

# Základy programování v C

Jan Faigl

Katedra počítačů  
Fakulta elektrotechnická  
České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 01

**B0B36PRP – Procedurální programování**

## Část I

### Organizace předmětu

## Přehled témat

- Část 1 – Organizace předmětu
  - Cíle předmětu
  - Prostředky dosažení cílů PRP
  - Hodnocení předmětu a zkouška
- Část 2 – Základy programování v C
  - Program v C
  - Proměnné a jejich hodnoty
  - Základní číselné typy
  - Výrazy a operátory
  - Formátovaný vstup a výstup

*S. G. Kochan: kapitoly 2, 3*

- Část 3 – Zadání 1. domácího úkolu (HW01)

## Předmět a přednášející

### B0B36PRP – Procedurální programování

- Webové stránky předmětu  
<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp>
- Odevzdávání domácích úkolů  
<https://cw.felk.cvut.cz/upload>
- Přednášející:
  - doc. Ing. **Jan Faigl**, Ph.D.
    - Katedra počítačů – <http://cs.fel.cvut.cz>
    - Centrum umělé inteligence – Artificial Intelligence Center (AIC)  
<http://aic.fel.cvut.cz>
    - Centrum robotiky a autonomních systémů  
Center for Robotics and Autonomous Systems – CRAS  
<http://robotics.fel.cvut.cz>
    - Laboratoř výpočetní robotiky (Computational Robotics Laboratory)  
<http://comrob.fel.cvut.cz>



## Cíle předmětu

- **Osvojit si** pohled na výpočetní prostředky jako „počítačový vědec“ a naučit se je efektivně používat *Computer scientist*
  - Formulovat problém a jeho řešení počítačovým programem
  - Získat povědomí jaké problémy lze výpočetně řešit
- **Získat zkušenost** s programováním *získání vlastní zkušenosti*
  - Programování v C *cvičení, domácí úkoly, zkouška*
- **Osvojit si** schopnost číst, psát a porozumět malým programům
- **Získat** programovací návyky jak psát
  - srozumitelné a přehledné zdrojové kódy;
  - opakovaně použitelné programy.

## Test pochopení principu přiřazení

- Zápis programu pro přiřazení hodnot do proměnných  $a$  a  $b$  a následně přiřazení proměnné  $b$  do  $a$ .

### Přiřazení hodnoty proměnné

```
1 int a = 10;
2 int b = 20;
3
4 a = b;
```

- Jaké jsou hodnoty proměnných  $a$  a  $b$ ?

a.  $a = 20$ ,  $b = 0$ f.  $a = 30$ ,  $b = 0$ b.  $a = 20$ ,  $b = 20$ g.  $a = 10$ ,  $b = 30$ c.  $a = 0$ ,  $b = 10$ h.  $a = 0$ ,  $b = 30$ d.  $a = 10$ ,  $b = 10$ i.  $a = 10$ ,  $b = 20$ e.  $a = 30$ ,  $b = 20$ j.  $a = 20$ ,  $b = 10$ 

## Výuka programování

„Separating Programming Sheep from Non-Programming Goats“

<http://blog.codinghorror.com/separating-programming-sheep-from-non-programming-goats>

<http://www.eis.mdx.ac.uk/research/PhDArea/saeed/paper1.pdf>

- Efektivní metody výuky programování se hledají již od dob prvních počítačů *tj. přes více než 50 let*
- Přesto se zdá, že je každý základní kurz programování obtížný a 30% až 60% studentů jej na poprvé nezvládne *V PRP očekáváme průchodnost výrazně vyšší.*
- Základní koncept je pochopení principu přiřazení hodnoty proměnné

## Uživatelé počítačů

„Uživatel“

- Spouštěč programů
- Zadává vstup

*Píše, kliká, dotýká se*

- Čeká na výstup
- Čte výstup

- **Relativně omezená množina vstupů**

*Pouze to co je dovoleno*

- **Omezen povrchovou znalostí**

*Toho co je mu dovoleno vidět*

„Programátor“

- Spouští programy
- Dává počítači příkazy

*Řadí je do posloupnosti*

- Vytváří nové programy
- Kombinuje příkazy

- **Rozmanitější možnosti použití**

*Omezen pouze limity počítače*

- **Chápe a rozumí principům**

**Rychle se učí nové technologie!**

## Způsob reprezentace znalostí

- Z hlediska výpočtu můžeme rozlišit dva základní typy znalostí  
*Způsoby popisu problému*

### Deklarativní

- Tvzení popisující stav
- Axiomatické
- Umožňuje jednoduše ověřovat (testovat) pravdivost tvrzení
- Neposkytuje návod jak hodnotu vypočítat

Příklad:

$$\sqrt{x} = y, y^2 = x, x \geq 0, y \geq 0$$

### Imperativní

- Popis jak něco vypočítat
- Posloupnost výpočtu
- Test jak ovlivnit průběh výpočtu

Příklad:

1. If  $y^2 \approx x$

2. Then

**return** y

3. Else

$$y \leftarrow \frac{y + \frac{x}{y}}{2}$$

Go to Step 1

## Organizace a hodnocení předmětu

- B0B36PRP – Procedurální programování
- Rozsah: 2p+2c; Zakončení: Z,ZK; Kredity: 6;  
*Z – zápočet, ZK – zkouška*

- Průběžná práce v semestru – domácí úkoly a test
- Implementační a případně ústní zkouška  
*Schopnost samostatné práce na počítačích v učebnách*

- Docházka na cvičení a odevzdání domácích úloh  
*Samostatná práce*
- **Supervize práce v počítačové učebně**

- Pátek od 11:00 až 14:15 místnost T2:H1-131 (7.10.-11.11.2016)  
*Pro osvojení si základních návyků používání počítačů v učebně a řešení programovacích úloh*

- „Alternativní“ absolvování předmětu pro velmi zkušené  
*Předmět A4B36ACM*

## Program je „recept“


- Program je „recept“ – posloupnost kroků (výpočtů) popisující průběh řešení problému
- Programování je schopnost samostatně
  - tvořit programy
  - dekomponovat úlohy na menší celky
  - sestavovat z dílčích částí větší programy řešící komplexní úlohu

B0B36PRP – je příležitostí, jak se těmto schopnostem naučit

## Zdroje a literatura

### ■ Knihy (učebnice)

„Programming in C“ (Kochan, 2014) nebo „Učebnice jazyka C“ (Herout, 2015)

-  Programming in C, 4th Edition, Stephen G. Kochan, Addison-Wesley, 2014, ISBN 978-0321776419




*Základní učební text*

-  Učebnice jazyka C, VI. vydání, Pavel Herout, KOPP, 2010, ISBN 978-80-7232-406-4




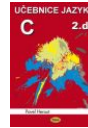
- Přednášky – podpora učebního textu, slidy, poznámky a především **vlastní poznámky** *Součástí přednášek jsou také zdrojové kódy s příklady!*
- Cvičení – získání praktických dovedností řešením domácích úkolů a dalších úloh  
*programovat, programovat, programovat*


## Další učebnice jazyka C

 **The C Programming Language, 2nd Edition (ANSI C)**, *Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie*, Prentice Hall, 1988 (1st edition – 1978)



 **Učebnice jazyka C – 2. díl, IV. vydání**, *Pavel Herout*, KOPP, 2008, ISBN 978-80-7232-367-8



 **C Programming: A Modern Approach, 2nd Edition**, *K. N. King*, W. W. Norton & Company, 2008, ISBN 860-1406428577



 **21st Century C: C Tips from the New School**, *Ben Klemens*, O'Reilly Media, 2012, ISBN 978-1449327149



## Přednášky – zimní semestr (ZS) akademického roku 2016/2017

### ■ Harmonogram akademického roku 2016/2017

<http://www.fel.cvut.cz/cz/education/harmonogram1617.html>

### ■ Přednášky:

- Dejvice, místnost T2:D2-256, úterý, 11:00–12:30
- Dejvice, místnost T2:D3-309, středa, 16:15–17:45

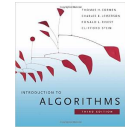
### ■ 14 výukových týdnů

13 přednášek

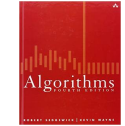
### ■ Středa 16.11.2016 výuka jako pátek


## Další zdroje

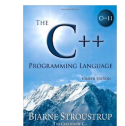
 **Introduction to Algorithms, 3rd Edition**, *Cormen, Leiserson, Rivest, and Stein*, The MIT Press, 2009, ISBN 978-0262033848



 **Algorithms, 4th Edition**, *Robert Sedgewick, Kevin Wayne*, Addison-Wesley, 2011, ISBN 978-0321573513



 **The C++ Programming Language, 4th Edition (C++11)**, *Bjarne Stroustrup*, Addison-Wesley, 2013, ISBN 978-0321563842



## Cvičící

■ Ing. **Petr Váňa**  
Vedoucí cvičení programu  
Otevřená informatika (OI)



■ Ing. **Martin Mudroch, Ph.D.**  
Vedoucí cvičení programu  
Elektronika a komunikace (EK)



■ Ing. **Petr Čížek**



■ Ing. **Stanislav Vítek, Ph.D.**  
Vedoucí cvičení programu  
Elektrotechnika, energetika a management (EEM)



■ Ing. **Daniel Fišer**



■ Ing. **Martin Bloch, CSc.**



■ Ing. **Karel Jalovec**



■ Ing. **Ondřej Nentvich**



■ Ing. **Martin Svatoš**



## Řešení problémů související s PRP

- Obracejte se na svého cvičícího dle cvičení, na které chodíte (jste přihlášení)
- Komunikovat můžete elektronickou poštou (e-mail)
  - Pište ze své **fakultní adresy** (odesílatel)
  - **Do předmětu zprávy uvádějte zkratku předmětu PRP**
  - Kopii zprávy (Cc) posílejte též příslušnému vedoucímu cvičení (dle studijního programu)
  - V případě zásadních problémů (např. týkajících se zápočtu) uvádějte do Cc též přednášejícího

## Služby akademické sítě – FEL, ČVUT

- <http://www.fel.cvut.cz/cz/user-info/index.html>
- Diskové úložiště ownCloud – <https://owncloud.cesnet.cz>
- Zasílání velkých souborů – <https://filesender.cesnet.cz>
- Rozvrh a termíny – FEL Portal – <https://portal.fel.cvut.cz>
- FEL Google Account – autentizovaný přístup do Google Apps for Education  
Více viz <http://google-apps.fel.cvut.cz/>
- Gitlab FEL – <https://gitlab.fel.cvut.cz/>
- Přístup k informačním zdrojům (IEEE Xplore, ACM, Science Direct, Springer Link) <https://dialog.cvut.cz>
- Akademické a kampusové licence <https://download.cvut.cz>
- Národní Gridová Infrastruktura MetaCentrum  
<http://www.metacentrum.cz/cs/index.html>

## Počítačové laboratoře

- Síťové bootování a síťové domovské adresáře (NFS v4)  
*Přenos a synchronizace souborů – ownCloud, SSH, FTP, USB*
- Vývoj v C:
  - Překladače **gcc** a **clang**  
<https://gcc.gnu.org> a <http://clang.llvm.org>
  - Sestavení projektu nástrojem **make** (GNU make)  
*Ukážeme si později na přednáškách a cvičení*
  - Textový editor – gedit, atom, sublime, **vim**  
<https://atom.io/>, <http://www.sublimetext.com/>  
<http://www.root.cz/clanky/textovy-editor-vim-jako-ide>
  - C/C++ vývojová prostředí – **WARNING: Do Not Use An IDE**  
<http://c.learncodethehardway.org/book/ex0.html>
    - Code::Blocks, CodeLite  
<http://www.codeblocks.org>, <http://codelite.org>
    - NetBeans 8.0 (C/C++), Eclipse-CDT
    - CLion – <https://www.jetbrains.com/clion>
- Odevzdávání domácích úkolů – Upload system  
<https://cw.felk.cvut.cz/upload>

## Domácí úkoly a další úlohy

- Samostatná práce s cílem osvojit si praktické zkušenosti
- Jednotné zadání na přednášce a jednotný termín odevzdání
- Odevzdání domácích úkolů prostřednictvím Upload system  
<https://cw.felk.cvut.cz/upload>
  - Nahrání (upload) archivu s nezbytnými zdrojovými soubory
  - Ověření správnosti implementace automatickými testy
  - Penalizace za překročení počtu uploadů  
**Odevzdávejte funkční kódy, nikoliv „pouze“ kódy, které projdou testy**
  - Detekce plagiátů  
*Cílem řešení úkolů je získat vlastní zkušenost*
- Úkoly jsou jednoduché a navrhované tak, aby byly stihnutelné
- Klíčem k úspěšnému dokončení předmětu je samostatná práce a osvojení si technik a znalostí  
*Průběžná práce a řešení úkolů*
- Pokud něčemu nerozumíte, **ptejte se!**  
*Pokud chybujete, tak se učíte, pokud nechybujete, tak už to umíte!*

## Přehled domácích úkolů

- Domácí úkoly s povinným, **volitelným**, případně bonusovým zadáním

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp/hw/start>

- HW 00 - První program *Testovací úkol za 1 bod*
- HW 01 - Načítání vstupu, výpočet a výstup
- HW 02 - První cyklus
- HW 03 - Kreslení (ASCII art)
- HW 04 - Prvočíselný rozklad
- HW 05 - Maticové počty
- HW 06 - Caesarova šifra
- HW 07 - Lámání hesla
- HW 08 - Kruhová fronta v poli
- HW 09 - Načítání a ukládání grafu
- HW 10 - Integrace načítání grafu a prioritní fronta v úloze hledání nejkratších cest *HW 09 + 11. přednáška, soutěž na extra body*

- Podmínkou zápočtu je úspěšné odevzdání všech domácích úkolů

- Odevzdání **volitelného zadání je doporučeno** (není částečné odevzdání)

Celkové body za povinné zadání **35b**, volitelné zadání **25b**, bonusové **10b+**

## Klasifikace předmětu

Klasifikace	Bodové rozmezí	Hodnocení	Slovní hodnocení
A	≥ 90	1	výborně
B	80–89	1,5	velmi dobře
C	70–79	2	dobře
D	60–69	2,5	uspokojivě
E	50–59	3	dostatečně
F	< 50	4	nedostatečně

- Očekávané výsledky

- Včasné odevzdáním všech domácích úkolů s povinným a volitelným zadáním (**60 bodů**)
- Test v semestru (**10 bodů**)
- Písemná zkouška (**20 bodů**)
- Implementační zkouška (**10 bodů**)
- 95 bodů** a více (A – výborně) – s menším zaváháním
- 76 bodů** (C – dobře) – při 20% ztrátě

*76 a více bodů představuje solidní základ pro budování programátorských dovedností.*

## Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů (povinné + volitelné)	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly	60	30
Test v semestru	10	0
<b>Písemný zkuškový test</b>	20	10
Implementační zkouška	10	0
<b>Součet</b>	<b>100 bodů</b>	<b>40 bodů je F!</b>

- Pro zápočet je minimální počet bodů ze semestru **30**
- Předmět lze úspěšně ukončit **zápočtem a zkouškou**
- Získání **zápočtu** je podmíněno odevzdáním všech domácích úkolů  
**Nejpozději 15.1.2017 ve 23:59 CET!**

## Přehled přednášek

- 01 - Informace o předmětu, Základy programování v C  
*S. G. Kochan: kapitoly 2 a 3*
- 02 - Zápis programu v C a základní řídicí struktury  
*S. G. Kochan: kapitoly 3, 4, 5 a část 6*
- 03 - Řídicí struktury, výrazy a funkce  
*S. G. Kochan: kapitoly 4, 5, 6 a 12*
- 04 - Pole, ukazatel, textový řetězec, vstup a výstup programu  
*S. G. Kochan: kapitoly 7, 10 a 11*
- 05 - Ukazatele, paměťové třídy a volání funkcí  
*S. G. Kochan: kapitoly 8 a 11*
- 06 - Struktury a uniony, přesnost výpočtů a vnitřní reprezentace číselných typů  
*S. G. Kochan: kapitoly 9, 14, 17 a Appendix B*
- x67 - Přednáška na vyzvané téma (7. výukový týden, pouze úterý)
- 07 - Standardní knihovny C. Rekurze. (**Základní vlastnosti jazyka C probrány.**)  
*S. G. Kochan: kapitola 16 a Appendix B*
- 08 - Spojové struktury
- 09 - Stromy
- 10 - Abstraktní datový typ (ADT) - zásobník, fronta, prioritní fronta
- 11 - Prioritní fronta, halda. Příklad použití při hledání nejkratší cesty v grafu
- 12 - *Systémy pro správu verzí*
- 13 - *Rozdíly C a C++*



## Část II

### Část 2 – Základy programování v C

#### Zápis programu

- Zdrojový kód programu v jazyce C se zapisuje do textových souborů
  - Zdrojové soubory zpravidla pojmenované s koncovkou `.c`
  - Hlavičkové soubory s koncovkou `.h`
- Kompilací zdrojových souborů překladačem do binární podoby vznikají objektové soubory `.o`
- Z objektových souborů se sestavuje výsledný program
- Příklad zápisu jednoduchého programu:

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     printf("I like BOB36PRP!\n");
6
7     return 0;
8 }
```

lec01/program.c

#### Jazyk C

- Nízko-úrovňový programovací jazyk
- Systémový programovací jazyk (operační systém)
  - Jazyk pro vestavné (embedded) systémy — MCU, křížová (cross) kompilace*
- Téměř vše nechává na uživateli (programátorovi)
  - Inicializace proměnných, uvolňování dynamické paměti*
- Má blízko k využití hardwarových zdrojů výpočetního systému
  - Přímé volání služeb OS, přímý zápis do registrů a portů.*
- Klíčové pro správné fungování programu je zacházení s pamětí

*Cílem kurzu PRP je naučit se základním principům, které lze následně generalizovat též pro jiné programovací jazyky. Pochopení těchto principů je klíčem k efektivnímu psaní efektivních programů.*

#### Je výhodné mít překlad programu plně pod kontrolou.

*Přestože to může z počátku vypadat složitě, jsou základní principy relativně jednoduché. I proto je výhodné používat základní nástroje pro překlad programů a po jejich osvojení využít komplexnější vývojové prostředí.*

#### Překlad (kompilace) a spuštění programu

- Zdrojový soubor `program.c` přeložíme do spustitelné podoby kompilátorem např. `clang` nebo `gcc`
  - `clang program.c`
- Vznikne soubor `a.out`, který můžeme spustit např.
  - `./a.out`
  - Alternativně pouze jako `a.out` pokud je aktuální pracovní adresář nastaven v prohledávané cestě spustitelných souborů*
- Program po spuštění vypíše text uvedený jako argument `printf()`
  - `./a.out`
  - I like BOB36PRP!
- Pokud nechce psát `./a.out` ale raději jen `a.out` lze přidat aktuální pracovní adresář do cest(y) definované proměnnou prostředí `PATH`
  - `export PATH="$PATH: 'pwd'`
  - Pracovních adresářů můžete mít více—používejte obezřetně.*
- Příkaz `pwd` vytiskne aktuální pracovní adresář, více viz `man pwd`

**Ano jde to, ale není dobrý nápad to používat!**

## Struktura zdrojového souboru

- Komentovaný zdrojový soubor program.c

```

1 /* komentar zapisujeme do dvojice vyhrazenych znaku */
2 // Nebo v C11 jako jednoradkovy
3 #include <stdio.h> /* vlozeni hlavickoveho souboru
   standardni knihovny stdio.h */
4
5 int main(void) // zjednodusena deklarace
6 { // hlavni funkce program main()
7     printf("I like BOB36PRP!\n"); /* volani funkce
   printf() z knihovny stdio.h pro tisk textoveho
   retezce na standardni vystup. Znak \n definuje novy
   radek (odradkovani). */
8
9     return 0; /* ukonceni funkce a predani navratove
   hodnoty 0 operacnimu systemu */
10 }
```

## Překlad a sestavení programu

- Uvedený příklad slučuje jednotlivé kroky překladu a sestavení programu do volání jediného příkazu (clang nebo gcc). Překlad se však skládá ze tří částí, které lze provést individuálně

1. Textové předzpracování **preprocesorem**, který má vlastní makro jazyk (příkazy uvozeny znakem #)

*Všechny odkazované hlavičkové soubory se vloží do jediného zdrojového souboru*

2. Vlastní překlad zdrojového souboru do objektového souboru

*Zpravidla jsou jména souborů zakončena příponou .o*

**clang -c program.c -o program.o**

*Příkaz kombinuje volání preprocesoru a kompilátoru.*

3. Spustitelný soubor se sestaví z příslušných dílčích objektových souborů a odkazovaných knihoven, tzv. „linkováním“ (**linker**), např.

**clang program.o -o program**

## Zdrojové soubory

### Proč psát do dvou nebo více souborů?

- Rozdělení na zdrojové a hlavičkové soubory umožňuje rozlišit deklaraci a definici, především však podporuje

- **Organizaci** zdrojových kódů v adresářové struktuře souborů
- **Modularitu**

- Hlavičkový soubor obsahuje popis co modul nabízí
- Popis (seznam) funkcí a jejich parametrů bez konkrétní implementace

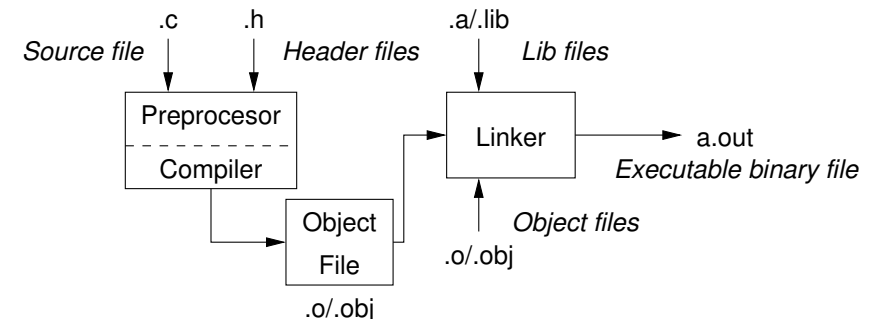
- **Znovupoužitelnost**

- Pro využití binární knihovny potřebuje znát její „rozhraní“, které je deklarované v hlavičkovém souboru

*Zatím nemusí být výhody zřejmé, ale budou. V úloze HW 10!*

## Schema překladu a sestavení programu

- Vývoj programu se skládá z editace zdrojových souborů (.c a .h);  
*Lidsky čitelných*
- kompilace dílčích zdrojových souborů (.c) do objektových souborů (.o nebo .obj) ;  
*Strojově čitelných*
- linkování přeložených souborů do spustitelného programu;
- spouštění a ladění aplikace a opětovné editace zdrojových souborů.





## Části překladače a sestavení programu

- **preprocesor** – umožňuje definovat makra a tím přizpůsobit překlad aplikace kompilačnímu prostředí  
*Výstupem je textový („zdrojový“) soubor.*
- **compiler** – Překládá zdrojový (textový) soubor do strojově čitelné (a spustitelné) podoby  
*Nativní (strojový) kód platformy, bytecode, případně assembler*
- **linker** – sestavuje program z objektových souborů do podoby výsledné aplikace  
*Stále může odkazovat na knihovní funkce (dynamické knihovny linkované při spuštění programu), může též obsahovat volání OS (knihovny).*
- Dílčí části **preprocesor**, **compiler**, **linker** jsou zpravidla „jediný“ program, který se volá s příslušnými parametry

## Příklad součtu dvou hodnot

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     int sum; /* definice lokální proměnné typu int */
6
7     sum = 100 + 43; /* hodnota výrazu se uloží do sum */
8     printf("The sum of 100 and 43 is %i\n", sum);
9     /* %i formátovací příkaz pro tisk celého čísla */
10    return 0;
11 }
```

- Proměnná `sum` typu `int` reprezentuje celé číslo, jehož hodnota je uložena v paměti
- `sum` je námi zvolené symbolické jméno místa v paměti, kde je uložena celočíselná hodnota (typu `int`)

## Překladače jazyka C

- V rámci předmětu PRP budeme používat především překladače z rodiny:

- **gcc** – GNU Compiler Collection

<https://gcc.gnu.org>

- **clang** – C language family frontend for LLVM

<http://clang.llvm.org>

Pro win\* platformy pak odvozená prostředí [cygwin](https://www.cygwin.com/) <https://www.cygwin.com/> nebo [MinGW](http://www.mingw.org/) <http://www.mingw.org/>

- Základní použití (přepínače a argumenty) je u obou překladačů stejné

*clang je kompatibilní s gcc*

- Příklad použití

- compile: `gcc -c program.c -o program.o`
- link: `gcc program.o -o program`

## Příklad součtu hodnot dvou proměnných

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     int var1;
6     int var2 = 10; /* inicializace hodnoty proměnné */
7     int sum;
8
9     var1 = 13;
10
11    sum = var1 + var2;
12
13    printf("The sum of %i and %i is %i\n", var1, var2, sum);
14
15    return 0;
16 }
```

- Proměnné `var1`, `var2` a `sum` reprezentují tři různá místa v paměti (automaticky přidělené), ve kterých jsou uloženy tři celočíselné hodnoty

## Základní číselné typy

### ■ Celočíselné typy – `int`, `long`, `short`, `char`

`char` – celé číslo v rozsahu jednoho bajtu nebo také znak

- Velikost paměti alokované příslušnou (celo)číselnou proměnnou se může lišit dle architektury počítače nebo překladače

*Typ `int` má zpravidla velikost 4 bajty a to i na 64-bitových systémech*

- Aktuální velikost paměťové reprezentace lze zjistit operátorem `sizeof()`, kde argumentem je jméno typu nebo proměnné.

```
int i;
printf("%lu\n", sizeof(int));
printf("ui size: %lu\n", sizeof(i));
```

`lec01/types.c`

### ■ Neceločíselné typy – `float`, `double`

*Jsou dané implementací, většinou dle standardu IEEE-754-1985*

- `float` – 32-bit IEEE 754
- `double` – 64-bit IEEE 754

[http://www.tutorialspoint.com/cprogramming/c\\_data\\_types.htm](http://www.tutorialspoint.com/cprogramming/c_data_types.htm)

## Znak – `char`

- Znak je typ `char`
- Znak reprezentuje celé číslo (byte)

*Kódování znaků (grafických symbolů), např. ASCII – American Standard Code for Information Interchange.*

- Hodnotu znaku lze zapsat jako tzv. znakovou konstantu, např. `'a'`.

```
1 char c = 'a';
2
3 printf("The value is %i or as char '%c'\n", c, c);
```

`lec01/char.c`

```
clang char.c && ./a.out
The value is 97 or as char 'a'
```

- Pro řízení výstupních zařízení jsou definovány řídicí znaky

*Tzv. [escape sequences](#)*

- `\t` – tabulátor (tabular), `\n` – nový řádek (newline),
- `\a` – pípnutí (beep), `\b` – backspace, `\r` – carriage return,
- `\f` – form feed, `\v` – vertical space

## Znaménkové a neznaménkové celočíselné typy

- Celočíselné typy kromě počtu bajtů rozlišujeme na

- `signed` – **znaménkový** (základní)
- `unsigned` – **neznaménkový**

*Proměnná neznaménkového typu nemůže zobrazit záporné číslo*

- Příklad (1 byte):

```
unsigned char: 0 až 255
signed char: -128 až 127
```

```
1 unsigned char uc = 127;
2 char su = 127;
3
4 printf("The value of uc=%i and su=%i\n", uc, su);
5 uc = uc + 2;
6 su = su + 2;
7 printf("The value of uc=%i and su=%i\n", uc, su);
```

`lec01/signed_unsigned_char.c`

## Logický datový typ (Boolean) – `_Bool`

- Ve verzi **C99** je zaveden logický datový typ `_Bool`

```
_Bool logic_variable;
```

- Jako hodnota `true` je libovolná hodnota typu `int` různá od 0
- Dále můžeme využít hlavičkového souboru `<stdbool.h>`, kde je definován typ `bool` a hodnoty `true` a `false`

```
#define false 0
#define true 1

#define bool _Bool
```

- V původním (ANSI) C explicitní datový typ pro logickou hodnotu není definován.

- Můžeme však použít podobnou definici jako v `<stdbool.h>`

```
#define FALSE 0
#define TRUE 1
```

## Rozsahy celočíselných typů

- Rozsahy celočíselných typů v C nejsou dány normou, ale implementací *Mohou se lišit implementací a prostředím 16 bitů vs 64 bitů*
- Norma garantuje, že pro rozsahy typů platí
  - `short ≤ int ≤ long`
  - `unsigned short ≤ unsigned ≤ unsigned long`
- Pokud chceme zajistit definovanou velikost můžeme použít definované typy například v hlavičkovém souboru `<stdint.h>`

IEEE Std 1003.1-2001

```
int8_t      uint8_t
int16_t     uint16_t
int32_t     uint32_t

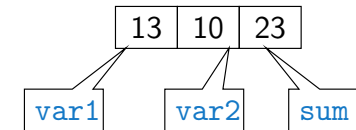
lec01/inttypes.c
```

<http://pubs.opengroup.org/onlinepubs/009695399/basedefs/stdint.h.html>

## Přřazení, proměnné a paměť – Vizualizace unsigned char

```
1 unsigned char var1;
2 unsigned char var2;
3 unsigned char sum;
4
5 var1 = 13;
6 var2 = 10;
7
8 sum = var1 + var2;
```

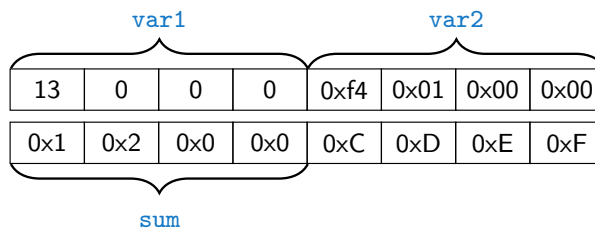
- Každá z proměnných alokuje právě 1 byte
- Obsah paměti není po alokaci definován *Undefined behavior*
- Jméno proměnné „odkazuje“ na paměťové místo
- Hodnota proměnné je obsah paměťového místa



## Přřazení, proměnné a paměť – Vizualizace int

```
1 int var1;
2 int var2;
3 int sum;
4
5 // x00 x00 x00 x13
6 var1 = 13;
7
8 // x00 x00 x01 xF4
9 var2 = 500;
10
11 sum = var1 + var2;
```

- Proměnné typu `int` alokují 4 bajty *Zjistit velikost můžeme operátorem `sizeof(int)`*
- Obsah paměti není po alokaci definován



500 (dec) je 0x01F4 (hex)  
513 (dec) je 0x0201 (hex)

*V případě architektury Intel x86 a x86-64 jsou hodnoty uloženy v pořadí little-endian*

## Výrazy

- Výraz** předepisuje výpočet hodnoty určitého vstupu
- Struktura výrazu obsahuje **operandy**, **operátory** a **závorky**
- Výraz může obsahovat
  - literály
  - proměnné
  - konstanty
  - unární a binární operátory
  - volání funkcí
  - závorky
- Pořadí operací předepsaných výrazem je dáno **prioritou** a **asociativitou** operátorů.

### Příklad

```
10 + x * y // pořadí vyhodnocení 10 + (x * y)
10 + x + y // pořadí vyhodnocení (10 + x) + y
```

*\* má vyšší prioritu než +  
+ je asociativní zleva*

## Základní rozdělení operátorů

- Operátory jsou vyhrazené znaky (nebo posloupnost znaků) pro zápis výrazů
- Můžeme rozlišit čtyři základní typy binárních operátorů
  - Aritmetické** operátory – sčítání, odčítání, násobení, dělení
  - Relační** operátory – porovnání hodnot (menší, větší, ...)
  - Logické** operátory – logický součet a součin
  - Operátor přiřazení** - na levé straně operátoru `=` je proměnná
- Unární operátory
  - indikující kladnou/zápornou hodnotu: `+` a `-`  
*operátor – modifikuje znaménko výrazu za ním*
  - modifikující proměnou: `++` a `--`
  - logický operátor doplněk: `!`
- Ternární operátor – podmíněné přiřazení hodnoty

## Základní aritmetické výrazy

- Pro operandy číselných typů `int` a `double` jsou definovány operátory *Ale také pro `char`, `short`, `float`*
  - unární operátor změna znaménka `-`
  - binární sčítání `+` a odčítání `-`
  - binární násobení `*` a dělení `/`
- Pro operandy celočíselných typů pak dále
  - binární zbytek po dělení `%`
- Pro oba operandy stejného typu je výsledek aritmetické operace stejného typu
- V případě kombinace typů `int` a `double`, se `int` převede na `double` a výsledek je hodnota typu `double`. *Implicitní typová konverze*
- Dělení operandů typu `int` je celá část podílu  
*Např.  $7/3$  je 2 a  $-7/3$  je  $-2$*
- Pro zbytek po dělení platí  $x\%y = x - (x/y) * y$   
*Např.  $7\%3$  je 1  $-7\%3$  je  $-1$   $7\%-3$  je 1  $-7\%-3$  je  $-1$*   
*Pro záporné operandy je v C99 výsledek celočíselného dělení blíže 0, platí  $(a/b)*b + a\%b = a$ . Pro starší verze C závisí výsledek na překladači.*  
*Další aritmetické operátory příště.*

## Proměnné, operátor přiřazení a příkaz přiřazení

- Proměnné definujeme uvedením typu a jména proměnné
  - Jména proměnných volíme malá písmena
  - Víceslovná jména zapisujeme s podtržítkem `_`  
*Nebo volíme `CamelCase`*
  - Proměnné definujeme na samostatném řádku  

```
int n;
int number_of_items;
```
- Přiřazení je nastavení hodnoty proměnné, tj. uložení definované hodnoty na místo v paměti, kterou proměnná reprezentuje
- Tvar **přiřazovacího operátoru**  
 $\langle \text{proměnná} \rangle = \langle \text{výraz} \rangle$   
*Výraz je literál, proměnná, volání funkce, ...*
- Příkaz přiřazení** se skládá z operátoru přiřazení `=` a ;
  - Levá strana přiřazení musí být **l-value – location-value, left-value**  
*Tj. musí reprezentovat paměťové místo pro uložení výsledku.*
  - Přiřazení je výraz a můžeme jej použít všude, kde je dovolen výraz příslušného typu

## Příklad – Aritmetické operátory 1/2

```
1 int a = 10;
2 int b = 3;
3 int c = 4;
4 int d = 5;
5 int result;
6
7 result = a - b; // rozdíl
8 printf("a - b = %i\n", result);
9
10 result = a * b; // násobení
11 printf("a * b = %i\n", result);
12
13 result = a / b; // celocíselne dělení
14 printf("a / b = %i\n", result);
15
16 result = a + b * c; // prioritá operatoru
17 printf("a + b * c = %i\n", result);
18
19 printf("a * b + c * d = %i\n", a * b + c * d); // -> 50
20 printf("(a * b) + (c * d) = %i\n", (a * b) + (c * d)); // -> 50
21 printf("a * (b + c) * d = %i\n", a * (b + c) * d); // -> 350
```

lec01/arithmetick\_operators.c

## Příklad – Aritmetické operátory 2/2

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     int x1 = 1;
6     double y1 = 2.2357;
7     float x2 = 2.5343f;
8     double y2 = 2;
9
10    printf("P1 = (%i, %f)\n", x1, y1);
11    printf("P1 = (%i, %i)\n", x1, (int)y1);
12    printf("P1 = (%f, %f)\n", (double)x1, (double)y1);
13    printf("P1 = (%.3f, %.3f)\n", (double)x1, (double)y1);
14
15    printf("P2 = (%f, %f)\n", x2, y2);
16
17    double dx = (x1 - x2); // implicitni konverze na float, resp.
18    double dy = (y1 - y2);
19
20    printf("(P1 - P2)=(%.3f, %0.3f)\n", dx, dy);
21    printf("|P1 - P2|^2=%.2f\n", dx * dx + dy * dy);
22    return 0;
23 }

```

lec01/points.c

## Formátovaný výstup – printf()

- Číselné hodnoty lze tisknout (vypsat) na standardní výstup prostřednictvím funkce `printf()`

*man printf, resp. man 3 printf*

- Argumentem funkce je textový řídicí řetězec formátování výstupu
- Řídicí řetězec formátu je uvozen znakem `'%'`
- Znakové posloupností (nezačínající `%`) se vypíše tak jak jsou uvedeny
- Základní řídicí řetězce pro výpis hodnot jednotlivých typů

<code>char</code>	<code>%c</code>
<code>_Bool</code>	<code>%i, %u</code>
<code>int</code>	<code>%i, %x, %o</code>
<code>float</code>	<code>%f, %e, %g, %a</code>
<code>double</code>	<code>%f, %e, %g, %a</code>

- Dále je možné specifikovat počet vypsaných míst, zarovnání vlevo (vpravo), atd.

*Více na cvičení a v domácích úkolech.*

## Standardní výstup a vstup

- Spuštěný program v prostředí operačního systému má přiřazený znakově orientovaný standardní vstup (`stdin`) a výstup (`stdout`)  
*Výjimkou jsou zpravidla programy pro MCU bez OS.*
- Program může prostřednictvím `stdout` a `stdin` komunikovat s uživatelem
- Základní funkce pro znakový výstup je `putchar()` a pro vstup `getchar()` definované ve standardní knihovně `<stdio.h>`.
- Pro načítání číselných hodnot lze využít funkci `scanf()`
- Formátovaný výstup je možné tisknout funkce `printf()`, např. číselné hodnoty

*Jedná se o knihovní funkce, ze standardní knihovny. Jména funkcí nejsou klíčová slova jazyka C.*

## Formátovaný vstup – scanf()

- Číselné hodnoty ze standardního vstupu lze načíst funkcí `scanf()`  
*man scanf, resp. man 3 scanf*
- Argumentem je textový řídicí řetězec *Syntax podobný příkazu printf()*
- Je nutné předat paměťové místo pro uložení hodnoty
- Příklad načtení hodnoty celého čísla a hodnoty typu `double`

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     int i;
6     double d;
7
8     printf("Enter int value: ");
9     scanf("%i", &i); /* operator & vraci adresu
10    promenne i */
11
12    printf("Enter a double value: ");
13    scanf("%lf", &d);
14    printf("You entered %02i and %0.1f\n", i, d);
15
16    return 0;
17 }

```

lec01/scanf.c

## Část III

### Část 3 – Zadání 1. domácího úkolu (HW01)

## Shrnutí přednášky

## Zadání 1. domácího úkolu HW01

### Téma: Načítání vstupu, výpočet a výstup

Povinné zadání: **2b**; Volitelné zadání: **není**; Bonusové zadání: **není**

- **Motivace:** Získat představu o interakci uživatele s programem
- **Cíl:** Osvojit si načítání vstupu, formátovaného výstupu a základní posloupnosti příkazů
- **Zadání:** <https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp/hw/hw01>
  - Načítání celých čísel ze standardního vstup
  - Výpis čísel v dekadické a šestnáctkové soustavě
  - Provedení základní aritmetických operací s načtenými čísly
  - Výpočet podílu a průměrné hodnoty čísel
  - Dodržení správného formátování výstupu

Použijte **hex** zobrazení výstupu – **hexdump -C**
- **Termín odevzdání:** **15.10.2016, 23:59:59 PDT**

*PDT – Pacific Daylight Time*

## Diskutovaná témata

- Informace o předmětu
- Základy programování v C
  - Program, zdrojové soubory a kompilace programu
  - Struktura zdrojového souboru a zápis programu
  - Proměnné, základní číselné typy
  - Proměnné, přiřazení a paměť
  - Základní výrazy
  - Standardní vstup a výstup programu
  - Formátovaný vstup a výstup
- **Příště: Zápis programu v C a základní řídicí struktury**