

# Základy programování v C

Jan Faigl

Katedra počítačů  
Fakulta elektrotechnická  
České vysoké učení technické v Praze


Přednáška 01

## B0B36PRP – Procedurální programování

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 1 / 64  
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

### 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>

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 5 / 64  
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

### Test pochopení principu přiřazení

- Zápis programu pro přiřazení hodnot do proměnných  $a$  a  $b$  a následné 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. $a = 20, b = 10$ |

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 8 / 64

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

S. G. Kochan: kapitoly 2, 3

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 2 / 64  
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

### 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.

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 6 / 64  
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

### Uživatelé počítačů

#### „Uživatel“

- Spouštěč programů
- Zadáva 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!**

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 9 / 64

Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

## Část I

### Organizace předmětu

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 3 / 64  
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

### 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

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 7 / 64  
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

### Způsob reprezentace znalostí

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

#### Deklarativní

- Tvrzení 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

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

Go to Step 1

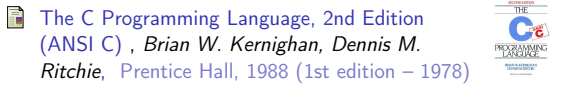


Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 10 / 64

## 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

## 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


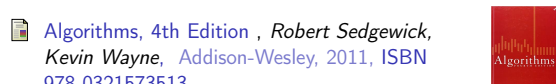
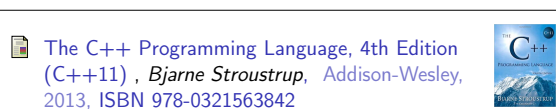
## Cvičení

- 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 

## 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*

## 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

## Řešení problémů související s PRP

- Obracujte 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

## 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*

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

- Harmonogram akademického roku 2016/2017  
<http://www.fel.cvut.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

## 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>

## 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>

## Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů (povinné + volitelné)	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly	60	30
Test v semestru	10	0
Písemný zkušební test	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 v 23:59 CET!**

## Část II

## Část 2 – Základy programování v C

## 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 plagiatů *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!*

## 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.*

## 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 složité, jsou základní principy relativně jednoduché. I proto je výhodné používat základní nástroje pro překlad programů a po jejich osvojení využít komplexnější vývojové prostředí.*

## 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 v příkazové řádce
  - 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 **20b**, bonusové **10b+**

## 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 – Spojivé 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++

## 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 B0B36PRP!\n");
6
7     return 0;
8 }
```

lec01/program.c

## 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 prohlédávané 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`

## 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 nový
   radek (odradkovani). */
8
9   return 0; /* ukončení funkce a předání návratové
   hodnoty 0 operacnímu systému */
10 }
```

## Zdrojové soubory

- 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 definované v hlavičkovém souboru

## 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

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

```
clang -c program.c -o program.o
```

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

- 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.*

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

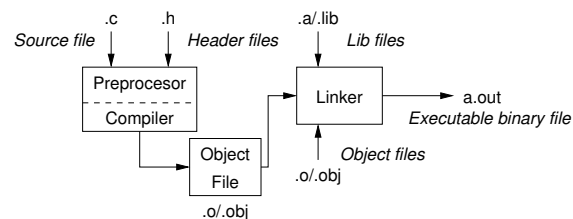
```
clang program.o -o program
```

## 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 překladu 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

## Překladače jazyka C

- V rámci předmětu PRP budeme používat především překladače z rodin:
  - `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/> nebo `MinGW` <http://www.mingw.org/>*
- Základní použití (přepínače a argumenty) je u obou překladačů stejné

*clang je kompatibilní s gcc*
- Příklad použití
  - compile: `gcc -c main.c -o main.o`
  - link: `gcc main.o -o main`

## 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`)

## 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  sum = var1 + var2;
11
12  printf("The sum of %i and %i is %i\n", var1, var2, sum);
13
14  return 0;
15 }
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`
  - `float` – 32-bit IEEE 754
  - `double` – 64-bit IEEE 754
 

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

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

## 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`

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

*Tzv. **escape sequences***

## 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
```

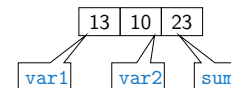
`lec01/inttypes.c`

<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
  - 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 var1 = 13;
6 var2 = 500;
7
8 sum = var1 + var2;
    
```
- Proměnné typu `int` alokují 4 bajty
    - *Zjistit velikost můžeme operátorem `sizeof(int)`*
  - Obsah paměti není po alokaci definován
- |      |     |     |     |      |      |      |      |  |  |  |  |
|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|--|--|--|
| var1 |     |     |     | var2 |      |      |      |  |  |  |  |
| 13   | 0   | 0   | 0   | 0xf4 | 0x01 | 0x00 | 0x00 |  |  |  |  |
| 0x1  | 0x2 | 0x0 | 0x0 | 0xc  | 0xd  | 0xe  | 0xf  |  |  |  |  |
| sum  |     |     |     |      |      |      |      |  |  |  |  |
- 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 proměnnou: `++` a `--`
  - logický operátor doplněk: `!`
- Ternární operátor – podmíněné přiřazení hodnoty

## Proměnné, operátor přiřazení a příkaz přiřazení

- Proměnné definujeme uvedením typu a jména proměnné
  - Jména proměnných volíme malá písmena
  - Vícelslovná 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 **přířazovacího 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

## 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 přístě.*

## 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; // celočíselné dělení
14 printf("a / b = %i\n", result);
15
16 result = a + b * c; // priorita operátoru
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/arithmetic\_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); // implicitní konverze na float, resp.
18    double dy = (y1 - y2);
19
20    printf("(P1 - P2)=(%.3f, %.3f)\n", dx, dy);
21    printf("|P1 - P2|^2=%.2f\n", dx * dx + dy * dy);
22    return 0;
23 }
```

lec01/points.c

## 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 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.*

## 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 & vrací 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)

## 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 vstupu
  - 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*

## Shrnutí přednášky

## 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**