Základy Pythonu, typy, jednoduché algoritmy

IB111 Základy programování

Tomáš Vojnar (na základě slajdů Nikoly Beneše)

26. září 2025

Struktura programu

Sekvenční řazení příkazů

- Pod sebe, jeden příkaz na řádek.
- Více příkazů na jednom řádku můžeme oddělit středníkem `;`.
  - Nedoporučeno používat, nepřehledné, zhoršuje čitelnost.
- Příliš dlouhý řádek můžeme rozdělit na více řádků:
  - pokračování řádku naznačíme znakem `\` na konci řádku (není třeba uvnitř závorek).

Zanořování podmínek/cyklů

- Tělo odsazujeme, doporučeny 4 mezery.
- Můžeme zanořovat:
  - podmínka uvnitř cyklu (a naopak),
  - cyklus uvnitř cyklu,
  - podmínka v podmínce.
  - Libovolný počet zanoření (ale zhoršuje to čitelnost).

Cyklus for

- Minule jsme viděli `for i in range(10)`.
- `for` v Pythonu je obecnější:
  - `range(...)` je jeden z druhů objektů, kterými se dá procházet.
  - Dalšími jsou seznamy, množiny, … (uvidíme dále).

`range` (česky snad sekvence, posloupnost, rozsah)

- Základní verze `range(stop)`:
  - postupně procházíme čísla od `0` do `stop - 1` včetně.
- `range(start, stop)`:
  - procházíme čísla od `start` do `stop - 1` včetně.
- `range(start, stop, step)`:
  - procházíme čísla od `start`, velikost jednoho kroku je `step`, skončíme na posledním čísle *před* `stop`.
- Jak můžeme počítat pozpátku? Použijeme záporný krok.

Vztah cyklů for a while

for_cycle.py while_cycle.py

```
total = 0
for i in range(10, 100, 7):
    total += i
```

Jak napsat cyklus ***for*** *pomocí cyklu* ***while****?*

```
total = 0
i = 10
while i < 100:
    total += i
    i += 7
```

K zamyšlení: Mezi těmito dvěma cykly je drobný rozdíl, v čem?

- Jaká je hodnota proměnné `i` po skončení cyklů?
  - Tento rozdíl v některých jazycích nenajdete.
  - Je lepší se na hodnotu `i` po skončení cyklu **`for`** nespoléhat.

Ternární operátor if ... else

- Už známe: **příkaz** `if`.
- Python má také operátor `if ... else`.
  - Podobné existují v jiných jazycích, např. `? :` v C.
  - V Haskellu `if ... then ... else`.

```
výraz1 if podmínka else výraz2
```

- Nejprve se vyhodnotí `podmínka`.
- Pokud je pravdivá, vyhodnotí se `výraz1`.
- V opačném případě se vyhodnotí `výraz2`.
- Část `else ...` je v tomto případě povinná.

Příkaz vs. výraz

- Pojem výraz: viz předchozí přednáška.
- Výraz (ale ne příkaz) můžeme použít uvnitř jiného výrazu.
- `výraz1` a `výraz2` jsou výrazy, ne příkazy!

Podprogramy

- Programy dělíme na podprogramy.
- Ty můžeme dále dělit na (menší) podprogramy.
- Důvody už jsme si řekli minule.

- Podprogram: úsek kódu, který má navíc název, parametry a návratovou hodnotu.

- V Pythonu realizujeme pomocí funkcí:

```
def ppgm(x_1, …, x_n):
    příkaz_1
    # ...
    příkaz_m
```

- ppgm je jméno.
- `x_i` jsou jména formálních parametrů,
- `příkaz_1 ... příkaz_m` je tělo podprogramu.

Volání podprogramů

- Volání podprogramu – *výraz* `ppgm(e_1, ..., e_m)`:
  - e_i – výrazy: vyhodnotí se na skutečné parametry (argumenty),
  - jména formálních parametrů se sváží se skutečnými parametry.

- *Příkaz* `return` či `return expr`.
  - Ukončí běh podprogramu, vrátí `None` či hodnotu výrazu `expr`.
  - Návratová hodnota se použije místo (pod)výrazu volání podprogramu.

- Vnořené volání podprogramů
  - Podprogramy mohou volat další podprogramy.
  - Po dokončení vnořeného podprogramu se běh vrátí do místa, odkud se podprogram zavolal.
  - Podprogram může dokonce volat sám sebe:
    - tzv. *rekurze* (k té se vrátíme později).

Funkce: příklad

series_sum.py

```
def series_sum(num):
    total = 0
    for i in range(1, num + 1):
        total += i
    return total

# what is the value of series_sum(42)?
```

- Lepší řešení?

```
return num * (num + 1) // 2
```

Lokální proměnné podprogramu

- Jejich jméno je viditelné lokálně pouze v daném podprogramu:
  - buď se jedná o formální parametr,
  - nebo vznikají lokálním přiřazením.

- Každá invokace funkce má své vlastní lokální proměnné.
  - Stejné jméno, ale jiný kontext!
  - Platí i pro rekurzivní invokace.

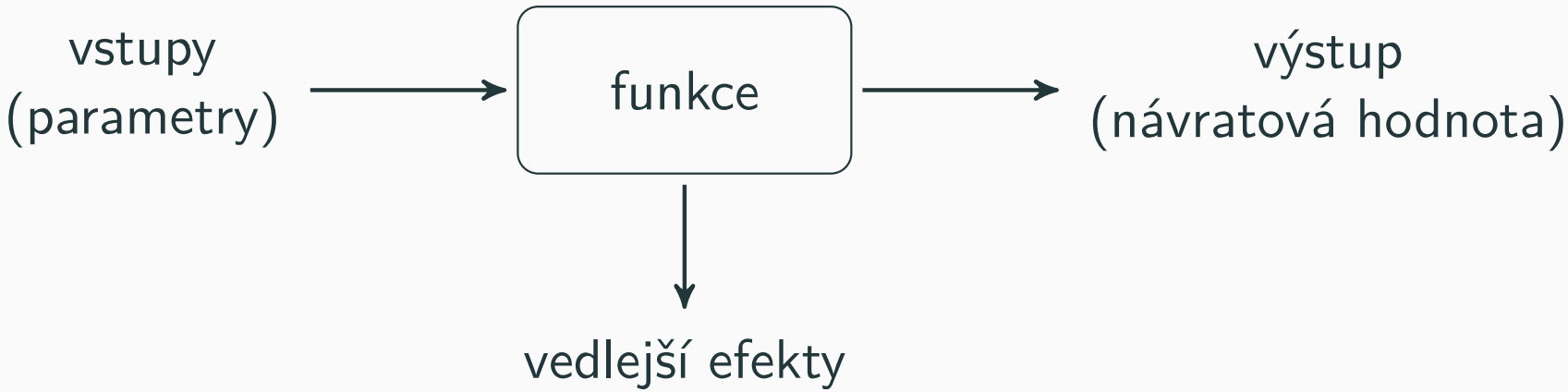
Příklad: lokální proměnné

locals.py

```
# use pythontutor.com or a debugger

def inner(n):
    x = 2 * n
    return x + 11

def outer(n):
    x = 3 * n
    y = inner(n + 7)
    return x + y

x = 17
n = 33
result = outer(9)
```

Vedlejší efekty podprogramů

- Mimo vrácení návratové hodnoty podprogram může mít další vně pozorovatelné efekty.
- Chápání se může lišit, ale typicky jde o změnu:
  - hodnoty objektu dostupného v programu i vně daného podprogramu (pokud to typ objektu povoluje),
  - stavu výpočetního systému vně daného běžícího programu.
    - Změna obsahu souborů, jejich atributů, přístupových časů, …
  - Obvykle ale nepočítáme spotřebu paměti, energie apod.



Čisté funkce

Čistá funkce – pokud při jejím provádění nenastane chyba mimo funkci samotnou (výpadek napájení, nedostatek paměti, …), pak:

- pro stejné vstupy buď vždy skončí, nebo vždy neskončí;
- pokud skončí, pak skončí se stejnými hodnotami;
- nemá mimo svého provedení a vrácení výsledku žádný vně pozorovatelný efekt, a to ani dočasně.

Nečistota funkce může být způsobena i podprogramem z ní volaným!

- Ale pozor: neplatí to vždy!

Predikát: čistá funkce, která vrací `True` nebo `False`

Procedura: podprogram, jehož hlavní účel je nějaký vedlejší efekt.

Doporučení pro psaní funkcí

Nejprve si ujasnit specifikaci (vstupně/výstupní chování):

- Jaké potřebuje funkce vstupy?
- Co bude výstupem funkce?

Funkce by měly být krátké.

- „Jedna myšlenka.“
- Funkce by se měla vejít na jednu obrazovku.
- Jen několik úrovní zanoření.

Co když je funkce příliš dlouhá?

- Najít v ní menší logické celky.
- Rozdělit na menší funkce.

Datové typy

Co je hodnotou výrazu `3 + "ježek"` v Pythonu?

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

- Hodnoty uložené v objektech mají své typy.
- Většinu operací v Pythonu je možno provádět jen se správnými (kompatibilními) typy hodnot.

- Velká část jazyků vyžaduje typové deklarace proměnných:
  - proměnná smí obsahovat hodnoty jen zadaného typu,
  - typová kontrola se provádí před spuštěním programu.

- Proměnné v Pythonu mohou mít hodnoty libovolných typů.
  - Python je silně typovaný dynamický jazyk.
  - Typová kontrola se provádí za běhu!

- Python (od verze 3.6) má nepovinné typové anotace.
  - Umožňují typovou kontrolu před spuštěním programu.
  - Mohou značně zjednodušit orientaci v kódu.

Základní typy hodnot v Pythonu

- Celá čísla – `int`:
  - příklady: `1`, `-7`, `36893488147419103232`,
  - od Pythonu 3 **libovolně velká**,
  - v jiných jazycích často omezeně velká (32 bitů, 64 bitů).
  - Dvojkově: `0b101010`, osmičkově: `0o52`, šestnáctkově: `0x2a`.

- Čísla s plovoucí řádovou čárkou – `float`:
  - příklady: `1.0`, `3.14`, `3.68e+19` (tj. $3,68 \cdot 10^{19}$),
  - **omezená přesnost** (IEEE floating point).

- Řetězce – `str`:
  - příklady: `"Apple"`, `'Banana'`, `"Cherry"`
  - víceřádkové uvnitř `""" ... """`

- Pravdivostní hodnoty – `bool`:
  - dvě hodnoty: `True`, `False`.

- Seznamy, ntice, slovníky, ... (uvidíme později)

Speciální hodnota *None*

`None`

- Vráceno funkcí, pokud se dojde na její konec bez `return`.
- Vráceno prázdným `return`.
- Explicitní označení „žádné hodnoty“.
- V případě, že funkce může vracet i jiné hodnoty,
  je čitelnější používat `return None`.

Test na `None` (dle PEP8)

- `x is None` nebo `x is not None`.
- Jinde `is` nepoužívejte – není to totéž, co ==.
  - (Vrátíme se k tomu později.)

Typové konverze

`conversions.py`

Implicitní (dějí se automaticky)

- Celé číslo → číslo v plovoucí řádové čárce.[1]
- Pravdivostní hodnota → číslo.

Explicitní (je třeba si o ně říct)

- `float(num)` – z celého čísla na typ `float`.
- `round(fnum)` – „klasické“ zaokrouhlení (k bližšímu číslu);
  - pokud je `fnum` přesně mezi, výsledek bude sudý.
- V knihovně `math`:
  - `floor(fnum)` – dolní celá část (zaokrouhlení dolů),
  - `ceil(fnum)` – horní celá část (zaokrouhlení nahoru),
  - `trunc(fnum)` – odříznutí desetinné části (zaokrouhlení k nule).
- Další uvidíme později.

[1] Ale pozor na `/`, v IB111 nedovolujeme celá čísla na obou stranách.

Zásady čitelnosti kódu (připomenutí)

Obecné

- Pište tak, aby byl jasný záměr:
  - smysluplné pojmenování proměnných, funkcí apod.;
  - v případě komplikovanějšího kódu dokumentace (komentáře)
  - (ideálně ovšem psát samodokumentující se kód).
- Neopakujte se, nepište „copy&paste kód“.
- Větší kód členěte do rozumných menších celků:
  - pomocné funkce, (objekty, moduly, …).

PEP8 – oficiální styl pro Python

- Část pravidel zkontroluje IDE nebo `edulint`.
- Konvence pro jména:
  - proměnné, funkce: `lower_case_with_underscores`,
  - konstanty: `UPPER_CASE_WITH_UNDERSCORES`.

Always code as if the guy who ends up maintaining your code will be a violent psychopath who knows where you live. (J.F. Woods)

DRY vs. WET programming

DRY

- Don't Repeat Yourself

WET

- Write Everything Twice
- We Enjoy Typing
- Waste Everyone's Time

Příklad: Přestupný rok

Chceme napsat predikát `is_leap`, který nám řekne, zda je zadaný rok přestupný v gregoriánském kalendáři.

Pravidla:

- Rok je přestupný, pokud je dělitelný číslem 4.
- Výjimka: Rok není přestupný, pokud je dělitelný 100.
- Výjimka z výjimky: Rok je přestupný, pokud je dělitelný 400.

Přestupný rok: Ne moc pěkné řešení

leap01.py

```
def is_leap(year):
    if year % 4 == 0:
        if year % 100 == 0:
            if year % 400 == 0:
                return True
            else:
                return False
        else:
            return True
    else:
        return False
```

A vám se ten kód jako líbí?

Přestupný rok: Výrazně lepší řešení

leap02.py

```
def is_leap(year):
    return year % 4 == 0 and \
        (year % 100 != 0 or year % 400 == 0)
```

Příklad: Ciferný součet

- *Vstup:* přirozené číslo n.
- *Výstup:* ciferný součet čísla n (v desítkové soustavě).
- Příklady konkrétního vstupu a výstupu:
  - $0 \to 0$
  - $7 \to 7$
  - $17 \to 8$
  - $42 \to 6$
  - $999 \to 27$
  - $72525 \to 21$

- Jak na to?
  - Potřebujeme umět „odebrat“ jednu číslici z čísla.

Ciferný součet – Myšlenka řešení

- Poslední číslice z čísla: zbytek po dělení deseti.
- Odebrání poslední číslice: celočíselné dělení deseti.
- Opakovat tak dlouho, dokud číslo není 0.

```
def digit_sum(n):
    result = 0
    while n > 0:
        # MAGIC happens...
        n = n // 10
    return result
```

Ciferný součet – Nevhodné řešení

```
if n % 10 == 1:
    result = result + 1
elif n % 10 == 2:
    result = result + 2
elif n % 10 == 3:
    result = result + 3
elif n % 10 == 4:
    result = result + 4
elif n % 10 == 5:
    result = result + 5
elif n % 10 == 6:
    result = result + 6
elif n % 10 == 7:
    result = result + 7
elif n % 10 == 8:
    result = result + 8
elif n % 10 == 9:
    result = result + 9
```

Ciferný součet – Vhodné řešení

digit_sum.py

```
def digit_sum(n):
    result = 0
    while n > 0:
        result += n % 10
        n //= 10
    return result
```

Co kdybychom chtěli ciferný součet v jiné soustavě?
(Dvojkové, osmičkové, šestnáctkové, dvanáctkové, šedesátkové, ...)

Výpočet odmocniny

Jak spočítáte druhou odmocninu kladného (reálného) čísla?

- Bez použití knihovny `math` a funkce `sqrt`.
- Co kdyby nám stačilo jen *přibližné* řešení?

- *Vstup:* kladné („reálné“) číslo x.
- *Výstup:* přibližná hodnota $\sqrt{x}$.

- Co to znamená *přibližná*?
- Jak na to?
  - Mnoho různých metod, ukážeme si jednu z nich (zdaleka ne tu nejefektivnější).

Odbočka: Nepřesnost datového typu *float*

precision.py

Přesná matematika – pro $x \neq 0$:

$$\left(\left(1 + \frac{1}{x}\right) - 1\right) \cdot x = 1$$

Nepřesné počítače:

```
def weird(x):
    return ((1 + 1.0 / x) - 1) * x

# weird(2 ** 50) == 1.0
# weird(2 ** 100) == 0.0
# weird(3) == 0.9999999999999998
```

Pro které nejmenší kladné číslo `x` *platí* `1.0 / x + 1.0 == 1.0`*?*
Pro které nejmenší kladné číslo `x` *platí* `x / 1.0 + 1.0 == x`*?*

Výpočet odmocniny

Půlení intervalu

- Chceme vypočítat $\sqrt{2}$.
- Řešení musí být v intervalu $\langle 0, 2 \rangle$.
- Zvolíme střed intervalu, tj. 1.
- $1^2 = 1$, což je méně než 2.
- Řešení tedy musí být v intervalu $\langle 1, 2 \rangle$.
- Zvolíme střed intervalu, tj. 1.5.
- $1.5^2 = 2.25$, což je více než 2.
- Řešení tedy musí být v intervalu $\langle 1, 1.5 \rangle$.
- Atd.

- Kdy skončíme?
  - Když bude střed na druhou dostatečně blízko 2.

Výpočet odmocniny

square_root.py

```
def square_root(x, precision):
    lower = 0.0
    upper = x
    middle = (lower + upper) / 2
    while abs(middle ** 2 - x) > precision:
        if middle ** 2 > x:
            upper = middle
        elif middle ** 2 < x:
            lower = middle
        middle = (lower + upper) / 2
    return middle
```

- Je tento program korektní?
  - Zkuste spočítat druhou odmocninu čísla 0.5.
  - Co se stalo a proč?
  - Jak to opravit?

9/9

0800 Arctan started
1000 " stopped - arctan ✓ { 1.2700 9.037 847 025
9.037 846 795 correct
13" tape (032) MP - MC ~~1.9821447000~~ ~~2.13047764915 (-3)~~ 4.615925059(-2)
(033) PRO 2 2.13047645
correct 2.13067645
Relays 6-2 in 033 failed special speed test
In relay " 11.00 test.
Relays changed
1100 Started Cosine Tape (Sine check)
1525 Started Multy Adder Test.

Relay 2145
Relay 3370

1545 
Relay #70 Panel F
(moth) in relay.
First actual case of bug being found.
~~1700~~ 1630 Arctangent started.
1700 closed down.

Ladění (debugging)

„Debugging is twice as hard as writing the code in the first place. Therefore, if you write the code as cleverly as possible, you are, by definition, not smart enough to debug it.“ (Brian W. Kernighan)

Ladění (debugging)

Debugger

- Nástroj, pomocí něhož je možné postupně provádět jednotlivé kroky programu, sledovat hodnoty proměnných apod.
- Typicky součástí vývojového prostředí.
- Příkazový řádek: `python -m pdb jméno_souboru.py`.

Online vizualizátor: http://pythontutor.com/

Debugger v Thonny

- Nastavení řádků, kde se má výpočet zastavit – breakpoints:
  - kliknout na číslo řádku, objeví se červená tečka.

- Spuštění programu s debuggerem:
  - místo Run použít Debug,
  - nebo v menu Run → Debug current script
    (dvě varianty: *nicer*/*faster*, liší se detailem Step Into).

- Hodnoty proměnných:
  - Globální (přesněji modulové): menu View → Variables.
  - Lokální: v okně s funkcí (Local variables).

- Krokování:
  - Step Over – krok na další řádek,
  - Step Into – vstoupí dovnitř volání funkce
    (ve variantě *nicer* navíc postupně ukazuje vyhodnocení výrazů),
  - Step Out – vynoří se z volání funkce,
  - Resume Program – běží až po další breakpoint.

Čtení chybových hlášek

- Chyby při spuštění.
- Chyby za běhu.

```
Traceback (most recent call last):
  File "locals.py", line 16, in <module>
    result = outer(9)
  File "locals.py", line 10, in outer
    y = inner(n + 7)
  File "locals.py", line 5, in inner
    return y + 11
NameError: name 'y' is not defined
```

- Kde je problém? (Funkce, číslo řádku.)
- Co je to za problém? (Typ chyby.)

Základní typy chyb

SyntaxError (chyba při spuštění) špatná syntax: chybějící dvojtečka nebo závorka, záměna = a ==, ...

IndentationError (chyba při spuštění) špatné odsazení.

NameError špatné jméno proměnné: překlep v názvu, chybějící inicializace proměnné.

TypeError špatný typ pro danou operaci: sčítání čísla a řetězce, ...

IndexError chyba při indexování řetězce, seznamu apod. (uvidíme časem).

... a další.

K zamyšlení do příště

Jak spočítáme největšího společného dělitele dvou přirozených čísel?

- Jak to udělat *efektivně*?