

Procedurální programování

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 – Zadání 1. domácího úkolu (HW00)
- Část 3 – Programování v C
 - První program
 - Příklad použití základní konceptů programování

S. G. Kochan: kapitoly 2, 3

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. $a = 20, b = 0$ b. $a = 20, b = 20$ c. $a = 0, b = 10$ d. $a = 10, b = 10$ e. $a = 30, b = 20$ f. $a = 30, b = 0$ g. $a = 10, b = 30$ h. $a = 0, b = 30$ i. $a = 10, b = 20$ 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 *Řadí je do posloupnosti*
- Dává počítači příkazy
- 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

- 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

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

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

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
 - tvorit 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)



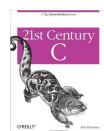
 **Učebnice jazyka C – 2. díl, IV. vydání**, *Pavel Herout*, KOPP, 2008, ISBN 978-80-7232-367-8



 **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



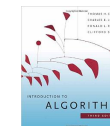
Přednášky – zimní semestr (ZS) akademického roku 2017/2018

- Harmonogram akademického roku 2017/2018
<http://www.fel.cvut.cz/cz/education/harmonogram1718.html>
- Přednášky:
 - Dejvice, místnost T2:D3-309, středa, 16:15–17:45
- 14 výukových týdnů

14 přednášek

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



■ Ing. Martin Mudroch, Ph.D.



■ Ing. Daniel Fišer



■ RNDr. Ladislav Serédi



■ Ing. Tomáš Vintř



■ Ing. Rudolf Jakub Szadkowski



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 problému (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.learnthethehardway.org/book/ex0.html>
 - Geany – <https://www.geany.org/>
 - 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 chybuje, tak se učíte, pokud nechybuje, 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
 - 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 - Hledání textu v souborech
 - 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 + 12. 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 **25b**, volitelné zadání **20b**, bonusové **10b+**

Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly	45	-
Bonusové úkoly	10 ⁺	-
Test v semestru	5	-
Písemný zkouškový test	20	10
Implementační zkouška	20	5
Ústní zkouška	-	-
Součet	100⁺ bodů	

- Zápočet:** nejméně 30 bodů ze semestru a odevzdání všechny domácí úkoly a to **nejpozději do 14.1.2018 ve 23:59 CET!**
- Předmět lze úspěšně ukončit **zápočtem a zkouškou**
- Implementační zkouška** – prokázání samostatně porozumět a napsat krátký program

Odevzdávámí domácích úkolů

- Odevzdávací systém **BRUTE** (Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation)
 - Formální kontrola – kompilace programu
 - Testování funkčnosti a správnosti – kontrola výstupu pro daný vstup
 - Veřejné vstupy a odpovídající výstupy / neveřejné vstupy
 - Před uploadem programu si program otestujete sami
 - S využitím dostupných vstupů a výstupů
 - Vytvoření vlastních vstupů a laděním programu
 - Vytvoření vstupů přiloženým generátorem vstupů
 - Ověření výstupu přiloženým testovacím nebo referenčním programem
- Porozumění kódu a kontrola možných stavů
 - Pro každý řádek byste měli být schopni odpovědět proč tam je a co dělá
 - Pro každou funkci nebo načtení vstupu od uživatele analyzujte možné vstupní hodnoty nebo návratové hodnoty funkcí
 - Pokud je z hlediska funkčnosti vstup nebo návratová hodnota zásadní, proveďte kontrolu vstupu a/nebo příslušnou akci, např. vypsaní hlášení a ukončení programu

Např. očekávaný vstup je číslo a uživatel zadá něco jiného.

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

- Včasné odevzdáním všech domácích úkolů s povinným a **volitelným** zadáním (**45 bodů**)
- Bonusová úloha a bonusové odevzdání HW10 (**5 bodů**)
- Test v semestru (**5 bodů**)
- Písemná zkouška (**20 bodů**) 15 a více bodů je velmi slušný výsledek
- Implementační zkouška (**20 bodů**)
- 95 bodů** a více (A – výborně), **76 bodů** (C – dobře) – (20% ztrata)

- Body jsou indikátorem průběžných výsledků

Zkouška může známku zlepšit, ale také v případě zásadní neznalosti zhoršit

Přehled přednášek

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

Přednáška nemusí být prezentace slidů – je očekávána interakce, řešení dotazů a diskuse problematický a náročnějších částí

Podklady k přednášce jsou k dispozici před přednáškou podobně jako učebnice

Část II

Část 2 – Zadání 0. domácího úkolu (HW00)

Zadání 0. domácího úkolu HW00

Téma: První program

Povinné zadání: **1b**; Volitelné zadání: **není**; Bonusové zadání: **není**

- **Motivace:** Seznámení se s odevzdávacím systémem BRUTE
- **Cíl:** Osvojit si kompilaci a odevzdávání domácích úkolů
- **Zadání:** <https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp/hw/hw00>
 - Napište program, který vytiskne na obrazovku text Hello PRP! zakončený znakem nového řádku \n
- **Termín odevzdání:** **14.10.2017, 23:59:59 PDT**
PDT – Pacific Daylight Time

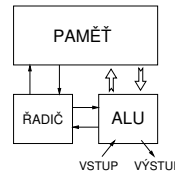
Část III

Část 3 – Programování v C

Počítač „počítá“, tedy pracuje s čísly

- Výpočet je realizován *aritmeticko-logickou jednotkou* (ALU)
- Číselné hodnoty jsou uloženy v paměti počítače
- Předpis jak a co počítat je zapsán programem

Opět jako posloupnost číselných hodnot se specifickým významem



- Základní jednotkou uložení informace v paměti počítače je bit (binární hodnota 0 nebo 1)

Historicky vychází z děrného štítku - zápis a strojové zpracování informací

- ALU pracuje s vyhrazenou pamětí např. součet dvou hodnot $10 + 4$ může být realizován

registry	akumulátorem
<code>mov \$10, %r1</code>	<code>lda \$10</code>
<code>mov \$04, %r2</code>	<code>add \$04</code>
<code>add r1, r2, r3</code>	<code>sto r3</code>

Každá instrukce má svůj příslušný zápis jako číselná hodnota (opcode), program je tak posloupnost číselných hodnot

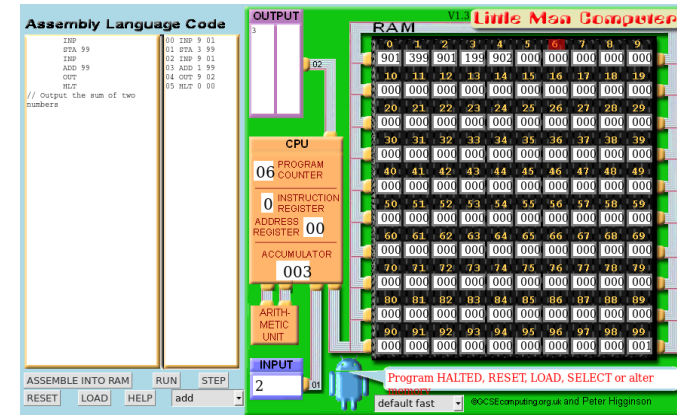
Princip výpočtu

- Pochopení principu výpočtu může pomoci simulátor procesoru např. Little Man Computer

<https://peterhigginson.co.uk/LMC/>, <https://gcsecomputing.org.uk/lmc/>

<http://www.vivaxsolutions.com/web/lmc.aspx>

<https://www.youtube.com/watch?v=6cbJWV4AGmk>



Zápis programu

- Zápis instrukcí v „*opkódech*“ je možný, ale není příliš pohodlný
 - Číselné hodnoty jsou použity pro identifikaci operací a také míst v paměti, na kterých jsou uložena data (opět jako číselné hodnoty)
- Textový zápis pojmenovaných instrukcí procesoru (assembler) může být srozumitelný, ale je relativně dlouhý
- Přehlednost zápisu a schopnost orientovat se v kódu je jednou z motivací vzniku různých programovacích jazyků
- Jedním z jazyků nabízející kompromis mezi srozumitelností, čitelností a efektivitou zápisu je jazyk C

Programu v Cčku

- Paměťová místa s daty jsou „odkazována“ proměnnými
 - Typ proměnné definuje kolik paměti je použito pro uložení dat (číselné) hodnoty
 - Např. zavedení proměnných pro uložení celých čísel typu `int`

```
int a;
int b;
int c;
```

- Dále používáme obvyklý zápis operací

```
a = 10;
b = 4;
c = a + b;
```

Zápis uloží hodnotu 10 na paměťové místo odkazované proměnnou `a`, hodnotu 4 na paměťové místo odkazované proměnnou `b` a následně provede součet hodnot, který uloží na paměťové místo odkazované proměnnou `c`.

Základní koncepty programování

V programování jsou využívány tři klíčové koncepty, kterými jsou vzájemně kombinovány a umožňují vytvářet komplexní programy.

- **Přiřazení** - uložení hodnoty na definované místo v paměti
- **Větvení** - volba posloupnosti instrukcí na základě hodnoty nějaké proměnné (místa v paměti)
- **Cyklus** - Opakování nějaké posloupnosti instrukcí s novými daty

Abychom mohli lépe a snadněji organizovat posloupnosti instrukcí do složitější celků, je vhodné program strukturovat do znovupoužitelných částí: **procedur** a **funkcí**

- Procedura představuje předpis co se má s jednotlivými paměťovými místy provádět
- Výsledek procedury závisí na hodnotách uložených v paměti
- **Procedura/funkce/algorithmus** řeší obecnou úlohu nějakého výpočtu

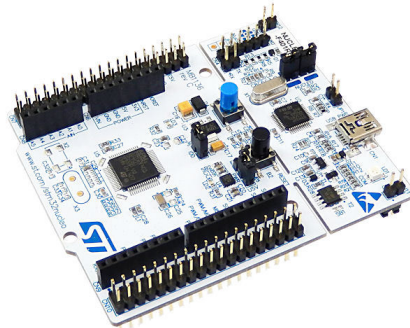
Neméně důležitým konceptem je tak zobecňování výpočtu, které vlastně „zjednodušuje“ řešení problémů.

Interaktivní program

- Proměnné (paměťová místa) mohou přímo reprezentovat periferie - např. tlačítko (0 - stisknuto) a LED (1 - svítí).
- Ovládání LED tlačítkem tak můžeme realizovat jako nekonečnou smyčku, ve které nastavujeme hodnotu LED podle stisknutého nebo nestisknutého tlačítka

```

1 #include "mbed.h"
2
3 DigitalOut myled(LED1);
4 DigitalIn mybutton(USER_BUTTON);
5
6 int main()
7 {
8     while (1) {
9         if (mybutton == 0) {
10             myled = 1;
11         } else {
12             myled = 0;
13         }
14     }
15 }
```



Program v C

- Program v C je organizován do funkcí
- U spustitelného programu musíme označit, která funkce se má spustit jako první
- V Cčku je to funkce pojmenovaná `main()`

```

1 void main(void)
2 {
3     int a;
4     int b;
5     int c;
6
7     a = 10;
8     b = 4;
9     c = a + b;
10 }
```

lec01/add.c

Program můžeme zkompileovat a spustit, ale úplně nemáme přehled co dělá a jaký je výsledek. Program přímo neinteraguje s uživatelem.

Textově orientovaná interakce s uživatelem

- Dalším ze způsobů interakce s uživatelem je textový výstup a vstup.
- V případě programu běžícího v rámci operačního systému je nutné využívat služby operačního systému realizující interakci s uživatelem
- Proto musíme v Cčkovém programu přidat podporu pro vstup a výstup, např. knihovnu `stdio.h`

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     printf("I like B0B36PRP!\n");
6
7     return 0;
8 }
```

lec01/program.c

Program zároveň vrací návratovou hodnotu a tím komunikuje s uživatelem nebo nadřazeným programem, který tak může identifikovat jakým způsobem byl program ukončen.

Příklad opakovaného tisku na základě uživatelského vstupu

- Úkol: Uživatel zadá počet opakování tisku zprávy a pokud je počet větší než 0 a zároveň menší než 10 vypíše zprávu tolikrát kolik bylo zadáno. V opačném případě upozornění uživatele na omezený rozsah.
 - **Přirazení** - uložení hodnoty počtu opakování od uživatele (proměnná `n`)
 - **Větvení** - kontrola mezi vstupní hodnoty
 - **Cyklus** - opakování vypisu n krát
 - Při opakovaném průchodu cyklem počítáme kolikrát byla zpráva vytištěna (řídící proměnná `i`)
 - Načtení vstupu od uživatele realizujeme funkcí `scanf()`

Popis příště a vysvětlení syntaxe v dalších přednáškách

Shrnutí přednášky

Příklad řešení

```

1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      int ret = 0;
6      int n;
7      printf("Enter a positive integer number from 1 to 9: ");
8      scanf("%d", &n);
9      if (n > 0 && n < 10) {
10         int i = 0;
11         while (i < n) {
12             printf("I like BOB36PRP!\n");
13             i = i + 1;
14         }
15     } else {
16         printf("Input value must be in the range (0,10)\n");
17         ret = -1;
18     }
19     return ret;
20 }
```

lec01/print.c

Diskutovaná témata

- Informace o předmětu
- Procedurální programování (v C)
- **Příště: Základy programování v C**