nula */
181     if (koren == NULL)
182         return 0;
183
184     /* Ako se stiglo do trazenog nivoa, vraca se vrednost */
185     if (i == 0)
186         return koren->broj;
187
188     /* Inace, spustanje se nastavlja za jedan nivo nize i traze se
189     sume iz levog i desnog podstabla */
190     return zbir_cvorova_na_itom_nivou(koren->levo, i - 1)
191         + zbir_cvorova_na_itom_nivou(koren->desno, i - 1);
192 }
193
194 /* k) Funkcija koja izracunava zbir svih vrednosti u stablu koje su
195 manje ili jednake od date vrednosti x */
196 int zbir_manjih_od_x(Cvor * koren, int x)
197 {
198     /* Ako je stablo prazno, zbir je nula */
199     if (koren == NULL)
200         return 0;
201
202     /* Ako je vrednost u korenu manja od trazene vrednosti, zbog
203 prirode pretrazivackog stabla treba obici i levo i desno
204 podstablo */
205     if (koren->broj <= x)
206         return koren->broj + zbir_manjih_od_x(koren->levo, x) +
207             zbir_manjih_od_x(koren->desno, x);
208
209     /* Inace, racuna se samo suma vrednosti iz levog podstabla jer
210 medju njima jedino moze biti onih koje zadovoljavaju uslov */
211     return zbir_manjih_od_x(koren->levo, x);
212 }
213
214 int main(int argc, char **argv)
215 {
216     /* Analiza argumenata komandne linije */
217     if (argc != 3) {
218         fprintf(stderr,
219             "Greska: Program se poziva sa: ./a.out nivo
220 broj_za_pretragu\n");
221         exit(EXIT_FAILURE);
222     }
223     int i = atoi(argv[1]);
224     int x = atoi(argv[2]);
225
226     /* Kreira se stablo uz proveru uspesnosti dodavanja novih
227 vrednosti */
228     Cvor *koren = NULL;

```

```
228     int broj;
229     while (scanf("%d", &broj) != EOF) {
230         if (dodaj_u_stablo(&koren, broj) == 1) {
231             fprintf(stderr, "Greska: Neuspelo dodavanje broja %d.\n",
232                     broj);
233             oslobodi_stablo(&koren);
234             exit(EXIT_FAILURE);
235         }
236     }

237
238     /* ispisuju se rezultati rada funkcija */
239     printf("Broj cvorova: %d\n", broj_cvorova(koren));
240     printf("Broj listova: %d\n", broj_listova(koren));
241     printf("Pozitivni listovi: ");
242     pozitivni_listovi(koren);
243     printf("\n");
244     printf("Zbir cvorova: %d\n", zbir_svih_cvorova(koren));
245     if (najveci_element(koren) == NULL)
246         printf("Najveci element: ne postoji\n");
247     else
248         printf("Najveci element: %d\n", najveci_element(koren)->broj);

249
250     printf("Dubina stabla: %d\n", dubina_stabla(koren));

251
252     printf("Broj cvorova na %d. nivou: %d\n", i,
253           broj_cvorova_na_itom_nivou(koren, i));
254     printf("Elementi na %d. nivou: ", i);
255     ispis_nivo(koren, i);
256     printf("\n");
257     if (najveci_element_na_itom_nivou(koren, i) == NULL)
258         printf("Nema elemenata na %d. nivou!\n", i);
259     else
260         printf("Maksimalni element na %d. nivou: %d\n", i,
261               najveci_element_na_itom_nivou(koren, i)->broj);

262
263     printf("Zbir elemenata na %d. nivou: %d\n", i,
264           zbir_cvorova_na_itom_nivou(koren, i));
265     printf("Zbir elemenata manjih ili jednakih od %d: %d\n", x,
266           zbir_manjih_od_x(koren, x));

267
268     /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
269     oslobodi_stablo(&koren);

270
271     exit(EXIT_SUCCESS);
272 }
```

Rešenje 4.23

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

```
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 ispisuje sve elemente na i-tom nivou */
27 void ispisi_nivo(Cvor * koren, int i)
28 {
29     /* Ideja je slicna ideji iz prethodne funkcije */
30     /* Nema vise cvorova, nema spustanja niz stablo */
31     if (koren == NULL)
32         return;
33
34     /* Ako se stiglo do trazene nivoa - ispisuje se vrednost */
35     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
40     desnom 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);

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 }

62 int main(int argc, char **argv)
63 {
64     Cvor *koren;
65     int broj;

66     /* Citaju se vrednosti sa ulaza i dodaju se u stablo uz proveru
67        uspesnosti dodavanja */
68     koren = NULL;
69     while (scanf("%d", &broj) != EOF) {
70         if (dodaj_u_stablo(&koren, broj) == 1) {
71             fprintf(stderr, "Greska: Neuspelo dodavanje broja %d.\n",
72                     broj);
73             oslobodi_stablo(&koren);
74             exit(EXIT_FAILURE);
75         }
76     }
77 }

78     /* Ispisuje se stablo po nivoima */
79     ispisi_stablo_po_nivoima(koren);

82     /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
83     oslobodi_stablo(&koren);

84     exit(EXIT_SUCCESS);
85 }
86 }
```

Rešenje 4.25

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

```
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 podstablama */
50         return avl(koren->levo) + avl(koren->desno);
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
60        uspesnosti dodavanja */
61     koren = NULL;
62     while (scanf("%d", &broj) != EOF) {

```

```
63     if (dodaj_u_stablo(&koren, broj) == 1) {
64         fprintf(stderr, "Greska: Neuspelo dodavanje broja %d.\n",
65             broj);
66         oslobodi_stablo(&koren);
67         exit(EXIT_FAILURE);
68     }
69 }

71 /* Racuna se i ispisuje broj AVL cvorova */
72 printf("%d\n", avl(koren));

73 /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
74 oslobodi_stablo(&koren);

75
76
77 exit(EXIT_SUCCESS);
78 }
```

Rešenje 4.26

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

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

4 /* Uključuje se biblioteka za rad sa stablima */
5 #include "stabla.h"

6
7 /* Funkcija proverava da li je zadato binarno stablo celih
8    pozitivnih brojeva hip. Ideja koja ce biti implementirana u
9    osnovi ima pronalazenje maksimalne vrednosti levog i maksimalne
10   vrednosti desnog podstabla - ako je vrednost u korenu veka od
11   izracunatih vrednosti, uoceni fragment stabla zadovoljava uslov
12   za hip. Zato ce funkcija vratiti maksimalne vrednosti iz uocenog
13   podstabala ili vrednost -1 ukoliko se zakljuci da stablo nije
14   hip. */
15 int hip(Cvor * koren)
16 {
17     int max_levo, max_desno;

18
19     /* Prazno sablo je hip - kao rezultat se vraca 0 kao najmanji
20        pozitivan broj */
21     if (koren == NULL) {
22         return 0;
23     }
24     /* Ukoliko je stablo list... */
25     if (koren->levo == NULL && koren->desno == NULL) {
26         /* Vraca se njegova vrednost */
27         return koren->broj;
28     }
29     /* Inace... */
```

```
30  /* Proverava se svojstvo za levo podstablo */
32  max_levo = hip(koren->levo);

34  /* Proverava se svojstvo za desno podstablo */
36  max_desno = hip(koren->desno);

38  /* Ako levo ili desno podstablo uocenog cvora nije hip, onda nije
   ni celo stablo */
40  if (max_levo == -1 || max_desno == -1) {
42      return -1;
44  }

46  /* U suprotnom proverava se da li svojstvo vazi za uoceni cvor */
48  if (koren->broj > max_levo && koren->broj > max_desno) {
50      /* Ako vazi, vraca se vrednost korena */
52      return koren->broj;
54  }

56  /* U suprotnom zakljucuje se da stablo nije hip */
58  return -1;
59 }

60 int main(int argc, char **argv)
61 {
62     Cvor *koren;
63     int hip_indikator;

64     /* Kreira se stablo prema zadatoj slici */
65     koren = NULL;
66     koren = napravi_cvor(100);
67     koren->levo = napravi_cvor(19);
68     koren->levo->levo = napravi_cvor(17);
69     koren->levo->levo->levo = napravi_cvor(2);
70     koren->levo->levo->desno = napravi_cvor(7);
71     koren->levo->desno = napravi_cvor(3);
72     koren->desno = napravi_cvor(36);
73     koren->desno->levo = napravi_cvor(25);
74     koren->desno->desno = napravi_cvor(1);

75     /* Poziva se funkcija kojom se proverava da li je stablo hip */
76     hip_indikator = hip(koren);

77     /* Ispisuje se rezultat */
78     if (hip_indikator == -1) {
79         printf("Zadato stablo nije hip!\n");
80     } else {
81         printf("Zadato stablo je hip!\n");
82     }

83     /* Oslobadja se memorija zauzeta stablom */
84     oslobodi_stablo(&koren);
```

4 *Dinamičke strukture podataka*

```
82 |  
    | return 0;  
84 | }
```


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 GREŠKE:
-1
```

Test 4

```
POKRETANJE: ./a.out
IZLAZ ZA GREŠKE:
-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 greške ispisati -1 . NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima [4.14](#).*

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.

Test 1	Test 2	Test 3
<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>	<pre> ULAZ: 2 3 0 0 -5 1 2 -4 IZLAZ: 2 </pre>	<pre> ULAZ: -2 IZLAZ ZA GREŠKE: -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.

Test 1	Test 2
<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>	<pre> POKRETANJE: ./a.out IZLAZ ZA GREŠKE: -1 </pre>

Test 3	Test 4
<pre> POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt foo DATOTEKA ULAZ.TXT NE POSTOJI IZLAZ ZA GREŠKE: -1 </pre>	<pre> POKRETANJE: ./a.out ulaz.txt . DATOTEKA ULAZ.TXT JE PRAZNA IZLAZ: 0 </pre>

Zadatak A.5 Na početku datoteke `trouglovi.txt` nalazi se broj trouglova čije su koordinate temena zapisane u nastavku datoteke. Napisati program koji učitva 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.

Test 1

```

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

```

Test 2

```

TROUGLOVI.TXT
3
  1.2 3.2 1.1 4.3

IZLAZ ZA GREŠKE:
-1

```

Test 3

```

DATOTEKA TROUGLOVI.TXT NE POSTOJI

IZLAZ ZA GREŠKE:
-1

```

Test 4

```

TROUGLOVI.TXT
0

IZLAZ:

```

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. NAPOMENA: Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

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 greške. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa celobrojnim 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:
|| -

```

<p><i>Test 4</i></p> <pre> ULAZ: 2 1 2 1 2 IZLAZ: - </pre>	<p><i>Test 5</i></p> <pre> ULAZ: 1 5 IZLAZ: 5 </pre>	<p><i>Test 6</i></p> <pre> ULAZ: 0 IZLAZ ZA GREŠKE: -1 </pre>
--	--	---

[Rešenje [A.9](#)]

A.4 Praktični deo ispita, januar 2016.

Zadatak A.10 Napisati funkciju `unsigned int zamena(unsigned int x)` koja u datom broju `x` menja mesta prvom i četvrtom bajtu. Prvi bajt je sačinjen od 8 bitova najmanje težine. Napisati program koji testira funkciju `zamena` za ceo broj unet sa standardnog ulaza. U slučaju da je uneti broj negativan, na standardni izlaz za greške program ispisuje `-1`, a inače ispisuje na standardni izlaz broj dobijen primenom funkcije `zamena`.

<p><i>Test 1</i></p> <pre> ULAZ: 285278344 IZLAZ: 2281766929 </pre>	<p><i>Test 2</i></p> <pre> ULAZ: 1024 IZLAZ: 1024 </pre>	<p><i>Test 3</i></p> <pre> ULAZ: 1 IZLAZ: 16777216 </pre>
<p><i>Test 4</i></p> <pre> ULAZ: 0 IZLAZ: 0 </pre>	<p><i>Test 5</i></p> <pre> ULAZ: -63 IZLAZ ZA GREŠKE: -1 </pre>	

[Rešenje [A.10](#)]

Zadatak A.11 Data je biblioteka za rad sa binarnim pretraživačkim stablima celih brojeva. Napisati funkciju `int najduzi_put (Cvor * koren)` koja za dato stablo izračunava dužinu najdužeg puta od korena do nekog lista. Ako je stablo prazno, povratna vrednost funkcije je `-1`. Ako stablo ima samo koren, dužina najdužeg puta je `0`. Ispravnost napisane funkcije testirati na osnovu zadate `main` funkcije i biblioteke za rad sa stablima. NAPOMENA: *Koristiti biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima celih brojeva iz zadatka [4.14](#).*

Test 1

```

|| ULAZ:
|| 10 5 15 3 2 4 30 12 14 13
|| IZLAZ:
|| 4

```

Test 2

```

|| ULAZ:
|| 3
|| IZLAZ:
|| 0

```

Test 3

```

|| ULAZ:
|| 5 6
|| IZLAZ:
|| 1

```

Test 4

```

|| ULAZ:
|| 7 5 8
|| IZLAZ:
|| 1

```

Test 5

```

|| ULAZ:
|| 5 7 8
|| IZLAZ:
|| 2

```

[Rešenje [A.11](#)]

Zadatak A.12 Sa standardnog ulaza zadaje se ime datoteke u kojoj se nalazi matrica realnih brojeva jednostruke tačnosti i jedan realan broj. Napisati program koji iz datoteke učitava matricu realnih brojeva, a zatim pronalazi i na standardni izlaz ispisuje indeks vrste matrice u kojoj se uneti realan broj pojavljuje najmanje puta. Ako postoji više takvih vrsta, ispisati indeks prve vrste. U datoteci su prvo navedena dva cela broja koja predstavljaju dimenzije matrice, redom broj vrsta i broj kolona, a zatim i elementi matrice vrstu po vrstu. U slučaju greške ispisati -1 na standardni izlaz za greške. Pretpostaviti da ime datoteke neće biti duže od 30 karaktera. NAPOMENA: *U zadatku treba koristiti dinamičku alokaciju memorije.*

Test 1

```

|| ULAZ:
||  brojevi.txt 0
||
|| BROJEVI.TXT
|| 4 4
|| 0 0 0 1.2
|| 1 0 0.3 0.3
|| 0.5 0.5 0.9 -1
|| -2 0 0 0
||
|| IZLAZ:
|| 2

```

Test 2

```

|| ULAZ:
||  datoteka.txt 2
||
|| DATOTEKA.TXT
|| 3 3
|| 2 0 2
|| -1 2 -1
|| 2 5 3
||
|| IZLAZ:
|| 1

```


Test 3

```

ULAZ:
  matrica.txt 7

MATRICA.TXT
  3 2
  1.1 -5.31
  -3.7 35.24
  1.4 2.09

IZLAZ:
  0

```

Test 4

```

ULAZ:
  brojevi.txt 12

DATOTEKA BROJEVI.TXT JE PRAZNA

IZLAZ ZA GREŠKE:
  -1

```

[Rešenje A.12]

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 neuspješnog otvaranja ispisuje se -1 na stderr i
       program završava. */
16     if (linije == NULL)
17         return NULL;
18     /* 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, oslobadjaju se svi
           prethodno alocirani resursi, i povratna vrednost je NULL */
24         if (linije[i] == NULL) {
25             for (j = 0; j < i; j++) {
26                 free(linije[j]);
27             }
28             free(linije);

```

```
        return NULL;
30    }
    }
32    return linije;
}

34    /* Funkcija oslobadja dinamički alociranu memoriju */
36    char **oslobadjanje_memorije(char **linije, int n)
    {
38        int i;
        /* Oslobadja se prostor rezervisan za svaku vrstu */
40        for (i = 0; i < n; i++) {
            free(linije[i]);
42        }
        /* Oslobadja se memorija za niz pokazivaca na vrste */
44        free(linije);

46        /* Matrica postaje prazna, tj. nealocirana */
        return NULL;
48    }

50    int main(int argc, char *argv[])
    {
52        FILE *ulaz;
        char **linije;
54        int i, n;

56        /* Proverava argumenata komandne linije. */
        if (argc != 2) {
58            fprintf(stderr, "-1\n");
            exit(EXIT_FAILURE);
60        }

62        /* Otvara se datoteka cije ime je navedeno kao argument komandne
            linije neposredno nakon imena programa koji se poziva. U
64            slucaju neuspesnog otvaranja ispisuje se -1 na stderr i program
            završava izvršavanje. */
66        ulaz = fopen(argv[1], "r");
        if (ulaz == NULL) {
68            fprintf(stderr, "-1\n");
            exit(EXIT_FAILURE);
70        }
        /* Ucitava se broj linija. */
72        fscanf(ulaz, "%d", &n);

74        /* Alociranje memorije na osnovu ucitanog broja linija. */
        linije = alociranje_memorije(n);
76

        /* U slucaju neuspesne alokacije ispisuje se -1 na stderr i
78            program završava. */
        if (linije == NULL) {
80            fprintf(stderr, "-1\n");
```

```

    exit(EXIT_FAILURE);
82 }

/* Iz datoteke se ucita svih n linija. */
84 for (i = 0; i < n; i++) {
86     fscanf(ulaz, "%s", linije[i]);
88 }

/* Ispisu se u odgovarajucem poretку ucitane linije koje
90 zadovoljavaju kriterijum. */
92 for (i = n - 1; i >= 0; i--) {
94     if (isupper(linije[i][0])) {
96         printf("%s\n", linije[i]);
98     }
100 }

/* Oslobadja se memorija koja je dinamički alocirana. */
102 linije = oslobadjanje_memorije(linije, n);

/* Zatvara se datoteka. */
fclose(ulaz);

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;
    /* Inace ... */
10     /* 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 }
22 int main()
23 {
24     Cvor *koren = NULL;
25     int n;
26     int nivo;
27
28     /* Ucitava se vrednost nivoa */
29     scanf("%d", &nivo);
30     while (1) {
31         scanf("%d", &n);
32         /* Ukoliko je korisnik uneo 0, prekida se dalje citanje. */
33         if (n == 0)
34             break;
35         /* Ako nije, dodaje se procitani broj u stablo. */
36         if (dodaj_u_stablo(&koren, n) == 1) {
37             fprintf(stderr, "-1\n");
38             oslobodi_stablo(&koren);
39             exit(EXIT_FAILURE);
40         }
41     }
42
43     /* Ispisuje se rezultat rada trazene funkcije */
44     printf("%d\n", sumiraj_n(koren, nivo));
45
46     /* Oslobadja se memorija */
47     oslobodi_stablo(&koren);
48
49     exit(EXIT_SUCCESS);
50 }
```

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
16 /* Funkcija racuna broj negativnih elemenata u k-oj koloni matrice m
    koja ima v vrsta */
```

```

18 int broj_negativnih_u_koloni(int m[][MAKS], int v, int k)
19 {
20     int broj_negativnih = 0;
21     int i;
22     for (i = 0; i < v; i++) {
23         if (m[i][k] < 0)
24             broj_negativnih++;
25     }
26     return broj_negativnih;
27 }
28
29 /* Funkcija vraca indeks kolone matrice m u kojoj se nalazi najvise
30    negativnih elemenata */
31 int maks_indeks(int m[][MAKS], int v, int k)
32 {
33     int j;
34     int broj_negativnih;
35     /* Inicijalizacija na nulu indeksa kolone sa maksimalnim brojem
36        negativnih (maks_indeks_kolone), kao i maksimalnog broja
37        negativnih elemenata u nekoj koloni (maks_broj_negativnih) */
38     int maks_indeks_kolone = 0;
39     int maks_broj_negativnih = 0;
40
41     for (j = 0; j < k; j++) {
42         /* Racuna se broj negativnih u j-oj koloni */
43         broj_negativnih = broj_negativnih_u_koloni(m, v, j);
44         /* Ukoliko broj negativnih u j-toj koloni veci od trenutnog
45            maksimalnog, azurira se trenutni maksimalni broj negativnih
46            kao i indeks kolone sa maksimalnim brojem negativnih */
47         if (maks_broj_negativnih < broj_negativnih) {
48             maks_indeks_kolone = j;
49             maks_broj_negativnih = broj_negativnih;
50         }
51     }
52     return maks_indeks_kolone;
53 }
54
55 int main()
56 {
57     int m[MAKS][MAKS];
58     int v, k;
59
60     /* Ucitava se broj vrsta matrice */
61     scanf("%d", &v);
62
63     /* Proverava se validnost broja vrsta */
64     if (v < 0 || v > MAKS) {
65         fprintf(stderr, "-1\n");
66         exit(EXIT_FAILURE);
67     }
68
69     /* Ucitava se broj kolona matrice */

```

```
70     scanf("%d", &k);

72     /* Proverava se validnost broja kolona */
    if (k < 0 || k > MAKS) {
74         fprintf(stderr, "-1\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
76     }
    /* Ucitaju se elementi matrice */
78     ucitaj_matricu(m, v, k);

80     /* Pronalazi se kolona koja sadrzi najveći broj negativnih
        elemenata i ispisuje se rezultat */
82     printf("%d\n", maks_indeks(m, v, k));

84     exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

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     }
    /* Otvara se datoteka ciji je naziv zadat kao argument komandne
        linije */
18     if ((f = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
20         fprintf(stderr, "-1\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
22     }
    /* Cita se sadržaj 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;
32             /* Inace se uvecava brojac */
        }
    }
}
```

```

    brojac++;
34    /* p se pomera da bi se u sledecoj iteraciji posmatra ostatak
        linije nakon uocene podniske */
36    p = p + strlen(argv[2]);
    }
38 }

40 /* Zatvara se datoteka */
fclose(f);

42 /* Ispisuje se vrednost brojaca */
44 printf("%d\n", brojac);

46 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 */
   double duzina(double x1, double y1, double x2, double y2)
   {
13     return sqrt((x1 - x2) * (x1 - x2) + (y1 - y2) * (y1 - y2));
   }

15

17 /* Funkcija racuna povrsinu trougla koristeći Heronov obrazac */
   double povrsina(trougao t)
   {
19     /* Racunaju se duzine stranica trougla */
       double a = duzina(t.xb, t.yb, t.xc, t.yc);
21     double b = duzina(t.xa, t.ya, t.xc, t.yc);
       double c = duzina(t.xa, t.ya, t.xb, t.yb);
23     /* Racuna se poluobim trougla */
       double s = (a + b + c) / 2;
25     /* Primenom Heronovog obrasca racuna se povrsina trougla */
       return sqrt(s * (s - a) * (s - b) * (s - c));
27 }

29 /* Funkcija poredi dva trougla: ukoliko je povrsina trougla koji je
   prvi argument funkcije manja od povrsine trougla koji je drugi
31 element funkcije funkcija vraca 1, ukoliko je veca -1, a ukoliko
   su povrsine dva trougla jednake vraca nulu. Dakle, funkcija je
33 napisana tako da se moze proslediti funkciji qsort da se niz

```

```
    trouglova sortira po površini opadajuće. */
35 int poredi(const void *a, const void *b)
{
37     trougao x = *(trougao *) a;
    trougao y = *(trougao *) b;
39     double xp = površina(x);
    double yp = površina(y);
41     if (xp < yp)
        return 1;
43     if (xp > yp)
        return -1;
45     return 0;
}

47
48 int main()
49 {
    FILE *f;
51     int n, i;
    trougao *niz;

53
    /* Otvara se datoteka čiji je naziv trouglovi.txt */
55     if ((f = fopen("trouglovi.txt", "r")) == NULL) {
        fprintf(stderr, "-1\n");
57         exit(EXIT_FAILURE);
    }

59
    /* Učitava se podatak o broju trouglova iz datoteke */
61     if (fscanf(f, "%d", &n) != 1) {
        fprintf(stderr, "-1\n");
63         exit(EXIT_FAILURE);
    }

65
    /* Dinamička alokacija memorije: za niz trouglova dužine n
    rezervise se memorijski prostor */
67     if ((niz = malloc(n * sizeof(trougao))) == NULL) {
69         fprintf(stderr, "-1\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
71     }

73
    /* Učitavaju se podaci u niz iz otvorene datoteke */
    for (i = 0; i < n; i++) {
75         if (fscanf(f, "%lf%lf%lf%lf%lf%lf", &niz[i].xa, &niz[i].ya,
                    &niz[i].xb, &niz[i].yb, &niz[i].xc,
77                     &niz[i].yc) != 6) {
            fprintf(stderr, "-1\n");
79             exit(EXIT_FAILURE);
        }
81     }

83
    /* Poziva se funkcija qsort da sortira niz na osnovu funkcije
    poredi */
85     qsort(niz, n, sizeof(trougao), &poredi);
```



```

87  /* Ispisuje se sortirani niz na standardni izlaz */
88  for (i = 0; i < n; i++)
89      printf("%g %g %g %g %g %g\n", niz[i].xa, niz[i].ya, niz[i].xb,
90             niz[i].yb, niz[i].xc, niz[i].yc);
91
92  /* Oslobadja se dinamicki alocirana memorija */
93  free(niz);
94
95  /* Zatvara se datoteka */
96  fclose(f);
97
98  exit(EXIT_SUCCESS);
99 }

```

Rešenje A.6

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

main.c

```

#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 vraca 1 u slucaju neuspesnog dodavanja elementa
7     u stablo, a inace 0. */
8  int ucitaj_stablo(Cvor ** koren)
9  {
10     *koren = NULL;
11     int x;
12     /* Sve dok ima brojeva na standardnom ulazu, ucitani brojevi se
13        dodaju u stablo. Ukoliko funkcija dodaj_u_stablo vrati 1, onda
14        je i povratna vrednost iz funkcije ucitaj_stablo 1. */
15     while (scanf("%d", &x) == 1)
16         if (dodaj_u_stablo(koren, x) == 1)
17             return 1;
18     return 0;
19 }
20
21 /* Funkcija prebrojava broj cvorova na n-tom nivou u stablu */
22 int prebroj_n(Cvor * koren, int n)
23 {
24     /* Ukoliko je stablo prazno, rezultat je nula. Takodje, ako je n
25        negativan broj, na tom nivou nema cvorova (rezultat je nula). */
26     if (koren == NULL || n < 0)
27         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 }

44 int main()
{
46   Cvor *koren;
   int n;
48   scanf("%d", &n);

50   /* Ucitavaju se elementi u stablo. U slucaju neuspesne alokacije
   oslobodja se alocirana memorija i izlazi se iz programa. */
52   if (ucitaj_stablo(&koren) == 1) {
     fprintf(stderr, "-1\n");
54     oslobodi_stablo(&koren);
     exit(EXIT_FAILURE);
56   }

58   /* Ispisuje se rezultat */
   printf("%d\n", prebroj_n(koren, n));
60
   /* Oslobadja se dinamicki alocirana memorija za stablo */
62   oslobodi_stablo(&koren);

64   exit(EXIT_SUCCESS);
}

```

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;
8   unsigned int maska = 1;
   /* Formira se maska 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 nacin. */
13     for (i = 1; i < n; i++)
14         maska = (maska << 1) | 1;
15     /* Kada se x poremeri za n mesta udesno x >> n, poslednjih n
16        bitova binarne reprezentacije broja x ce "ispasti". Za rotaciju
17        je potrebno da se tih n bitova postavi na pocetak broja.
18        Kreirana maska omogucava da se tih n bitova izdvoji sa (maska &
19        x), a zatim se pomeranjem za (sizeof(unsigned) * 8 - n) mesta
20        ulevo tih n bitova postavlja na pocetak. Primenom logicke
21        disjunkcije dobija se rotirani broj. */
22     return (x >> n) | ((maska & x) << (sizeof(unsigned) * 8 - n));
23 }
24
25 int main()
26 {
27     unsigned int x, n;
28
29     /* Ucitaju se brojevi sa standardnog ulaza */
30     scanf("%u%u", &x, &n);
31
32     /* Ispisuje se rezultat */
33     printf("%u\n", rotiraj(x, n));
34     return 0;
35 }

```

Rešenje A.8

liste.h

```

1  #ifndef _LISTE_H_
2  #define _LISTE_H_ 1
3
4  /* Struktura koja predstavlja cvor liste */
5  typedef struct cvor {
6      double vrednost;
7      struct cvor *sledeci;
8  } Cvor;
9
10 /* Pomocna funkcija koja kreira cvor. */
11 Cvor * napravi_cvor(double broj);
12
13 /* Funkcija oslobadja dinamicku memoriju zauzetu za elemente
14    liste ciji se pocetni cvor nalazi na adresi adresa_glave. */
15 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave);
16
17 /* Funkcija pronalazi i vraca pokazivac na poslednji element liste,
18    ili NULL kao je lista prazna */
19 Cvor * pronadji_poslednji(Cvor * glava);
20

```

```
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

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

4
/* Pomocna funkcija koja kreira cvor. */
6 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
/* Funkcija oslobadja dinamicku memoriju zauzetu za elemente liste
    ciji se pocetni cvor nalazi na adresi adresa_glave. */
18 void oslobodi_listu(Cvor ** adresa_glave)
{
20     Cvor *pomocni = NULL;
    while (*adresa_glave != NULL) {
22         pomocni = (*adresa_glave)->sledeci;
        free(*adresa_glave);
24         *adresa_glave = pomocni;
    }
26 }

28
/* Funkcija pronalazi i vraca pokazivac na poslednji element liste,
    ili NULL kao je lista prazna */
30 Cvor *pronadji_poslednji(Cvor * glava)
{
32     /* Ako je lista prazna, nema ni poslednjeg cvor i u tom slucaju
        funkcija vraca NULL. */
    if (glava == NULL)
34         return NULL;
    while (glava->sledeci != NULL)
36         glava = glava->sledeci;
38     return glava;
}
```

```

40 }
42
43 /* Funkcija dodaje novi cvor na kraj liste. Vraca 1 ukoliko je bilo
44 greske pri alokaciji memorije, inace vraca 0. */
45 int dodaj_na_kraj_liste(Cvor ** adresa_glave, double broj)
46 {
47     Cvor *novi = napravi_cvor(broj);
48     if (novi == NULL)
49         return 1;
50     if (*adresa_glave == NULL) {
51         *adresa_glave = novi;
52         return 0;
53     }
54     Cvor *poslednji = pronadji_poslednji(*adresa_glave);
55     poslednji->sledeci = novi;
56     return 0;
57 }
58
59 /* Funkcija prikazuje elemente liste pocev od glave ka kraju liste.
60 */
61 void ispisi_listu(Cvor * glava)
62 {
63     for (; glava != NULL; glava = glava->sledeci)
64         printf("%.2lf ", glava->vrednost);
65     putchar('\n');
66 }

```

main.c

```

#include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
#include "liste.h"
4
5 /* Funkcija umece novi cvor iza tekuceg u listi */
6 void dodaj_iza(Cvor * tekuci, Cvor * novi)
7 {
8     /* Novi cvor se dodaje iza tekuceg cvora. */
9     novi->sledeci = tekuci->sledeci;
10    tekuci->sledeci = novi;
11 }
12
13 /* Funkcija koja dopunjuje listu na nacin opisan u tekstu zadatka.
14 Vraca 1 ukoliko je bilo greske pri alokaciji memorije, inace vraca
15 0. */
16 int dopuni_listu(Cvor ** adresa_glave)
17 {
18     Cvor *tekuci;
19     Cvor *novi;
20

```

```
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 inicijalizaciju 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 */
    dodaj_iza(tekuci, novi);
40     /* Tekuci cvor se pomera na narednog u listi (to je novoumetnuti
        cvor), a zatim jos jednom da bi pokazivao na naredni cvor iz
42         polazne liste */
    tekuci = tekuci->sledeci;
44     tekuci = tekuci->sledeci;
46 }
    return 0;
48 }

50 int main()
{
52     Cvor *glava = NULL;
    double broj;
54
    /* Dok se ne stigne do kraja ulaza, ucitavaju se elementi i dodaju
56     se na kraj liste */
    while (scanf("%lf", &broj) > 0) {
58         /* Ako je funkcija vratila 1, onda je bilo greske pri alokaciji
            memorije za nov cvor. Memoriju alociranu za cvorove liste
60             treba osloboditi. */
        if (dodaj_na_kraj_liste(&glava, broj) == 1) {
62             fprintf(stderr, "Greska: Neuspela alokacija za cvor %lf.\n",
                broj);
            oslobodi_listu(&glava);
64             exit(EXIT_FAILURE);
        }
66     }

68     /* Poziva se funkcija da dopuni listu. Ako je funkcija vratila 1,
        onda je bilo greske pri alokaciji memorije za nov cvor. Memoriju
70         alociranu za cvorove liste treba osloboditi. */
    if (dopuni_listu(&glava) == 1) {
```

```

72     fprintf(stderr, "Greska: Neuspela alokacija za cvor %lf.\n", broj
    );
    oslobodi_listu(&glava);
74     exit(EXIT_FAILURE);
}

76     /* Ispisuju se elementi liste */
78     ispisi_listu(glava);

80     /* Oslobadja se memorija rezervisana za listu */
    oslobodi_listu(&glava);

82     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)
{
8     int j, zbir = 0;
    for (j = 0; j < n; j++)
10         zbir += M[v][j];
    return zbir;
12 }

14 /* Funkcija racuna zbir elemenata k-te kolone */
int zbir_kolone(int **M, int n, int k)
16 {
    int i, zbir = 0;
18     for (i = 0; i < n; i++)
        zbir += M[i][k];
20     return zbir;
}

22
/* Funkcija proverava da li je kvadrat koji joj se prosledjuje kao
24 argument magican. Ukoliko jeste magican funkcija vraca 1, inace
0. Argument funkcije zbir ce sadrzati zbir elemenata neke vrste
26 ili kolone ukoliko je kvadrat magican. */
int magicni_kvadrat(int **M, int n, int *zbir_magicnog)
28 {
    int i, j;
    int zbir = 0, zbir_pom;
30     /* Promenljivu zbir inicijalizujemo na zbir 0-te vrese */
    zbir = zbir_vrste(M, n, 0);
32

34     /* Racunaju se zbirovi u ostalim vrstama i ako neki razlikuje od

```

```
    vrednosti promeljive zbir funkcija vraca 1 */
36 for (i = 1; i < n; i++) {
    zbir_pom = zbir_vrste(M, n, i);
38     if (zbir_pom != zbir)
        return 0;
40 }
/* Racunaju se zbirovi u svim kolonama i ako neki razlikuje od
42 vrednosti promeljive zbir funkcija vraca 1 */
for (j = 0; j < n; j++) {
44     zbir_pom = zbir_kolone(M, n, j);
    if (zbir_pom != zbir)
46         return 0;
}
48 /* Inace su zbirovi svih vrsta i kolona jednaki, postavlja se
    vresnost u zbir_magicnog i funkcija vraca 1 */
50 *zbir_magicnog = zbir;
    return 1;
52 }

54 int main()
{
56     int n;
    int **matrica = NULL;
58     int zbir_magicnog;
    scanf("%d", &n);

60     /* Provera da li je n strogo pozitivan */
62     if (n <= 0) {
        printf("-1\n");
64         exit(EXIT_FAILURE);
    }

66     /* Dinamicka alokacija kvadratne matrice dimenzije n */
68     matrica = alociraj_matricu(n, n);
    if (matrica == NULL) {
70         printf("-1\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
72     }

74     /* Ucitavaju se elementi matrice sa standardnog ulaza */
    ucitaj_matricu(matrica, n, n);

76     /* Ispisuje se rezultat na osnovu fukcije magicni_kvadrat */
78     if (magicni_kvadrat(matrica, n, &zbir_magicnog)) {
        printf("%d\n", zbir_magicnog);
80     } else
        printf("-\n");

82     /* Oslobadja se dinamicki alocirana memorija */
84     matrica = dealociraj_matricu(matrica, n);

86     exit(EXIT_SUCCESS);
```



```
}

```

Rešenje A.10

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #define BITOVA_U_BAJTU 8
5
6 /* Funkcija u datom broju x menja mesta prvom i četvrtom bajtu */
7 unsigned int zamena(unsigned int x)
8 {
9     /* Deklaracija promenljivih za odgovarajuće maske i pomoćne
10      promenljive */
11     unsigned maska_prvi_bajt, maska_cetvrti_bajt;
12     unsigned maska_prvi_bajt_komplement, maska_cetvrti_bajt_komplement;
13     unsigned prvi_bajt, cetvrti_bajt;
14     unsigned i;
15
16     /* Maska prvi bajt odgovara broju čija je binarna reprezentacija
17      0000...000001111111 (8 bitova najmanje težine su jedinice,
18      a ostalo su nule) može se dobiti i tako što se maska_prvi_bajt
19      postavi na heksadekadnu vrednost FF. Drugi način za
20      inicijalizaciju maske maska_prvi_bajt je dodavanjem jedinica
21      sa desne strane: */
22     maska_prvi_bajt = 1;
23     for (i = 1; i < BITOVA_U_BAJTU; i++)
24         maska_prvi_bajt = maska_prvi_bajt << 1 | 1;
25
26     /* Maska četvrti bajt odgovara broju čija je binarna
27      reprezentacija 111111100000...00000 (8 bitova najveće težine
28      su jedinice, a ostalo su nule) i može se dobiti pomeranjem
29      bitova prethodno kreirane maske maska_prvi_bajt tako da jedinice
30      budu na poziciji bajta najveće težine. */
31     maska_cetvrti_bajt =
32         maska_prvi_bajt << ((sizeof(unsigned) - 1) * BITOVA_U_BAJTU);
33
34     /* Primenom operatora ~ na maska_prvi_bajt dobija se broj čija je
35      binarna reprezentacija 1111...1111100000000 (8 bitova najmanje
36      težine su nule, a ostalo su jedinice) */
37     maska_prvi_bajt_komplement = ~maska_prvi_bajt;
38     /* Primenom operatora ~ na maska_cetvrti_bajt dobija se broj čija je
39      binarna reprezentacija 00000001111...1111 (8 bitova najveće
40      težine su nule, a ostalo su jedinice) */
41     maska_cetvrti_bajt_komplement = ~maska_cetvrti_bajt;
42
43     /* U promenljivu prvi_bajt se smesta broj koji se dobija kada se
44      bitovi prvog bajta broja x pomere ulevo, tako da budu na
45      poziciji četvrtog bajta */
46     prvi_bajt =
47         (maska_prvi_bajt & x) << ((sizeof(unsigned) - 1) *

```

```
48         BITOVA_U_BAJTU);
49     /* U promenljivu cetvrti_bajt se smesta broj koji se dobija kada
50        se bitovi cetvrtog bajta broja x pomere udesno, tako da budu na
51        poziciji prvog bajta */
52     cetvrti_bajt =
53         (maska_cetvrti_bajt & x) >> ((sizeof(unsigned) - 1) *
54         BITOVA_U_BAJTU);
55
56     /* Na nule se postavlja 8 bitova najmanje tezine, a ostali bitovi
57        ostaju nepromenjeni */
58     x = x & maska_prvi_bajt_komplement;
59
60     /* Na nule se postavlja 8 bitova najvece tezine, a ostali bitovi
61        ostaju nepromenjeni */
62     x = x & maska_cetvrti_bajt_komplement;
63
64     /* Na bitove na poziciji cetvrtog bajta se postavljaju bitovi iz
65        prvog bajta */
66     x = x | prvi_bajt;
67
68     /* Na bitove na poziciji cetvrtog bajta se postavljaju bitovi iz
69        prvog bajta */
70     x = x | cetvrti_bajt;
71
72     return x;
73 }
74
75 int main()
76 {
77     int x;
78
79     /* Sa standardnog ulaza se ucitava ceo broj */
80     scanf("%d", &x);
81
82     /* Provera da li je uneti broj negativan */
83     if (x < 0) {
84         fprintf(stderr, "-1\n");
85         exit(EXIT_FAILURE);
86     }
87
88     /* Ispisuje se rezultat primene funkcije zamena na uneti broj x */
89     printf("%u\n", zamena(x));
90
91     exit(EXIT_SUCCESS);
92 }
```

Rešenje A.11

NAPOMENA: Rešenje koristi biblioteku za rad sa binarnim pretraživačkim stablima iz zadatka 4.14.

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "stabla.h"
4
5  /* Funkcija racuna duzinu najduzeg puta od korena do nekog lista */
6  int najduzi_put(Cvor * koren)
7  {
8      /* Pomocne promenljive */
9      int najduzi_u_levom, najduzi_u_desnom;
10
11      /* Ako je stablo prazno, povratna vrednost je -1 */
12      if (koren == NULL)
13          return -1;
14
15      /* Rekurzivno se izracuna duzina najduzeg puta u levom podstablu */
16      najduzi_u_levom = najduzi_put(koren->levo);
17
18      /* Rekurzivno se izracuna duzina najduzeg puta u desnom podstablu */
19      najduzi_u_desnom = najduzi_put(koren->desno);
20
21      /* Veka od prethodno izracunatih vrednosti za podstabla se uvecava
22         za 1 i vraca kao konacan rezultat */
23      return 1 + (najduzi_u_levom >
24                  najduzi_u_desnom ? najduzi_u_levom : najduzi_u_desnom);
25  }
26
27  int main()
28  {
29      Cvor *stablo = NULL;
30      int x;
31
32      /* U svakoj iteraciji se procitani broj dodaje u stablo. */
33      while (scanf("%d", &x) == 1)
34          if (dodaj_u_stablo(&stablo, x) == 1) {
35              fprintf(stderr, "-1\n");
36              exit(EXIT_FAILURE);
37          }
38
39      /* Ispisuje se rezultat rada trazene funkcije */
40      printf("%d\n", najduzi_put(stablo));
41
42      /* Oslobadja se memorija */
43      oslobodi_stablo(&stablo);
44
45      exit(EXIT_SUCCESS);
46  }

```

Rešenje A.12

```

1  #include <stdio.h>

```

```
#include <stdlib.h>
3 /* Ime datoteke nije duze od 30 karaktera */
#define MAX 31
5
6 /* Funkcija alokira memorijski prostor za matricu sa n vrsta i m
7   kolona */
float **alociraj_matricu(int n, int m)
9 {
10     float **matrica = NULL;
11     int i, j;
12
13     /* Alokira se prostor za niz vrsta matrice */
    matrica = (float **) malloc(n * sizeof(float *));
15     /* Ako alokacija nije prosla uspesno, povratna vrednost funkcije
16        ce biti NULL, sto mora biti provereno u main funkciji */
17     if (matrica == NULL)
18         return NULL;
19
20     /* Alokira se prostor za svaku vrstu matrice */
21     for (i = 0; i < n; i++) {
22         matrica[i] = (float *) malloc(m * sizeof(float));
23         /* Ako alokacija nije prosla uspesno, oslobadjaju se svi
24            prethodno alocirani resursi, i povratna vrednost je NULL */
25         if (matrica[i] == NULL) {
26             for (j = 0; j < i; j++)
27                 free(matrica[j]);
28             free(matrica);
29             return NULL;
30         }
31     }
32     return matrica;
33 }
34
35 /* Funkcija oslobadja alocirani memorijski prostor */
float **dealociraj_matricu(float **matrica, int n)
37 {
38     int i;
39     /* Oslobadja se prostor rezervisan za svaku vrstu */
40     for (i = 0; i < n; i++)
41         free(matrica[i]);
42
43     /* Oslobadja se memorija za niz pokazivaca na vrste */
44     free(matrica);
45
46     /* Matrica postaje prazna, tj. nealocirana */
47     return NULL;
48 }
49
50 /* Funkcija prebrojava koliko se puta pojavljuje broj x u i-toj
51    vrsti matrice A, gde je m broj elemenata u vrsti */
int prebroj_u_itroj_vrsti(float **A, int i, int m, int x)
53 {
```

```

    int j;
55  int broj = 0;
    for (j = 0; j < m; j++) {
57      if (A[i][j] == x)
          broj++;
59  }
    return broj;
61 }

63 /* Funkcija vraca indeks vrste matrice A u kojoj se realan broj x
    pojavljuje najmanje puta */
65 int indeks_vrste(float x, float **A, int n, int m)
{
67     /* Indeks vrste sa minimalnim brojem pojavljivanja broja x */
    int min;
69     /* Broj pojavljivanja broja x u vrsti sa indeksom min */
    int min_broj;
71     /* Promenljiva u kojoj ce se racunati broj pojavljivanja broja x u
        tekucnoj vrsti */
73     int broj_u_vrsti;
    /* Pomocne promenljive */
75     int i;

77     /* Promenljiva min se inicijalizuje na nulu, a min_broj na broj
        pojavljivanja broja x u nultoj vrsti */
79     min = 0;
    min_broj = prebroj_u_itoj_vrsti(A, 0, m, x);
81
    /* Za svaku vrstu (osim nulte) se racuna broj pojavljivanja broja
        x u njoj, pa ukoliko je taj broj manji od trenutno najmanjeg
        azuriraju se promenljive min i min_broj */
83     for (i = 1; i < n; i++) {
        broj_u_vrsti = prebroj_u_itoj_vrsti(A, i, m, x);
85         if (broj_u_vrsti < min_broj) {
            min_broj = broj_u_vrsti;
87             min = i;
91         }
    }

93     /* Funkcija vraca odgovarajuci indeks vrste */
    return min;
95 }

97 int main()
{
99     FILE *in;
    char datoteka[MAX];
101     float broj;
    float **A = NULL;
103     int i, j, m, n;

105     /* Sa standardnog ulaza se ucitava ime datoteke i realan broj */

```

```
scanf("%s", datoteka);
107 scanf("%f", &broj);

109 /* Otvara se datoteka za citanje */
in = fopen(datoteka, "r");

111

113 /* Provera da li je datoteka uspesno otvorena */
if (in == NULL) {
    fprintf(stderr, "-1\n");
115     exit(EXIT_FAILURE);
}

117

119 /* Dimenzije matrice se ucitavaju iz datoteke (prva dva cela broja
    u datoteci). U slucaju neuspesnog ucitavanja, na standardni
    izlaz za greske se ispisuje -1 i prekida se program. */
121 if (fscanf(in, "%d %d", &n, &m) == EOF) {
    fprintf(stderr, "-1\n");
123     exit(EXIT_FAILURE);
}

125

127 /* Provera da li su ucitani brojevi m i n pozitivni */
if (n <= 0 || m <= 0) {
    fprintf(stderr, "-1\n");
129     exit(EXIT_FAILURE);
}

131

133 /* Alokacija matrice */
A = alociraj_matricu(n, m);

135

137 /* Provera da li je alokacija uspela */
if (A == NULL) {
    fprintf(stderr, "-1\n");
139     exit(EXIT_FAILURE);
}

141

143 /* Ucitavaju se elementi matrice iz datoteke */
for (i = 0; i < n; i++) {
    for (j = 0; j < m; j++)
        fscanf(in, "%f", &A[i][j]);
145 }

147

149 /* Zatvara se datoteka */
fclose(in);

151

153 /* Ispisuje se rezultat poziva funkcije */
printf("%d\n", indeks_vrste(broj, A, n, m));

155

157 /* Oslobadja se memorija koju je zauzimala matrica */
A = dealociraj_matricu(A, n);

    exit(EXIT_SUCCESS);
}
```