

1. Úvod do programování

Základy programování

Stanislav Vítek

Katedra radioelektroniky
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení v Praze

Přehled témat

- Část 1 – O předmětu
 - Organizace předmětu
 - Studijní výsledky
- Část 2 – O programování
 - Než začneme programovat
 - Python v interaktivním módu
 - Proměnné
 - Datové typy
 - Standardní výstup
 - P1.1 První program
 - P1.1 Převod jednotek teploty

Část I

O předmětu

I. O předmětu

Organizace předmětu

Studijní výsledky

Předmět a lidé

- Webové stránky předmětu

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab37zpr>

- Přednášející a garant předmětu

- Stanislav Vítek, viteks@fel.cvut.cz

<http://mmtg.fel.cvut.cz/personal/vitek/>

- Cvičící

- Matěj Hužvár, huzvamat@fel.cvut.cz
 - Jan Hamacek, hamacjan@fel.cvut.cz
 - Adam Zizien, zizieada@fel.cvut.cz

- Konzultace

- MS Teams nebo osobně po předchozí domluvě.

Pokud něčemu nerozumíte, ptejte se!

Cíle předmětu aneb co v ZPR naučíte

- **Motivace k programování**

- Programování je klíčová dovednost, která může hrát rozhodující roli na trhu práce

- **Algoritmizace problémů**

- Formulace problému a návrh řešení
- Rozklad problému na dílčí úlohy
- Identifikace opakujících se vzorů

- **Zkušenosti s programováním**

- Základní programovací konstrukce

Proměnné, cykly, podmínky, datové struktury a jednodušší algoritmy

- Programovací jazyk **Python**, řada principů obecně použitelných

Cvičení, domácí úkoly, hledání chyb, práce s dokumentací, test

Programátorovi nestačí perfektní znalost programovacího jazyka, ale především musí vědět, jak vůbec danou úlohu řešit.

Co se z ZPR (spíše) nenaučíte

- ZPR není kurz programování v Pythonu
 - Cílem kurzu je naučit se řešit určitou skupinu problémů
 - Experty se stanete, pokud věnujete programování více času
- Interakce s hardware
 - Ovládání hardware vyžaduje hlubší znalosti
- Analýza dat / datové vědy / vizualizace dat / statistika
 - Těchto témat se dotkneme na úrovni popisu některých knihoven
- Big data
 - Datové soubory se pohodlně vejdou do operační paměti
 - Žádné paralelní programování

Skvělou příležitostí, jak si tyto věci vyzkoušet, je **semestrální práce**.

Jak v předmětu uspět

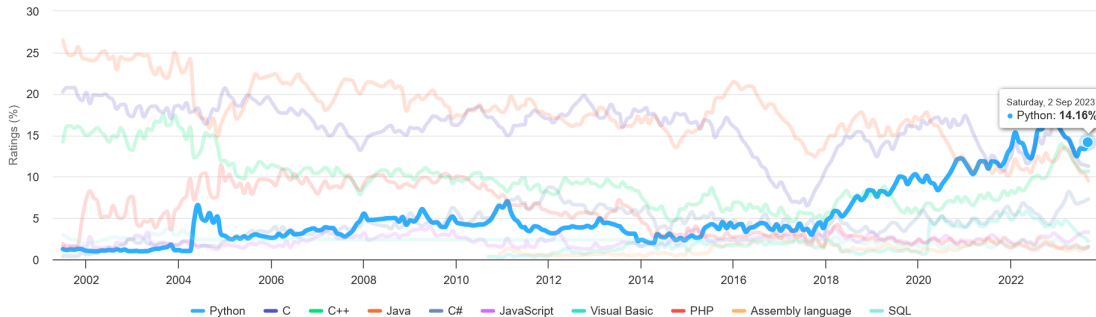
- Nejsou očekávány žádné předchozí zkušenosti s programováním

Naopak předchozí znalosti programování nebo nadšení pro počítače není nutně výhodou.

- Každý může uspět, nikdo se nenarodil jako programátor
- Pracujte, věnujte programování čas
- Ptejte se
- Pokud narazíte na cizí řešení, prozkoumejte ho a pak zkuste napsat sami
- Neokládejte práci na později

TIOBE Programming Community Index

Source: www.tiobe.com



- jazyk vysoké úrovně, všeobecné použití, dobře čitelný
- velmi populární, mnoho knihoven, multiparadigmatický
- dynamický, interpretovaný (byte-code)
- s automatickou alokací paměti

Organizace a hodnocení předmětu

- **Studijní výsledky**

- Průběžná práce v semestru – domácí úkoly a test
- Zkouškový a implementační test

- **Docházka**

- Přednášky jsou nepovinné, ale snad přínosné a zábavné
- Cvičení jsou povinná, možné dvě omluvené absence

V případě distanční výuky není vyžadována online účast, k dispozici bude audiovizuální záznam cvičení.

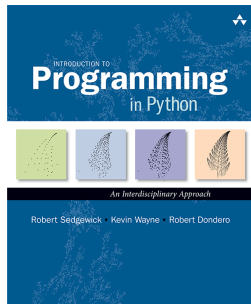
- Na cvičení se očekává aktivní účast při řešení příkladů

Na cvičení je třeba se **přípravit**, nejlépe návštěvou přednášky a studiem podkladů (řešené příklady)

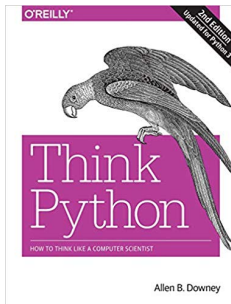
- **Řešení problémů**

- Obracejte se na svého cvičícího
- Při komunikaci e-mailem pište vždy ze své fakultní adresy
- Do předmětu zprávy uvádějte zkratku předmětu ZPR
- V případě zásadních problémů uvádějte do CC též přednášejícího

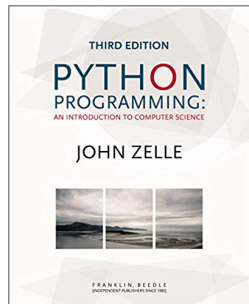
Zdroje a literatura



Robert Sedgewick
Introduction to Programming in Python: An Interdisciplinary Approach
Addison-Wesley
2015
ISBN 978-0134076430



Allen B. Downey
Think Python: How to Think Like a Computer Scientist
O'Reilly Media
2015
ISBN 978-1491939369



John Zelle
Python Programming: An Introduction to Computer Science
Franklin, Beedle & Associates
2016
ISBN 978-1590282755

I. O předmětu

Organizace předmětu

Studijní výsledky

Domácí úkoly

- Samostatná práce s cílem osvojit si praktické zkušenosti s programováním
- Jednotné zadání na přednášce a jednotný termín odevzdání
- Náročnost domácích úkolů se postupně zvyšuje
- Odevzdání domácích úkolů prostřednictvím systému BRUTE
- Cílem řešení úkolů je získat **vlastní** zkušenost
 - Neopisujte – škodíte především sobě
 - Provádíme automatickou kontrolu plagiátů u všech odevzdaných řešení
 - každý s každým
 - každý s řešením z minulých let (pokud je podobný příklad)
 - u podezřelých případů provedeme manuální kontrolu
 - V případě odhalení jsou potrestáni **oba** účastníci incidentu

Pokud něčemu nerozumíte, ptejte se!

Hodnocení

Zdroj bodů	Maximum	Nutné minimum
Domácí úkoly	30	10
Test v semestru	10	0
<i>Semestrální práce a kvízy dohromady</i>	<i>40</i>	<i>10</i>
Semestrální práce	40	10
Kvízy	20	0
Zkouška	20	10
Součet	100	40

- Úkoly mají stanovené deadlines, pozdní odevzdání je penalizováno.
- Domácí úkoly musí být odevzdány nejpozději do 11.1.2026 ve 23:59 CET!
- Test v semestru – test na počítači, teoretické otázky (zveřejněny na [CW](#) ↗)
- Zkouška – implementace několika příkladů na počítači, cca 3 hodiny

Část II

O programování

II. O programování

Než začneme programovat

Python v interaktivním módu

Proměnné

Datové typy

Standardní výstup

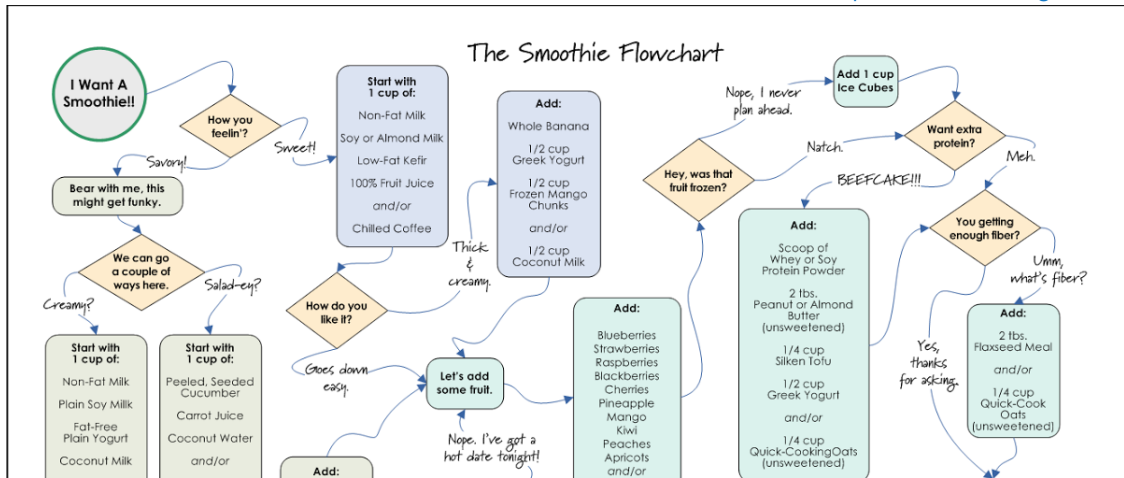
P1.1 První program

P1.1 Převod jednotek teploty

Co je to program?

- Program je **recept** – posloupnost kroků (výpočtů), popisující průběh řešení nějakého problému pomocí dostupných prostředků – programovací prostředí, počítač, ...

Receptu budeme říkat algoritmus.



Co je to algoritmus?

- Návod nebo postup, jak provést určitou činnost.
- Algoritmus by měl být tak podrobný, aby mu porozuměl i počítač.
- Vlastnosti algoritmu:
 1. Skládá se z konečného počtu jednoduchých činností – kroků.
 2. Po každém kroku lze určit, jak se má pokračovat nebo skončit.
 3. Počet opakování jednotlivých kroků algoritmu je vždy konečný.
 4. Vede ke správnému výsledku.
 5. Algoritmus lze použít k řešení celé (velké) skupiny podobných úloh.

Manželka: kup chleba a když budou mít rohlíky, vezmi jich deset.

Manžel, programátor: přinese z obchodu deset chlebů, protože rohlíky měli.

<https://www.youtube.com/watch?v=Ct-100UqmyY>

Slovo algoritmus vzniklo odvozením od jména perského matematika Al-Chorezmího, jehož jméno bylo ve středověku latinizováno jako Al-Gorizmí.

Zápis algoritmu

- Existují 4 hlavní způsoby, jakými lze algoritmus popsat:
 - slovně** – vyjádříme slovně postup řešení a jednotlivé kroky
 - graficky** – použití vývojových diagramů a struktogramů
 - matematicky** – jednoznačný popis matematickou konstrukcí (např. rovnicí)
 - programem** – kroky algoritmu jsou popsány programovacím jazykem
- Návrhy algoritmů:
 - shora dolů** – problém rozdělíme na několik podúloh, které řešíme
 - zdola nahoru** – z triviálních úloh skládáme vyšší úlohy
 - kombinace obou metod**

V praxi vždy záleží především na komplexnosti a povaze řešeného algoritmus, který postup bude nejlepší aplikovat.

Základní složky programů a algoritmů

- Programy zpravidla transformuje množinu vstupních dat na množinu dat výstupních
- Základní složky programů
 - Vstup dat – načtení dat programem, interaktivní nebo ze souboru dat
 - Popis dat – volba datového typu a umístění v paměti
 - Zpracování – výpočet definovaný algoritmem, řízení toku programu
 - Výstup – interakce s uživatelem nebo např. zápis do souboru
- Řízení toku programu
 - Posloupnost – jeden nebo několik kroků, které se provedou právě jednou v daném pořadí
 - Cyklus – opakování nějaké posloupnosti, dokud je splněna podmínka opakování
 - Větvení – volba posloupnosti instrukcí na základě vyhodnocení podmínky
- Kombinace základních složek algoritmu umožňuje vytvářet komplexní konstrukce.
- Pokud se některé části algoritmu opakují, je vhodné posloupnosti organizovat do větších celků: **procedur** a **funkcí** (podprogramů).

Jak začít?

Jednoduché algoritmy, grafické programování

- Scratch [↗](#) – MIT Media Lab
- Angry Birds [↗](#)
- Code [↗](#) with Anna and Elsa
- Minecraft [↗](#)

Programovací jazyk Karel

- Pohyb robota po čtvercové síti
- Richard E. Pattis, Karel The Robot: A Gentle Introduction to the Art of Programming, Stanford, 1981
- Online: Stanford [↗](#) , Oldřich Jedlička [↗](#)

Další zajímavé programovací jazyky pro výuku programování např. [zde](#) [↗](#) .

A co Python?

- Pokud máme Python nainstalovaný (a systémová cesta `PATH` odkazuje do adresáře, kde je umístěn binární soubor), stačí ho spustit příkazem `python`
- Pokud Python nainstalovaný nemáme, tak si ho nainstalujeme :-)
 - <https://www.python.org/downloads>
 - včetně editoru IDLE
 - instalační nástroj `pip`
 - <https://www.anaconda.com/>
 - včetně IDE Spyder
 - instalační nástroj `conda` a správa prostředí pomocí Anaconda Navigator
 - <https://jupyter.org/>
 - interaktivní prostředí
 - běží na lokálním počítači, editor v prohlížeči
- Pokud si Python (zatím) instalovat nechceme
 - <https://colab.research.google.com>
 - online interaktivní prostředí
 - velké množství předinstalovaných modulů

II. O programování

Než začneme programovat

Python v interaktivním módu

Proměnné

Datové typy

Standardní výstup

P1.1 První program

P1.1 Převod jednotek teploty

Python jako kalkulačka – interaktivní mód

```
>>> 3+8
```

```
11
```

```
>>> 11*(5+3)
```

```
88
```

```
>>> 128./16.
```

```
8.0
```

```
>>> 2**16
```

```
65536
```

- Píšeme **výrazy**, které obsahují
 - Celá čísla: 3, 8, ...
 - Reálná čísla: 128., 11.5, ...
 - Operátory: +, -, /, *,
 - Oddělovače: (,)
- Co se děje v zákulisí?
 - Spustili jsme program **python3**, **interpret** Pythonu
 - Opakované vykonávání (smýčka, *loop*)
 - tisk výzvy (*prompt*) >>>
 - přečtení uživatelského vstupu (*read*)
 - vyhodnocení výrazu (*evaluate*)
 - tisk výsledku (*print*)

Poznámka k syntaxi

- Python je **case sensitive** – velikost písmen je důležitá
- Diakritika – Python3 umožňuje používat UTF kódování, raději to ale dělat nebudeme
- Komentáře – symbol #

Program jako transformace

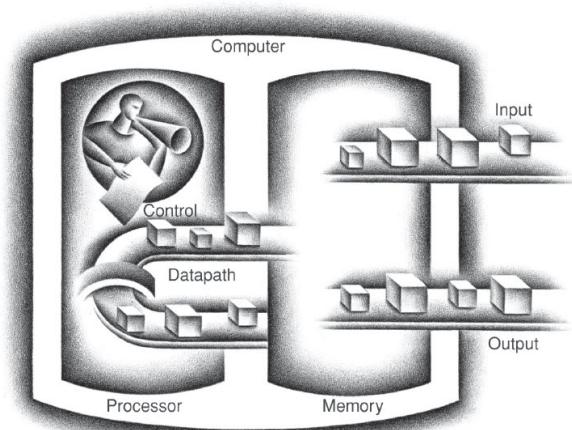


Figure: Základní komponenty počítače (Zdroj: Patterson, D. A.; Hennessy, J. L. Computer organization and design ARM edition: the hardware software interface. Morgan kaufmann, 2016.)

II. O programování

Než začneme programovat

Python v interaktivním módu

Proměnné

Datové typy

Standardní výstup

P1.1 První program

P1.1 Převod jednotek teploty

Proměnné a přiřazení

- Hodnotu výrazu lze uložit pro pozdější použití:

```
>>> a = 3          # identifikátor = výraz
>>> b = 3 + a
```

- Jaká je hodnota proměnné **b**?

```
>>> b
6
```

- Proměnná udržuje hodnotu, která se může měnit (proto proměnná)
- Proměnná má datový typ:
 - primitivní: číslo (**int**, **float**), pravdivostní hodnota (**bool**)
 - strukturovaný: řetězec (**string**), seznam (**list**) / pole (**array**), slovník (**dict**)
- Vícenásobná přiřazení

```
>>> x, y, z = "Orange", "Banana", "Cherry"
>>> x = y = z = "Orange"
```

Názvy proměnných

- Posloupnosti písmen, čísel a znaků '_', první musí být písmeno

```
>>> 2myvar = "John"
      File "<stdin>", line 1
        2myvar = "John"
        ^
```

SyntaxError: invalid decimal literal

- Názvy by měly jasně vysvětlovat, jakou hodnotu popisují
- Víceslovné názvy proměnných:

- **CamelCase**

```
>>> myVariableName = "John"
```

- **PixedCase**

```
>>> MyVariableName = "John"
```

- **SnakeCase**

```
>>> my_variable_name = "John"
```

- Nelze používat klíčová slova Pythonu (**if**, **else**, **True**, ...)

Proměnné – příklad 1

```
>>> boys=15
>>> girls=17
>>> total=boys+girls
>>> difference=girls-boys
>>> ratio=boys/total
>>> total
32
>>> difference
2
>>> ratio
0.46875
```

Proměnné – příklad 2

```
>>> # hodnoty proměnných lze měnit
>>> a=10
>>> a=a-2
>>> a=a*2
>>> # jaká je hodnota a?
>>> a
16
```

Proč používat proměnné

- **DRY** = Do not repeat yourself – šetřme si práci, neopakujme se
- Zlepšení
 - **srozumitelnosti** – smysluplná jména proměnných
 - **údržby** – jedna změna jen na jednom místě
 - **efektivity** – využijeme předchozích výpočtů

Výrazy a operace

- **Výrazy** – kombinace proměnných, konstant a volání funkcí pomocí operátorů
- **Operace** – aritmetické, logické, řetězení textových řetězců, ...
- Pořadí vyhodnocování se řídí **prioritou** a **asociativitou**

Příklad výrazy a operátory

```
>>> x = 13
>>> y = x % 4 # modulo
>>> y = y + 1
>>> y += 1
>>> a = (x==3) and (y==2)
>>> b = a or not a
>>> s = "petr"
>>> t = "klic"
>>> u = s + t
```

Přiřazení a rovnost

- přiřazení =

```
>>> # přiřaď do x hodnotu 3
```

```
>>> x = 3
```

- test na rovnost ==

```
>>> # otestuj zda v x je hodnota 3
```

```
>>> x == 3
```

```
True
```

- častá chyba: záměna = a ==

Operátory

- Většina operátorů intuitivních
 - aritmetické: `*`, `/`, `+`, ...
 - logické: `and`, `or`
- Mírné odlišnosti od jiných jazyků
 - celočíselné dělení: `//`
 - mocnina: `**`
- Zkrácený zápis operátoru: `y += 5` odpovídá `y = y + 5`
- Pořadí vyhodnocování vesměs intuitivní (algebra)
- Pokud jste na pochybách
 - konzultujte dokumentaci
 - závorkujte
- Zkrácené vyhodnocení: `1 + 1 == 2 or x == 3`

II. O programování

Než začneme programovat

Python v interaktivním módu

Proměnné

Datové typy

Standardní výstup

P1.1 První program

P1.1 Převod jednotek teploty

Datové typy v programovacích jazycích

- Jak jsou typy deklarovány?
 - **explicitně** – zápis programátorem v kódu, např. `int x;`
 - **implicitně** – typ je určen automaticky kompilátorem
- Jak se provádí typová kontrola?
 - **staticky** – na základě kódu (při kompilaci)
 - **dynamicky** – za běhu programu

A co Python?

- Dynamické implicitní typování – typ se určuje automaticky a může se měnit
- **Deklarace** proměnné – první přiřazení hodnoty
- Zjištění typu: `type`, `isinstance`
- Možnost explicitního uvedení typu při deklaraci a přetypování

Číselné datové typy

```
>>> # celá čísla - int
>>> a = 5
>>> print(a, "je typ", type(a))
5 je typ <class 'int'>
```

```
>>> # reálná čísla - float
>>> a = 2.0
>>> print(a, "je typ", type(a))
2.0 je typ <class 'float'>
```

```
>>> # komplexní čísla - complex
>>> a = 1+2j
>>> print(a, "je komplexni cislo?", isinstance(a, complex))
(1+2j) je komplexni cislo? True
```

Strukturované datové typy

```
>>> # seznam hodnot stejných nebo různých datových typů
```

```
>>> a = [1, 2.2, 'python']
```

```
>>> print(a, "je typ", type(a))
```

```
[1, 2.2, 'python'] je typ <class 'list'>
```

```
>>> # uspořádaná n-tice -- tuple
```

```
>>> a = (3, 3.14)
```

```
>>> print(a, "je typ", type(a))
```

```
(3, 3.14) je typ <class 'tuple'>
```

```
>>> # slovník -- dict
```

```
>>> a = {"brand": "Ford", "model": "Mustang", "year": 1964}
```

```
>>> print(a, "je typ", type(a))
```

```
{'brand': 'Ford', 'model': 'Mustang', 'year': 1964} je typ <class 'dict'>
```

Explicitní přetypování

- Pokud existuje jednoznačná konverze mezi hodnotami dvou datových typů, je možné provést přetypování (cast)
- V některých případech může dojít ke změně hodnoty (ztráta přesnosti při konverzi `float`→`int`)

```
>>> x = int(1)           # x -> 1
>>> y = int(2.8)         # y -> 2
>>> z = int("3")         # z -> 3
>>> x = float(1)          # x -> 1.0
>>> y = float(2.8)        # y -> 2.8
>>> z = float("3")        # z -> 3.0
>>> w = float("4.2")      # w -> 4.2
>>> x = str("s1")         # x -> 's1'
>>> y = str(2)            # y -> '2'
>>> z = str(3.0)          # z -> '3.0'
```

II. O programování

Než začneme programovat

Python v interaktivním módu

Proměnné

Datové typy

Standardní výstup

P1.1 První program

P1.1 Převod jednotek teploty

```
>>> # výpis hodnoty proměnné s automatickým odřádkováním
```

```
>>> x = 10
```

```
>>> print(x)
```

```
10
```

```
>>> # výpis s doprovodnou informací
```

```
>>> print('x = ', x)
```

```
x = 10
```

```
>>> # formátování pomocí modifikátorů, Python 2.x
```

```
>>> print('x = %d' % x)
```

```
x = 10
```

```
>>> # f-funkce, Python 3.6 a novější
```

```
>>> print(f'x = {x}')
```

```
x = 10
```

```
>>> x = 10; y = 11; z = 12
>>> print(x, y, z) # hodnoty automaticky oddeleny ' '
10 11 12
>>> print(x, y, z, sep=';') # potlacení separatoru ' '
10;11;12
>>> print(x, y, z, sep='\n') # odradkování separátorem
10
11
12
>>> print('x={}, y={}'.format(x,y))
x=10, y=11
>>> print('x={1}, y={0}'.format(x,z))
x=12, y=10
```

```
>>> print('Prvni', 'Druhy', 'Treti', sep=', ', end=', ')
```

```
Prvni, Druhy, Treti,
```

```
>>> print('Ctvrty', 'Paty', 'Sesty', sep=', ')
```

```
Ctvrty, Paty, Sesty
```

- formátovací funkce

- `.rjust`, `.ljust`, `.center`

- `.rstrip`, `.lstrip`

- další možnosti:

- `sys.write()`, ...

- Pozor na rozdílné chování operátorů definovaných pro různé datové typy

```
>>> a = 10; b = 20; c = 30; print(a + b + c)
```

```
60
```

```
>>> a = "10"; b = "20"; c = "30"; print(a + b + c)
```

```
102030
```

```
>>> a = 10; b = "20"; print(a + b)
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'int' and 'str'
```

```
>>> a = "10"; b = 20; print(a + b)
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: can only concatenate str (not "int") to str
```

```
>>> print(a + str(b) + ' ', int(a) + b) # lze podle potřeby přetypovat
```

```
1020 30
```

```
>>> # %[flags][width][.precision]type
>>> # integer a float
>>> print("A : % 2d, B : % 5.2f" % (1, 05.333))
A :  1, B :  5.33
>>> # integer
>>> print("A : % 3d, B : % 2d" % (240, 120))
A :  240, B :  120
>>> # octal
>>> print("% 7.3o"% (25))
    031
>>> # float v exponencialnim tvaru
>>> print("% 10.3E"% (356.08977))
    3.561E+02
```

Tento způsob formátování pravděpodobně v další verzi Pythonu nebude.

```
>>> # kombinace pozicního argumentu a klicového slova
>>> print('Na hristi jsou {0}, {1}, a {other}.'
...      .format('Cesi', 'Slovaci', other='rozhodci'))
Na hristi jsou Cesi, Slovaci, a rozhodci.
>>> # formatovani cisel
>>> print('A :{0:2d}, B :{1:8.2f}'
...      .format(12, 00.546))
A :12, B :    0.55
>>> # zmena pozicního argumentu
>>> print('B: {1:3d}, A: {0:7.2f}'.format(47.42, 11))
B:  11, A:   47.42

>>> print('A: {a:5d},  B: {p:8.2f}'
...      .format(a = 453, p = 59.058))
A:   453,  B:    59.06
```

```
>>> str = "ahoj"
>>> # tisk centrovaneho retezce a vyplnoveho znaku
>>> print (str.center(40, '#'))
#####ahoj#####
>>> # tisk retezce zarovnaneho vlevo a vyplnoveho znaku
>>> print (str.ljust(40, '-'))
ahoj-----
>>> # tisk retezce zarovnaneho vpravo a vyplnoveho znaku
>>> print (str.rjust(40, '+'))
+++++++ahoj
```

II. O programování

Než začneme programovat

Python v interaktivním módu

Proměnné

Datové typy

Standardní výstup

P1.1 První program

P1.1 Převod jednotek teploty

P1.1 První program

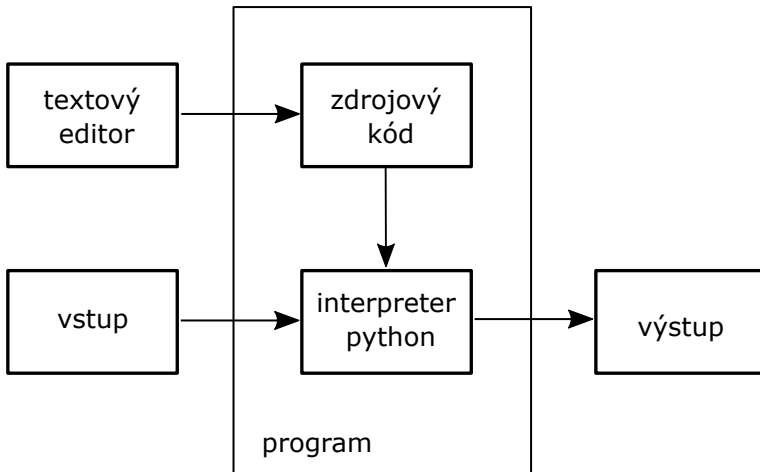
- vytvoříme v textovém editoru
- uložíme do souboru `hello.py`
- spustíme (z příkazové řádky, opakovaně)

```
# Vypise pozdraveni  
print("Hello world")
```

```
$ python3 hello.py
```

lec01/hello.py

Editace a interpretace programu



II. O programování

Než začneme programovat

Python v interaktivním módu

Proměnné

Datové typy

Standardní výstup

P1.1 První program

P1.1 Převod jednotek teploty

P1.2 Převod jednotek teploty 1/3

- Kolik stupňů Celsia je 75 stupňů Fahrenheita?

```
>>> f=75
>>> c=(f-32)*5./9.
>>> print(c)
23.88888888888889
```

- Trochu hezčí výpis:

```
>>> print(f, " °F je ", c, " °C.")
75 °F je 23.88888888888889 °C.
```

- Další zlepšení:

```
>>> print("%f °F je %f °C." % (f, c))
75.000000 °F je 23.888889 °C.
>>>
>>> print("%0.1f °F je %0.1f °C." % (f, c))
75.0 °F je 23.9 °C.
```

P1.2 Převod jednotek teploty 2/3

- Co když chceme převést více hodnot?
- Vytvoříme program, který budeme moci opakovaně spouštět!
- V textovém editoru vytvoříme soubor `units.py`

```
# Prevod stupnu Fahrenheita na stupne Celsia  
f=75  
c=(f-32)*5./9.  
print("%0.1f F je %0.1f C." % (f, c))
```

lec01/units.py

```
$ python units.py  
75.0 F je 23.9 C.
```

- Program převádí pouze jednu hodnotu.
- Co třeba převádět hodnotu načtenou z příkazové řádky?

P1.2 Převod jednotek teploty 3/3

- Vylepšená verze s načítáním čísla z příkazového řádku

```
# Prevod stupnu Fahrenheita na stupne Celsia
```

```
import sys
```

```
f=int(sys.argv[1]) # první argument
```

```
c=(f-32)*5./9.
```

```
print("%0.1f F je %0.1f C." % (f, c))
```

lec01/units2.py

```
$ python units.py 75
```

```
75.0 F je 23.9 C.
```

```
$ python units.py 60
```

```
60.0 F je 15.6 C.
```

```
$ python units.py -20
```

```
-20.0 F je -28.9 C.
```