Funkcije

Primjer: Izračunati "m povrh n"

$$\binom{m}{n} = \frac{m!}{n! \cdot (m-n)!}$$

Rješenje: m povrh n - (1.dio)

MPovrhNBezFunkcije

```
#include <stdio.h>
int main () {
  int m, n, i;
  double brojnik, nazivL, nazivD, mpovrhn;

  /* unos vrijednosti za m i n */
  printf ("Unesite m i n:");
  scanf ("%d %d", &m, &n);
```

Rješenje: m povrh n - (2.dio)

```
  brojnik = 1;
  for (i = 1; i <= m; i++)
    brojnik *= i;
  nazivL = 1;
  for (i = 1; i <= n; i++)
    nazivL *= i;
  nazivD = 1;
  for (i = 1; i <= m-n; i++)
    nazivD *= i;
  mpovrhn = brojnik/(nazivL*nazivD);
  printf("%d povrh %d iznosi = %g\n", m, n,
            mpovrhn);
  return 0;
}
```

Komentar prethodnog rješenja

- Sličan programski odsječak ponavlja se 3 puta.
- *Nedostaci:*
  - broj linija programskog koda raste
  - povećava se mogućnost pogreške
- *Preporuka:* program razdvojiti u logičke cjeline koje obavljaju određene, jasno definirane poslove.

Rješenje s korištenjem funkcije

MPovrhNSFunkcijom

```
/* Funkcija za racunanje faktorijela */
#include <stdio.h>
double fakt (int n) {
  int i;
  double f = 1.f;
  for (i = 1; i <= n; i++)
    f *= i;
  return f;
}
```

Rješenje s korištenjem funkcije - nastavak

```
/* Racunanje m povrh n - glavni program */
int main () {
  int m, n;
  double mpovrhn;
  printf ("Unesite m i n:");
  scanf ("%d %d", &m, &n);
  mpovrhn = fakt (m)/(fakt(n)*fakt(m-n));
  printf("%d povrh %d iznosi = %g\n", m, n,
          mpovrhn);

  return 0;
}
```

Definicija funkcije:

```
tip_fun ime_fun(tip1 arg1, tip2 arg2, ...) {
   tijelo funkcije: def. varij. i naredbe
}
```

Primjer:

rezultat funkcije je **int** (tj. tip funkcije je **int**)

formalni argumenti

```
int veci (int a, int b) {
    int c;
    c = a > b ? a : b;
    return c;
}
```

definicija varijable

naredba za povratak (programski slijed i rezultat)

Poziv funkcije:

formalni argumenti

```
int veci (int a, int b) {
   int c;
   c = a > b ? a : b;
   return c;
}
```

```
int x, y, a, b, c, d;
x = 7;
y = 4;

a = veci (x, y*2);
```

stvarni argumenti

- stvarni argumenti mogu biti izrazi
- rezultat funkcije se može koristiti u izrazima

```
b = 5 * veci (3, 4);
c = veci(3, 4) - veci(7, 8);
d = veci(3, veci(4, 5));
veci(7, 8);  /* ispravno, iako beskorisno */
```

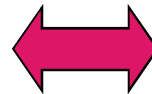
/* primjer funkcije koja vraća rezultat, ali ga najčešće zanemarujemo */

```
printf("Poruka\n");
```

Pretpostavljeni (*default*) tip funkcije

- ako se pri definiciji funkcije ne navede tip funkcije, podrazumijeva se da je funkcija tipa **`int`**

```
int kvadrat (int n) {
   return n*n;
}
```



isto

```
kvadrat (int n) {
   return n*n;
}
```

`void` funkcija

- Funkcija koja ne vraća rezultat. Na primjer:

```
void pisi_koordinate (int x, int y) {
    printf ("x=%d y=%d\n", x, y);
}
```

poziv funkcije:

```
pisi_koordinate (2, 3);
```

Funkcija koja nema argumenata

Nema argumenata, ali vraća rezultat. Npr.:

```
double vratiPi(void) {
   return 3.1415926;
}
```

poziv funkcije:

```
double povrsina, r = 3.0;
povrsina = r * r * vratiPi();
```

Nema argumenata i ne vraća rezultat. Npr.:

```
void pisiPoruku(void) {
   printf("C je super programski jezik\n");
}
```

poziv funkcije:

```
pisiPoruku();
```

Programski slijed pri pozivu funkcije

```
int main () {
   ...
   y1 = f(x1);
   ...
   y2 = f(x2);
   ...
   y3 = f(x3);
   ...
}
```

```
float f (int x) {
   ...
   return y;
}
```

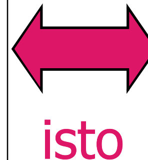
Naredba **`return`**

- naredba **`return`** služi za povrat rezultata i nastavljanje programa na mjestu s kojeg je funkcija pozvana

  `return;` ili **`return izraz;`**

- program će se nastaviti obavljati na mjestu s kojeg je funkcija pozvana i u slučaju nailaska na kraj tijela funkcije

```
void ispis (int x) {
  printf("x=%d\n", x);
  return;
}
```



isto

```
void ispis (int x) {
  printf("x=%d\n", x);
}
```

Naredba `return`

- ako funkcija treba vratiti rezultat (tj. nije void), a ne obavi se odgovarajuća **`return`** naredba, rezultat funkcije je nedefiniran

```
double vratiPi(void) {
   double pi = 3.1415926;
   return;
}
```

prevodilac će upozoriti, ali prevođenje će ipak uspjeti.

```
double vratiPi(void) {
   double pi = 3.1415926;
}
```

- u oba slučaja, rezultat funkcije nakon poziva bio bi nedefiniran:

```
double rez;
rez = vratiPi();
```

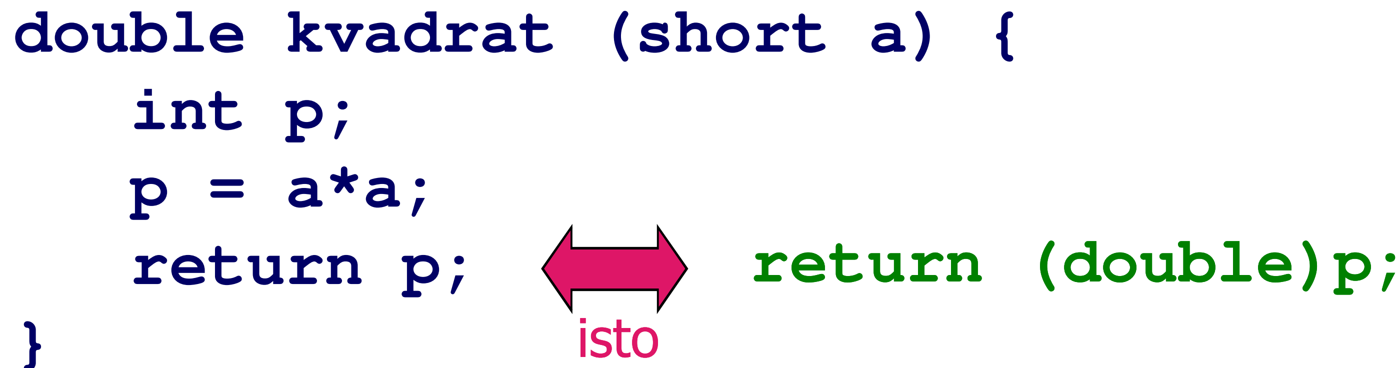
Naredba **`return`**

- u tijelu funkcije smije biti više **`return`** naredbi

```
double vratiAbs(double a) {
    if (a >= 0.0)
        return a;
    else
        return -a;
}
```

Tip podatka u naredbi **`return`**

- Ako tip podatka u naredbi **`return`** ne odgovara tipu funkcije, **automatski** se obavlja pretvorba tipa. Pretvorba tipa slična je pretvorbi koja se obavlja kod pridruživanja.



- primjer:

```
float podijeli (int a, int b) {
  return (float)a / b;
}
```

uočite zašto je ovdje cast. Nije radi toga što je funkcija tipa float!

Formalni i stvarni argumenti

```
...
int main () {
   int a = 3, b = 2, s;

   s = suma(a, b*2);
   printf("%d %d %d",
           a, b, s);
```

```
int suma (int a, int b) {
   int zbroj;
   zbroj = a + b;
   a = b = 0;
   return zbroj;
}
```

3 4 7

ISPIS: 3 2 7

- prenose se **vrijednosti** (tj. "kopije") stvarnih argumenata
- izmjena vrijednosti formalnih argumenata **ne utječe** na stvarne argumente (`a = b = 0` nije promijenila varijablu `a` u `main`)
- unutar funkcije se formalni argumenti mogu koristiti jednako kao bilo koje druge "normalne" varijable

Tipovi podataka formalnih i stvarnih argumenata

- Ako tip stvarnog argumenta ne odgovara tipu formalnog argumenta, stvarni argument se pri pozivu funkcije **automatski** pretvara u tip koji odgovara tipu formalnog argumenta. Pretvorba tipa slična je pretvorbi koja se obavlja kod pridruživanja.
- Stvarni argumenti moraju odgovarati formalnima po broju i po formi (pretvorba tipa mora biti izvediva), npr.
  - ako je formalni arg. tipa int, stvarni arg. može biti tipa float
  - ako je formalni arg. tipa int, stvarni arg. ne smije biti polje
  - itd.

Primjer: konverzija tipova argumenata pri pozivu funkcije

```
#include <stdio.h>
int veci(int a, int b) {
   if (a > b)
      return a;
   else
      return b;
}

int main() {
   int a[1] = {10};
   printf("%d", veci(1, 2));
   printf("%d", veci(4.5, 5.5f));
   printf("%d", veci('A', 63));
   printf("%d", veci(9, a));
   return 0;
}
```

ISPIS

→ 2

→ 5

→ 65

ispisat će se adresa člana a[0]

Primjer funkcije koja računa aritmetičku sredinu

- Napisati funkciju koja izračunava aritmetičku sredinu za tri zadana realna broja i glavni program koji učitava tri broja i korištenjem napisane funkcije izračunava njihovu aritmetičku sredinu.

```
#include <stdio.h>
 float arit_sred( float a, float b, float c ) {
   float ar;
   ar = (a + b + c) / 3;
   return ar; /* Koliko se vrijednosti moze vratiti s return */
 }
 int main() {
   float x, y, z, sred;
   printf("\nUcitaj tri realna broja : ");
   scanf("%f %f %f", &x, &y, &z );
   sred = arit_sred(x, y, z);
   printf("\nAritmeticka sredina unesenih brojeva je : %f",
          sred);
   return 0;
 }
```

Primjer funkcije sinus (pomoću sume n članova reda)

- Napisati funkciju koja će za zadani argument u radijanima izračunati vrijednost funkcije sinus kao sumu *n* članova reda. Funkcija sinus je definirana redom:

$$\sin(x) = \sum_{i=1}^{\infty} (-1)^{i+1} \frac{x^{2i-1}}{(2i-1)!} = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \ldots$$

Realizacija bez korištenja pomoćnih funkcija

```
#include <stdio.h>
/* realizacija bez koristenja pomocnih funkcija */
float sinus(float x, int n) {
   int i, predznak;
   float sum, clan, fakt, xpot;
   sum = 0.0f;
   xpot = x;
   fakt = 1.0f;
   predznak = 1;
   for( i=1; i<=n; i++ ) {
      clan = predznak * xpot / fakt;
      predznak *= -1;
      xpot *= x*x;
      fakt *= (2*i) * (2*i+1);
      sum += clan;
   }
   return sum;
}
```

Realizacija uz korištenje pomoćnih funkcija

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
/* realizacija s koristenjem pomocnih funkcija */
long fakt( int n ) {
   int i;
   long f = 1;
   for( i = 1; i <= n; i++ )
      f *= i;
   return f;
}

float sinus(float x, int n) {
   int i, predznak;
   float sum, clan;
   sum = 0.0f;
   predznak = 1;
   for( i = 1; i <= n; i++ ) {
      clan = predznak * pow(x, 2*i-1) / fakt(2*i-1);
      predznak *= -1;
      sum += clan;
   }
   return sum;
}
```

Funkcije koje trebaju vratiti više vrijednosti

Problem: napisati funkciju za izračunavanje sume i produkta dva cijela broja

- Ideja (loša!): predati funkciji dvije "varijable" u koje će funkcija "pohraniti" izračunatu sumu i produkt

```
...
void suma_prod(int x, int y, int suma, int prod) {
   suma = x + y;   3
   prod = x * y;   4
   return;         5
}

int main() {
   int x = 3, y = 4, suma, prod;   1
   suma_prod(x, y, suma, prod);    2
   printf("x=%d  y=%d  suma=%d  prod=%d\n", x, y, suma, prod);
   return 0;
}
```

```
x=3  y=4  suma=-82736442  prod=7623423
```

"smeće" - ispisuju se neinicijalizirane varijable

Koje vrijednosti poprimaju varijable, stvarni i formalni argumenti

nakon obavljanja naredbe broj:

	main				suma_prod			
	x	y	suma	prod	x	y	suma	prod
1	3	4	?	?				
2	3	4	?	?	3	4	?	?
3	3	4	?	?	3	4	7	?
4	3	4	?	?	3	4	7	12
5	3	4	?	?				

- NIJE USPJELO! ZAŠTO? Kako riješiti taj problem?

Načini prijenosa argumenata u funkciju

- *call by value* – poziv predavanjem **vrijednosti** argumenata (funkcija dobiva svoje vlastite kopije argumenata)

- *call by reference* - poziv predavanjem adresa argumenata
  - takav način predaje argumenata postoji npr. u Pascalu. Strogo promatrano, u C-u **ne postoji** *call by reference*. U C-u se taj mehanizam može **nadomjestiti** predajom pokazivača kao argumenata funkcije

Primjer s *call by value*

```
#include <stdio.h>
void f(int x) {
  printf ("x u funkciji: %d\n", x);
  x = 2;
  printf ("x u funkciji nakon pridruzivanja: "
          "%d\n", x);
}

int main() {
  int x = 1;
  f(x);
  printf ("x u programu nakon povratka: %d\n", x);
  return 0;
}
```

```
x u funkciji: 1
x u funkciji nakon pridruzivanja: 2
x u programu nakon povratka: 1
```

Primjer: napisati funkciju za izračunavanje sume i produkta dva cijela broja

- Ideja (dobra!): predati funkciji dvije vrijednosti pokazivača (pokazivače na varijable **suma** i **prod** iz glavnog programa)

```
...
void suma_prod(int x, int y, int *psuma, int *pprod) {
   *psuma = x + y;        4
   *pprod = x * y;          5
   return;                    6
}

int main() {
   int x = 3, y = 4;       1
   int suma, prod;           2
   suma_prod(x, y, &suma, &prod);   3
   printf("x=%d  y=%d  suma=%d  prod=%d\n", x, y, suma, prod);
   return 0;
}
```

```
x=3  y=4  suma=7  prod=12
```

Koje vrijednosti poprimaju varijable, stvarni i formalni argumenti

- pretpostavka o adresama varijabli: &suma=85610, &prod=85614

nakon obavljanja naredbe broj:

	main				suma_prod			
	x	y	suma	prod	x	y	psuma	pprod
1	3	4						
2	3	4	?	?				
3	3	4	?	?	3	4	85610	85614
4	3	4	7	?	3	4	85610	85614
5	3	4	7	12	3	4	85610	85614
6	3	4	7	12				

Kada kao argumente treba koristiti pokazivače

- Kada pozvana funkcija treba direktno izmijeniti vrijednost jedne ili više varijabli iz pozivajuće funkcije (primjeri su funkcije **suma_prod** i **uduplaj2**, te funkcija **zamijeni** na sljedećem slajdu)

```
int uduplaj1(int x) {
    x *= 2;
    return x;
}

int main() {
    int broj = 10;
    broj = uduplaj1(broj);
    printf("%d\n", broj);
    return 0;
}
```

```
void uduplaj2(int *x) {
    *x *= 2;
    return;
}

int main() {
    int broj = 10;
    uduplaj2(&broj);
    printf("%d\n", broj);
    return 0;
}
```

Primjer: napisati funkciju koja zamjenjuje sadržaj dviju varijabli tipa **short**

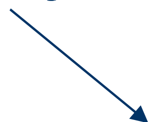
CallByReference

```
#include <stdio.h>
void zamijeni (short *x, short *y) {
  short pom;    3
  pom = *x;     4
  *x = *y;      5
  *y = pom;     6
  return;       7
}

int main () {
   short a = 3, b = 5;   1
   zamijeni (&a, &b);    2
   printf ("Poslije zamjene: %d %d\n", a, b);
   return 0;
}
```

Koje vrijednosti poprimaju varijable, stvarni i formalni argumenti

- pretpostavka o adresama varijabli: &a=64720, &b=64722

nakon obavljanja naredbe broj:



	main		zamijeni		
	a	b	x	y	pom
1	3	5			
2	3	5	64720	64722	
3	3	5	64720	64722	?
4	3	5	64720	64722	3
5	5	5	64720	64722	3
6	5	3	64720	64722	3
7	5	3			

Organizacija složenijih programa

a) Funkcije smještene u jednoj datoteci (modulu)

glavni.c

```
#include <stdio.h>
int f1 (double a, double b) {
   ...
}

double f2 (int c) {
   ...
}

int main () {
   double x;
   int y;
   x = f2 (15);
   y = f1 (2, 5);
   return 0;
}
```

Zašto smo do sada funkcije uvijek smještali **ispred** main funkcije?

Kada prevodilac naiđe na poziv funkcija f1 i f2, već mu je poznato koje argumente funkcije primaju i kakve tipove podataka vraćaju.

a) Funkcije smještene u jednoj datoteci (modulu)

glavni.c

```
#include <stdio.h>

int main () {
   double x;
   int y;
   x = f2 (15);
   y = f1 (2, 5);
   return 0;
}
int f1 (double a, double b) {
   ...
}
double f2 (int c) {
   ...
}
```

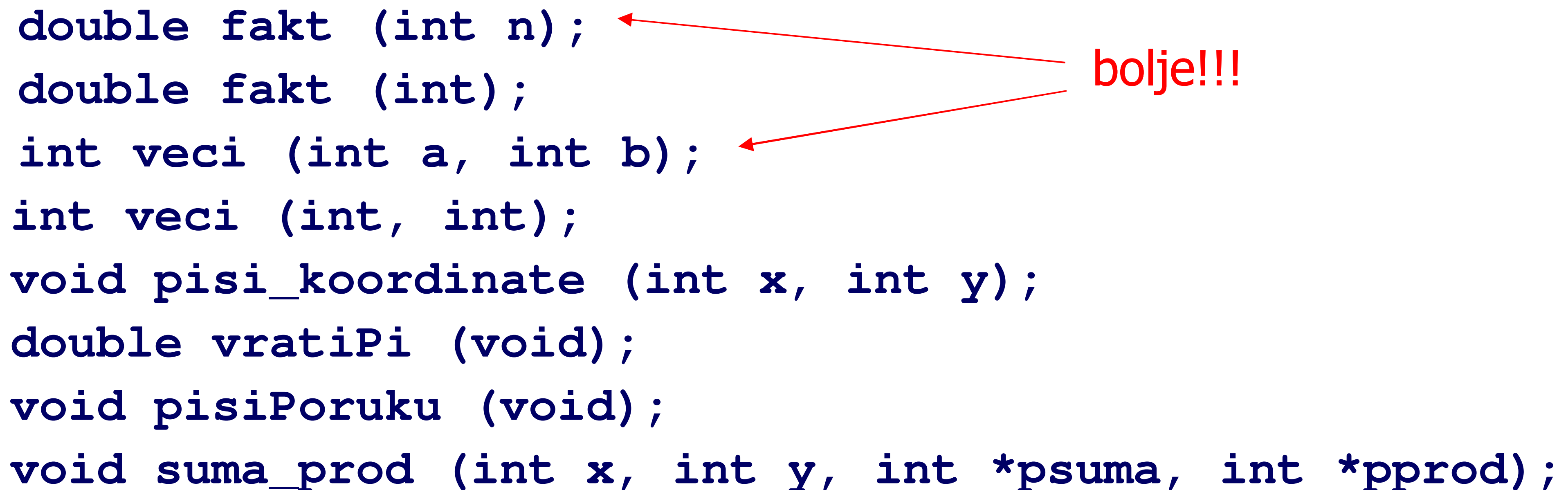
Kada prevodilac naiđe na poziv funkcija f1 i f2, može samo pretpostaviti da su f1 i f2 tipa int, ta da im je pri pozivu poslan ispravan broj i tip argumenata. Program se neće uspjeti prevesti ili neće raditi ispravno. Prevodiocu bi na neki način trebalo opisati tip i argumente funkcije prije nego naiđe na poziv dotične funkcije.

Prototip (deklaracija) funkcije

- Omogućuje prevodiocu kontrolu tipa funkcije, te broja i tipa argumenata.

```
tip_fun ime_fun (tip1 arg1, tip2 arg2, ...);
tip_fun ime_fun (tip1, tip2, ...);
```

Primjer:



a) Funkcije smještene u jednoj datoteci (uz prototipove)

glavni.c

```
#include <stdio.h>
int f1 (double a, double b);
double f2 (int c);

int main () {
   double x;
   int y;
   x = f2 (15);
   y = f1 (1, 5);
   return 0;
}

int f1 (double a, double b) {
   ...
}

double f2 (int c) {
   ...
}
```

Kada prevodilac naiđe na poziv funkcija f1 i f2, prema prototipu može provjeriti jesu li pozvane na ispravan način. Kada prevodilac naiđe na definiciju funkcija f1 i f2, prema prototipu može provjeriti jesu li ispravno definirane.

b) Funkcije smještene u više datoteka (modula)

funkcije.c

```
int f1 (long a, long b) {
    ...
}
double f2 (int c) {
    ...
}
```

glavni.c

```
void f3 (int d) {
        ...
}
int main () {
    ...
  y = f1 (a1, b1);
  return 0;
}
```

Kako sada provjeriti je li poziv funkcije korektno napisan?

b) Funkcije smještene u više datoteka (modula) uz prototipove

prototip.h
```
int f1 (long a, long b);
double f2 (int c);
void f3 (int d);
```

funkcije.c
```
#include "prototip.h"
int f1 (long a, long b) {
   ...
}
double f2 (int c) {
   ...
}
```

glavni.c
```
#include "prototip.h"
void f3 (int d) {
   ...
}
int main () {
   ...
   y = f1 (a1, b1);
   return 0;
}
```

Definicija/deklaracija

- Do sada se govorilo samo o DEFINICIJI varijable: definicijom varijable određuje se ime varijable, tip varijable, **te rezervira područje u memoriji** u kojem će varijabla biti pohranjena.
- Do sada su se varijable definirale isključivo UNUTAR funkcije ili bloka unutar funkcije. Tako definirane varijable se koriste isključivo UNUTAR funkcije ili bloka u kojem su definirane, a njihova vrijednost se GUBI u trenutku završetka funkcije ili bloka. Vrijednost takvih varijabli je uvijek nepoznata ("smeće") do trenutka kada se varijabli pridruži vrijednost.

Definicija/deklaracija

Primjer:

```
int main () {
    int a = 10, b, *p1 = &a;
    float pp[3] = {1.0f, 2.0f, 3.0f}, *p2;
    ...
   *{
        int i;
        ...
   *}
    ...
}
```

- za varijable **`b, p2, i`** rezervirano je područje u memoriji, ali je trenutna vrijednost varijabli nepoznata. Vrijednost ostalih varijabli je poznata
- varijable **`a, b, p1, pp, p2`** mogu se koristiti isključivo unutar funkcije u kojoj su definirane (u ovom slučaju, unutar funkcije **`main`**). Varijabla **`i`** se može koristiti samo unutar bloka označenog sa *
- sadržaj varijabli **`a, b, p1, pp, p2`** se gubi završetkom funkcije
- sadržaj varijable **`i`** se gubi završetkom bloka označenog sa *

Definicija/deklaracija

- **Deklaracija varijable:** uputa (objava) prevodiocu - postoji (tj. negdje je definirana) varijabla s navedenim imenom i tipom
  - Deklaracija funkcije: uputa (objava) prevodiocu: postoji (negdje je definirana) funkcija s navedenim imenom, tipom i argumentima. Deklaracija funkcije → prototip funkcije
- Deklaracija iste varijable (funkcije) može se pojaviti više puta u istom programu, dok se definicija varijable (funkcije) smije pojaviti samo jednom
- Definicijom varijable (funkcije) ujedno se ta varijabla (funkcija) i deklarira (na mjestu na kojem se nalazi definicija)
- Nasuprot tome, deklaracijom se varijabla (funkcija) ne definira

Definicija/deklaracija varijabli
- smještajni razredi (*storage classes*) -

Općenito:

```
smještajni_razred  tip_podatka  varijabla ...;
```

- `smještajni_razred` i mjesto definicije varijable određuju postojanost i područje važenja varijable u memoriji.

- **postojanost varijable (trajnost, *duration*)**
  - određuje područje programskog kôda tijekom čijeg izvršavanja sadržaj varijable ostaje sačuvan
- **područje važenja varijable (doseg, *scope*)**
  - određuje područje programskog kôda unutar kojeg se varijabla može referencirati ("unutar kojeg se varijabla može koristiti")

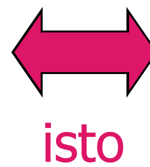
Smještajni razredi: `auto, register, static, extern`

Definicija/deklaracija varijabli
- smještajni razredi (*storage classes*) -

auto - automatski smještajni razred ("lokalne" varijable)

- područje važenja varijable i njena trajnost: od mjesta definicije do kraja funkcije ili bloka unutar kojeg je varijabla definirana
- automatske varijable uobičajeno se nazivaju lokalne varijable (lokalne u funkciji, lokalne u bloku).
- podrazumijeva se, ako eksplicitno nije drugačije navedeno, da je svaka varijabla definirana UNUTAR funkcije, razreda **auto**. Varijablu razreda **auto** moguće je definirati jedino unutar funkcije (bloka)

```
int main () {
   auto int i;
   i = 7;
   {
      auto int j = 3;
   }
   return 0;
}
```



isto

```
int main () {
   int i;
   i = 7;
   {
      int j = 3;
   }
   return 0;
}
```

Definicija/deklaracija varijabli
- smještajni razredi (*storage classes*) -

- formalni argumenti funkcije imaju ista svojstva kao varijable smještajnog razreda **`auto`**. Jedina razlika je u tome što se formalnim argumentima prilikom poziva funkcije pridružuje vrijednost stvarnih argumenata.

Definicija/deklaracija varijabli
- smještajni razredi (*storage classes*) -

`register` - registarski smještajni razred

- predstavlja preporuku prevodiocu da, ukoliko je moguće, vrijednost varijable pohrani u CPU registar.
- područje važenja varijable i njena trajnost određeni su na isti način kao za varijablu razreda **`auto`**
- **`register`** varijablu moguće je definirati jedino unutar funkcije (bloka)

```
int main () {
   register int i;
   double fact = 1.0;
   for (i = 1; i < 15; i++) {
      fact *= i;
   }
   return 0;
}
```

Definicija/deklaracija varijabli
- smještajni razredi (*storage classes*) -

`static` - statički smještajni razred

- područje važenja varijable
  - ako je varijabla definirana unutar funkcije (bloka): od mjesta na kojem je definirana do kraja funkcije (bloka)
  - ako je varijabla definirana izvan funkcije: od mjesta na kojem je definirana do kraja modula ili u modulu u kojem je definirana (ovisno od prevodioca)
- trajnost varijable
  - od početka izvršavanja programa do završetka programa
- ako varijabla nije eksplicitno inicijalizirana tijekom definicije, njena se vrijednost automatski postavlja na 0

Definicija/deklaracija varijabli
- smještajni razredi (*storage classes*) -

- statičku varijablu treba definirati unutar funkcije ako varijabla treba biti vidljiva samo unutar te funkcije, a istovremeno je potrebno sačuvati vrijednost varijable tijekom više poziva funkcije
- statičku varijablu treba definirati izvan tijela funkcije ako istu varijablu koristi nekoliko funkcija unutar istog modula

Primjer: napisati funkciju **zbroj** za zbrajanje dva cijela broja. Funkcija vraća zbroj tijekom prvih tri poziva, a za svaki sljedeći poziv vraća 0.

```
#include <stdio.h>
int zbroj (int a, int b);
int main () {
   printf("%d\n", zbroj(1, 2));
   printf("%d\n", zbroj(3, 4));
   printf("%d\n", zbroj(5, 6));
   printf("%d\n", zbroj(7, 8));
   printf("%d\n", zbroj(9, 10));
   return 0;
}
int zbroj (int a, int b) {
   static int brojPoziva;
   brojPoziva++;
   if (brojPoziva <= 3)
      return a + b;
   else
      return 0;
}
```

ISPIS:

```
3
7
11
0
0
```

kolika je vrijednost varijable na početku?

ZADATAK: što bi se ispisalo da je ispuštena riječ **static** u funkciji zbroj?

Definicija/deklaracija varijabli
- smještajni razredi (*storage classes*) -

`extern` - vanjski smještajni razred ("globalne" varijable)

- **`extern`** se koristi za DEKLARACIJU varijable (osim izuzetno). Predstavlja uputu prevodiocu: objavljujem da je varijabla čije ime i tip opisujem, definirana "negdje drugdje" (podrazumijeva se da varijabla zaista jest definirana negdje drugdje)
- područje važenja varijable
  - ako je varijabla deklarirana unutar funkcije (bloka): od mjesta na kojem je deklarirana do kraja funkcije (bloka)
  - ako je varijabla deklarirana izvan funkcije: od mjesta na kojem je deklarirana do kraja modula
- trajnost varijable (jednako kao varijable razreda **`static`**)
  - od početka izvršavanja programa do završetka programa
- ako varijabla nije eksplicitno inicijalizirana tijekom definicije, njena se vrijednost automatski postavlja na 0

Definicija/deklaracija varijabli
- smještajni razredi (*storage classes*) -

Gdje se nalazi i kako izgleda definicija varijable na koju se poziva **`extern`** deklaracija?

- izvan funkcije, a unutar istog ili nekog drugog modula
- dva načina **definicije**:
  - koristiti ključnu riječ **`extern`** uz obaveznu inicijalizaciju
  - ispustiti ključnu riječ **`extern`**

`modul_a.c`

```
...
extern int i = 0;
...
```

`modul_b.c`

```
...
extern int i;
...
```

definicija

deklaracija

`modul_a.c`

```
...
int i; ili int i = 0;
...
```

`modul_b.c`

```
...
extern int i;
...
```

Primjer: u modulu m1.c napisati funkciju **zbroj**, a u modulu m2.c napisati funkciju **prod**. Funkcije vraćaju zbroj, odnosno produkt dvaju cijelih brojeva tijekom prva tri poziva, a za svaki sljedeći poziv vraćaju 0.

m1.c

```
#include "proto.h"
int brojPoziva;
int zbroj (int a, int b) {
   brojPoziva++;
   if (brojPoziva <= 3)
      return a + b;
   else
      return 0;
}
```

m2.c

```
#include "proto.h"
int prod (int a, int b) {
   extern int brojPoziva;
   brojPoziva++;
   if (brojPoziva <= 3)
      return a * b;
   else
      return 0;
}
```

proto.h

```
int zbroj (int a, int b);
int prod (int a, int b);
```

glavni.c

```
#include <stdio.h>
#include "proto.h"
int main () {
   printf("%d\n", zbroj(1, 2));
   printf("%d\n", prod(3, 4));
   printf("%d\n", zbroj(5, 6));
   printf("%d\n", prod(7, 8));
   printf("%d\n", zbroj(9, 10));
   return 0;
}
```

```
ISPIS:
3
12
11
0
0
```

Definicija/deklaracija

Definicija varijable

- opisuje ime, tip, **rezervira memoriju, eventualno inicijalizira vrijednost**
- ujedno služi kao deklaracija

Deklaracija varijable

- opisuje ime, tip
- definicija (rezervacija memorije i eventualno inicijalizacija) mora biti obavljena "negdje drugdje" (obično u nekom drugom modulu)

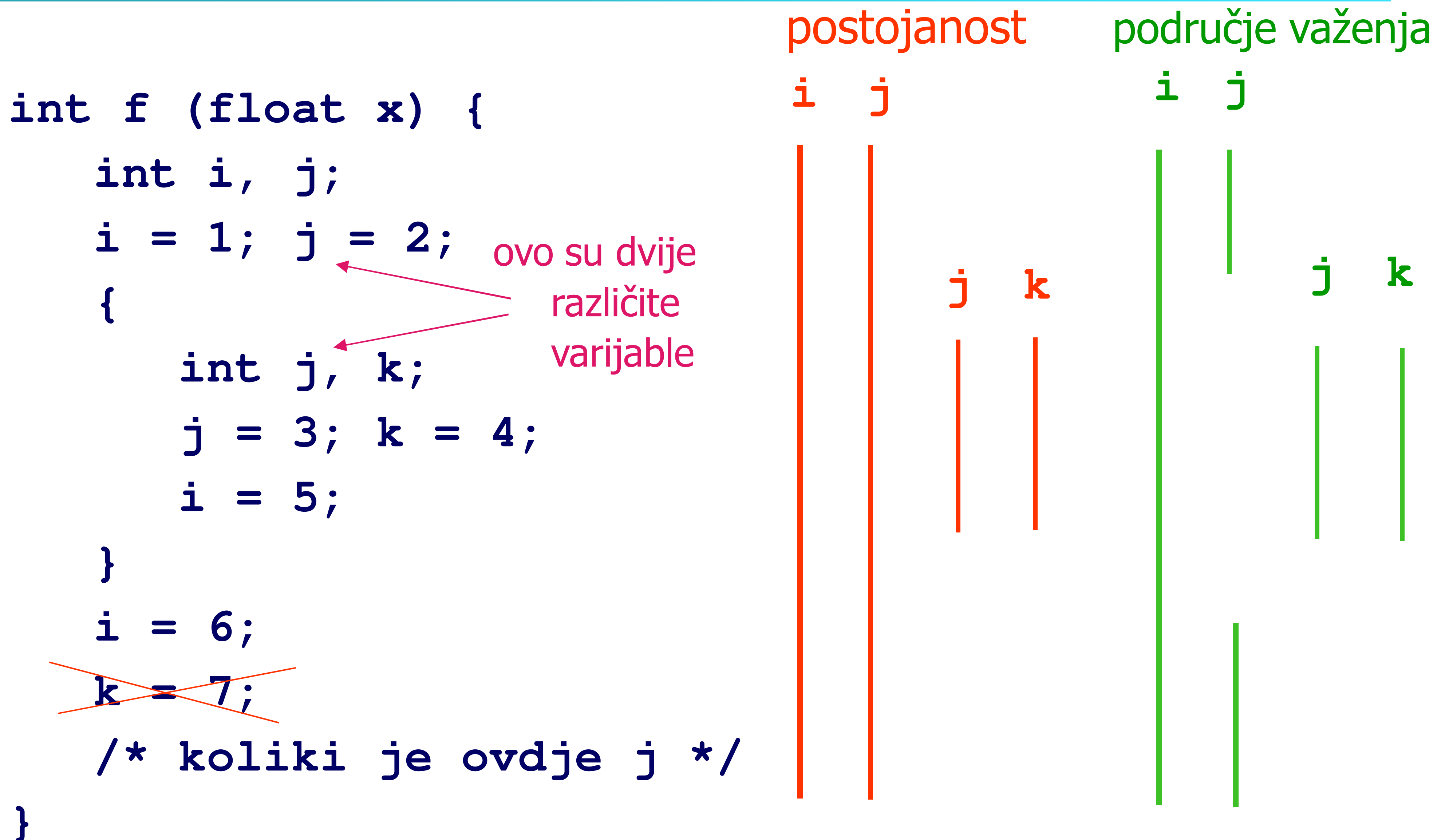
Definicija funkcije

- opisuje ime, tip, argumente, tijelo funkcije
- ujedno služi kao deklaracija

Deklaracija funkcije (prototip)

- opisuje ime, tip, argumente
- tijelo funkcije mora biti opisano "negdje drugdje" (obično u nekom drugom modulu, ili u istom modulu - "niže" u kodu)

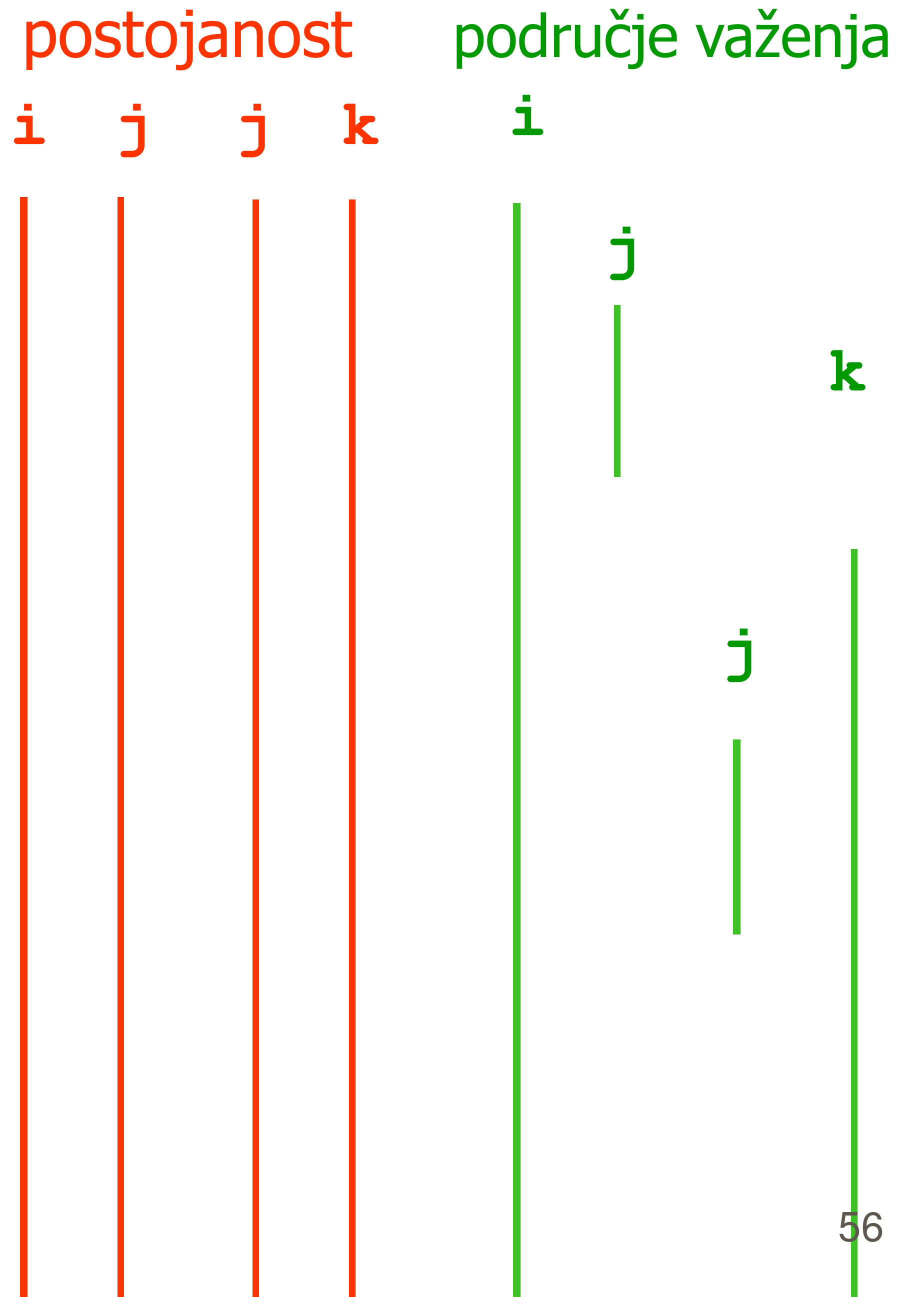
Primjer: smještajni razredi auto, register



Primjer: smještajni razred static

```
static int i;
void f1 (float x) {
    static int j;
    i = 1; j = 2;
}
static int k;
void f2 (float y) {
    static int j = 5;
    i = 1; j = 2; k = 3;
}
int f3 (double z) {
...
```

ovo su dvije različite varijable



Primjer: smještajni razred extern

područje važenja

modul `a.c`

```
extern int i = 5;
void f1 (float x) {
   int j;
   i = 1; j = 2;
}
```

i

j

jednako bi bilo da se napisalo:

```
int i = 5;
```

područje važenja

modul `b.c`

```
extern int i;
void f2 (float x) {
   int j;
   i = 2; j = 2;
}
void f3 (double y) {
   ...
```

i

j

Primjer: smještajni razred extern

modul **a.c**

```
extern int i = 5;
void f1 (float x) {
   int j;
   i = 1; j = 2;
}
```

područje važenja: i, j

modul **b.c**

```
void f2 (float x) {
   extern int i;
   int j;
   i = 2; j = 2;
}
void f3 (double y) {
   extern int i;
   ...
}
int f4 () {
  ...
```

područje važenja: i, j, i

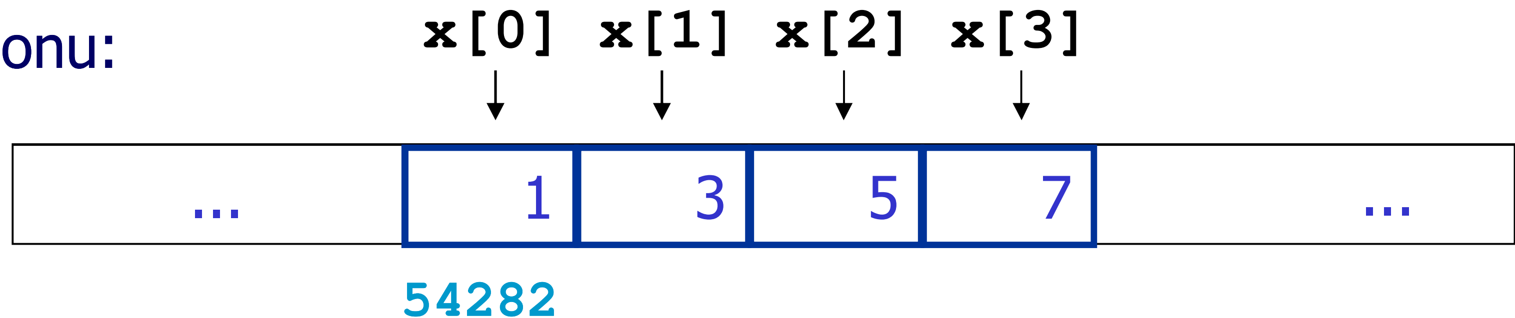
Polja kao argumenti funkcija

Ponavljanje: polja i pokazivači

```
#include <stdio.h>
int main () {
   int x[4] = {1, 3, 5, 7};
   int *p = &x[0]; /* 54282 */
   printf("%d %d %d %d", *p, *(p+1), *(p+2), *(p+3));
   return 0;
}
```

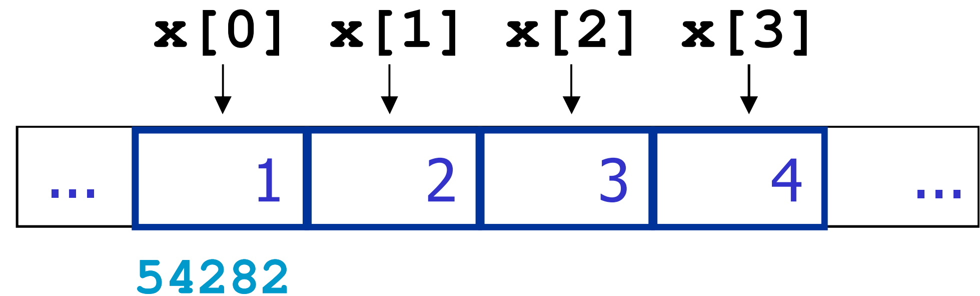
54286 54290 54294

Ispis na zaslonu:
1 3 5 7



- Umjesto **&x[0]** može se koristiti **x** (ime 1-dimenzionalnog polja je isto što i adresa prvog člana polja)

Polja i pokazivači




```
#include <stdio.h>
int main () {
  int x[4] = {1,2,3,4};
  printf("%d %d\n", *x, *(x+1));
  f(x);
  return 0;
}
void f (int *x) {   ili  void f (int x[]) {
  printf("%d %d\n", *x, x[0]);
  ++x;
  printf("%d %d %d\n", *x, x[0], *(x-1));
}
```

Ispis na zaslonu:

```
1 2
1 1
2 2 1
```

Jednodimenzionalna polja kao argumenti funkcije

- polje se u funkciju **ne može** prenijeti na isti način kao što se u funkciju prenose ostali tipovi podataka
- umjesto kopije svih elemenata polja, u funkciju se prenosi samo **kopija adrese prvog elementa polja**
- osim u posebnim slučajevima (u primjerima s nizovima znakova), u funkciju je potrebno prenijeti dodatni argument: broj članova polja

Primjer: napisati funkciju kojom se zbrajaju članovi jednodimenzionalnog cjelobrojnog polja.

```
#include <stdio.h>
int zbroji (int *p, int n);
int main () {
   int polje[4] = {1, 3, 5, 7};
   int suma;
   suma = zbroji(&polje[0], 4);
   printf("Zbroj je %d\n", suma);
   return 0;
}

int zbroji (int *p, int n) {
   int i, s = 0;
   for (i = 0; i < n; i++)
      s = s + *(p+i);
   return s;
}
```

Izračunat će se:

```
s = *p
  + *(p+1)
  + *(p+2)
  + *(p+3)
```

Jednodimenzionalna polja kao argumenti funkcije

Dopušteno je koristiti drugačije oznake (koje međutim imaju isto značenje):

```
#include <stdio.h>
int zbroji (int *p, int n);
int main () {
    int polje[4] = {1, 3, 5, 7};
    int suma;
    suma = zbroji(polje, 4);
    printf("Zbroj je %d\n", suma);
    return 0;
}

int zbroji (int p[], int n) {
    int i, s = 0;
    for (i = 0; i < n; i++)
        s = s + p[i];
    return s;
}
```

Umjesto `&polje[0]`

Umjesto `int *p`

Umjesto `*(p+i)`

Primjer: u main funkciji ("glavnom programu") definirati jednodimenzionalno polje od 30 članova. S tipkovnice učitati cijeli broj n, $2 \leq n \leq 30$, te pozvati funkciju koja polje puni s n Fibonaccijevih brojeva

```
#include <stdio.h>
#define MAX 30
void puniFib (int *niz, int n);
void ispisPolja (int *niz, int n);
int main () {
   int polje[MAX], n;
   do
      scanf("%d", &n);
   while (n < 2 || n > MAX);
   puniFib(polje, n);
   ispisPolja(polje, n);
   return 0;
}
void puniFib (int niz[], int n) {
   int i;
   niz[0] = niz[1] = 1;
   for (i = 2; i < n; i++)
      niz[i] = niz[i-2] + niz[i-1];
}
```

sizeof(polje) → 120

```
void ispisPolja (int niz[],
                 int n) {
   int i;
   for (i = 0; i < n; i++)
      printf("%d ", niz[i]);
}
```

sizeof(niz) → 4

Primjer: brojanje članova polja s vrijednostima unutar zadanog intervala

Napisati funkciju koja će u jednodimenzionalnom realnom polju pronaći koliko ima brojeva koji su veći od zadane donje granice i istovremeno manji od zadane gornje granice. U slučaju da je funkciji zadan neispravan raspon (tj. ako je donja granica veća ili jednaka gornjoj granici), funkcija u pozivajući program treba vratiti vrijednost -1.

U glavnom programu treba učitati stvarni broj članova n ($1 \leq n \leq 100$) i vrijednosti članova polja. Učitavati vrijednosti donje i gornje granice, pozivati potprogram i ispisivati rezultat, sve dok se granice ispravno zadaju.

Jednodimenzionalna polja kao argumenti funkcije - rješenje, I dio

BrojanjeClanovaPolja

```
#include <stdio.h>
int main () {
  int n, i, ibr;
  float x[100], dgr, ggr;

  do {
    printf ("Upisite broj clanova polja>");
    scanf ("%d", &n);
  } while (n < 1 || n > 100);
  printf ("Upisite vrijednosti clanova polja >");
  for (i = 0; i < n; i++) {
    scanf ("%f", &x[i]);
  }
```

Jednodimenzionalna polja kao argumenti funkcije – rješenje, II dio

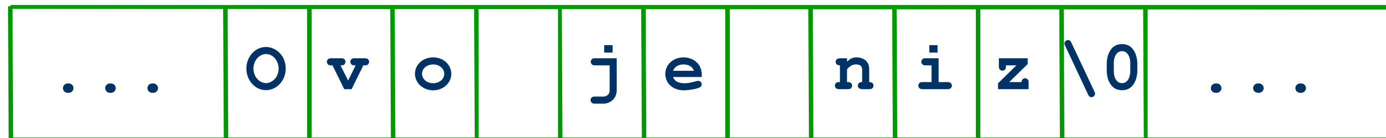
```
do {
    printf ("Upisite donju i gornju granicu >");
    scanf ("%f %f", &dgr, &ggr);
    ibr = broji(n, x, dgr, ggr);
    if(ibr == -1) {
      printf ("Neispravno zadane granice\n");
      break;
    } else {
      printf ("U polju je pronadjeno %d clanova"
              " vecih od %f i manjih od %f\n", ibr,
              dgr, ggr);
    }
  } while (1);

  return 0;
}
```

Jednodimenzionalna polja kao argumenti funkcije – rješenje, III dio

```
int broji(int n,float polje[],float dg,float gg){
  int i, ibroj;
  if (dg < gg) {
    for (ibroj = 0, i = 0; i < n; i++) {
      printf ("%f\n", polje[i]);
      if(polje[i] > dg && polje[i] < gg) {
        ++ibroj;
      }
    }
    return ibroj;
  } else {
    return -1;
  }
}
```

Ponavljanje: polje znakova kao niz znakova (*string*)

Konstanta **"Ovo je niz"**



Varijabla: ne postoji tip podatka *string*. Za pohranu niza znakova koristi se jednodimenzionalno polje znakova:

```
char ime[4+1] = {'I', 'v', 'a', 'n', '\0'};
char ime[4+1] = "Ivan";
char ime[] = "Ivan";
```

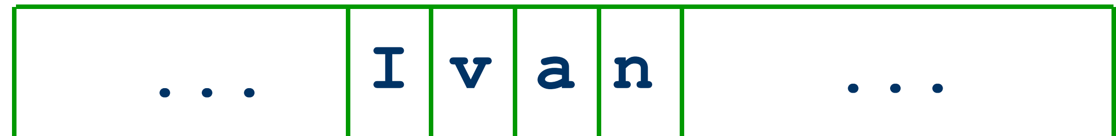
Polje znakova kao niz znakova (*string*)

```
char ime[] = "Ivan";
printf("%s", ime);
```

Ivan

Zašto funkciji printf ne moramo predati broj članova polja?
Zato jer printf pomoću '\0' može zaključiti gdje je kraj niza znakova.

```
char ime[4] = {'I', 'v', 'a', 'n'};
```




```
printf("%s", ime)
```

Ivan*)%&/!)=()Z)(B#DW=)(@($/")#*'@!/["&/$"/...

... i nastavit će se ispisivati dok se ne naiđe na oktet u kojem je upisana vrijednost `0x00` (tj. `'\0'`)

Primjer: napisati funkciju koja prima niz znakova, ispisuje znak po znak, ali tako da umjesto malih slova ispisuje velika

```
#include <stdio.h>
void ispisNizaZnakova (char niz[]);
int main () {
   char ime[] = "Ivana 123";
   ispisNizaZnakova(ime);
   return 0;
}
void ispisNizaZnakova (char niz[]) {
   int i = 0;
   while (niz[i] != '\0') {
      if (niz[i] >= 'a' && niz[i] <= 'z')
         printf("%c", niz[i] - ('a' - 'A'));
      else
         printf("%c", niz[i]);
      i++;
   }
}
```

Može: `char *niz`

Može: `char *niz`

Može: `*(niz+i)`

IVANA 123

Primjer: napisati funkciju koja prima niz znakova, ispisuje znak po znak, ali tako da umjesto malih slova ispisuje velika

```
void ispisNizaZnakova (char *niz) {
   while (*niz != '\0') {
      if (*niz >= 'a' && *niz <= 'z')
         printf("%c", *niz - ('a' - 'A'));
      else
         printf("%c", *niz);
      niz++;
   }
}
```

```
void ispisNizaZnakova (char *niz) {
   for (; *niz != '\0'; niz++)      ILI for (; *niz; niz++)
      if (*niz >= 'a' && *niz <= 'z')
         printf("%c", *niz - ('a' - 'A'));
      else
         printf("%c", *niz);
}
```

Funkcija se može pozvati i ovako:

```
ispisNizaZnakova("Ivana 123");
```

Primjer: napisati funkciju koja prima niz znakova, te sva mala slova unutar niza pretvara u velika

```
#include <stdio.h>
void velikaSlova (char *niz);
int main () {
   char ime[] = "Ivana 123";
   velikaSlova(ime);
   printf("%s", ime);
   return 0;
}
void velikaSlova (char *niz) {
   while (*niz != '\0') {
      if (*niz >= 'a' && *niz <= 'z')
         *niz = *niz - ('a' - 'A');
}
```

ILI

```
void velikaSlova (char *niz) {
   for (; *niz; niz++)
      if (*niz >= 'a' && *niz <= 'z')
         *niz = *niz - ('a' - 'A');
}
```

Primjer: napisati funkciju koja znak po znak uspoređuje dva niza znakova s1 i s2. Za prvi par znakova u kojima se dva niza razlikuju, vraća razliku ASCII vrijednosti ta dva znaka. Ako su nizovi jednaki, funkcija vraća 0

```
strcmp("ABCDEF", "ABCEF") → 'D' - 'E'
strcmp("ABC", "AB") → 'C' - '\0'
strcmp("AB", "ABC") → '\0' - 'C'
strcmp("AB", "AB") → 0
```

```
int strcmp (char *s1, char *s2) {
   while (*s1 == *s2 && *s1) {
      s1++;
      s2++;
   }
   return *s1 - *s2;
}
```

```
int strcmp (char *s1, char *s2) {
   for (; *s1 == *s2 && *s1; s1++, s2++);
   return *s1 - *s2;
}
```

Dvodimenzionalna i višedimenzionalna polja kao argumenti funkcije

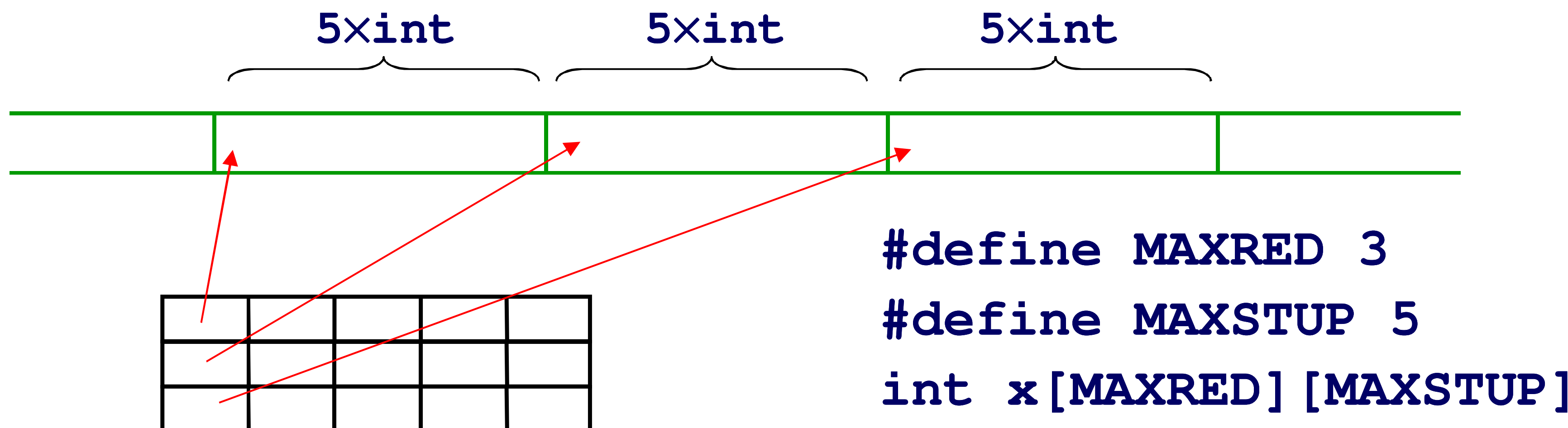
```
#include <stdio.h>
int zbroji (int p[][] ...) {
   ...
   return s;
}
int main () {
    int polje[2][3] = {{1, 3, 5},
                       {7, 8, 9}};
    int suma;
    suma = zbroji(polje ...);
    printf("Zbroj je %d\n", suma);
    return 0;
}
```

POGREŠKA

Polje se u funkciji može "dočekati" jedino kao pokazivač.

Ponavljanje: dvodimenzionalna polja i pokazivači

- Dvodimenzionalno polje: redak za retkom




```
#define MAXRED 3
#define MAXSTUP 5
int x[MAXRED][MAXSTUP]
```

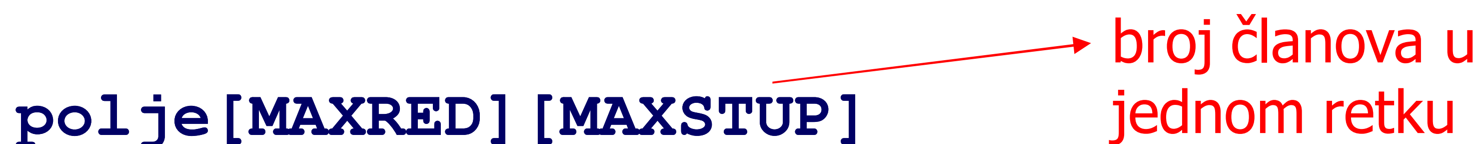
```
int *p = &x[0][0];
*(p + 0*MAXSTUP + 0)     → vrijednost člana x[0][0]
*(p + 0*MAXSTUP + 1)     → vrijednost člana x[0][1]
*(p + 2*MAXSTUP + 3)     → vrijednost člana x[2][3]
```

Općenito vrijedi (ako je p adresa prvog člana polja x):

vrijednost člana `x[i][j]` → `*(p + i*MAXSTUP + j)`

Pristup elementu dvodimenzionalnog polja

Za pristup elementu iz *n*-tog retka treba prvo preskočiti **`n-1`** punih redaka. Ako je polje **definirano** na sljedeći način:



tada se unutar funkcije, koja je za vrijednost argumenta **`p`** dobila kopiju pokazivača na prvi element polja **`polje`**, elementu **`polje[i][j]`** može pristupiti na sljedeći način:

```
p[i*MAXSTUP + j]
```

ili

```
*(p + i*MAXSTUP + j)
```

Primjer: napisati funkciju za zbrajanje članova dvodimenzionalnog cjelobrojnog polja

```
#include <stdio.h>
int zbroji (int p[], int brRed, int brStup, int maxStup) {
   int i, j, s = 0;
   for (i = 0; i < brRed; i++)
      for (j = 0; j < brStup; j++)
         s = s + p[i*maxStup + j];
   return s;
}

int main () {
   int polje[4][5] = {{1, 3, 5},
                      {7, 8, 9}};
   int suma;
   suma = zbroji(&polje[0][0], 2, 3, 5);
   printf("Zbroj je %d\n", suma);
   return 0;
}
```

Izračunat će se:

```
s = *(p+0*5+0)
  + *(p+0*5+1)
  + *(p+0*5+2)
  + *(p+1*5+0)
  + *(p+1*5+1)
  + *(p+1*5+2)
        i   j
```

dopušteno je napisati `polje[0]`

NIJE dopušteno napisati `polje`

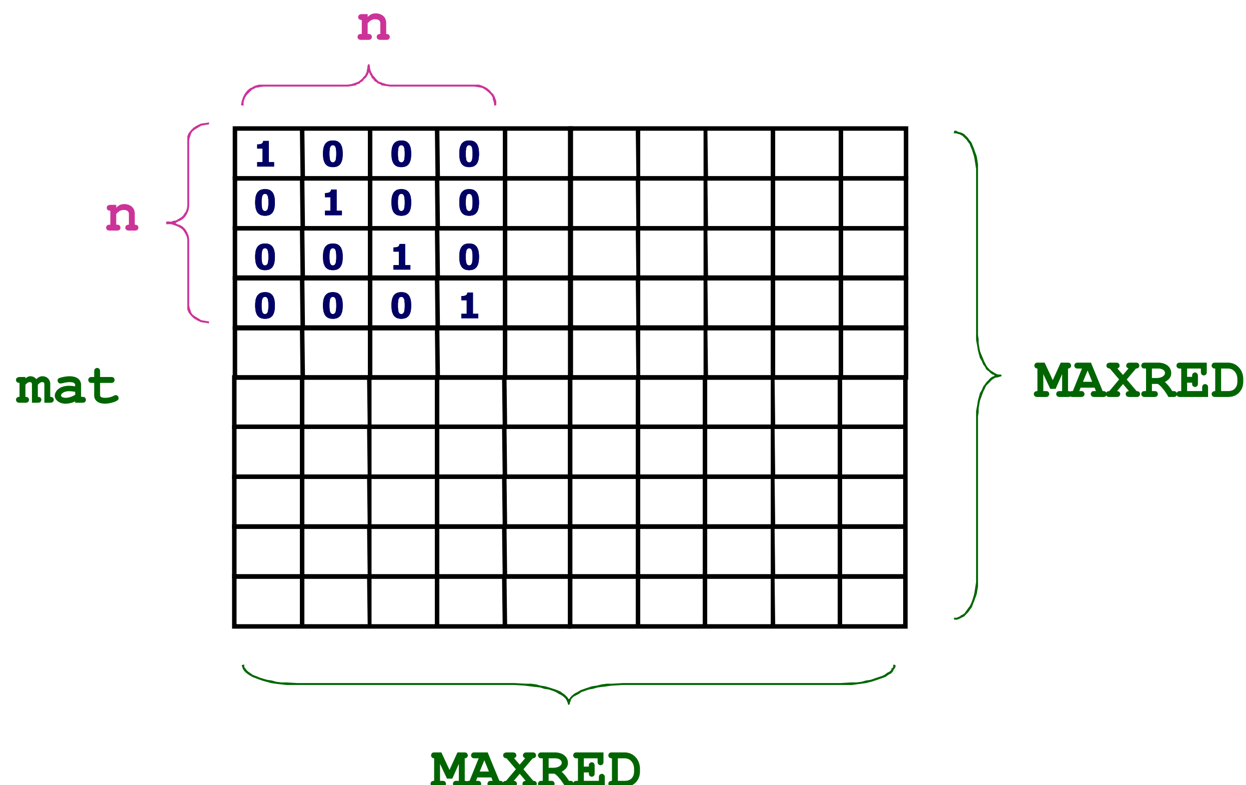
Primjer: funkcija za zbrajanje članova dvodimenzionalnog cjelobrojnog polja - korištenje drugačijih oznaka

```
int zbroji (int *p, int brRed, int brStup, int maxStup) {
   int i, j, s = 0;
   for (i = 0; i < brRed; i++)
      for (j = 0; j < brStup; j++)
         s = s + *(p + i*maxStup + j);
   return s;
}
```

Primjer za dvodimenzionalno polje kao argument funkcije: formiranje jedinične matrice

Napisati funkciju za formiranje jedinične matrice reda N, gdje je N proizvoljan prirodni broj. U glavnom programu definirati matricu, učitati red matrice ≤ 10, pozvati funkciju i ispisati generiranu matricu.

Npr: ako se zada da treba generirati matricu reda n=4, treba se dobiti:



Rješenje - parametrizacija i zadavanje reda

GeneriranjeJedinicneMatrice

```
#include <stdio.h>
#define MAXRED 10
int main () {
  int m[MAXRED][MAXRED], n, i, j;

  do {
    printf ("Zadajte red matrice iz "
      "intervala [1,%d] !\n", MAXRED);
    scanf("%d", &n);
  } while (n < 1 || n > MAXRED);
```

Rješenje - poziv funkcije i ispis nenultih članova

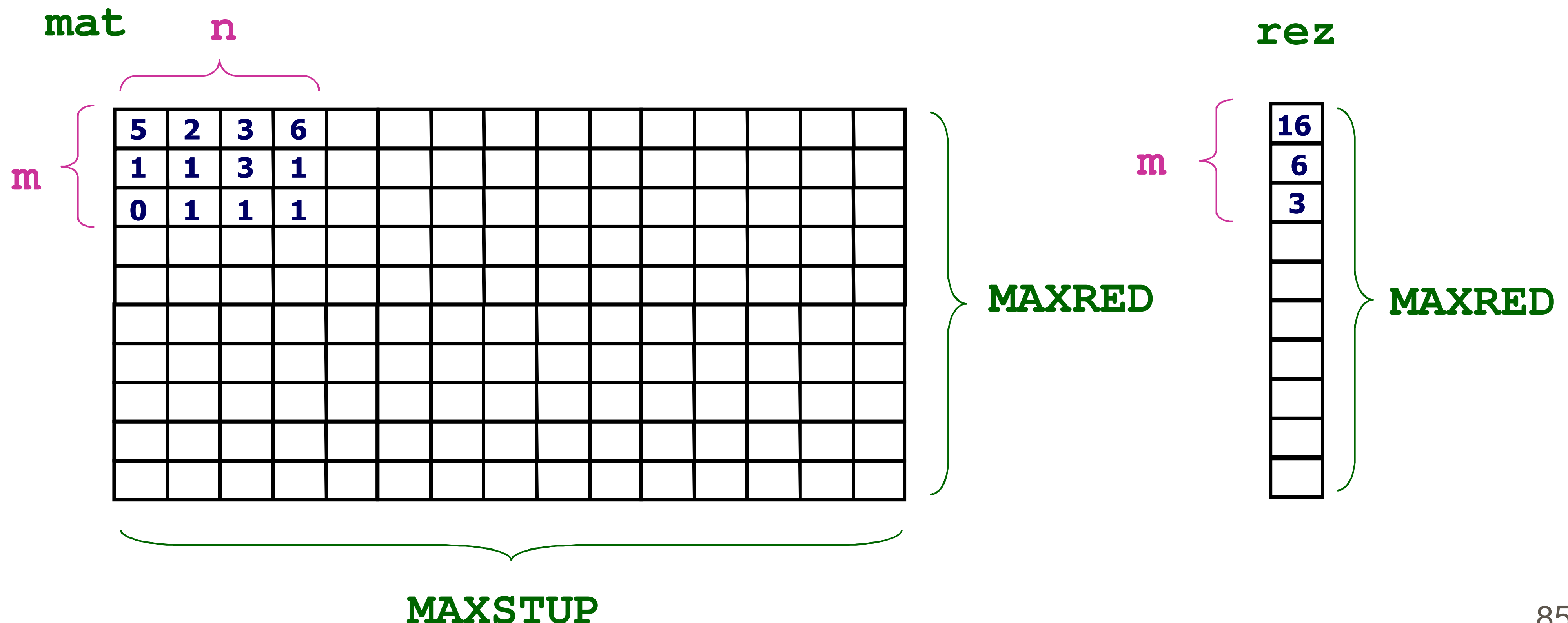
```
  genmat (&m[0][0], n, MAXRED);
  /* kontrolni ispis */
  for (i = 0; i < n; i++) {
    for (j = 0; j < n; j++) {
      if (m[i][j] > 0) {
        printf ("M(%d,%d)=%d\n", i, j, m[i][j]);
      }
    }
  }
  return 0;
}
```

Rješenje - funkcija za generiranje matrice

```
void genmat(int m[], int n, int maxstu) {
  int i, j;

  for (i = 0; i < n; i++) {
    for (j = 0; j < n; j++) {
      m[i * maxstu + j] = 0; /* m[i][j] */
    }
    m[i * maxstu + i] = 1;    /* m[i][i] */
  }
}
```

Primjer za dvodimenzionalno polje kao argument funkcije: zbrajanje članova polja po retcima

Napisati funkciju koja u jednodimenzionalno realno polje upisuje sume elemenata redaka realne matrice dimenzija m×n. U glavnom programu definirati matricu od najviše 10×15 elemenata, definirati polje u koje funkcija treba upisati rezultate, učitati dimenzije m i n, učitati elemente polja, pozvati funkciju, te ispisati učitanu matricu i dobiveni rezultat.



Rješenje - definiranje i učitavanje polja

```
#include <stdio.h>
#define MAXRED 10
#define MAXSTUP 15
void sumaRed(float mat[],
             int maksStup, int m, int n,
             float rez[]);
int main () {
   float mat[MAXRED][MAXSTUP], rez[MAXRED];
   int m, n, i, j;
   printf ("\nUpisite dimenzije m i n:");
   scanf("%d %d", &m, &n);
   printf ("\nUpisite elemente matrice po retcima:");
   for (i = 0; i < m; i++)
      for (j = 0; j < n; j++)
         scanf("%f", &mat[i][j]);
```

Rješenje - poziv funkcije i ispis

```
    sumaRed (&mat[0][0], MAXSTUP, m, n, rez);
    /* ispis ucitane matrice */
    for (i = 0; i < m; i++) {
        for (j = 0; j < n; j++)
            printf ("%f ", mat[i][j]);
        printf("\n");
    }
    /* ispis rezultata */
    printf ("\nSume po retcima:\n");
    for (i = 0; i < m; i++)
        printf ("%f\n", rez[i]);
    return 0;
}
```

Rješenje - funkcija za zbrajanje elemenata po retcima

```
void sumaRed(float mat[],
             int maksStup, int m, int n,
             float rez[]) {
   int i, j;
   for (i = 0; i < m; i++) {
      rez[i] = 0.0f;
      for (j = 0; j < n; j++)
         rez[i] += mat[i*maksStup + j];
   }
}
```

Treba li funkciju ili njezin poziv promijeniti ukoliko se promijene najveće dopuštene dimenzije matrice? Treba li što promijeniti u glavnom programu?

- *Macro* s parametrima -

- Definiranje tipova -

- Struktura -

- Null pokazivač -

Macro s parametrima

Korištenjem funkcija se:

- povećava preglednost napisanog kôda (primjer: izračunavanje m povrh n)
- smanjuje broj linija programskog kôda (primjer: izračunavanje m povrh n)
- ali također i usporava izvršavanje programa: za prijenos argumenata i povratak rezultata troši se dodatno vrijeme

Primjer: koji se program brže izvršava?

glavni.c

```
#include <stdio.h>
int zbroj (int a, int b) {
   return a + b;
}

int main () {
   int i=3, j=4, k=5;
   printf("%d\n", zbroj(i, j));
   printf("%d\n", zbroj(j, k));
}
```

glavni.c

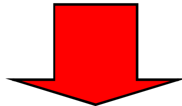
```
#include <stdio.h>
int main () {
   int i=3, j=4, k=5;
   printf("%d\n", i + j);
   printf("%d\n", j + k);
   return 0;
}
```

Macro s parametrima

```
#define VECI(a, b) ((a) > (b) ? (a) : (b))
```

U programskom kôdu pretprocesor zamjenjuje macro **prije** prevođenja:

```
#include <stdio.h>
#define VECI(a, b) ((a) > (b) ? (a) : (b))
int main () {
   int i = 3, j = 4;
   printf("%d\n", VECI(i, j));
   printf("%d\n", VECI(j, i));
   return 0;
}
```



```
...
int main () {
   int i = 3, j = 4;
   printf("%d\n", ((i) > (j) ? (i) : (j)));
   printf("%d\n", ((j) > (i) ? (j) : (i)));
   return 0;
}
```

Macro s parametrima: važna pravila

1. Macro definicija se **mora** nalaziti u jednom retku

```
#define BROJ_PI
   3.14159
```

```
#define BROJ_PI \
      3.14159
```

2. Ako macro koristi operator, staviti cijeli izraz unutar zagrada

```
#define PI2 3.14*3.14
```

```
#define PI2 (3.14*3.14)
```

3. Macro parametar unutar izraza uvijek staviti unutar zagrada

```
#define PROD(a, b) (a*b)
```

```
#define PROD(a, b) ((a)*(b))
```

4. Macro s parametrima ne smije imati prazninu između imena i zagrade kojom započinje "lista argumenata"

```
#define NEG (a) (-(a))
```

```
#define NEG(a) (-(a))
```

Macro s parametrima: važnost zagrada

```
/* ispravna macro definicija */
#define PI2 (3.14*3.14)

/* neispravna macro definicija */
#define PI2 3.14*3.14
```

U kôdu:

```
   x = 1/PI2;
```

prije prevođenja obavit će se zamjena:

```
   x = 1/3.14*3.14;
```

Izračunat će se `(1/3.14)*3.14`

a trebalo se izračunati `1/(3.14*3.14)`

Macro s parametrima: važnost zagrada

```
/* ispravna macro definicija */
#define VECI(a, b) ((a) > (b) ? (a) : (b))

/* neispravna macro definicija */
#define VECI(a, b) (a) > (b) ? (a) : (b)
```

U kôdu:

```
x = 2; y = 3;
z = 2 * VECI(x, y);
```

drugi redak zamijenit će se prije prevođenja u:

```
z = 2 * (x) > (y) ? (x) : (y);
```

Dobit će se ⇨ `2 * 2 > 3 ? 2 : 3` ⇨ `2`

A pravi rezultat trebao je biti: **6**

Macro s parametrima: važnost zagrada

```
/* ispravna macro definicija */
#define PROD(a, b) ((a)*(b))

/* neispravna macro definicija */
#define PROD(a, b) (a*b)
```

U kôdu:

```
    i = 1; j = 3;
    k = PROD(i+1, j);
```

drugi redak zamijenit će se prije prevođenja u:

```
    k = (i+1*j);
```

Dobit će se ⇨ **1 + 1 * 3** ⇨ **4**

A pravi rezultat trebao je biti: **6**

Macro u funkciji **genmat** :

GeneriranjeJedinicneMatriceMacro

```
#define POLJE(i, j) POLJE[(i)*maxstu+(j)]

void genmat(int POLJE[], int n, int maxstu) {
  int i, j;

  for (i = 0; i < n; i++) {
    for (j = 0; j < n; j++) {
      POLJE(i, j) = 0;
    }
    POLJE(i, i) = 1;
  }
}
```

Važnost zagrada (još jednom...)

```
#define POLJE(i,j) POLJE[(i)*maxstu+(j)]



#define POLJE(i,j) POLJE[i*maxstu+j]
...
k = 4; maxstu = 10;
x = POLJE(k+3,2); ⇨
x = POLJE[k+3*maxstu + 2]; ⇨
x = POLJE[4+3*10+2]; ⇨ x = POLJE[36]; /*!!!*/
```

a trebalo bi

```
x = POLJE[72];
```

`typedef` deklaracija

```
typedef postojeci_tip novi_tip;
```

- deklarira sinonim: novo ime tipa s istim značenjem

- npr. ako se stanje računa izražava u lipama (bez decimala)

  ```
  typedef int novac_t;
  novac_t stanjeRacuna;
  novac_t *pstanje = &stanjeRacuna;
  ```

- ako se stanje računa treba početi izražavati u kunama (decimale predstavljaju lipe), dovoljno je promijeniti deklaraciju tipa:

  ```
  typedef float novac_t;
  novac_t stanjeRacuna;
  novac_t *pstanje = &stanjeRacuna;
  ```

`typedef` deklaracija u biblioteci potprograma

- C biblioteka potprograma koristi **`typedef`** za deklariranje tipova koji se razlikuju u različitim implementacijama prevodioca. Npr. funkcija **`strlen`** iz **`<string.h>`** vraća duljinu zadanog znakovnog niza. U nekim prevodiocima duljina se izračunava kao unsigned int, u nekim kao unsigned long int, itd. Da bi prototip funkcije bio jednak kod svih prevodioca, u biblioteci se koristi typedef:

```
typedef unsigned int size_t;
```

ili

```
typedef unsigned long int size_t;
```

ili ...

Prototip funkcije **`strlen`** sada može biti jednak za sve prevodioce:

```
size_t strlen(const char *s);
```

Struktura (zapis)

- Struktura je složeni tip podatka čiji se elementi razlikuju po tipu:

```
struct naziv_strukture {
   tip_elementa_1  ime_elementa_1;
   tip_elementa_2  ime_elementa_2;
  ...
   tip_elementa_n  ime_elementa_n;
};
```

```
struct osoba {
  char jmbg[13+1];
  char prezime[40+1];
  char ime[40+1];
  int visina;
  float tezina;
};
```

- Ovime nije definirana varijabla u koju se može pohraniti konkretan podatak. Struktura je ovime tek deklarirana (opisana).

Definicija varijabli tipa strukture

```
struct naziv_strukture var1, var2, ... , varN;
```

npr.

```
struct osoba o1, o2;
```

- Moguće je istovremeno deklarirati strukturu i definirati varijable:

```
struct tocka {
   int x;
   int y;
} t1, t2, t3;

struct tocka t4;
```

Može i ovako, ali je manje pregledno:

```
struct tocka {
   int x, y;
} t1, t2, t3;
```

Deklaracija strukture bez naziva

- Naziv strukture može se izostaviti ako je potrebno definirati jednu ili više varijabli tipa strukture, a takva struktura se drugdje neće koristiti:

```
struct {
  int dan;
  int mjesec;
  int godina;
} datum;
```

Strukture i `typedef`

- Deklaracija strukture često se koristi zajedno s **`typedef`**

```
typedef struct {
    int x;
    int y;
} tocka;
tocka t1, t2;
```

Postavljanje i korištenje vrijednosti elemenata strukture

structVarijabla.*element* = *vrijednost*;

vrijednost = *structVarijabla*.*element*;

npr.

```
scanf ("%s %s %s %d",
        o1.jmbg, o1.prezime, o1.ime, &o1.visina);
o1.tezina = 75.5;
t1.x = 7; t1.y = 2;
t2.x = 5; t2.y = 3;
udaljenost = sqrt(pow(t1.x - t2.x, 2.) +
                  pow(t1.y - t2.y, 2.));
printf ("Datum = %d.%d.%d\n", datum.dan,
                    datum.mjesec, datum.godina);
```

Složene strukture

- Moguće je definiranje podatkovne strukture proizvoljne složenosti jer pojedini element može također biti **`struct`**:

```
struct student {
    int maticni_broj;
    struct osoba osobni_podaci;
    struct osoba otac;
    struct osoba majka;
};
```

Složene strukture

- Alternativno, korištenjem naredbe **`typedef`**:

```
typedef struct {
  char jmbg[13+1];
  char prezime[40+1];
  char ime[40+1];
  int visina;
  float tezina;
} osoba;

typedef struct {
  int maticni_broj;
  osoba podaci_stud;
  osoba podaci_otac;
  osoba podaci_majka;
} student;
student pero;
pero.podaci_majka.visina = 165;
```

NULL pokazivač

- Primjer: napisati funkciju koja vraća pokazivač na prvi član jednodimenzionalnog cjelobrojnog polja koji je manji od nule

```
int *nadji (int niz[], int n) {
   int i;
   for (i = 0; i < n; i++)
      if (niz[i] < 0) return &niz[i];
   return; /* a ako nema niti jedan < 0 ? */
}
```

- Umjesto nepoznate vrijednosti, funkcija bi trebala vratiti neku vrijednost koju će pozivajući program moći prepoznati.
- u takvim se situacijama koristi **null pokazivač**. Null pokazivač je "pokazivač na ništa".
- u standardnoj biblioteci potprograma definiran je macro NULL

NULL pokazivač

- Primjer: napisati funkciju koja vraća pokazivač na prvi član jednodimenzionalnog cjelobrojnog polja koji je manji od nule. U slučaju da takav član polja ne postoji, funkcija vraća null pokazivač.

```
#include <stdlib.h>
int *nadji (int niz[], int n) {
   int i;
   for (i = 0; i < n; i++)
      if (niz[i] < 0) return &niz[i];
   return NULL;
}

int main () {
   int polje[3] = {1, 3, 5}, *p;
   p = nadji(polje, 3);
   if (p == NULL) printf ("Nema takvog\n");
   else printf("Manji od nule je: %d\n", *p);
   return 0;
}
```