# Výčtový typ, strukturované datové typy

Jitka Kreslíková, Aleš Smrčka

2021

Fakulta informačních technologií
Vysoké učení technické v Brně

IZP – Základy programování

# Výčtový typ, strukturované datové typy

- Specifikátor **typedef**
- Výčtový typ
- Datový typ struktura

# Specifikátor **typedef**

- Klíčové slovo **typedef**
  - Vytvoří nové označení datového typu
  - Zejména pro složité datové typy (struktury, ukazatele na funkce)
  - Zpřehledňuje program
- Specifikátor
  - Specifikuje nové jméno typu
- Operátor ?
  - Ve výrazech, výsledkem je hodnota
  - **typedef NENÍ** operátor 

# Specifikátor **typedef**

- Obecný formát:

***typedef*** *specifikace_typu nový_identifikátor;*

```
// málo používané (a málo vhodné)
typedef int ROCNIK;          typedef int *P_INT;
ROCNIK a,b,c;                P_INT p1,p2,p3;

typedef int POLE[10];
POLE x,y,z;
```

```
// častější použití
typedef double (*FUN)(double, int);
//  FUN je ukazatel na funkci se dvěma parametry
//  (specifikovanými pro předávání hodnotou), která
//  vrací hodnotu typu double
FUN f1,f2;
```

# Specifikátor **typedef**

- Často používán se strukturami

```
typedef struct tosoba
{
   char *jmeno;
   char *prijmeni;
   float vyska;
   float sirka;
} TOsoba;
TOsoba clovek;
clovek.vyska=180.0;
```

- Nový identifikátor lze použít i v jiné specifikaci typedef

```
typedef int rozmer;
typedef rozmer delka;
typedef delka hloubka;
hloubka d;
```

Velmi nepřehledné

! raději nepoužívat !

# Specifikátor **typedef**

- Nevytváří nový datový typ
- Vytváří „zkratku” pro původní datový typ.
- Nový identifikátor
  - Stejná pravidla pro rozsah platnosti jako pro ostatní identifikátory.
  - Lze vytvořit i uvnitř libovolně zanořeného bloku.

# Výčtový typ

- Obecně
  - Sada hodnot vyjmenovaných programátorem (enumerace)
- V jazyce C
  - Typ **enum**
  - Sada pojmenovaných ***celočíselných*** konstant
  - Kompatibilní s celočíselnými typy
  - Typová kontrola vzhledem k číselným typům
    ➔ nemá smysl vytvářet proměnné

# Výčtový typ [C99]

- Syntaxe

*enum-specifier:*
***enum*** *identifier*$_{opt}$ ***{*** *enumerator-list* ***}***
***enum*** *identifier*$_{opt}$ ***{*** *enumerator-list* ***, }***
***enum*** *identifier*

*enumerator-list:*
*enumerator*
*enumerator-list* ***,*** *enumerator*

*enumerator:*
*enumeration-constant*
*enumeration-constant* ***=*** *constant-expression*

# Výčtový typ

- Obecný formát

enum jméno_výčtu {seznam_ položek} seznam_proměnných

```
enum typ_barvy {CERVENA,ZELENA,ZLUTA};
```

```
enum {CERVENA,ZELENA,ZLUTA} mojeBarva;
mojeBarva = ZLUTA; // přiřadí hodnotu 2
```

- Konstanty výčtového typu
  - Hodnoty standardně od nuly
  - Lze přiřadit vlastní hodnoty
  - Jako jiné konstanty

# Výčtový typ

*Příklad*: zobrazení konstanty výčtového typu.

```
enum computer{KLAVESNICE,CPU,OBRAZOVKA,TISKARNA};
enum computer comp = CPU;
printf("%d\n", comp);   // zobrazí 1
```

*Příklad*: výpis řetězcového ekvivalentu výčtové konstanty.

```
enum typ_doprava {AUTO, VLAK, LETADLO, AUTOBUS};
void vypisVozidlo(int vozidlo)
{
  if (vozidlo<AUTO || vozidlo>AUTOBUS) return;
  const char *trans[] =
  {"auto", "vlak", "letadlo", "autobus"};
  printf("%s", trans[vozidlo]);
}
```

# Výčtový typ

- Identifikátory konstant nelze načítat nebo vypisovat pomocí knihovních funkcí

*Příklad*:vstup hodnot výčtového typu.

```
enum numbers {NULA, JEDNA, DVE, TRI} num;
printf("Zadejte cislo: ");
scanf("%d", &num);  // nelze zadat např. JEDNA
```

*Příklad*: hodnotu konstanty lze změnit zadáním explicitní hodnoty při deklaraci.

```
enum typ_barvy {CERVENA,ZELENA=9,ZLUTA} barva;
// ZLUTA bude mít nyní hodnotu 10
```

# Výčtový typ

- Součástí jména typu je i klíčové slovo **enum** (tag)
- Vytváření proměnných nemá příliš smysl

```
enum typ_barvy mojeBarva;
mojeBarva = VLAK; //! toto je v C legální
```

*Příklad*:Konstanty výčtového typu mohou označovat stejné hodnoty.

```
enum krev_skupiny{NULA,A,B,AB,BA=3};
```

hodnota 3

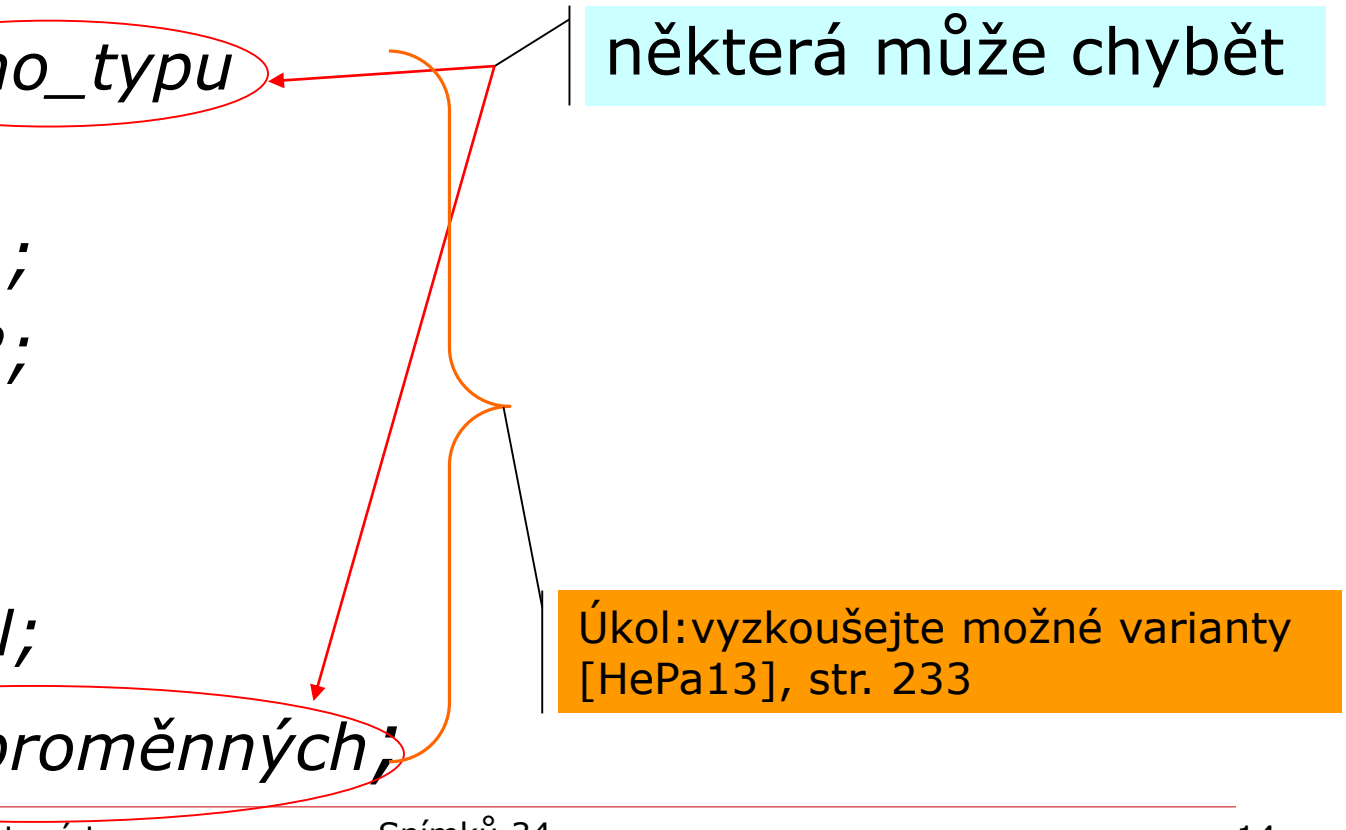
# Datový typ struktura

- Definice struktury
- Kompatibilita struktur
- Inicializace struktur
- Ukazatele na struktury
- Alokace struktury
- Struktura odkazující na sebe
- Struktury a pole
- Vnořené struktury
- Struktury a funkce

# Datový typ struktura

- Heterogenní datový typ
  - Může obsahovat položky různých typů
- Obecný formát:

```
struct jméno_typu
{
  typ prvek1;
  typ prvek2;
  .
  .
  typ prvekN;
} seznam_proměnných;
```



# Definice struktury

*Příklad*: definice proměnných typu struktura.

```
struct osoba {
   int vek;
   int vyska;
   double vaha;
} c1, c2, c3;
```

*Příklad*: součástí jména datového typu v deklaracích proměnných je i klíčové slovo **struct** (tag)**.**

```
struct osoba c4,c5,c6;
osoba c7; // syntaktická chyba!
```

# Definice struktury

*Příklad*: Jinou možností je zavedení nového označení datového typu pomocí **typedef**:

```
typedef struct osoba
{
   int vek;
   int vyska;
   double vaha;
} TOsoba;
```

*Příklad*: deklaraci proměnných *c1,c2,c3* lze pomocí nově zavedeného typu *TOsoba* zapsat takto:

```
TOsoba c1,c2,c3;
```

# Struktury – přístup ke složkám

*Příklad*: přístup k jednotlivým položkám struktury pomocí tečkového operátoru (tečková notace):

```
c1.vek=69;          c1.vyska=182;
c1.vaha=81.4;       c2.vyska=c1.vyska;
```

*Příklad*: pro načtení hodnot do struktury po složkách je možné použít **scanf**():

```
scanf("%d%d%lf", &c3.vek, &c3.vyska, &c3.vaha);
```

*Příklad*: pro tisk hodnot po složkách můžeme použít: **printf**():

```
printf ("vek: %d vyska: %d vaha: %f\n",
        c3.vek, c3.vyska, c3.vaha);
```

# Kompatibilita struktur

- Struktury (typy) se stejnými položkami
  - Nekompatibilní (kvůli zarovnávání)
  - Proměnné těchto různých struktur nelze přiřadit ani přetypovat
  - Nelze zaměnit v parametrech funkcí (jako pole)

*Příklad*: nekompatibilita struktur.

```
typedef struct structa { int a; } Ta;
typedef struct structb { int a; } Tb;
Ta a = {1};    // inicializace
Tb b = a;      // chyba!
Tb b = (Tb)a; // chyba!
```

# Inicializace struktury

*Příklad*: inicializátor je podobný jako u polí, nová norma zavádí vylepšení.

```
TOsoba c4 = {25, 182, 82.5};
// nově podle ISO C99
TOsoba c5 = {.vek=25, .vyska=182, .vaha=82.5};
```

*Příklad*: podobně lze inicializovat i pole struktur:

```
TOsoba studenti[] = {
  {24,185,87.5}, {25,178,82.8},{26,176,78.8}
};

printf("%d\n", studenti[0].vek);
```

# Kopie proměnných

- Proměnné **stejného** typu
  - Lze přiřadit jako celek

*Příklad*: vzájemné přiřazení proměnných typu struktura.

```
c2=c4;
c2=studenti[2];
```

- Provádí se **mělká kopie**
  - Položky – ukazatele – kopíruje se jen adresa
- Hluboká kopie
  - Vše co je za ukazatelem
  - Nutno „ručně” alokovat nový prostor a ručně kopírovat.

# Ukazatele na struktury

*Příklad*: ukazatele na proměnné typu struktura.

```
TOsoba *p_c1=&c1, *p_c2=&c2;
```

- Přístup k položkám přes ukazatel
  - Operátorem -> (lepší)

Přístupový operátor

```
p_c1->vek=69;
p_c1->vyska=182;
p_c1->vaha=81.4;
p_c2->vyska=p_c1->vyska;
```

  - Kombinací * a . (nutno závorkovat)

```
(*p_c1).vek=69;
```

# Alokace struktury

- Při alokaci nezapomínat na **sizeof**!

```
TOsoba *novyClovek=malloc(sizeof(TOsoba));
```

- POZOR na zarovnávání!
  - Součet velikostí položek nemusí být shodný s velikostí celé struktury
  - Zarovnání se používá kvůli efektivnějšímu přístupu k položkám

sizeof(int)+sizeof(int)+sizeof(double)!=sizeof(TOsoba)

# Struktura odkazující sama na sebe

- Identifikátor vytvořený pomocí **typedef**
  - Nelze použít, zatím neexistuje
- Skutečný název typu
  - struct jmeno

```
typedef struct tpolozka
{
   int data;
   struct tpolozka *dalsi;
//   TPolozka *dalsi; -- častá chyba, nelze
} TPolozka;
```

- Využití – seznam, fronta, strom, …

# Pole jako položka struktury

*Příklad*: Definujme proměnné *p1*, *p2* jako strukturu *TPacient* obsahující datové položky *jmeno*, *prijmeni*, *vyska*, *vaha*, *teplota*, charakterizující zdravotní stav pacienta v nemocnici po *100* dní.

```
typedef struct pacient
{
  char *jmeno;
  char *prijmeni;
  double vyska;
  double vaha[100];
  double teplota[100];
} TPacient;
TPacient p1,p2;
```

# Pole jako položka struktury

*Příklad*: zobrazení teploty pacienta 14. den pobytu v nemocnici.

```
// inicializace
...
int den=14;
printf("%s\t %d.den teplota: %f",
        p1.prijmeni,
        den,
        p1.teplota[den-1]);
```

# Pole struktur

```
TPacient pacienti[200];
```

*Příklad*: (po inicializaci) zobrazení příjmení *25.* pacienta a jeho teplota *4*. den pobytu v nemocnici:

```
int pacient=25-1, den=4;
printf("%s %d.den teplota: %f",
       pacienti[pacient].prijmeni,
       den,
       pacienti[pacient].teplota[den-1]);
```

# Vnořená struktura

```
typedef enum mesic {LEDEN=1,UNOR,BREZEN, // atd.
} TMesic;

typedef struct datum_narozeni {
   int den, rok;
   TMesic mes;
} TDatumNarozeni;

typedef struct tstudent {
   char jmeno[30],prijmeni[30];
   TDatumNarozeni datum;
   int rocnik;
} TStudent;
TStudent student;
```

```
student.datum.mes=SRPEN;
```

# Struktury a funkce

- Struktura může být parametrem funkce i návratovou hodnotou (ISO C99)

```
typedef struct tmatrix {
  int rows, cols, **matrix;
} TMatrix;

TMatrix allocMatrix(int rows, int cols)
{
  TMatrix m = { .rows = rows, .cols = cols,
    .matrix = NULL };
  ... //alokace
  return m;
}
```

# Struktury a funkce

*Příklad*: struktura jako parametr funkce.

```
void printMatrix(TMatrix m)
{
  for(int r = 0; r < m.rows; r++)
  {
    for(int s = 0; s < m.cols; s++)
    { printf("%d ", m.matrix[r][s]); }
    printf("\n");
  }
}
```

# Struktury a funkce

- Předávání struktury
  - Hodnotou – neefektivní, raději přes ukazatel

```
int addMatrix(TMatrix *dest,
  const TMatrix *add)
{
  if(dest->rows != add->rows ||
     dest->cols != add->cols)
  {
    return ERR_INCOMPATIBLE;
  }
  ... // výpočet
}
```

# Struktury a funkce

*Příklad*: předávání struktury odkazem.

```
TMatrix m1 = allocMatrix(17, 4);
TMatrix m2 = allocMatrix(17, 4);
... inicializace
addMatrix(&m1, &m2); // musí zde být &
printMatrix(m1);     // zde & být nesmí
```

# Výčtový typ, strukturované datové typy

# Kontrolní otázky

1. K čemu slouží klíčové slovo typedef?
2. K čemu v jazyce C slouží datový typ enum?
3. Co je datový typ struktura?
4. Je následující zápis v pořádku? Proč?

```
typedef balance float;
```

# Úkoly k procvičení

1. Vytvořte výčtový typ obsahující dny v týdnu.
2. Deklarujte strukturu, jež bude obsahovat ukazatel na sebe samu.
3. Deklarujte pole ukazatelů na struktury obsahující údaje o osobách (jméno, rok narození, výšku, váhu). Vhodně využijte specifikátor `typedef`. Vytvořte proměnnou typu pole a naplňte první prvek hodnotou s údaji o své osobě.
4. Vytvořte pole údajů o osobách. U každé osoby je potřeba zaznamenat její jméno, rok narození, výšku a váhu. Vytvořte funkce pro vložení údajů o jedné osobě na zadané místo v poli a inverzní funkci pro získání údajů ze zadané pozice v poli. Vytvořte pole o deseti prvcích a pomocí těchto operací je inicializujte a vypište.