Konstanty I

- možnosti:
  - preprocesor (deklarace) `#define KONSTANTA 10`
  - konstantní proměnná (definice) `const int KONSTANTA = 10;`

- příklad

```
#include <stdio.h>

#define PI 3.141592
#define N 10
#define POZDRAV "ahoj"

int main(int argc, char* argv[])
{
        double R, O;
        int i;
        O = 2 * PI * R;                // O = 2 * 3.141592 * R;
        for(i = 0; i < N; i++)         // for(i = 0; i < 10; i++)
              // neco
        printf(POZDRAV);               // printf("ahoj");
}
```

Datový typ pointer

- obsah (hodnota) = adresa v paměti
- využití – přístup k jiným proměnným
  - pole, řetězce
  - funkce (pointer na funkci, volání odkazem)
  - dynamické proměnné

Deklarace pointeru

- vždy svázán s datovým typem
- syntaxe: `datovy_typ *identifikator`

```
double *pA, *pB;
unsigned char *pCislo1;
```

- Pozor:

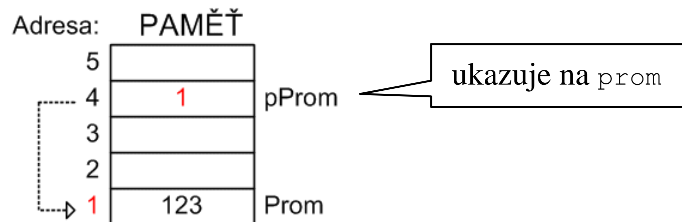
```
double *pA, pB;          // pointer na double, promenna double!!!
```

Referenční operátor &

- vrací adresu proměnné

```
int prom = 123, *pProm;
pProm = &prom;
```

žádná *



- inicializace pointeru v definici

```
int prom = 10, *pProm = &prom;
```

- & lze používat v programu libovolně

```
double prom1, cislo;
double *pProm = &prom1; // pProm ukazuje na Prom1
Cislo = 156*Prom1;      // nejaka operace
pProm = &Cislo;         // pProm nyni ukazuje na cislo
```

Dereferenční operátor *

- vrací hodnotu paměťového místa, na které ukazuje pointer:

```
int prom = 123, *p = &prom, cislo;
cislo = *p + 10;              // cislo = 123 + 10
*p = 58;                      // prom = 58
printf("prom = %d", *p);      // tisk prom
```

- významy *: násobení, dereference, definice proměnné typu pointer

Poznámky:

- vysvětlení scanf()
  - hlavička

    argument typu adresa

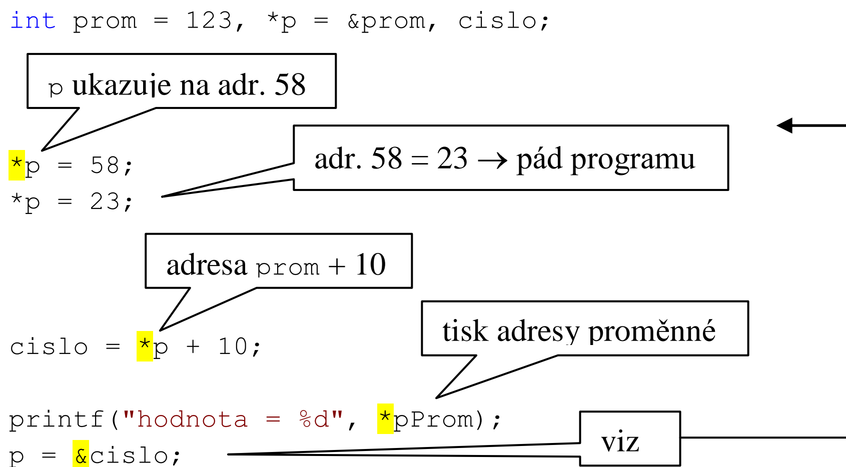
    ```
    scanf("format", *promenna)
    ```

  - volání

    adresa prom

    ```
    int prom;
    scanf("%d", &prom)
    ```

- Důsledky chyb (vynecháno):




```
int prom = 123, *p = &prom, cislo;

*p = 58;
*p = 23;

cislo = *p + 10;

printf("hodnota = %d", *pProm);
p = &cislo;
```

- nemíchat proměnné, pointery různých datových typů (typová konverze)

```
int *pProm;
double Cislo;
pProm = &Cislo;   // Chyba (warning prekladace)
```

Práce s datovým typem pointer na …

- příklady formálního zápisu

	„normální" dat. typ	pointer
definice proměnné	`int prom`	`int *pointer`
přetypování	`(char)prom`	`(char *)pointer`
`sizeof`	`sizeof(int)`	`sizeof(int *)`
návratová hod. funkce	`int Funkce(...`	`int * Funkce(...`

- velikost pointeru vs. datového typu

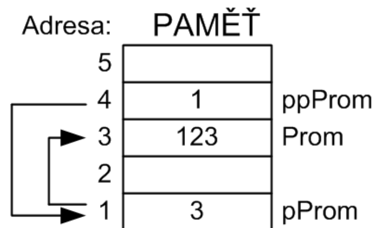
	Win32, Linux (32b CPU, AS)	AVR (8b CPU, 16b AS)
`sizeof(char)`	1	1
`sizeof(int)`	4	2
`sizeof(double)`	8	8
`sizeof(char *)`	4	2
`sizeof(int *)`	4	2
`sizeof(double *)`	4	2

Nulový pointer

- konstanta `NULL` (obvykle `#define NULL 0`)
- `NULL` pointer = „neukazuje nikam"
- lze přiřadit všem typům pointerů

Pointer na pointer

- princip



- použití

```
int prom;
int *pProm;
int **ppProm;

pProm = &prom;            // ukazuje na prom
ppProm = &pProm;          // take ukazuje na prom

scanf("%d", *ppProm);     // nacte do prom
printf("%d", **ppProm); // vytiskne prom
pProm = NULL;             // neukazuji nikam
ppProm = NULL;
```

- dereferencování pointeru:
  - `ppProm` ⟶ pointer na pointer na `int`
  - `*ppProm` ⟶ pointer na `int`
  - `**ppProm` ⟶ proměnná typu `int`

Pointerová aritmetika

- dále předpoklad: 32 b platforma (`sizeof(int)` → 4, `sizeof(int *)` → 4), adresace po B
- definované matematické operace s pointerem:
  - součet pointeru a celého čísla: `+` (bin), `++`
  - rozdíl pointeru a celého čísla: `-` (bin), `--`
  - rozdíl dvou pointerů (součet nelze!!!)
  - porovnání pointerů: `>` `>=` `==` `!=` `<` `<=`
- pouze teoretické úvahy, v praxi používat jen u polí (viz dále)
- přičítání a odečítání celého čísla k pointeru

```
#define K hodnota
TYP *pointer;
```

posun o K paměťových míst nahoru

  - platí

```
pointer + K ↔ (int)pointer + K*sizeof(TYP)
pointer - K ↔ (int)pointer - K*sizeof(TYP)
```

  - příklady:

```
int *pInt = 100;          // POZOR, jen teoreticky
double *pDouble = 200;    // POZOR, jen teoreticky

// dále předpoklad:
// sizeof(int) = 4
// sizeof(double) = 8

pInt++;                   // pInt bude 104
pDouble = pDouble - 10;   // pDouble bude 120 = 200-10*8
```

  - velmi časté použití
- rozdíl dvou pointerů
  - výsledek → celé číslo ("o kolik prvků se pointery liší")

Datový typ pole

1D pole

Definice

```
datovy_typ identifikator[pocet_prvku];
```

musí být známo v době překladu

  - Příklady:

```
double teplota[7];
unsigned int mojePole[10000];
```

- statické pole – počet prvků nelze během práce programu měnit

Inicializace

```
double teplota[7] = {1, 2, -5.35, 0.1245, 4, 43, -11};
```

- neinicializované pole → prvky nedefinovaná hodnota
- pokud:
  - počet inicializací > počet prvků → Error překladače
  - počet inicializací < počet prvků → překladač zbývající prvky inicializuje na `0` (`0.0`)

```
double pole[3] = {0};    // {0.0, 0.0, 0.0}
int pole[4] = {1, 2};    // {1, 2, 0, 0}
```

- automatické určení rozměrů překladačem

```
int pole[] = {1, 2, 3, 4};
```

Práce

- s prvky – prostřednictvím indexů

```
int teplota[7];
printf("%d", teplota[3]);
teplota[2*k+1] = 10;
```

výraz / paměťové místo typu `int`

  - indexy 0, 1, ... , `pocet_prvku` – 1

- meze nekontrolovány (hrozí přetečení nebo podtečení indexů) = možný pád programu

- pole v sobě nenese informaci o své délce
- příklad

```
#define POCET_PRVKU 7
double teplota[POCET_PRVKU];
int i;
for(i = 0; i < POCET_PRVKU; i++) {
      printf("Zadej T pro %d.den: ", i+1);
      scanf("%lf", &teplota[i]);
}
for(i=0; i < POCET_PRVKU; i++) {
      printf("teplota[%d] = %lf\n", i+1, teplota[i]);
}
```

Vícerozměrná pole

- = jednorozměrné pole, jehož prvky jsou pole…

Definice

```
datovy_typ id[pocetPrvku1][pocetPrvku2][pocetPrvku3]...;
```

- např. `int pole[4][5];`

Inicializace

```
int Pole[2][3] = {{11,12,13}, {21,22,23}};
```

Práce

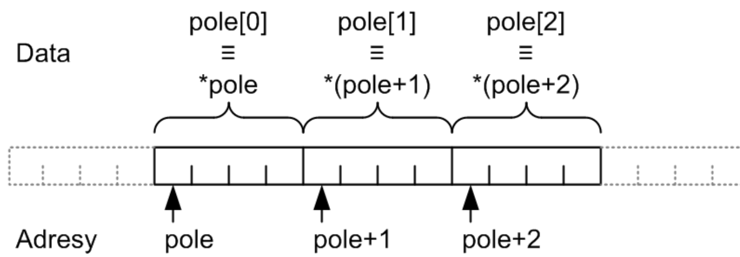
- Příklad: Součet dvou matic

```
#define M 3
#define N 2
int A[M][N] = {{11,12}, {21,22}, {31,32}};
int B[M][N] = {{11,12}, {21,22}, {31,32}};
int i, j, C[M][N];
for(i = 0; i < M; i++)
{
   for(j = 0; j < N; j++)
   {
      C[i][j] = A[i][j] + B[i][j];
   }
}
```

Uložení pole v paměti a pointerová aritmetika

1D pole

```
int pole[3];
```



skutečná adresa v paměti

Locals

Name	Value	Type
pole	0x0012ff58	int [3]
[0]	-858993460	int
[1]	-858993460	int
[2]	-858993460	int

- Pro adresy platí:

```
pole == pole+0 == &pole[0]
pole+i == &pole[i]
```

- přístup k prvkům pole
  - přes indexy: `pole[i]`
  - pointery: `*(pole + i)`

rozumné využití pointerové aritmetiky

- pointer typu pole je konstantní → nelze jej změnit (fyzicky neexistuje)
- Q1: Je následující kód OK?

```
int *pInt;
int pole[3];
pInt = pole;
pInt[2] = 999;
```

výraz typu `int *`

- Q2: Je následující kód OK?

```
int *pInt;
int pole[3];
pole = pInt;
```

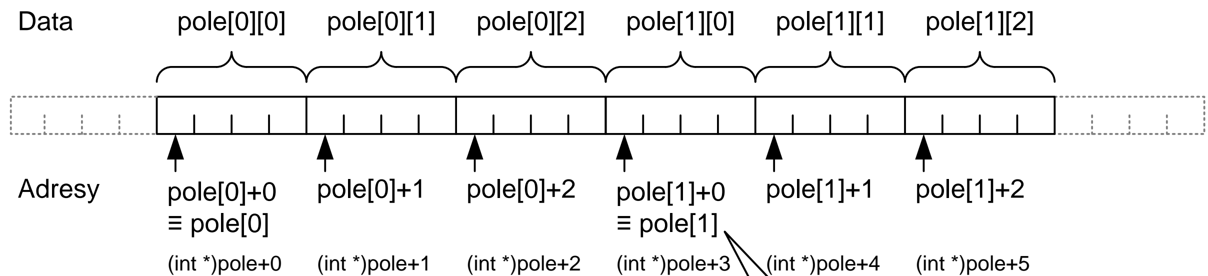
- Příklad: vynulování pole přes pointery

```
#define N 3
int pole[N] = {10,10,10};
int *p = pole;
while (p < (pole + N))
    *p++ = 0;
```

Vícerozměrná pole

- v paměti po řádcích za sebou:

```
int pole[2][3];
```



Locals

Name	Value	Type
Pole	0x0012ff4c	int [2][3]
[0]	0x0012ff4c	int [3]
[0]	11	int
[1]	12	int
[2]	13	int
[1]	0x0012ff58	int [3]
[0]	21	int
[1]	22	int
[2]	23	int

pointer na řádek

- příklady přístupu do pole:

```
int pole[2][3] = {0};
int *pPole;

pole[0][1] = 10;            // pres indexy
*(*(pole + 1) + 2) = 15;    // pole[1][2]
*(pole[1]+1) = 64;          // pole[1][1]
// dukaz radkoveho usporadani
pPole = pole;               // compiler warning
*(pPole+3) = -88;           // pole[1][0] - nedělat
```