3. Grafický režim

video prezentácie

1. grafický režim
2. body na kružnici
3. zmeny nakreslených útvarov

Doteraz sme pracovali len v textovom režime: do textovej plochy (shell) sme z programu zapisovali len pomocou `print()`. V súčasných operačných systémoch (windows, linux, os, ...) sú skoro všetky aplikácie grafické. Preto to skúsime aj my.

Budeme pracovať s modulom **tkinter**, ktorý slúži na vytváranie grafických aplikácii. My ho budeme využívať prakticky len na kreslenie na tzv. **plátno**, hoci tento modul zvláda aj iné typy grafických prvkov. Príkladom grafickej aplikácie je aj vývojové prostredie **IDLE**. Toto prostredie je kompletne napísané v Pythone a používa práve **tkinter**.

Užitočné informácie k **tkinter** nájdete napríklad v materiáli:

- Tkinter 8.5 reference: a GUI for Python alebo pdf

Základná grafická aplikácia

Minimálna grafická aplikácia je táto:

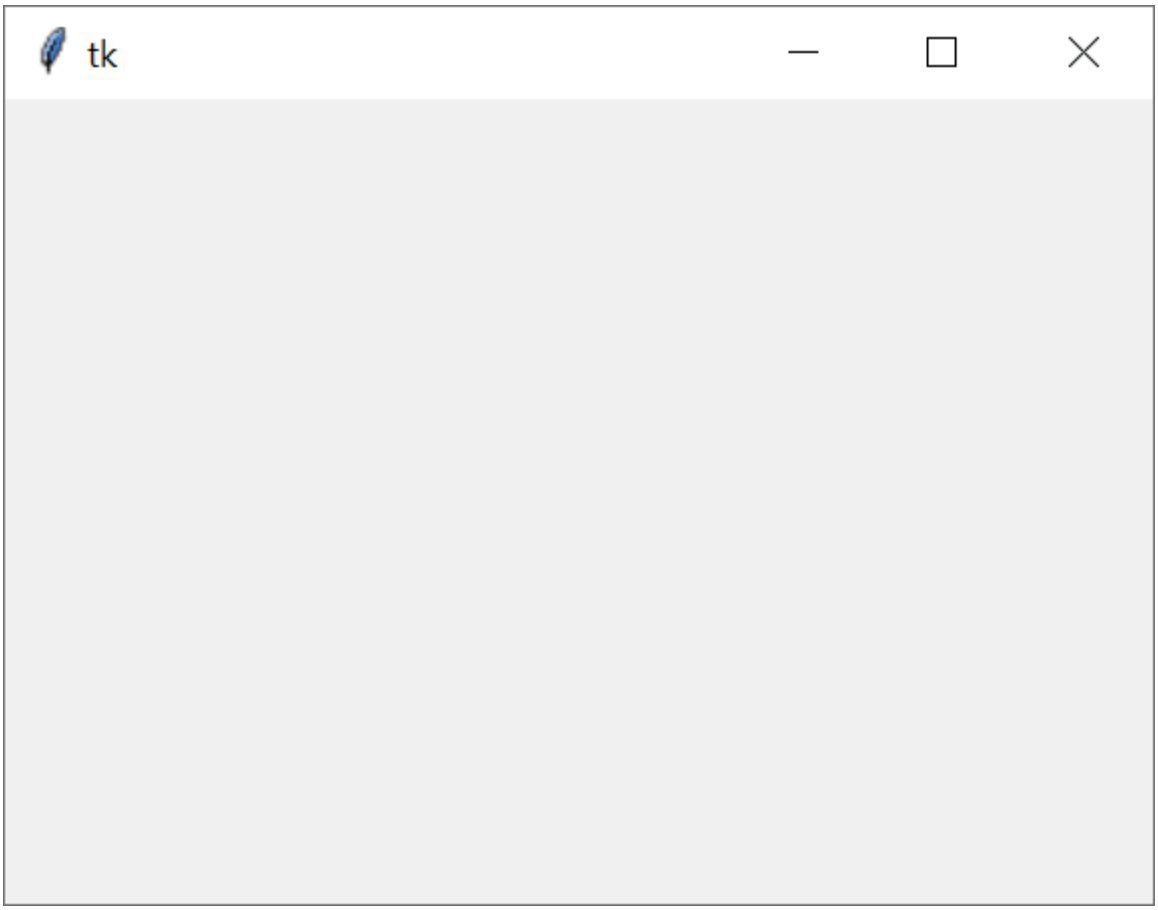
```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

# tu sa bude kresliť do grafickej plochy

tkinter.mainloop()
```

Príkazy majú postupne takéto vysvetlenie:

- `import tkinter` - vytvorí premennú `tkinter`, pomocou ktorej budeme mať prístup (bodkovou notáciou) k funkciám v module
- `canvas = tkinter.Canvas()` - vytvorí plátno grafickej aplikácie - priradili sme ho do premennej `canvas` (mohli sme ho pomenovať aj hocijako inak, ale takto budeme lepšie rozumieť aj cudzím programom, keďže najčastejšie sa používa takýto zápis)
    - týmto vznikne malá grafická aplikácia (malé okno), aj plátno, ktoré ale zatiaľ nie je vidieť, keďže nie je v tejto aplikácii umiestnené
- `canvas.pack()` - až teraz sa umiestni naše plátno do grafickej aplikácie (do okna) - plátno je teraz pripravené, aby sme do neho mohli kresliť
- `tkinter.mainloop()` - vďaka tomuto príkazu grafická aplikácia v operačnom systéme naozaj *žije*, t.j. reaguje na klikanie, presúvanie, zmenu veľkosti, prekresľovanie, ...

Posledný príkaz `tkinter.mainloop()` môžeme pri spustení pod **IDLE** vynechať, lebo práve **IDLE** ho spraví za nás (celý **IDLE** je naprogramovaný v Pythone, využíva `tkinter` a spúšťa na pozadí `mainloop`).

Po spustení tohto programu dostávame malú grafickú aplikáciu:



V tejto aplikácii sa nachádza plátno (šedá plocha vo vnútri okna), ktoré je zatiaľ prázdne, lebo sme ešte nezadali žiaden ďalší grafický príkaz na kreslenie.

Grafické príkazy

Všetky grafické príkazy budú pracovať s plátnom a preto budú začínať slovom `canvas`, za ktorým bude samotný príkaz. Tvar väčšiny príkazov bude

```
canvas.create_<meno útvaru>(x, y, ..., <ďalšie parametre>)
```

Bude to znamenať, že do grafickej plochy `canvas` sa nakreslí uvedený útvar, jeho poloha súvisí so súradnicami `(x, y)` a niekedy budeme okrem ďalších súradníc špecifikovať aj nejaké parametre. Postupne sa zoznámime s týmito grafickými objektmi:

```
canvas.create_text(...)          # vypíše zadaný text
canvas.create_rectangle(...)     # nakreslí obdĺžnik
canvas.create_oval(...)          # nakreslí elipsu
canvas.create_line(...)          # nakreslí lomenú čiaru
canvas.create_polygon(...)       # nakreslí polygón
canvas.create_image(...)         # nakreslí png obrázok
```

Text v grafickej ploche

Ukážme najjednoduchší grafický príkaz, ktorý do plochy (plátna) zapíše nejaký text. Do našej šablóny na vytvorenie grafickej aplikácie pridáme jeden príkaz na „nakreslenie“ (vypísanie) nejakého textu:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

canvas.create_text(150, 100, text='programujem v Pythone')

tkinter.mainloop()
```

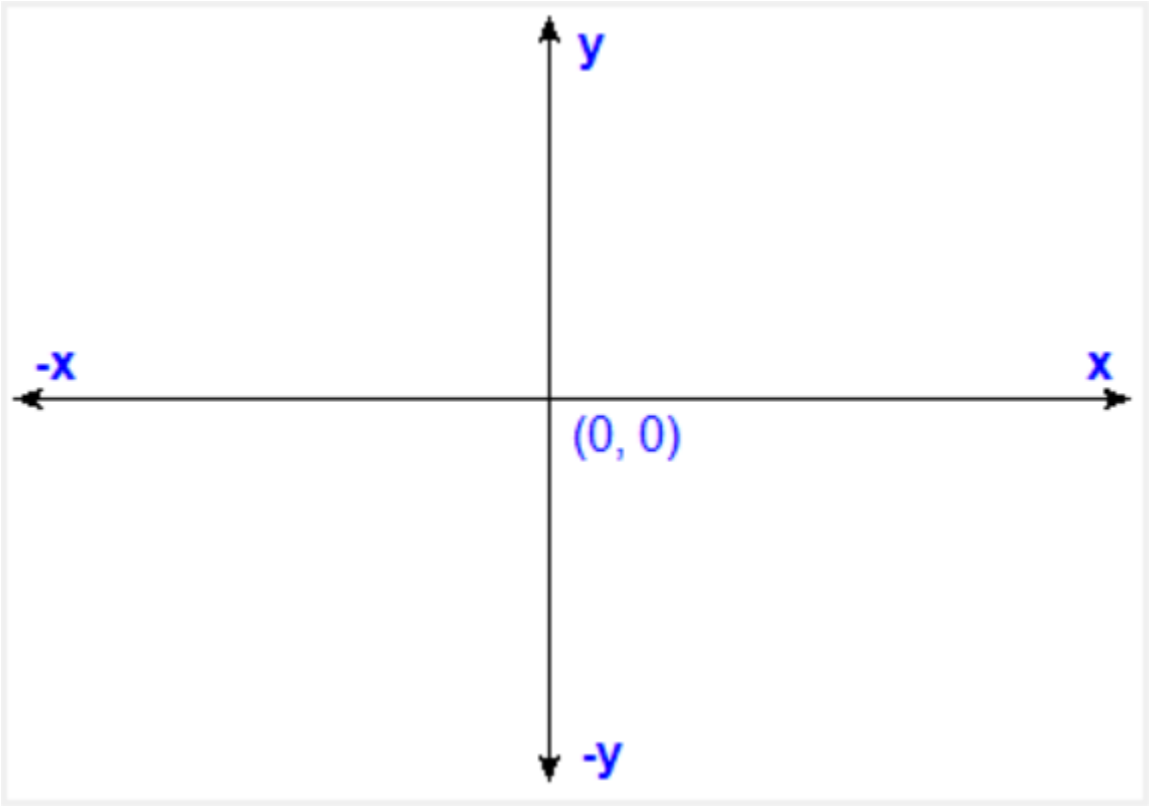
Všimnite si, že sme tu vynechali posledný príkaz `tkinter.mainloop()`. Predpokladáme, že programy spúšťate pod **IDLE**. Inak by ste tento príkaz nemali na konci programu zabudnúť.

Po spustení dostávame takýto grafický výstup:

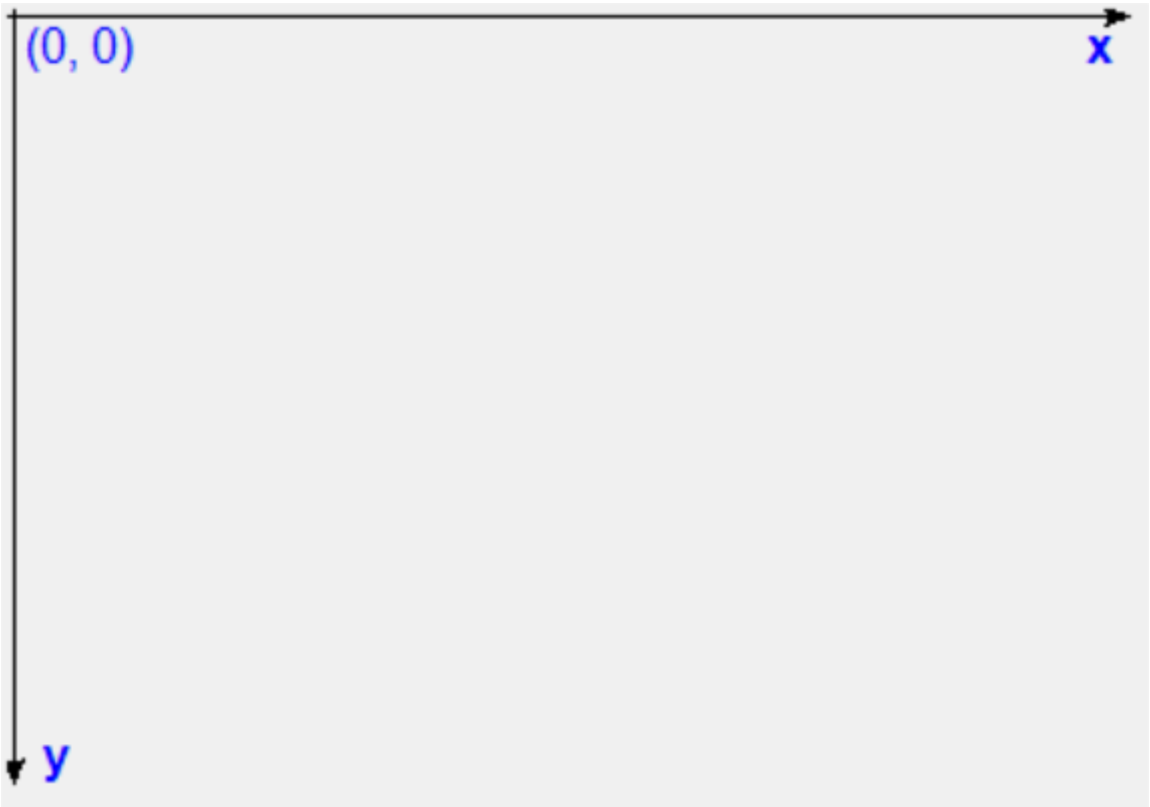
V šedej ploche sa na súradniciach `(150, 100)` vypísal zadaný text ale dosť malými písmenkami. Potrebujeme ale rozumieť, ako `tkinter` chápe súradnicovú sústavu.

Súradnicová sústava

Zo školskej matematiky vieme, že súradnicové osi **x** a **y** sú na seba kolmé a pretínajú sa v bode (0, 0). Orientácia týchto osí je takáto:



V počítačových programoch sa veľmi často bod (0, 0) presúva do ľavého horného rohu plátna, **x**-ová os prechádza zľava doprava po hornej hrane plátna a **y**-ová os prechádza zhora nadol po ľavej hrane plátna:



Aj takáto súradnicová sústava má záporné **x** a **y** ale, keď budeme kresliť mimo viditeľnú časť plátna, niektoré časti kresby nebudeme vidieť. Zatiaľ budeme pracovať s plátnom, ktorý má rozmery približne `380` x `260`. Neskôr sa naučíme nastavovať ľubovoľné rozmery plátna.

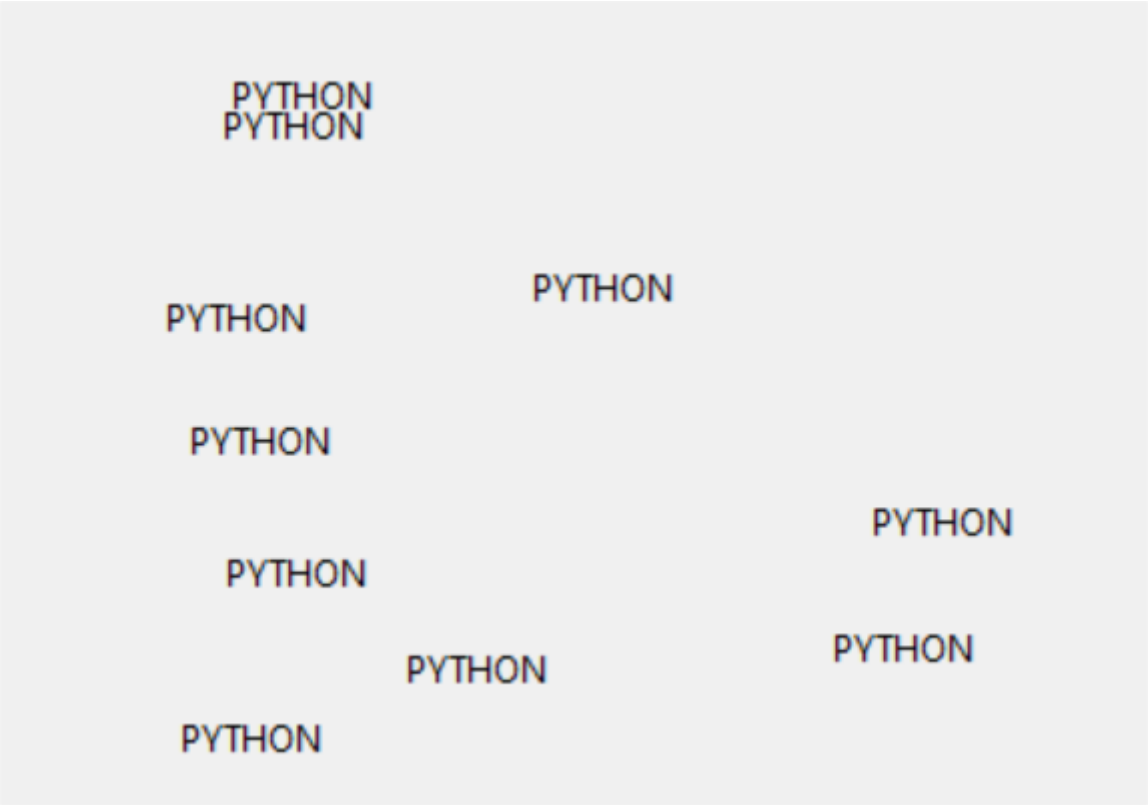
Využime generátor náhodných čísel (modul `random`) na generovanie náhodných bodov v grafickej ploche. Môžeme zapísať:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x = random.randint(0, 380)
y = random.randint(0, 260)
canvas.create_text(x, y, text='PYTHON')

tkinter.mainloop()
```

Tento program na náhodnú pozíciu umiestni text `'PYTHON'`. Keď ho zavoláme viackrát, zakaždým vypíše tento istý text ale na inú pozíciu. Môžeme sa o tom presvedčiť tak, že príkazy, ktoré generujú náhodnú pozíciu a vypisujú text, necháme pomocou for-cyklu opakovať 10-krát:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for i in range(10):
    x = random.randint(0, 380)
    y = random.randint(0, 260)
    canvas.create_text(x, y, text='PYTHON')

tkinter.mainloop()
```

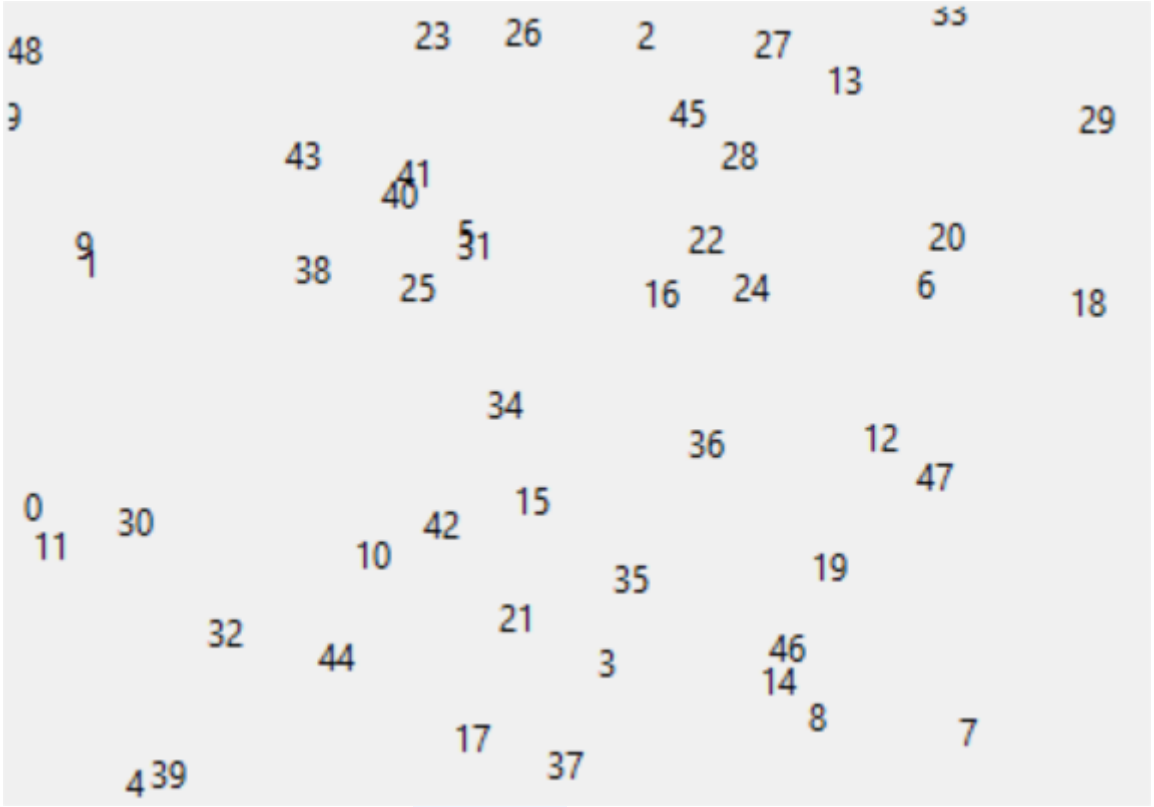
dostávame takýto obrázok:



Stačí namiesto výpisu `'PYTHON'` vypisovať premennú cyklu:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for i in range(50):
    x = random.randint(0, 380)
    y = random.randint(0, 260)
    canvas.create_text(x, y, text=i)

tkinter.mainloop()
```

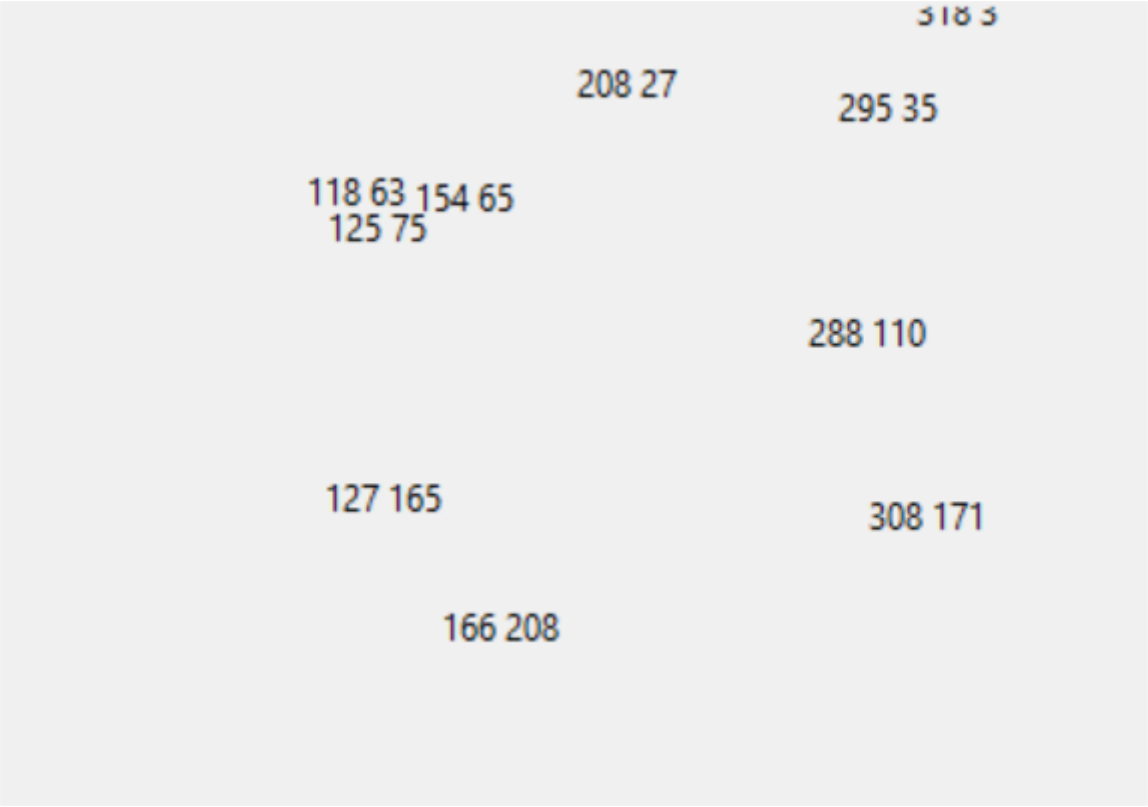
dostávame takýchto 50 náhodne vygenerovaných bodov:



Pri vypisovaní textov pomocou `create_text` môžeme použiť nielen znakové reťazce a celočíselné premenné, ale napríklad aj takéto dvojice:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for i in range(10):
    x = random.randint(0, 380)
    y = random.randint(0, 260)
    canvas.create_text(x, y, text=(x, y))

tkinter.mainloop()
```

teraz okrem 10 náhodne vygenerovaných bodov sa dozvedáme aj ich súradnice:



Tu treba poznamenať, že samotné súradnice vypisovaného textu označujú presný stred tohto textu, tak ako to ukazuje nasledovný zväčšený obrázok, v ktorom sa vypísal text `'PYTHON'`. Je tu zobrazená aj poloha (x, y), ktorá sa zadala v príkaze `create_text`:

Kreslenie obdĺžnikov

Na nakreslenie obdĺžnikov slúži grafický príkaz:

```
canvas.create_rectangle(x1, y1, x2, y2)
```

Keďže takýto obdĺžnik bude mať strany rovnobežné s osami **x** a **y**, na jednoznačné zadefinovanie obdĺžnika nám budú stačiť ľubovoľné dva protiľahlé vrcholy. Najčastejšie to bude ľavý horný bod `(x1, y1)` a pravý dolný `(x2, y2)`. Zapíšme napríklad:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()
```

```
canvas.create_rectangle(50, 30, 190, 110)

tkinter.mainloop()
```

Nakreslí obdĺžnik, ktorého ľavý horný vrchol je `(50, 30)` a pravý dolný je `(190, 110)`:

Keďže pri kreslení obdĺžnika môžeme určiť jeho ľubovoľné dva protiľahlé vrcholy, všetky nasledovné volania by nakreslili presne ten istý obdĺžnik, ako sa nakreslil v predchádzajúcom programe:

```
canvas.create_rectangle(190, 110, 50, 30)
canvas.create_rectangle(50, 110, 190, 30)
canvas.create_rectangle(190, 30, 50, 110)
```

Uvedomte si, že šírka tohto obdĺžnika (veľkosť vodorovnej strany) je `190 - 50`, teda `140` a výška je `110 - 30`, teda `80`. Ak by sme teraz zapísali:

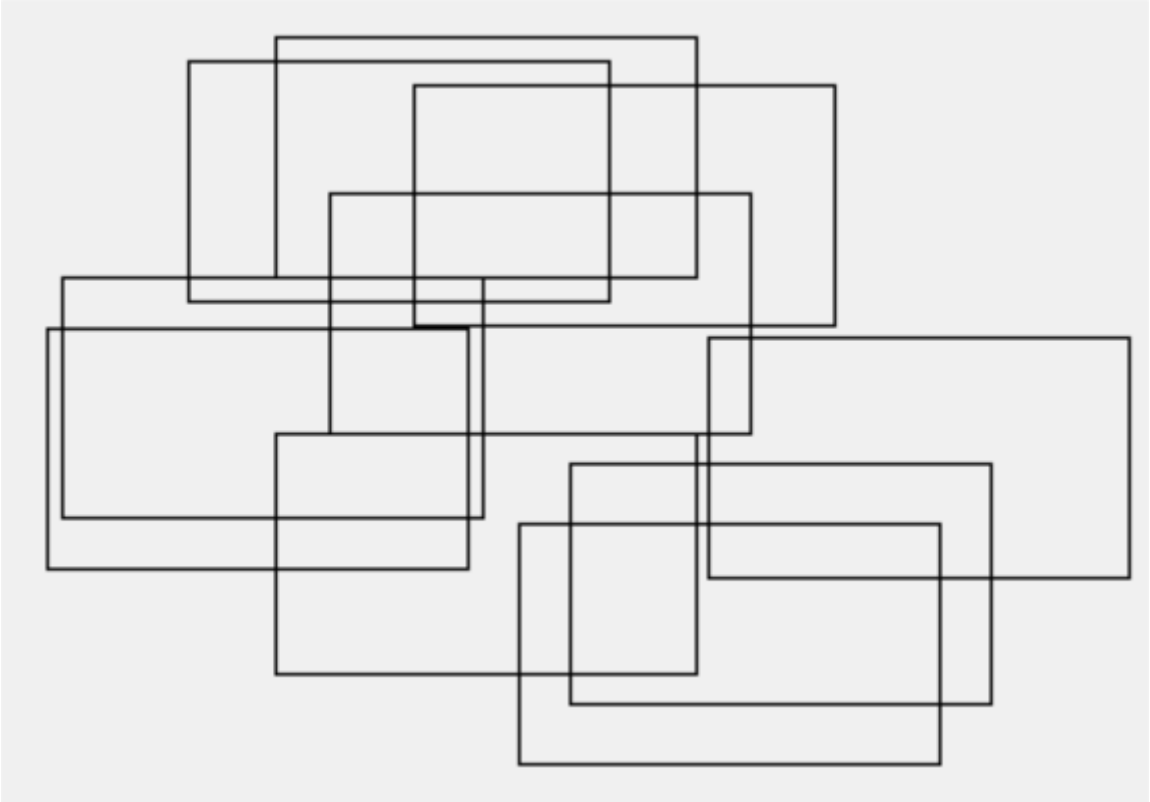
```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x, y = 50, 30
sirka, vyska = 140, 80
canvas.create_rectangle(x, y, x + sirka, y + vyska)

tkinter.mainloop()
```

dostaneme opäť ten istý obdĺžnik. Tento zápis má ale ešte jednu výhodu: veľmi jednoducho vieme nakresliť rovnaký obdĺžnik, ale na inom mieste. Stačí zmeniť `x, y` a obdĺžnik rozmerov `140 x 80` sa nakreslí na novej pozícii. Pomôžeme si podobne ako pri náhodných

pozíciách textu aj pri kreslení obdĺžnikov na náhodné pozície pomocou funkcií modulu `random`. Nakreslíme 10 rovnako veľkých obdĺžnikov na náhodné pozície:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for i in range(10):
    x = random.randint(10, 240)
    y = random.randint(10, 180)
    sirka, vyska = 140, 80
    canvas.create_rectangle(x, y, x + sirka, y + vyska)

tkinter.mainloop()
```

Všimnite si, že obdĺžniky majú priesvitné vnútro (výplň) a teda je cez tieto obdĺžniky vidieť:

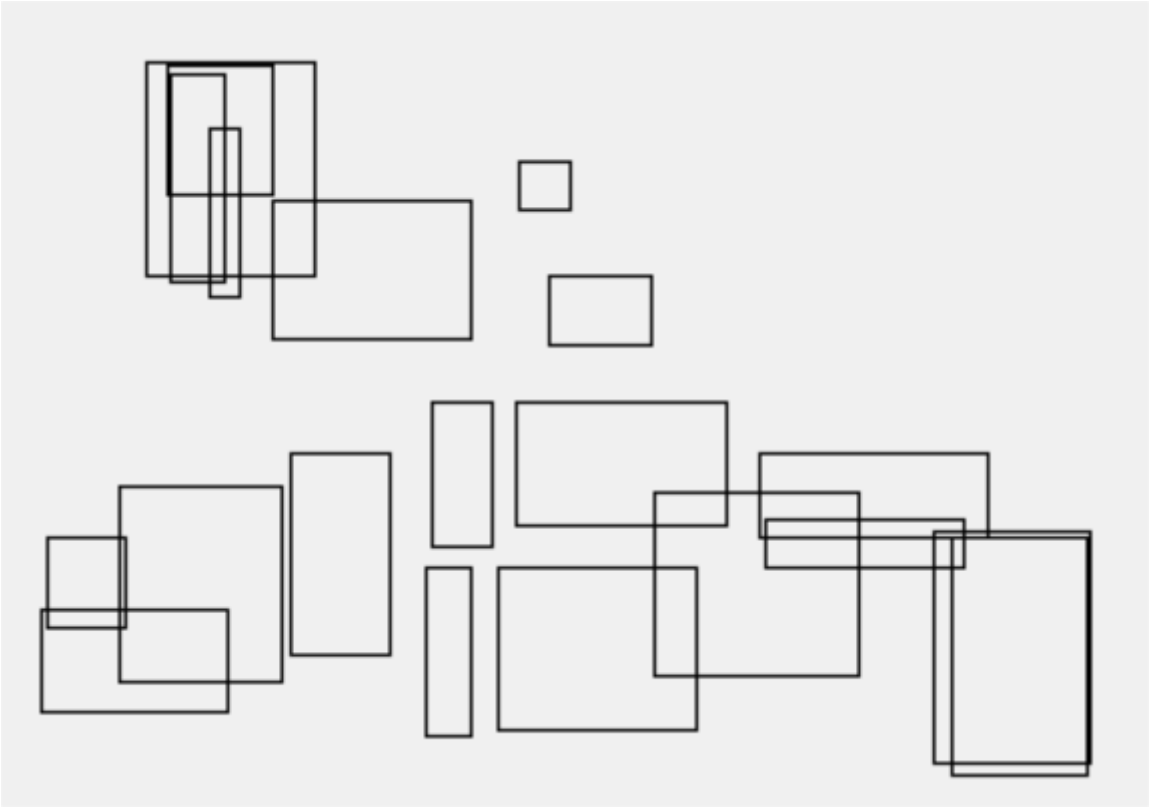


Teraz by sme zvládli zmeniť aj veľkosť obdĺžnikov na nejaké náhodné hodnoty. Preto vo vnútri cyklu vygenerujeme náhodné hodnoty aj pre `sirka` aj `vyska`, napríklad takto:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for i in range(20):
    sirka = random.randint(10, 80)
    vyska = random.randint(10, 80)
    x = random.randint(10, 370 - sirka)
```

```
    y = random.randint(10, 260 - vyska)
    canvas.create_rectangle(x, y, x + sirka, y + vyska)

tkinter.mainloop()
```

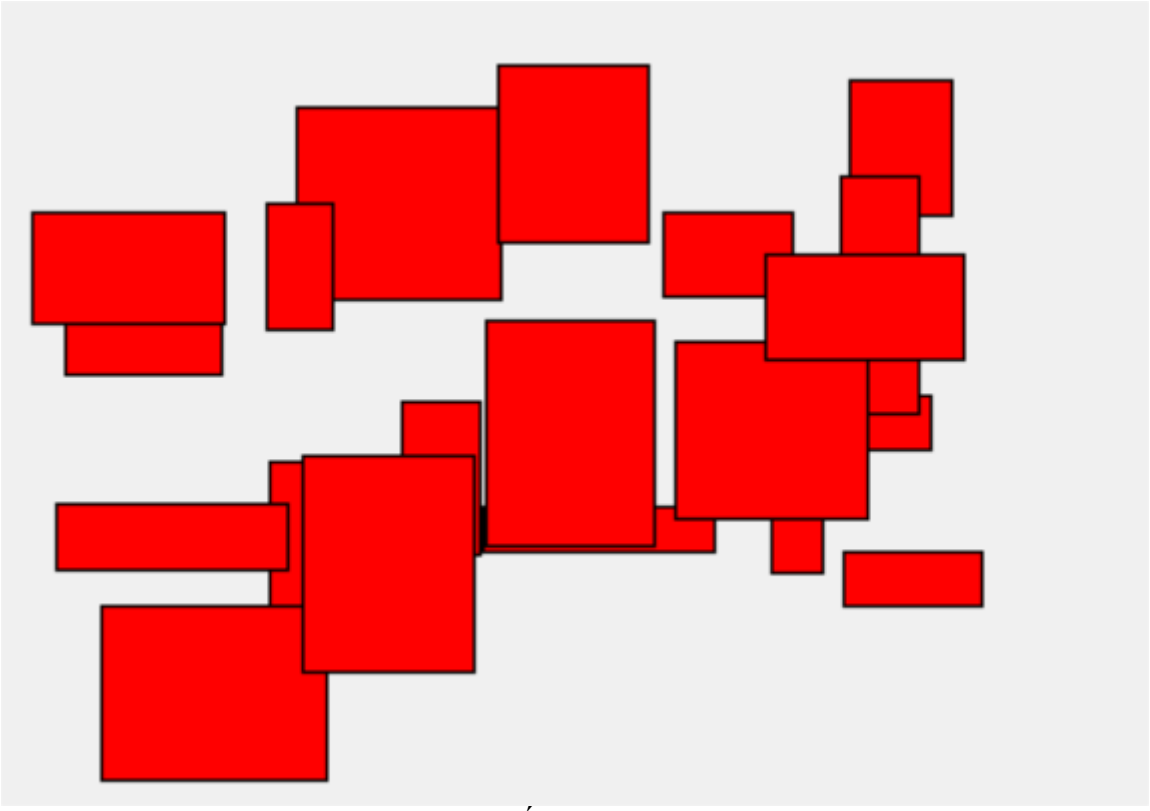
a môžeme dostať:



Veľmi často budem pri kreslení grafických útvarov používať aj nejaké farby. Napríklad, tu by sa veľmi hodilo mať zafarbené vnútro týchto obdĺžnikov. Do predchádzajúceho programu urobíme veľmi malú zmenu: do príkazu `create_rectangle` doplníme jeden parameter, ktorý určí farbu výplne (budeme ho volať **pomenovaný parameter**). Zmeňme len tento jeden riadok:

```
canvas.create_rectangle(x, y, x + sirka, y + vyska, fill='red')
```

20 vyfarbených obdĺžnikov teraz vyzerá takto:



Zrejme teraz každý ďalší nakreslený obdĺžnik môže prekrývať (aj úplne zakryť) niektoré už pred tým nakreslené grafické útvary. Aby sme mohli využívať aj iné farby, mali by sme aspoň čiastočne pochopiť princíp, ako `tkinter` používa farby.

Farby v grafických programoch

V prvom rade modul `tkinter` akceptuje najbežnejšie mená farieb v angličtine. Tu môžete vidieť malú ukážku týchto mien aj so zodpovedajúcimi farbami:

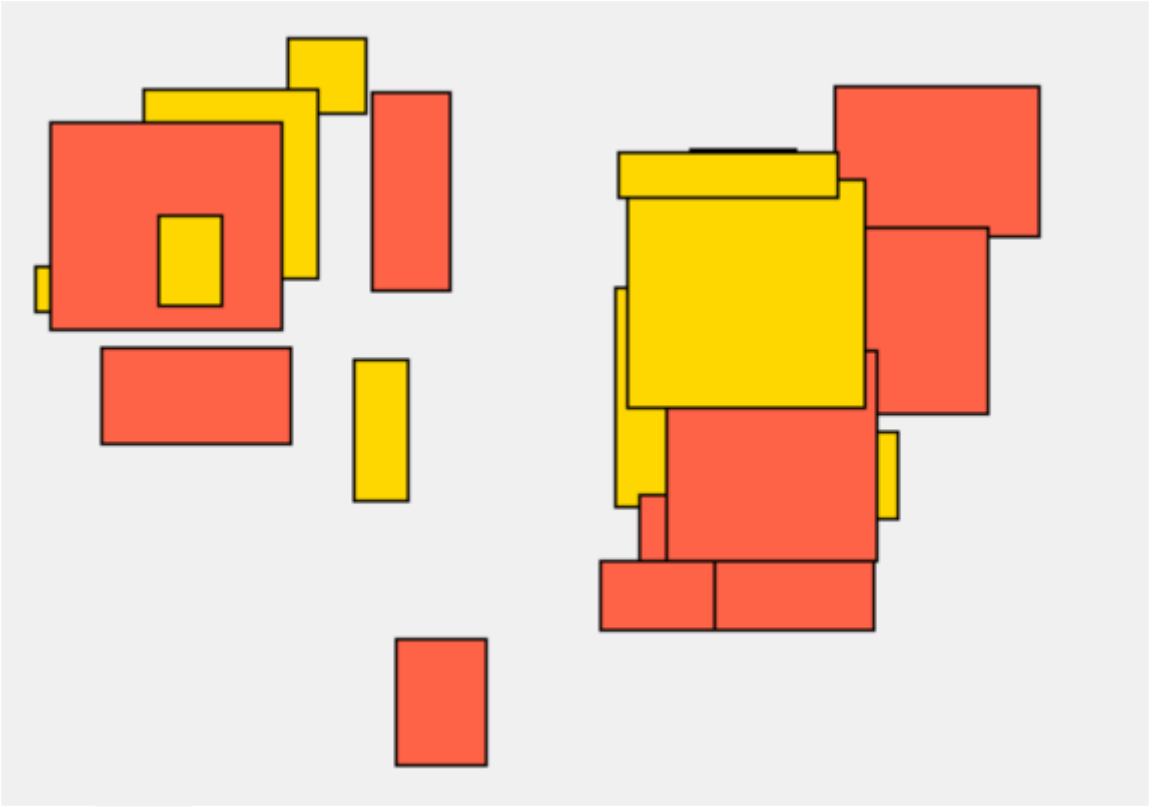
Blue	LightBlue	Cyan	SkyBlue	CornFlowerBlue	DeepSkyBlue	DodgerBlue
RoyalBlue	SlateBlue	SteelBlue	MediumBlue	Navy	Red	SandyBrown
Salmon	Coral	Tomato	Orange	DarkOrange	OrangeRed	IndianRed
Chocolate	Tan	Maroon	Sienna	Brown	SaddleBrown	Pink
Plum	Violet	Orchid	Magenta	Purple	DarkMagenta	Green
PaleGreen	YellowGreen	MediumSeaGreen	LawnGreen	LimeGreen	ForestGreen	DarkGreen
Yellow	Khaki	Gold	Gray	LightGray	Black	White

Tieto mená farieb vo veľkej miere zodpovedajú menám v HTML zápisoch a môžete si o tom niečo pozrieť na stránke HTML Color Names.

Ďalší príklad ilustruje použitie dvoch rôznych farieb. Do premenných `farba1` a `farba2` vložíme mená nejakých dvoch farieb. Potom v cykle použijeme `farba1` na vyfarbenie obdĺžnika a nakoniec navzájom vymeníme obsahy týchto dvoch premenných `farba1` a `farba2`. To znamená, že ďalší obdĺžnik sa vyfarbí už druhou farbou:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

farba1, farba2 = 'tomato', 'gold'
for i in range(20):
    sirka = random.randint(10, 80)
    vyska = random.randint(10, 80)
    x = random.randint(10, 370 - sirka)
    y = random.randint(10, 260 - vyska)
    canvas.create_rectangle(x, y, x + sirka, y + vyska, fill=farba1)
    farba1, farba2 = farba2, farba1

tkinter.mainloop()
```

Teraz to môže vyzerať takto:



Modul `tkinter` umožňuje zadávanie farieb aj pomocou tzv. **RGB** modelu. Každá farba je namiešaná z troch farebných zložiek: **red** (červená), **green** (zelená) a **blue** (modrá). Intenzita každej zložky je určená číslom medzi 0 a 255: hodnota 0 označuje, že príslušná zložka v danej farbe nie je (je vypnutá), hodnota 255 znamená, že sa nachádza v maximálnej intenzite. Čísla medzi tým určujú rôzne odtiene. Ukážme si, akým farbám by zodpovedali niektoré kombinácie **RGB**. Do troch premenných `r, g, b` sme priradili tri čísla a do komentára sme zapísali zodpovedajúcu farbu:

```
r, g, b = 0, 255, 0       # zelená 'green'
r, g, b = 0, 100, 0       # tmavozelená 'dark green'
r, g, b = 255, 255, 0     # žltá 'yellow'
r, g, b = 190, 190, 190   # šedá 'gray'
r, g, b = 0, 0, 128       # tmavomodrá 'navy'
r, g, b = 255, 255, 255   # biela 'white'
r, g, b = 255, 215, 0     # zlatá 'gold'
r, g, b = 255, 165, 0     # oranžová 'orange'
r, g, b = 255, 192, 203   # ružová 'pink'
```

Takto definované farby sa ale musia zapísať v špeciálnom formáte, ktorý je presne rovnaký ako v HTML. Zapisuje sa ako 7-znakový reťazec v tvare:

```
'#rrggbb'
```

pričom `rr` označuje číslo (od 0 do 255) pre červenú zložku a je zapísané v šestnástkovej (hexadecimálnej) sústave ako dvojciferné číslo, podobne `gg` a `bb` vyjadrujú zelenú a červenú zložku, tiež ako dvojciferné šestnástkové čísla. Napríklad, ružovej farbe, ktorá má **rgb** `255, 192, 203`, zodpovedajú šestnástkové zápisy `ff, c0, cb` a preto ružovú farbu môžeme zapísať ako `'#ffc0cb'`. Našťastie nám Python pomôže v prevode ľubovoľných čísel do šestnástkovej sústavy. Môžeme otestovať:

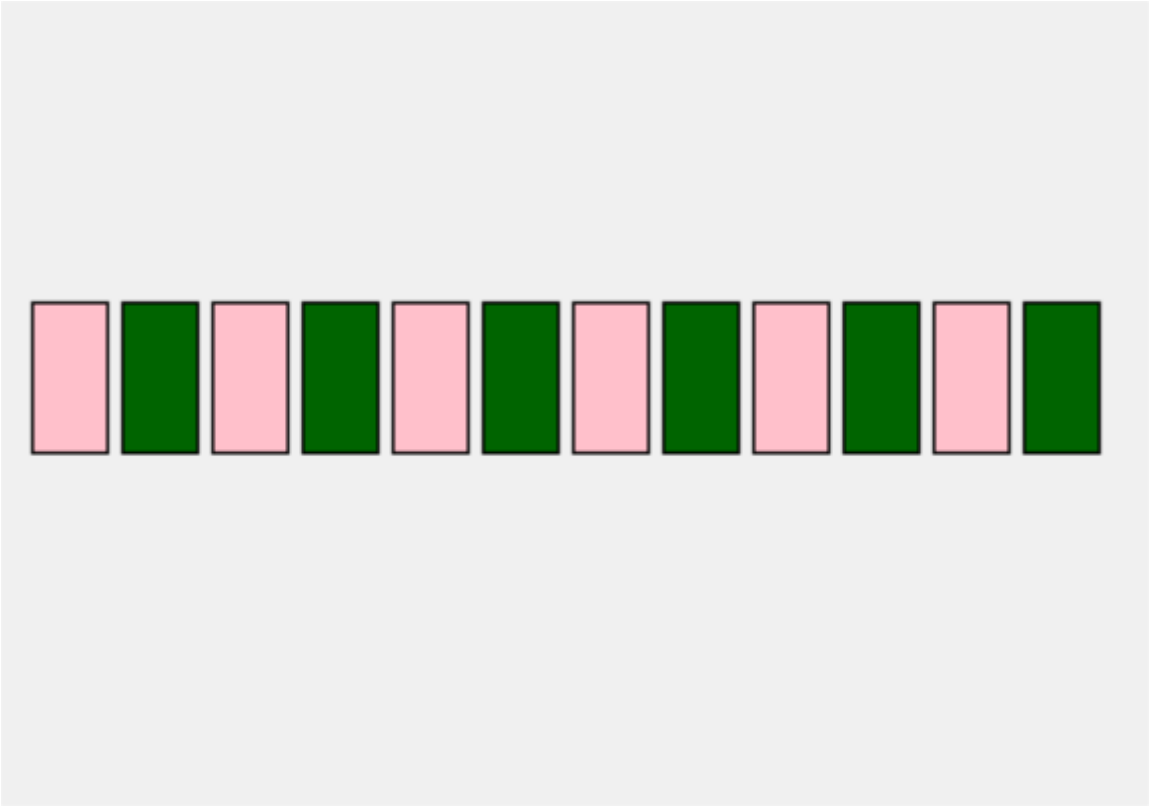
```
>>> r, g, b = 255, 192, 203         # ružová farba
>>> f'#{r:02x}{g:02x}{b:02x}'
'#ffc0cb'
>>> r, g, b = 0, 100, 0             # tmavozelená farba
>>> f'#{r:02x}{g:02x}{b:02x}'
'#006400'
```

Formát `'{r:02x}'` označuje, že zapisujeme hodnotu premennej `r` na šírku `2`, `0` označuje, že číslo bude zľava doplnené nulami a špecifikácia `x` označuje výpis v šestnástkovej sústave.

Použime tieto dve farby na nakreslenie radu obdĺžnikov, ktorým sa striedajú farby výplne:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

y = 100
farba1, farba2 = '#ffc0cb', '#006400'
for x in range(10, 350, 30):
    canvas.create_rectangle(x, y, x + 25, y + 50, fill=farba1)
    farba1, farba2 = farba2, farba1

tkinter.mainloop()
```

po spustení:



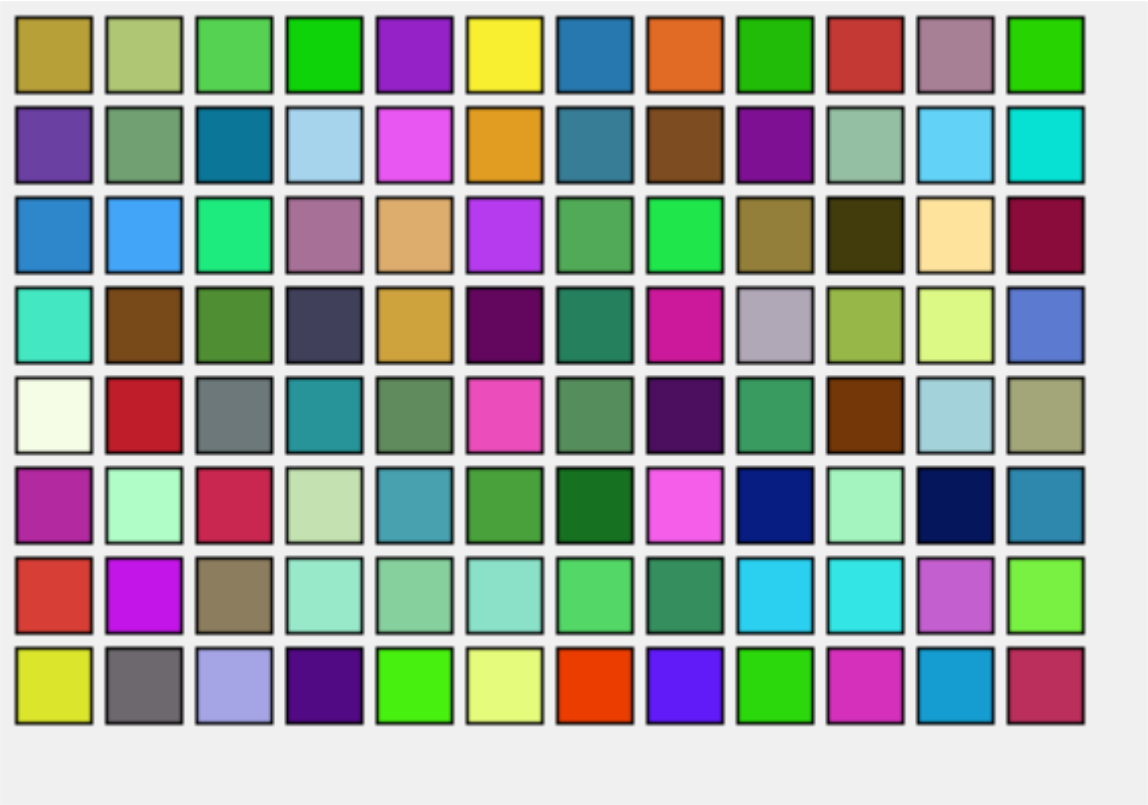
Všimnite si takúto časť programu:

```
r = random.randint(0, 255)          # alebo   r = random.randrange(256)
g = random.randint(0, 255)
b = random.randint(0, 255)
farba = f'#{r:02x}{g:02x}{b:02x}'
```

Najprv sa tu vygenerovali tri náhodné celé čísla z intervalu `<0, 255>` (čo môžu byť tri zložky **RGB**) a z nich sa korektne zostavila šestnástková reprezentácia farby. Využime túto ideu a vygenerujme sieť rôznofarebných štvorcov:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for y in range(5, 230, 30):
    for x in range(5, 350, 30):
        r = random.randrange(256)
        g = random.randrange(256)
        b = random.randrange(256)
        farba = f'#{r:02x}{g:02x}{b:02x}'
        canvas.create_rectangle(x, y, x + 25, y + 25, fill=farba)

tkinter.mainloop()
```

Keď tento program spustíte viackrát, zakaždým dostanete iný výsledok, napríklad:



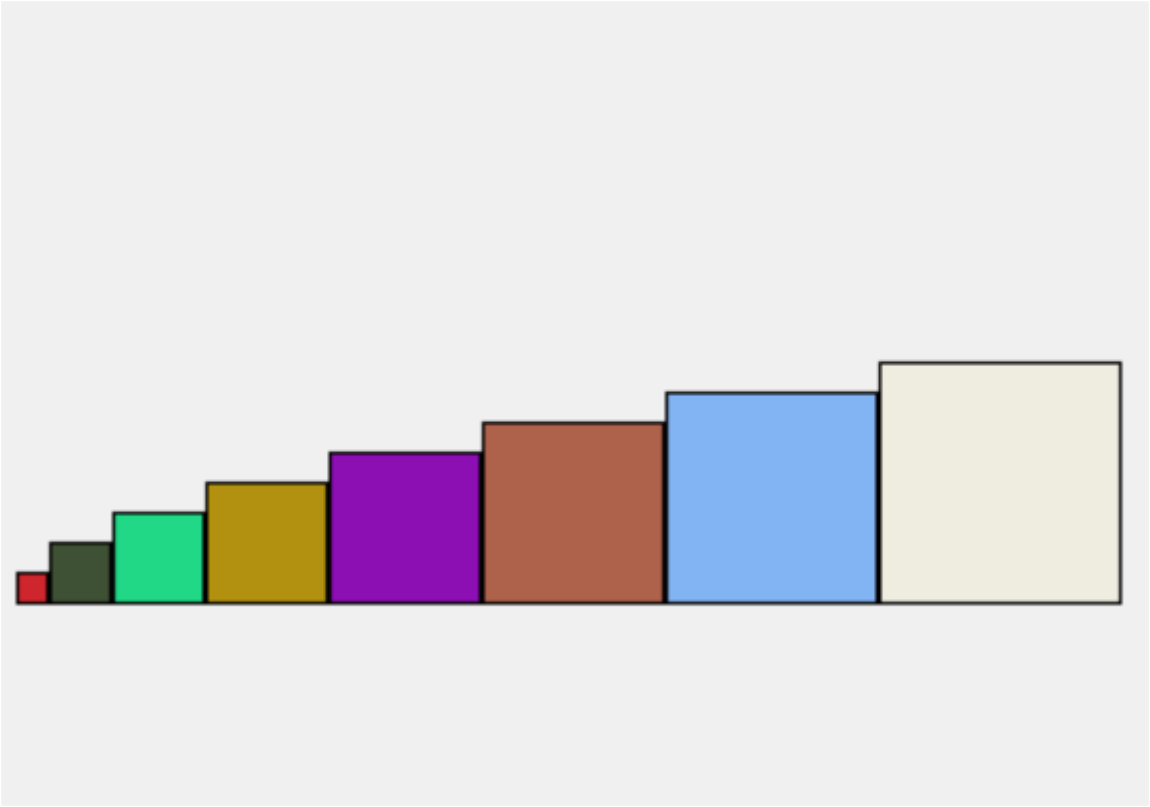
Ak nepotrebujeme generovať tri oddelené zložky **RGB**, ale stačí nám jedna náhodná hodnota, môžeme použiť úspornejší variant generovania náhodnej farby:

```
farba = f'#{random.randrange(256**3):06x}'
```

V tomto prípade sa najprv vygeneruje náhodné číslo z intervalu `<0, 16777215>` (tretia mocnina `256` mínus `1`), toto číslo sa zapíše ako 6-ciferné šestnástkové číslo (3 dvojciferné **RGB** zložky) do znakového reťazca aj so znakom `'#'` na začiatku. Použitie takto generovanej náhodnej farby ukážeme v príklade, v ktorom nakreslíme vedľa seba 8 zväčšujúcich sa štvorcov (so stranami `10`, `20`, `30`, … `80`):

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x, y = 5, 200
for a in range(10, 90, 10):
    farba = f'#{random.randrange(256**3):06x}'
    canvas.create_rectangle(x, y, x + a, y - a, fill=farba)
    x += a+1

tkinter.mainloop()
```

Každý nakreslený štvorec má inú náhodnú farbu. Všimnite si, že `(x, y)` je v tomto prípade ľavý dolný vrchol štvorca a jemu protiľahlý (pravý horný) má súradnice `(x+a, y-a)`, teda veľkosť strany štvorca je zrejme `a`:

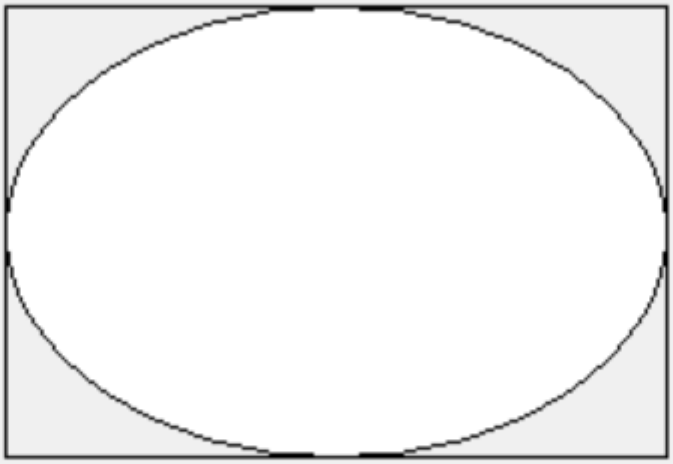


Kreslenie elíps

Keď už vieme kresliť obdĺžniky, potom prechod k elipsám je pre `tkinter` veľmi jednoduchý: napíšeme program s kreslením obdĺžnikov a potom
namiesto `create_rectangle` zapíšeme `create_oval` - namiesto obdĺžnika sa presne na tom istom mieste nakreslí (vpísaná) elipsa - vlastne sa „zaoblia“ rohy obdĺžnika. Ukážme to na príklade, v ktorom nakreslíme obdĺžnik a potom na tom istom mieste (s tými istými súradnicami) nakreslíme elipsu:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

canvas.create_rectangle(80, 50, 300, 200)
canvas.create_oval(80, 50, 300, 200, fill='white')

tkinter.mainloop()
```

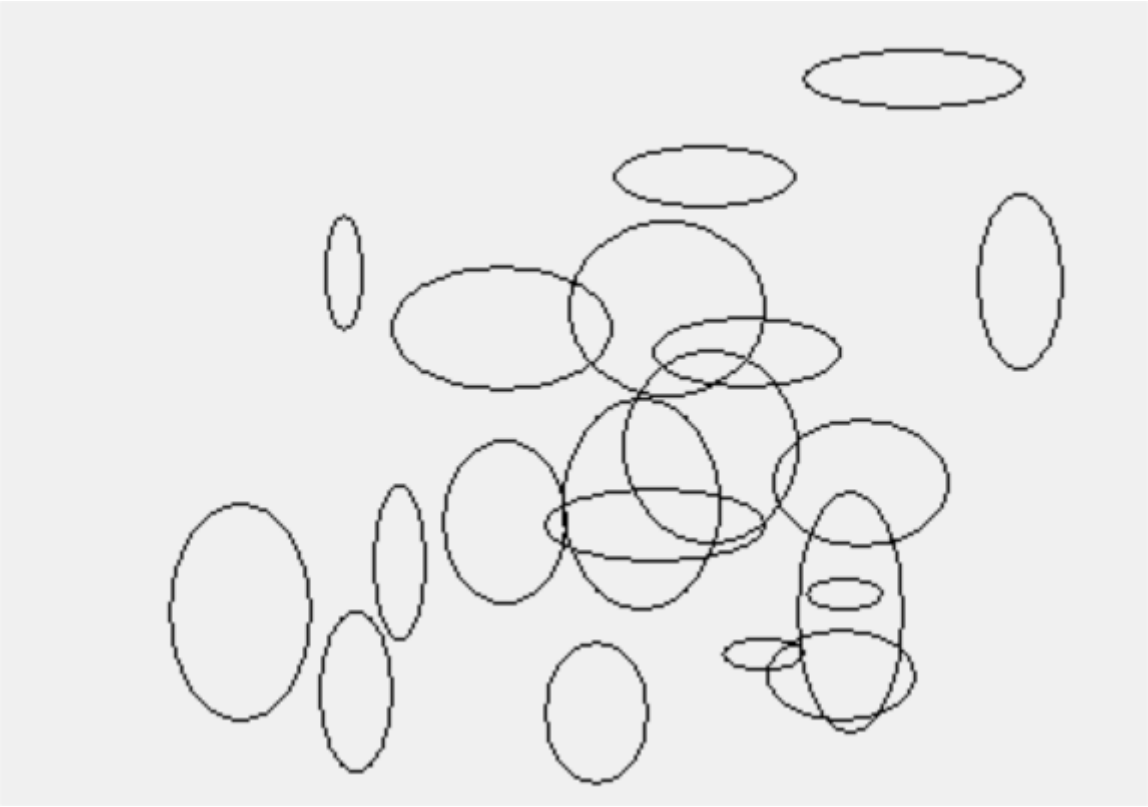
Nakreslenú elipsu sme zafarbili na bielo, aby ju bolo lepšie vidieť:



Otestujme kreslenie elíps na programe, v ktorom sme kreslili náhodne veľké obdĺžniky na náhodné pozície. Namiesto `create_rectangle` zapíšeme `create_oval`:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for i in range(20):
    sirka = random.randint(10, 80)
    vyska = random.randint(10, 80)
    x = random.randint(10, 370 - sirka)
    y = random.randint(10, 260 - vyska)
    canvas.create_oval(x, y, x + sirka, y + vyska)

tkinter.mainloop()
```

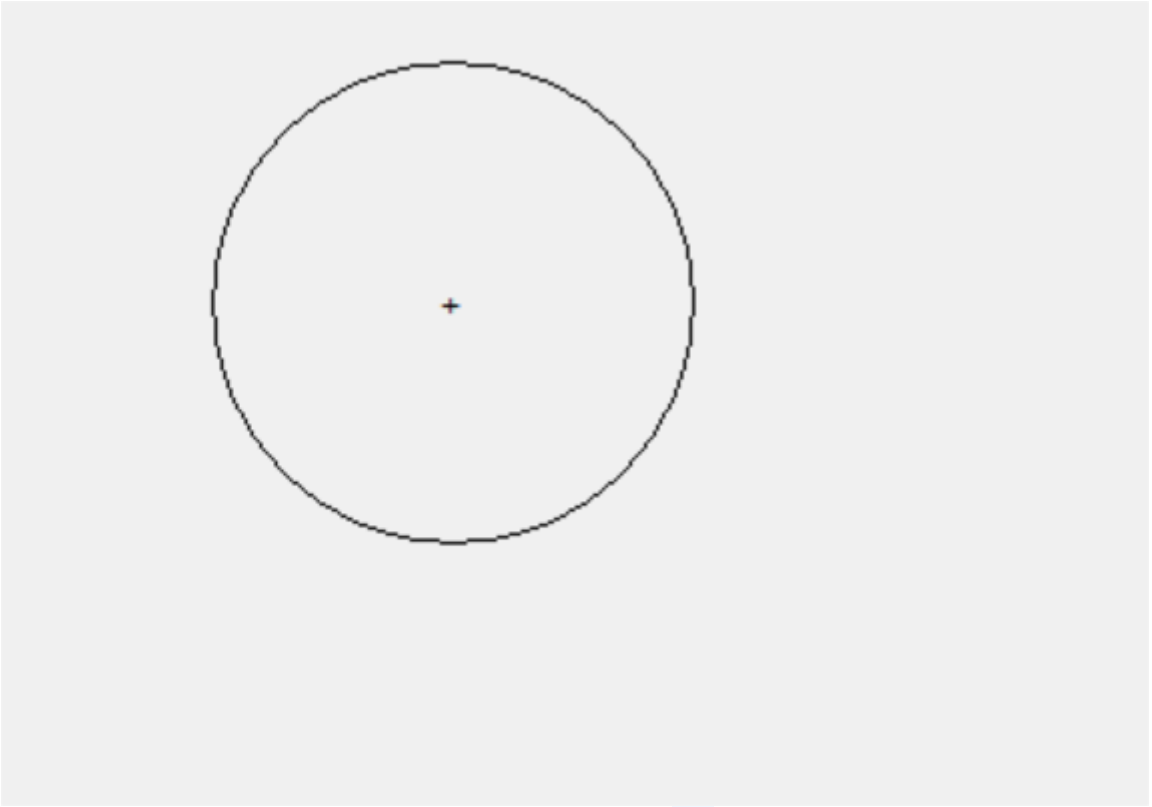
Program nakreslí 20 rôzne veľkých elíps:



Zrejme ste si uvedomili, že elipsa, ktorá vznikne zo štvorca (má rovnakú šírku a výšku), je vlastne **kružnica**. Hoci kružnice sa často kreslia tak, že zadáme súradnice stredu `(x, y)` a polomer `r`. Potom sa kreslí takto jednoducho:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x, y = 150, 100
r = 80
canvas.create_oval(x-r, y-r, x+r, y+r)

canvas.create_text(x, y, text='+')

tkinter.mainloop()
```

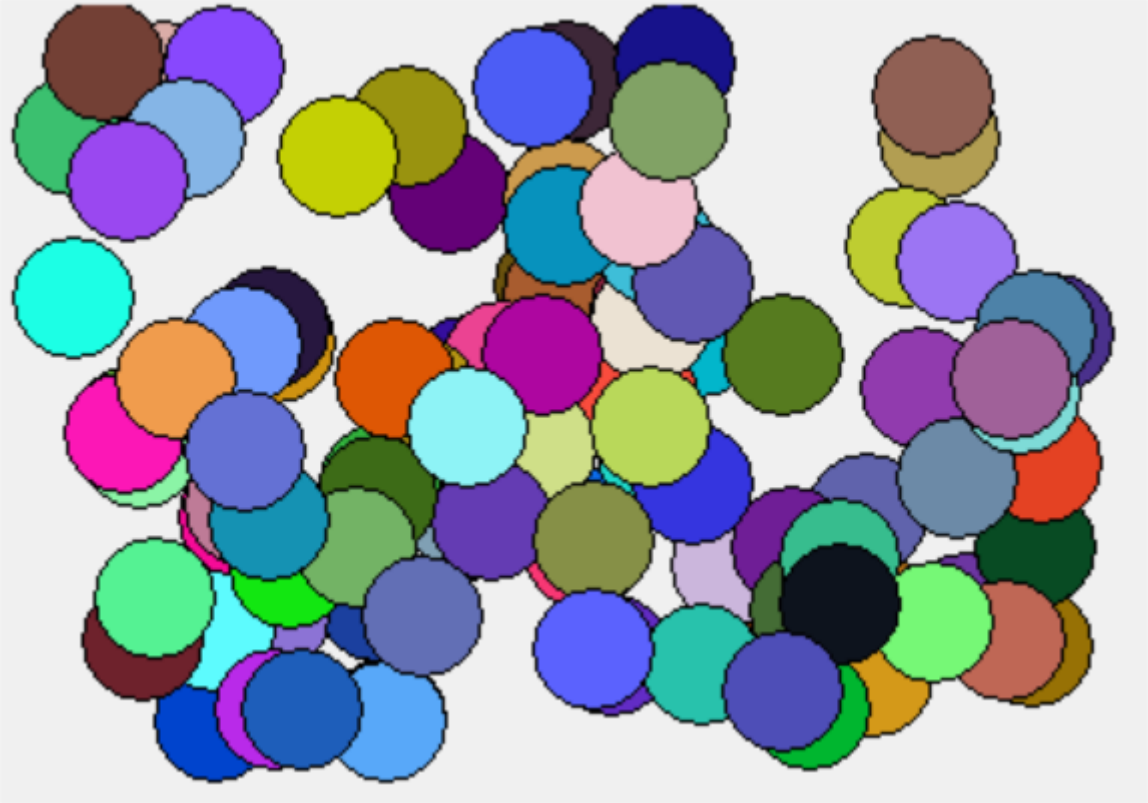
Na pozíciu stredu sme dokreslili krížik:



V ďalšom programe na náhodné pozície nakreslíme `100` rôznofarebných kruhov s polomerom `r=20`:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for i in range(100):
    x = random.randint(20, 350)
    y = random.randint(20, 240)
    r = 20
    fill = f'#{random.randrange(256**3):06x}'
    canvas.create_oval(x-r, y-r, x+r, y+r, fill=fill)

tkinter.mainloop()
```

Všimnite si premennú `fill`, do ktorej priradíme náhodnú farbu. Vďaka tomu pri volaní príkazu `create_oval` zapisujeme `fill=fill` aby sme do **pomenovaného parametra** `fill` priradili hodnotu premennej `fill`. Po spustení dostaneme:



Kreslenie úsečiek a lomených čiar

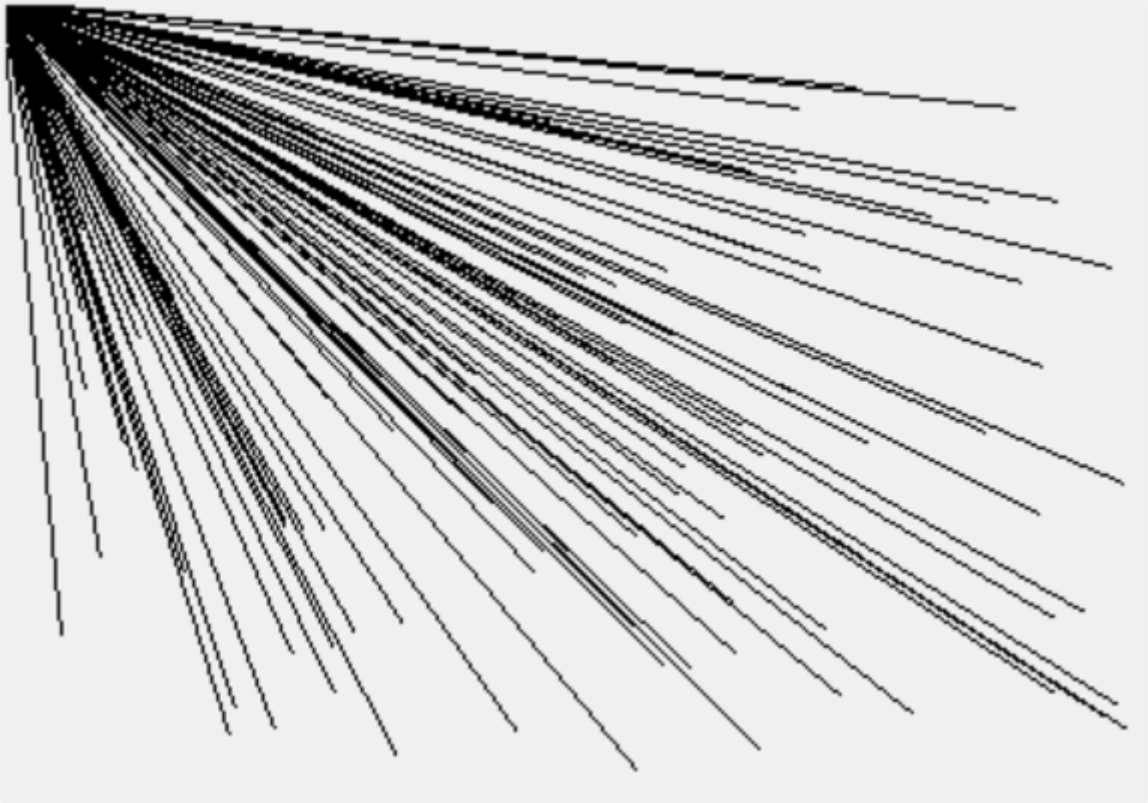
Ďalším grafickým príkazom kreslíme lomené čiary, t.j. čiary, ktoré sa skladajú z nadväzujúcich úsečiek. Tvar príkazu je:

```
canvas.create_line(x1, y1, x2, y2, x3, y3, ...)
```

Parametrom je postupnosť súradníc, ktoré tvoria lomenú čiaru. Táto postupnosť musí obsahovať aspoň 2 body (aspoň 4 čísla) - vtedy sa nakreslí jedna úsečka. Napíšme program, ktorý nakreslí `100` úsečiek, ktoré majú prvý bod v `(0, 0)` a druhý je náhodný v ploche:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

for i in range(100):
    x = random.randint(20, 380)
    y = random.randint(20, 260)
    canvas.create_line(0, 0, x, y)

tkinter.mainloop()
```

po spustení:



Doteraz sme používali takéto paralelné priradenie:

```
x, y = 100, 150
```

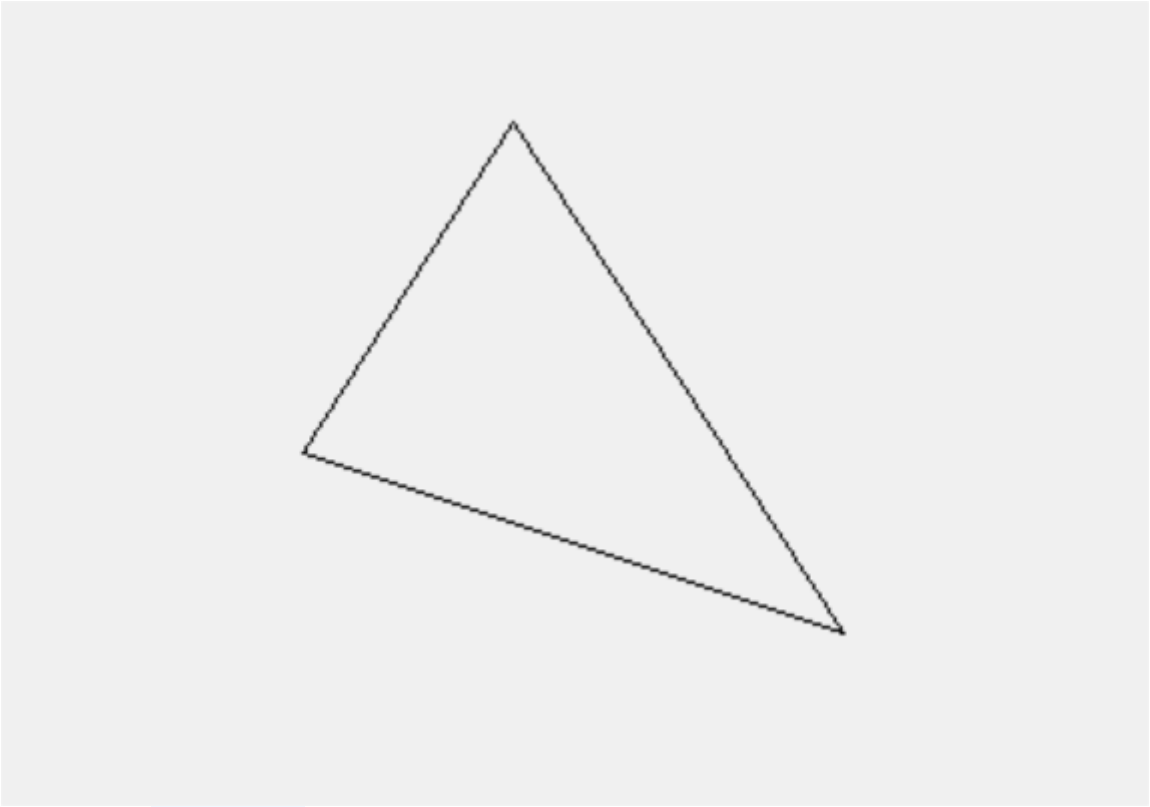
Do dvoch premenných `x` a `y` sa priradia nejaké dve hodnoty. Lenže Python ponúka ešte aj takýto variant priradenia:

```
a = 100, 150
```

V tomto prípade sa do premennej `a` priradí **dvojica** celých čísel. Takéto dvojice môžeme potom použiť ako parametre do grafických príkazov. Napríklad, zadefinujeme tri dvojice čísel, teda súradnice troch bodov `a`, `b`, `c` a potom nakreslíme trojuholník pomocou troch úsečiek:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

a = 100, 150
b = 280, 210
c = 170, 40

canvas.create_line(a, b)
canvas.create_line(b, c)
canvas.create_line(c, a)

tkinter.mainloop()
```

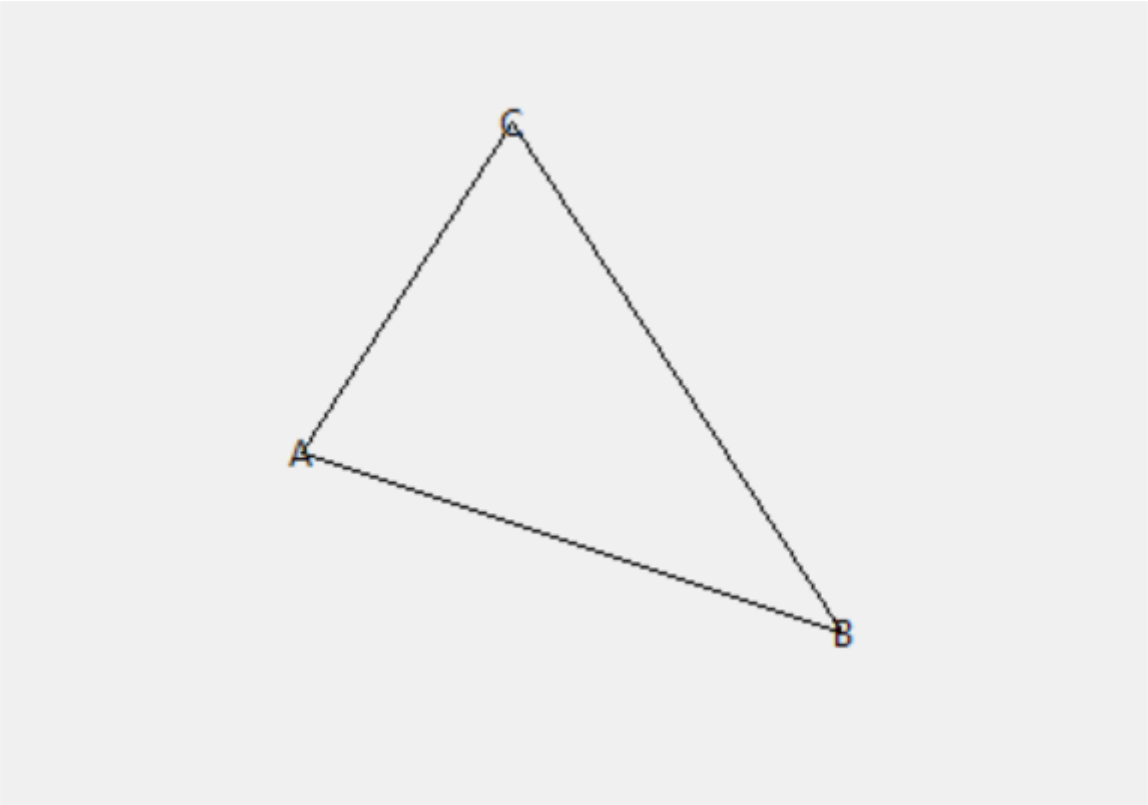
a vyzerá to takto:



Tri volania `create_line` môže spojiť do jedného a ešte k tomu pridáme aj pomenovanie týchto vrcholov reťazcami `'A'`, `'B'`, `'C'`:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

a = 100, 150
b = 280, 210
c = 170, 40

canvas.create_line(a, b, c, a)

canvas.create_text(a, text='A')
canvas.create_text(b, text='B')
canvas.create_text(c, text='C')

tkinter.mainloop()
```

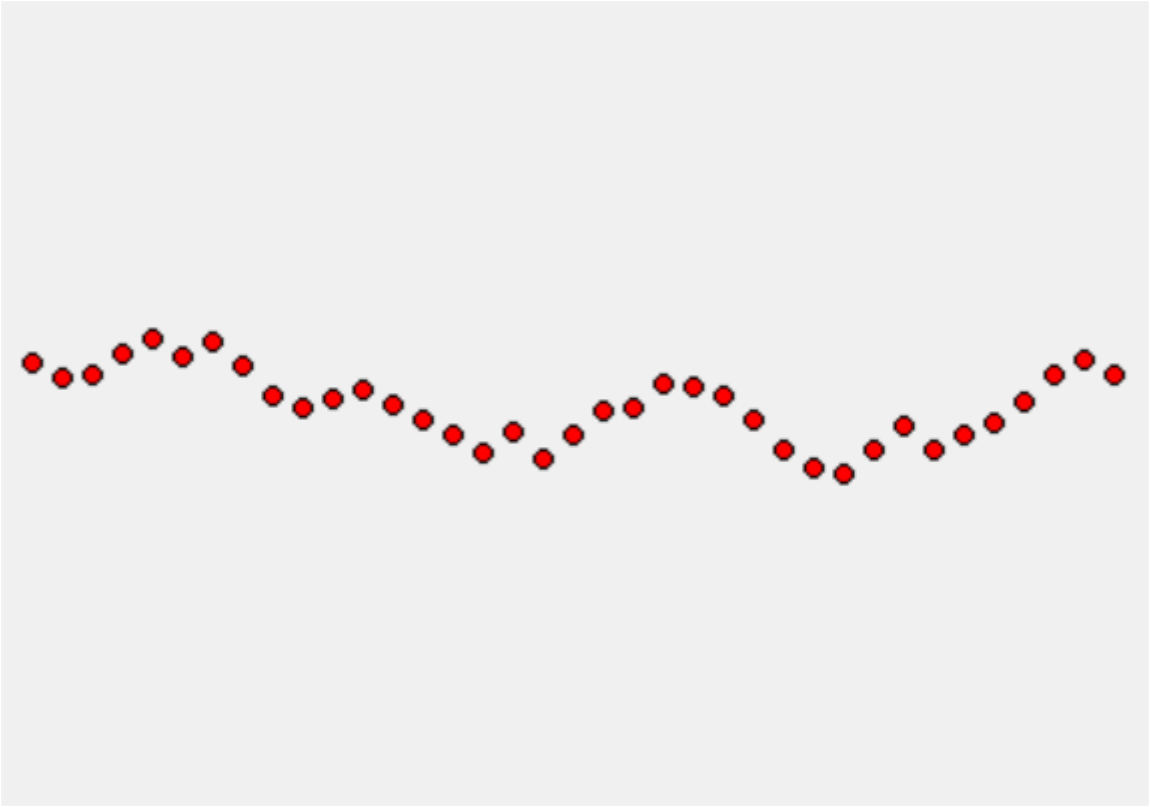
Všimnite si, že aj v grafických príkazoch `create_text` sme použili premenné, ktoré sú dvojicami celých čísel. Program nakreslí:



Ďalšia dvojica programov vygeneruje náhodný graf priebehu, napríklad teplôt v nejakom časovom úseku:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x, y = 10, 120

for i in range(37):
    canvas.create_oval(x-3, y-3, x+3, y+3, fill='red')
    x += 10
    y += random.randint(-10, 10)

tkinter.mainloop()
```

Všimnite si, že prvý bod grafu je na súradniciach `(10, 120)`. Každý ďalší je od predchádzajúceho posunutý vpravo o `10` a náhodne hore-dole o maximálne `10`:



Druhá verzia programu tieto náhodne vygenerované body spája úsečkami:

```
import tkinter
import random

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x, y = 10, 120

for i in range(37):
    x1 = x + 10
    y1 = y + random.randint(-10, 10)
    canvas.create_line(x, y, x1, y1, width=3)
    x, y = x1, y1
```

teraz dostávame:

Body na kružnici

Už vieme kresliť kružnicu `(x0, y0)` s polomerom `r`, napríklad takto:

```
canvas.create_oval(x - r, y - r, x + r, y + r)
```

Lenže často riešime úlohy, v ktorých potrebujeme nie celú kružnicu, ale len niekoľko bodov na jej obvode. Využijeme goniometrické funkcie `sin` a `cos`. Potom každý bod na kružnici môžeme zapísať takýmto vzorcom:

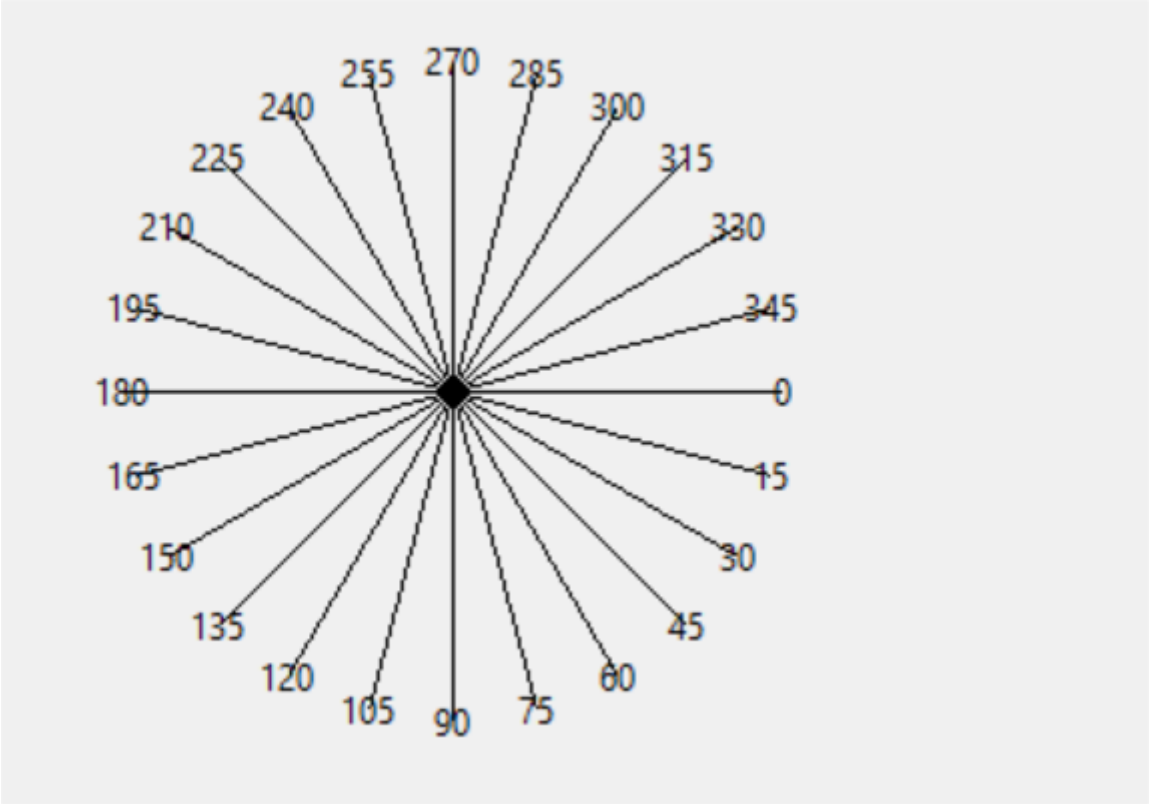
```
x = x0 + r * cos(uhol)
y = y0 + r * sin(uhol)
```

kde `uhol` je zrejme nejaké číslo od 0 do 360 (nemusí byť celé) a (`x0`, `y0`) sú súradnice stredu kružnice. Zapíšme program, ktorý nakreslí lúče medzi stredom a bodmi na kružnici:

```
import tkinter
from math import sin, cos, radians

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x0, y0 = 150, 130
r = 110

for uhol in range(0, 360, 15):
```

```
    x = x0 + r * cos(radians(uhol))
    y = y0 + r * sin(radians(uhol))
    canvas.create_line(x0, y0, x, y)
    canvas.create_text(x, y, text=uhol)

tkinter.mainloop()
```

Program nakreslí 24 úsečiek, ktorých druhé konce sú rovnomerne rozmiestnené po obvode kružnice (po 15 stupňoch). Ku každej tejto úsečke sme pripísali aj jej prislúchajúci uhol:

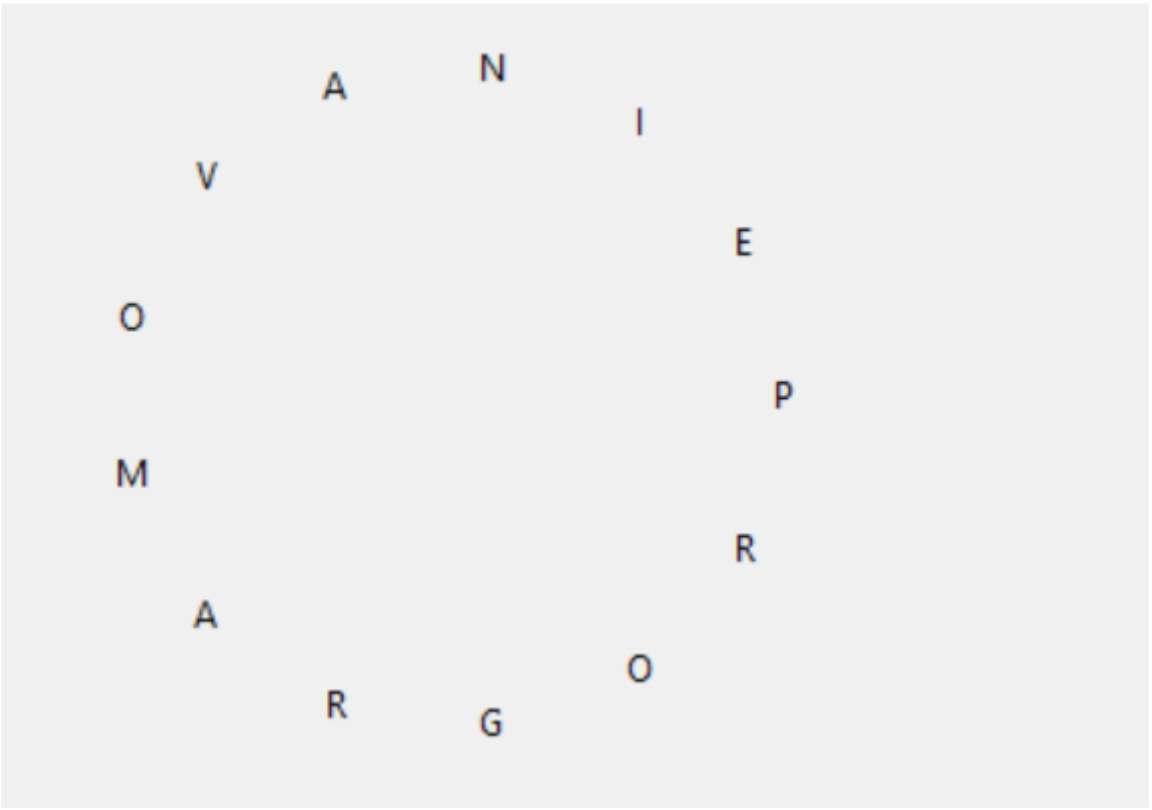


Ešte ukážeme využitie tejto idey na vypisovanie nejakého textu po jednotlivých znakoch tak, že ich rovnomerne rozložíme po obvode kružnice. V tomto prípade nebudeme kresliť úsečky, vypíšeme len znaky textu. Keďže text vieme rozobrať na znaky len pomocou for-cyklu (napríklad `for znak in text`), premennú `uhol` budeme musieť zväčšovať priraďovaním v tele cyklu:

```
import tkinter
from math import sin, cos, radians

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x0, y0 = 150, 130
r = 110

text = input('zadaj text: ')
n = len(text)
uhol, posun = 0, 360/n

for znak in text:
    x = x0 + r * cos(radians(uhol))
    y = y0 + r * sin(radians(uhol))
```

```
    canvas.create_text(x, y, text=znak)
    uhol += posun

tkinter.mainloop()
```

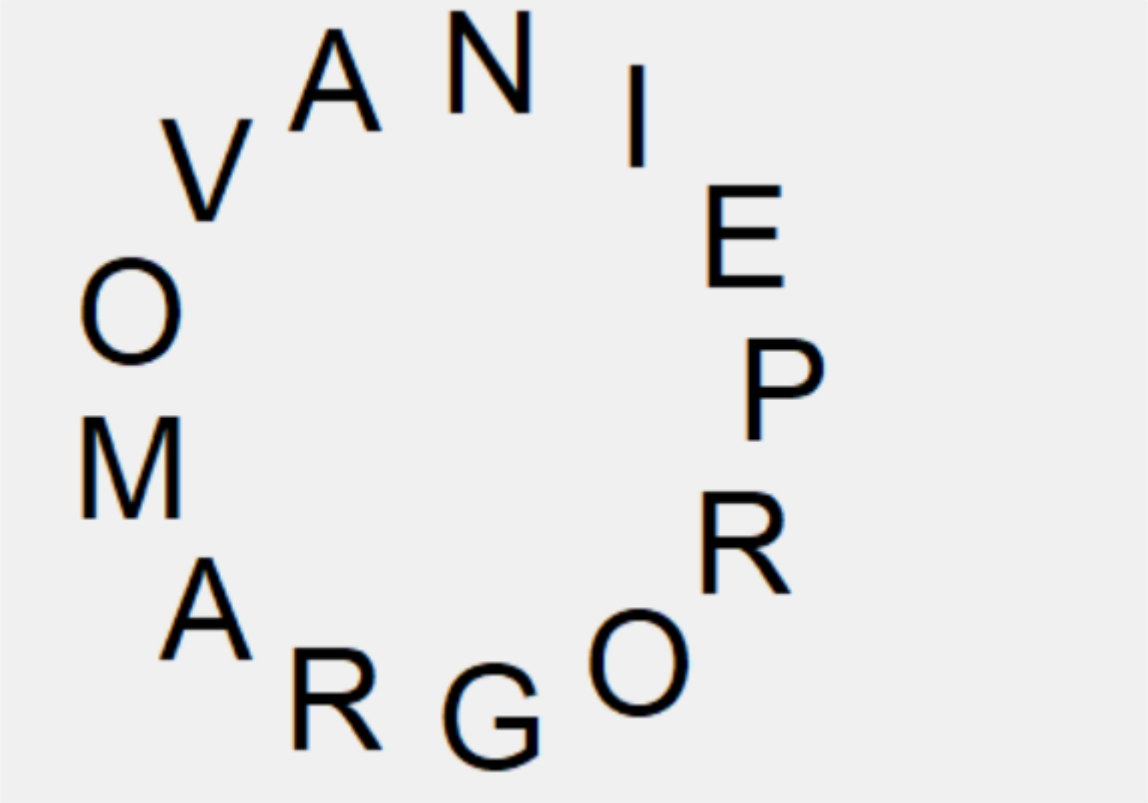
Použili sme tu štandardnú funkciu `len`, ktorá pre zadaný reťazec vráti počet znakov (tzv. dĺžka znakového reťazca). Keď zadáme vstupný reťazec `'programovanie'`, dostaneme:



Tu by sa oplatilo vedieť vypísať písmená tohto textu trochu väčším fontom. Na to slúži **pomenovaný parameter** `font`. Keď riadok s výpisom textu nahradíme:

```
canvas.create_text(x, y, text=znak, font='arial 35')
```

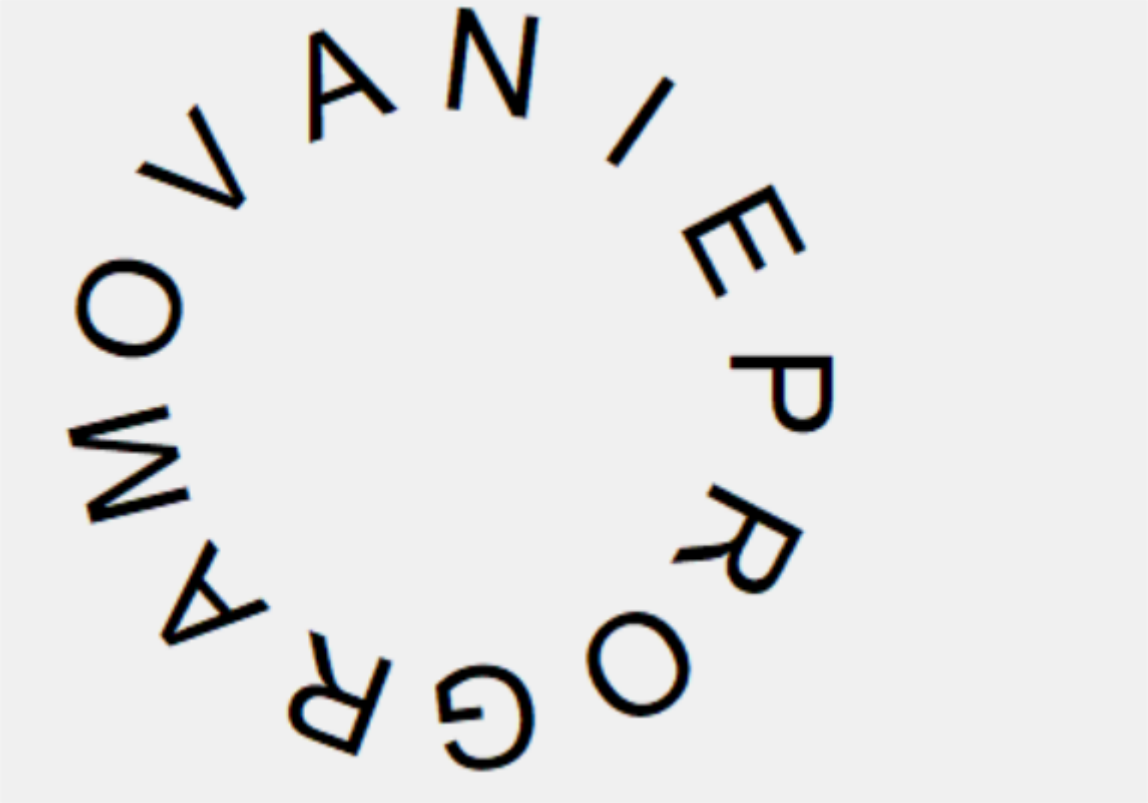
Program teraz na výpis textu použije font `'Arial'` a veľkosť znakov bude `35` (v rôznych operačných systémoch môže tento parameter dávať trochu rozdielne výsledky). Dostávame:



Do volania `create_text` môžeme pridať aj otočenie vypisovaného textu o nejaký uhol v stupňoch. Napríklad, tákáto zmena otočí každé písmeno textu tak, akoby sme sa na neho pozerali zo stredu:

```
canvas.create_text(x, y, text=znak, font='arial 35', angle=270-uhol)
```

dostaneme:



Zrejme počítaním bodov na kružnici a ich pospájaním úsečkami sa pre väčšie `n` vieme priblížiť k tvaru kružnice:

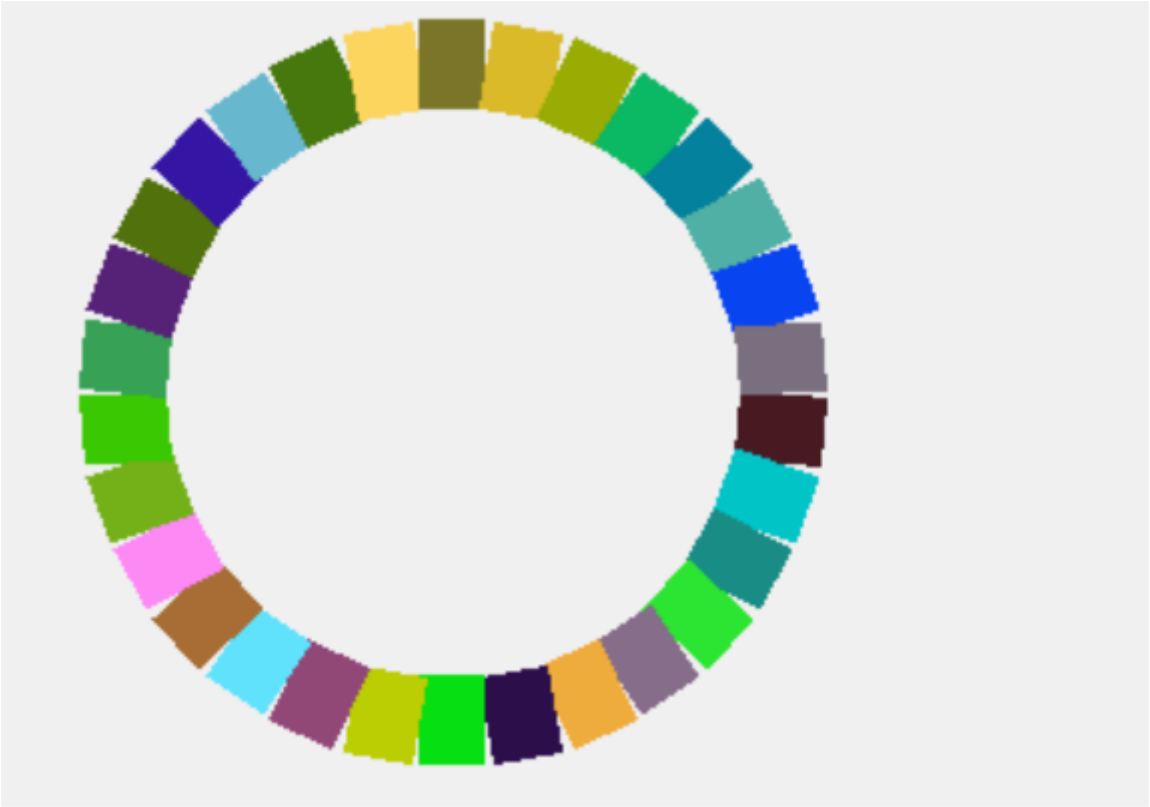
```
import tkinter
import random
from math import sin, cos, radians

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

x0, y0 = 150, 130
r = 110

n = int(input('zadaj n: '))
x, y = x0 + r, y0

for i in range(1, n+1):
    x1 = x0 + r * cos(radians(i * 360 / n))
    y1 = y0 + r * sin(radians(i * 360 / n))
    farba = f'#{random.randrange(256**3):06x}'
    canvas.create_line(x, y, x1, y1, fill=farba, width=3)
    x, y = x1, y1

tkinter.mainloop()
```

V skutočnosti sa nekreslí kružnica (umyselne sme každú úsečku nakreslili inou náhodnou farbou), ale pravidelný `n`-uholník. Napríklad:

Zmenou hrúbky kreslených čiar:

```
canvas.create_line(x, y, x1, y1, fill=farba, width=30)
```

môžeme dostať:



Kreslenie polygónov

Polygónom voláme oblasť grafickej plochy, ktorá je ohraničená zadanou lomenou čiarou (aspoň s tromi vrcholmi) a vyplní sa nejakou farbou. Body zadávame podobne ako pre `create_line`. Zrejme, keby sme zadali len dva body, bolo by to asi málo. Táto oblasť bude zafarbená čiernou farbou, prípadne ju môžeme zmeniť pomocou **pomenovaného parametra** `fill`, napríklad takto:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

a = (100, 50)
b = (30, 150)
c = (160, 120)
d = (180, 40)
canvas.create_polygon(a, b, c, d, fill='blue')

tkinter.mainloop()
```

Všimnite si, že sme dvojicu čísel pri priradení do premennej uzavreli do zátvoriek (napríklad `a = (100, 50)`), pričom predtým sme to písali bez zátvoriek ako `a = 100, 50`. Uvidíme neskôr, že Pythonu je v tomto prípade jedno, či tie zátvorky zapíšeme alebo nie.

Teraz to vyzerá takto:

Dostali by sme rovnaký polygón, aj keby sme zapísali:

```
canvas.create_polygon(100, 50, 30, 150, 160, 120, 180, 40, fill='blue')
```

alebo:

```
canvas.create_polygon((100, 50), (30, 150), (160, 120), (180, 40), fill='blue')
```

Všimnite si, že nakreslená oblasť (polygón) nemá nakreslený obrys. Ak by sme ho chceli vidieť, zadali by sme aj **pomenovaný parameter** `outline`. Zapísali by sme napríklad `canvas.create_polygon(..., outline='red')` a polygón by dostal tenký červený obrys.

Nasledovný program nakreslí `n` rovnostranných trojuholníkov, pričom všetky majú rovnakú veľkosť strany `a`. Trojuholníky budú v ploche umiestnené náhodne, t.j. nielen ich poloha bude náhodná, ale aj ich otočenie. Okrem toho každý z nich zafarbíme náhodnou farbou. Pri kreslení náhodného trojuholníka použijeme takúto ideu:

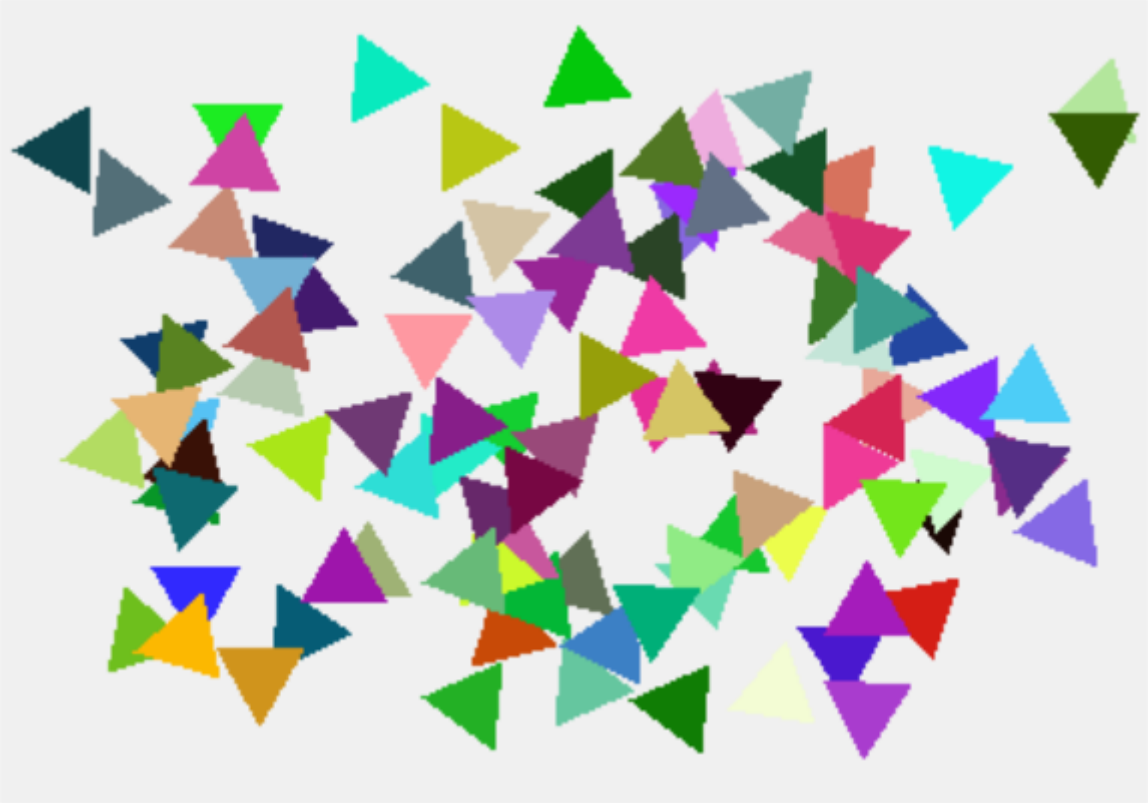
1. zvolíme náhodné súradnice prvého vrcholu (pre istotu nie úplne blízko okrajov grafickej plochy)
2. zvolíme náhodný uhol otočenia trojuholníka
3. vypočítame druhý vrchol, ako bod na kružnici so stredom prvého vrcholu a s polomerom veľkosti strany trojuholníka
4. tretí vrchol trojuholníka leží na tej istej kružnici ako druhý vrchol, ale je o 60 stupňov otočený vľavo (alebo vpravo) oproti druhému vrcholu

Teraz máme istotu, že tieto tri vrcholy tvoria rovnostranný trojuholník so stranou `a` (je to rovnoramenný trojuholník, v ktorom je medzi ramenami uhol 60 stupňov).

Všimnite si, ako sme v tomto programe vyriešili importy zo všetkých troch modulov:

```
from tkinter import Canvas, mainloop
from random import randint, randrange
from math import sin, cos, radians

canvas = Canvas()
canvas.pack()

a = 30
n = 100

for i in range(n):
    x1 = randint(a, 380 - a)
    y1 = randint(a, 260 - a)
    uhol = randint(0, 360)
    x2 = x1 + a * cos(radians(uhol))
    y2 = y1 + a * sin(radians(uhol))
    uhol = uhol - 60
    x3 = x1 + a * cos(radians(uhol))
    y3 = y1 + a * sin(radians(uhol))
    farba = f'#{randrange(256**3):06x}'
    canvas.create_polygon(x1, y1, x2, y2, x3, y3, fill=farba)

mainloop()
```

Po spustení dostávame:



Grafický objekt obrázok

Aby sme do plochy mohli nakresliť nejaký obrázok, musíme najprv vytvoriť **obrázkový objekt** (pomocou `tkinter.PhotoImage()` prečítať obrázok zo súboru) a až tento poslať ako parameter do príkazu na kreslenie obrázkov `canvas.create_image()`.

Obrázkový objekt vytvoríme špeciálnym príkazom:

```
premenna = tkinter.PhotoImage(file='meno suboru')
```

v ktorom `meno suboru` je súbor s obrázkom vo formáte **png** alebo **gif**. Takýto obrázkový objekt môžeme potom vykresliť do grafickej plochy ľubovoľný počet-krát.

Samotná funkcia `canvas.create_image()` na vykreslenie obrázka má tri parametre: prvé dva sú súradnice stredu vykresľovaného obrázka a ďalší **pomenovaný parameter** určuje obrázkový objekt. Príkaz má tvar:

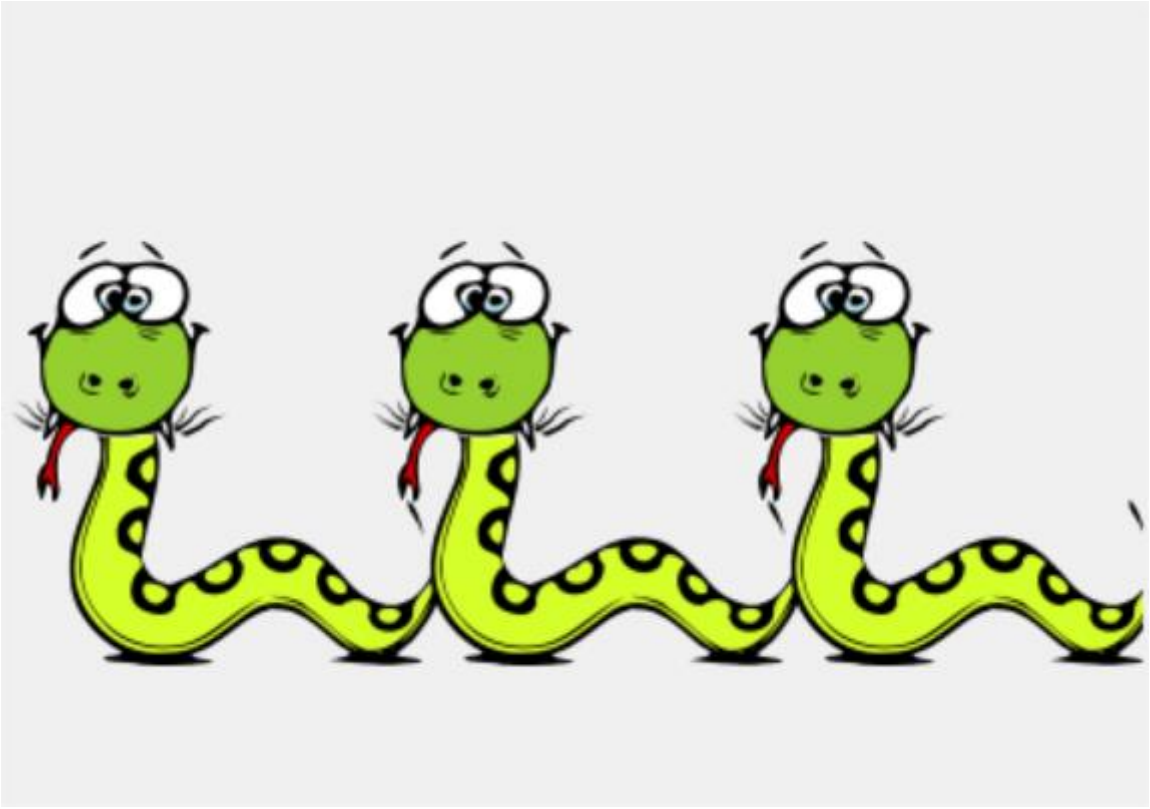
```
canvas.create_image(x, y, image=premenna)
```

V nasledovnom príklade sme si zvolili obrázok pyton.png a vykreslili sme ho niekoľkokrát vedľa seba:

```
import tkinter

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

obr = tkinter.PhotoImage(file='pyton.png')
```

```
for x in range(80, 380, 120):
    canvas.create_image(x, 150, image=obr)

tkinter.mainloop()
```

Po spustení dostávame:



Parametre grafickej plochy

Pri vytváraní grafickej plochy (pomocou `tkinter.Canvas()`) môžeme nastaviť veľkosť plochy ale aj farbu pozadia grafickej plochy. Môžeme uviesť tieto parametre:

- `bg` = nastavuje farbu pozadia (z anglického „background“)
- `width` = nastavuje šírku grafickej plochy
- `height` = výšku plochy

Napríklad:

```
canvas = tkinter.Canvas(bg='white', width=400, height=200)
```

Vytvorí bielu grafickú plochu, ktorá má šírku 400 a výšku 200.

Zhrnutie parametrov grafických príkazov

texty

```
canvas.create_text(x, y, ...)        # súradnica jedného bodu
```

- `text` = vypisovaný text
- `font` = písmo a veľkosť
  - buď `'meno veľkosť'` pre jednoslovné meno fontu
  - alebo `('meno', veľkosť)`
- `fill` = farba textu
- `angle` = uhol otočenia v stupňoch
- `anchor` = ukotvenie (pozícia `(x, y)`)
  - jedno z `'center'`, `'nw'`, `'n'`, `'ne'`, `'e'`, `'se'`, `'s'`, `'sw'`, `'w'`

obdĺžniky

```
canvas.create_rectangle(x, y, x, y, ...)     # súradnice dvoch bodov
```

- `width` = hrúbka obrysu
  - hodnota `0` označuje bez obrysu
- `outline` = farba obrysu
  - hodnota `''` označuje bez obrysu
- `fill` = farba výplne
  - hodnota `''` označuje bez výplne

elipsy

```
canvas.create_oval(x, y, x, y, ...)       # súradnice dvoch bodov
```

- `width` = hrúbka obrysu
  - hodnota `0` označuje bez obrysu
- `outline` = farba obrysu
  - hodnota `''` označuje bez obrysu
- `fill` = farba výplne
  - hodnota `''` označuje bez výplne

lomené čiary

```
canvas.create_line(x, y, x, y, x, y, x, y, ...)      # súradnice aspoň dvoch bodov
```

- `width` = hrúbka čiary
- `fill` = farba čiary
- `arrow` = šípka na konci čiary
  - jedno z `'first'`, `'last'`, `'both'`

polygóny

```
canvas.create_polygon(x, y, x, y, x, y, x, y, ...)       # súradnice aspoň dvoch b
odov
```

- `width` = hrúbka obrysu
  - hodnota `0` označuje bez obrysu
- `outline` = farba obrysu
  - hodnota `''` označuje bez obrysu

- `fill` = farba výplne
    - hodnota `''` označuje bez výplne

Zmeny nakreslených útvarov

Všetky útvary, ktoré kreslíme do grafickej plochy si systém pamätá tak, že ich dokáže dodatočne meniť (napríklad zmení farbu výplne), posúvať po ploche, ale aj mazať. Všetky útvary sú v ploche vykresľované presne v tom poradí, ako sme zadávali jednotlivé grafické príkazy: skôr nakreslené útvary sú pod neskôr nakreslenými a môžu ich prekrývať.

Každý grafický príkaz (napríklad `canvas.create_line()`) je v skutočnosti funkciou, ktorá vracia celé číslo - **identifikátor nakresleného útvaru**. Toto číslo nám umožní neskoršie modifikovanie, resp. jeho zmazanie.

Okrem tohto identifikačného čísla (každý objekt má jedinečné číslo), môžeme grafickým objektom prideľovať štítky (**pomenovaný parameter** `tag=`) a potom môžeme vo všetkých nasledovných príkazov namiesto identifikátora používať tento pridelený štítok. Pritom rôzne objekty môžu mať rovnaké štítky a tým môžeme jedným modifikačným príkazom zmeniť naraz viac objektov.

Zrušenie nakresleného útvaru

Na zrušenie ľubovoľných grafických objektov z grafickej plochy slúži funkcia:

```
canvas.delete(označenie)
```

kde parameter `označenie` je jedno z

- číselný identifikátor
- pridelený štítok (`tag`)
- reťazec `'all'` označuje všetky útvaru v ploche

Napríklad:

```
id1 = canvas.create_line(10, 20, 30, 40)
id2 = canvas.create_oval(10, 20, 30, 40)
canvas.create_text(100, 100, text='ahoj', tag='t')
canvas.create_rectangle(80, 90, 120, 110, fill='gray', tag='t')
...
canvas.delete(id1)
canvas.delete('t')
```

Zmaže prvý grafický objekt (s identifikačným číslom `id1`), t.j. úsečku, pričom druhý objekt kružnica ostáva bez zmeny. Druhý príkaz `canvas.delete('t')` zmaže oba objekty: text aj obdĺžnik, keďže sme pridelili štítok ‚t‘.

Posúvanie útvarov

Objekty môžeme posúvať určením buď identifikátora útvaru alebo jeho štítku (vtedy ich môže byť aj viac). Ostatné útvary sa pri tom nehýbu. Tvar funkcie je:

```
canvas.move(označenie, dx, dy)
```

kde

- `označenie` je buď identifikátor alebo štítok grafických útvarov (bude fungovať aj reťazec `'all'`)
- `dx` a `dy` označujú číselné hodnoty zmeny súradníc útvaru, t.j. posun v smere osi **x** a v smere osi **y**

Napríklad:

```
id1 = canvas.create_line(10, 20, 30, 40)
id2 = canvas.create_oval(10, 20, 30, 40)
canvas.create_text(100, 100, text='ahoj', tag='t')
canvas.create_rectangle(80, 90, 120, 110, fill='gray', tag='t')
...
canvas.move(id1, -5, 10)
canvas.move('t', 5, -10)
```

posunie prvý nakreslený útvar, teda úsečku, druhý útvar (kružnicu) pri tom nehýbe, zároveň s tým posunie opačným smerom naraz obdĺžnik s textom.

Zmena parametrov útvaru

Táto funkcia umožňuje meniť ľubovoľné **pomenované parametre** už nakresleným útvarom. Jeho tvar je:

```
canvas.itemconfig(označenie, parametre)
```

kde

- `označenie` je buď identifikátor alebo štítok grafických útvarov
- `parametre` sú **pomenované parametre** v rovnakom formáte, aký bol pri ich vytváraní

Napríklad:

```
i = canvas.create_rectangle(80, 90, 120, 110, fill='gray')
...
canvas.itemconfig(i, fill='red')
```

zmení farbu výplne na červenú obdĺžnika s daným identifikačným číslom `i`.

Zmena súradníc

Okrem posúvania útvarov im môžeme zmeniť aj ich kompletnú postupnosť súradníc. Napríklad, pre `canvas.create_line()` alebo `canvas.create_polygon()` môžeme zmeniť aj počet bodov útvaru. Tvar tejto funkcie je:

```
canvas.coords(označenie, postupnosť)
```

kde

- `označenie` je buď identifikátor alebo štítok grafických útvarov
- `postupnosť` je ľubovoľná postupnosť súradníc, ktorá je vhodná pre daný útvar - táto postupnosť musí obsahovať párny počet čísel (celých alebo desatinných)

Napríklad:

```
i1 = canvas.create_line(10, 20, 30, 40)
canvas.coords(i1, 30, 40, 50, 60, 70, 90)
```

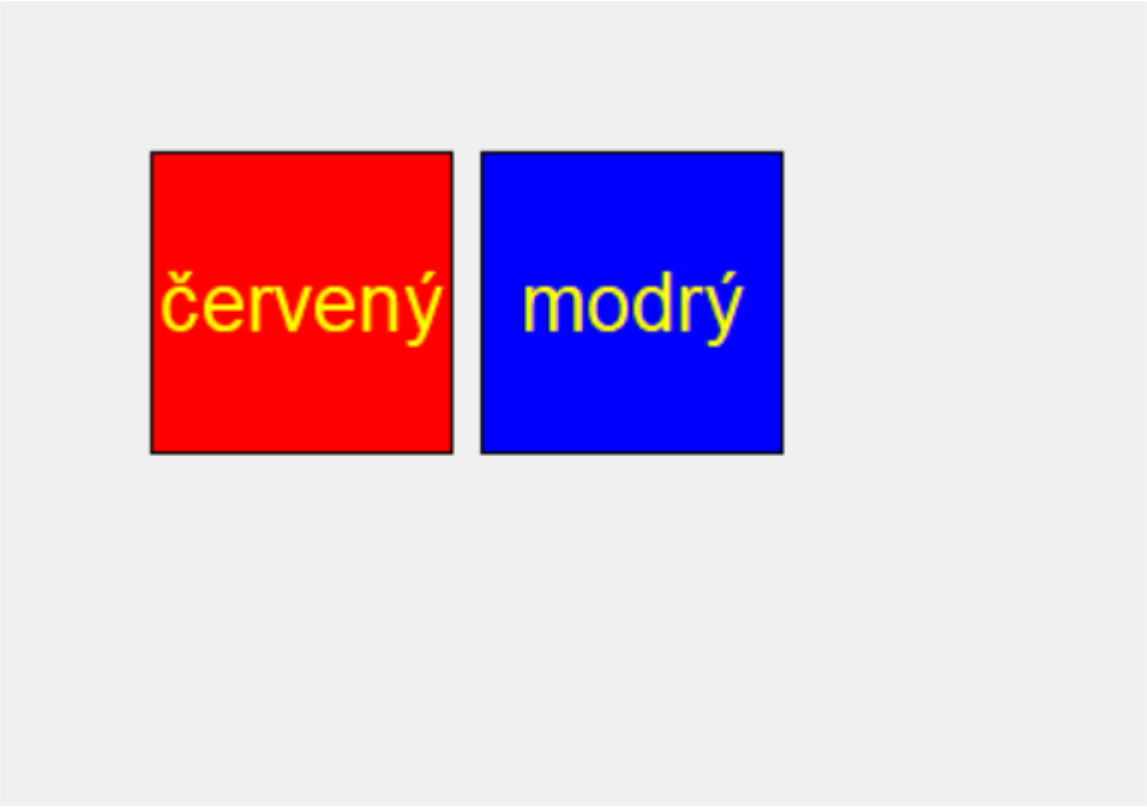
Cvičenia

L.I.S.T.

- riešenia **aspoň 10 úloh** odovzdávaj na úlohový server https://list.fmph.uniba.sk/
- používaj len konštrukcie z doterajších prednášok (žiadne podmienené príkazy ani nové funkcie)
- pozri si Riešenie úloh 3. cvičenia

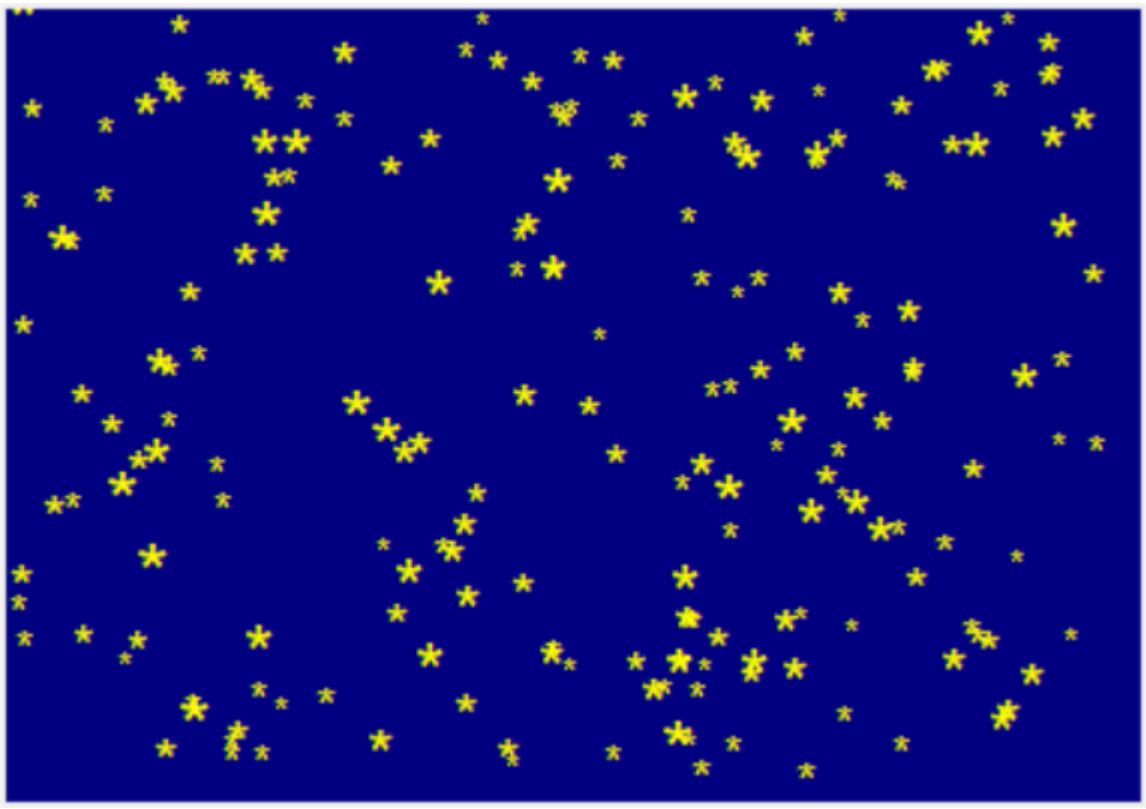
1. Napíš program, ktorý najprv nakreslí dva štvorce vedľa seba (prvý má ľavý horný `(x, y)`, veľkosť `100`, druhý je o `10` odsunutý). Potom postupne:
   - zafarbí ich tak, že prvý bude červený a druhý modrý (parameter `fill='...'`)
   - do stredu prvého vypíšeš text `'červený'` a druhého `'modrý'`
   - písmo oboch textov zväčšíš (napríklad parameter `font='arial 20'`) a zafarbíš na žlto (parameter `fill='...'`)

   Ak budú premenné `x, y = 50, 50`, mal by si dostať takýto výstup:



Vyskúšaj spustiť aj pre iné hodnoty, napríklad `x, y = 120, 10`.

2. Na tmavomodré pozadie (napríklad `'navy'`) nakresli na náhodné pozície `n` žltých hviezdičiek (`create_text`) znak `'*'` - skús ich kresliť rôznymi veľkosťami fontu (napr. veľkosť fontu nech je náhodne číslo od 10 do 20). Napríklad, pre `n = 200` môžeš dostať niečo podobné:

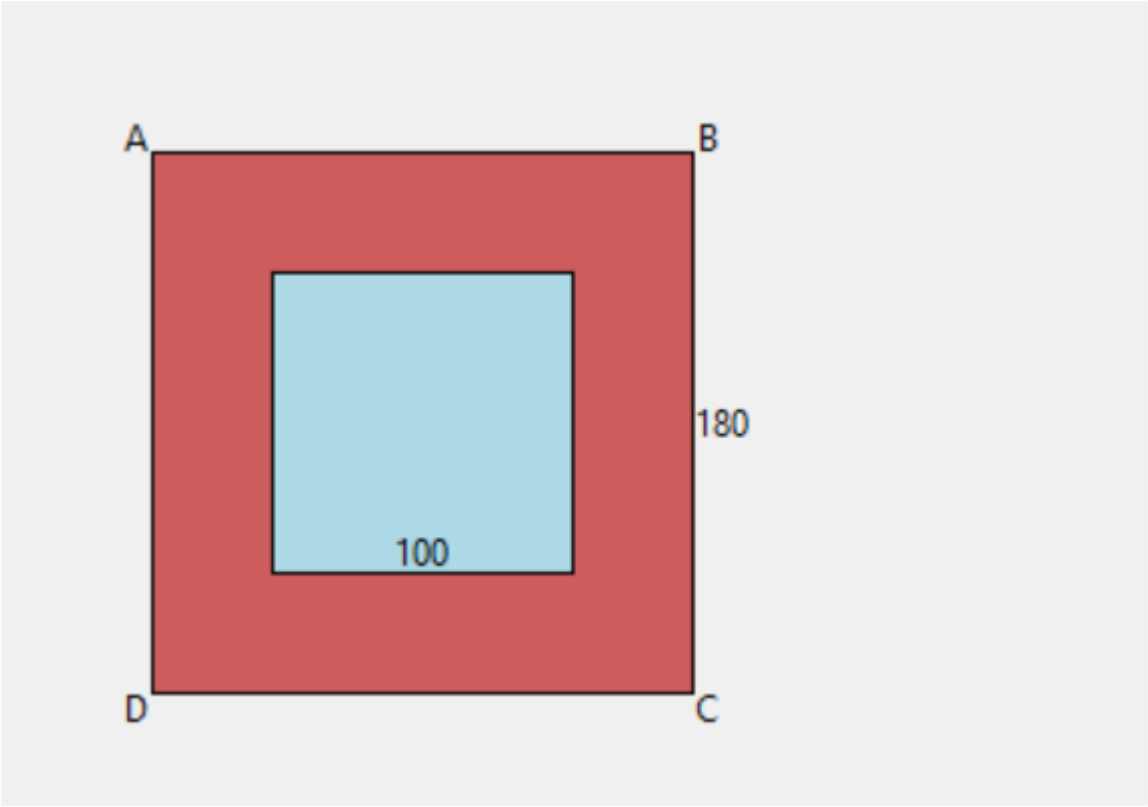


3. Napíš program, ktorý najprv nakreslí dva štvorce: prvý štvorec má ľavý horný roh `(x, y)` a veľkosť strany `a1`. Druhý štvorec má rovnaký stred ale veľkosť `a2` (menšiu od `a1`). Potom postupne:
    - zafarbí ich na niektorý odtieň červenej a bledomodrej (napríklad `'indian red'` a `'light blue'`)
    - k vrcholom vonkajšieho štvorca pripíše pomenovania A, B, C, D
    - k pravej zvislej hrane väčšieho štvorca pripíše veľkosť tohto štvorca
    - k spodnej hrane menšieho štvorca pripíše veľkosť tohto menšieho štvorca

    Malo by to fungovať aj vtedy, keď zmeníme hociktorú z premenných `x`, `y`, `a1`, `a2`. Napríklad pre premenné:

```
x, y = 50, 50
a1, a2 = 180, 100
```

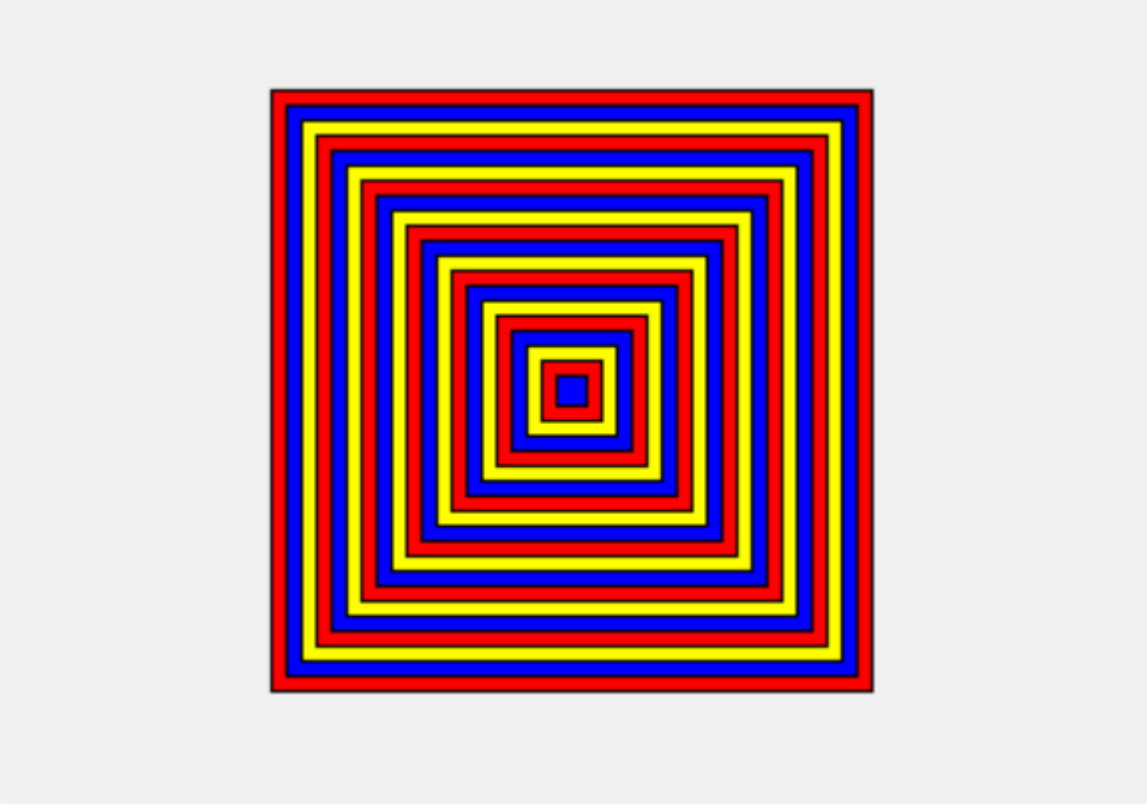
    by si mohol dostať nejaký takýto výstup:



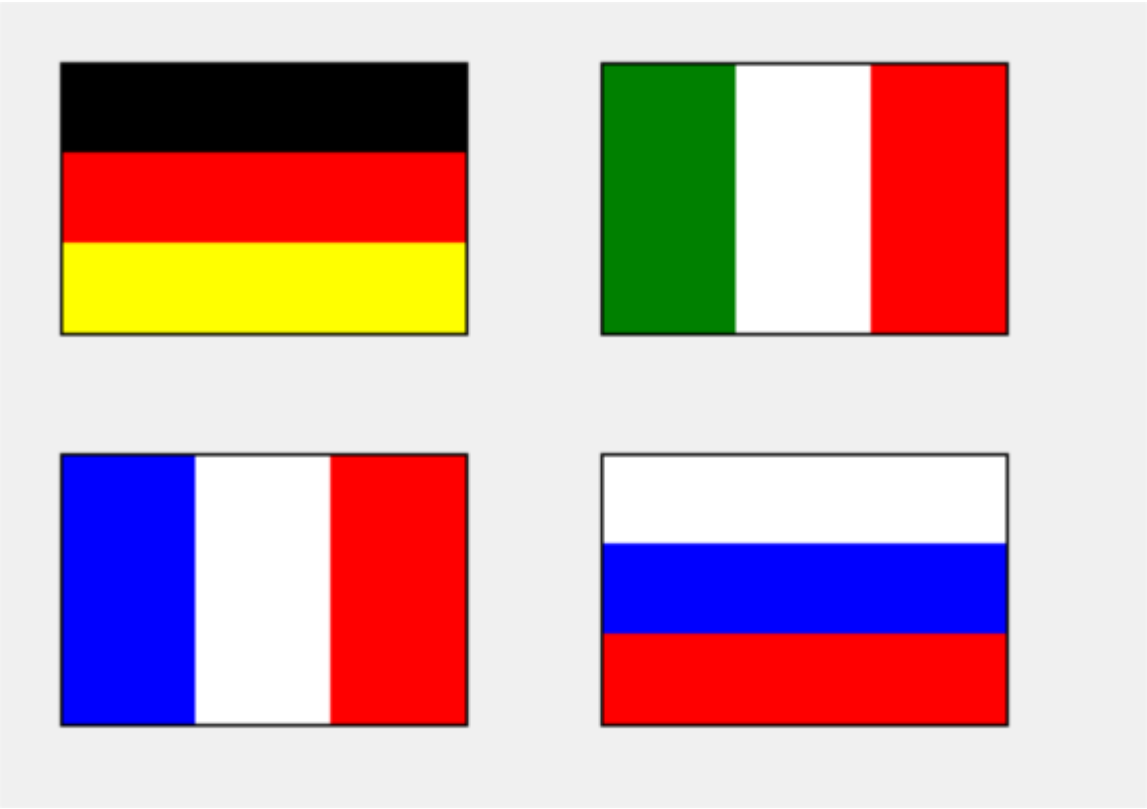
Vyskúšaj spustiť aj pre iné hodnoty, napríklad:

```
x, y = 140, 20
a1, a2 = 200, 190
```

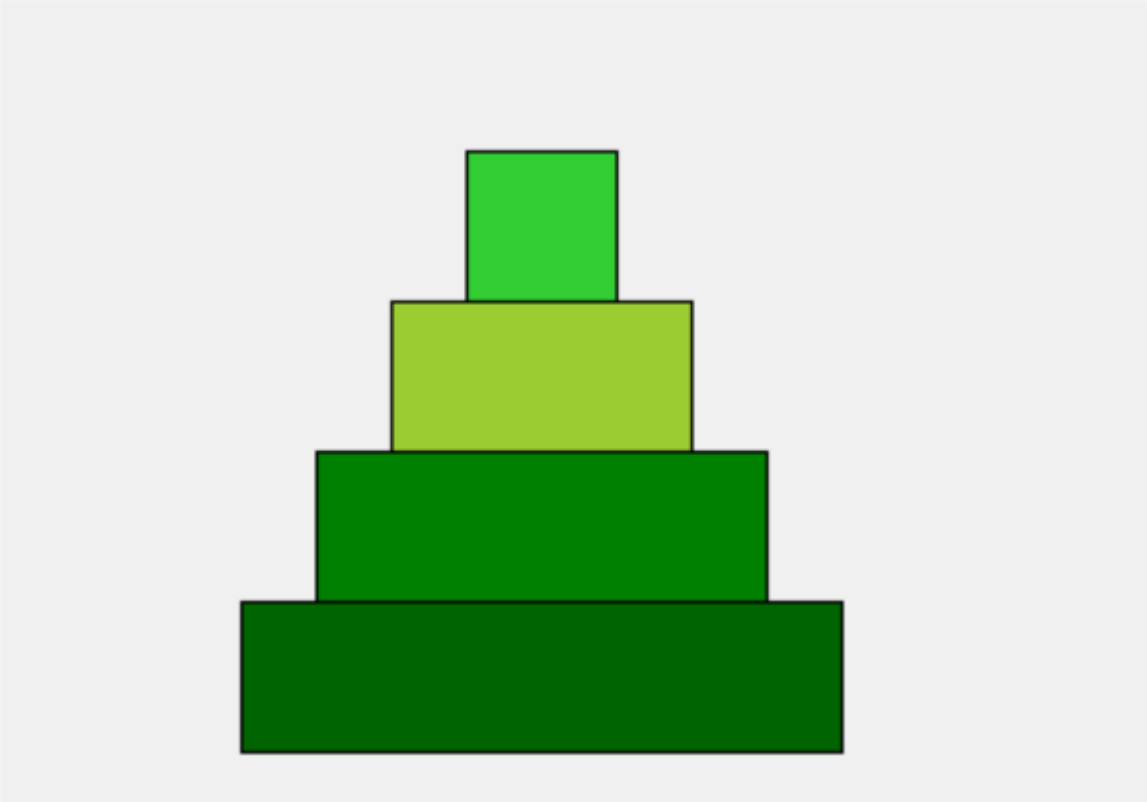
4. Nakresli `n` sústredných štvorcov (štvorce majú spoločný stred), v ktorých sa striedajú tri dané farby (`'red'`, `'blue'`, `'yellow'`). Veľkosti štvorcov nech sú `10`, `20`, `30`, … Napríklad pre `n = 20` dostaneš:



5. Napíš program, ktorý nakreslí vlajky týchto štátov: Nemecko, Taliansko, Francúzsko a Rusko. Všetky nech majú rozmery `135` x `90`. Môže to vyzerať, napríklad takto:



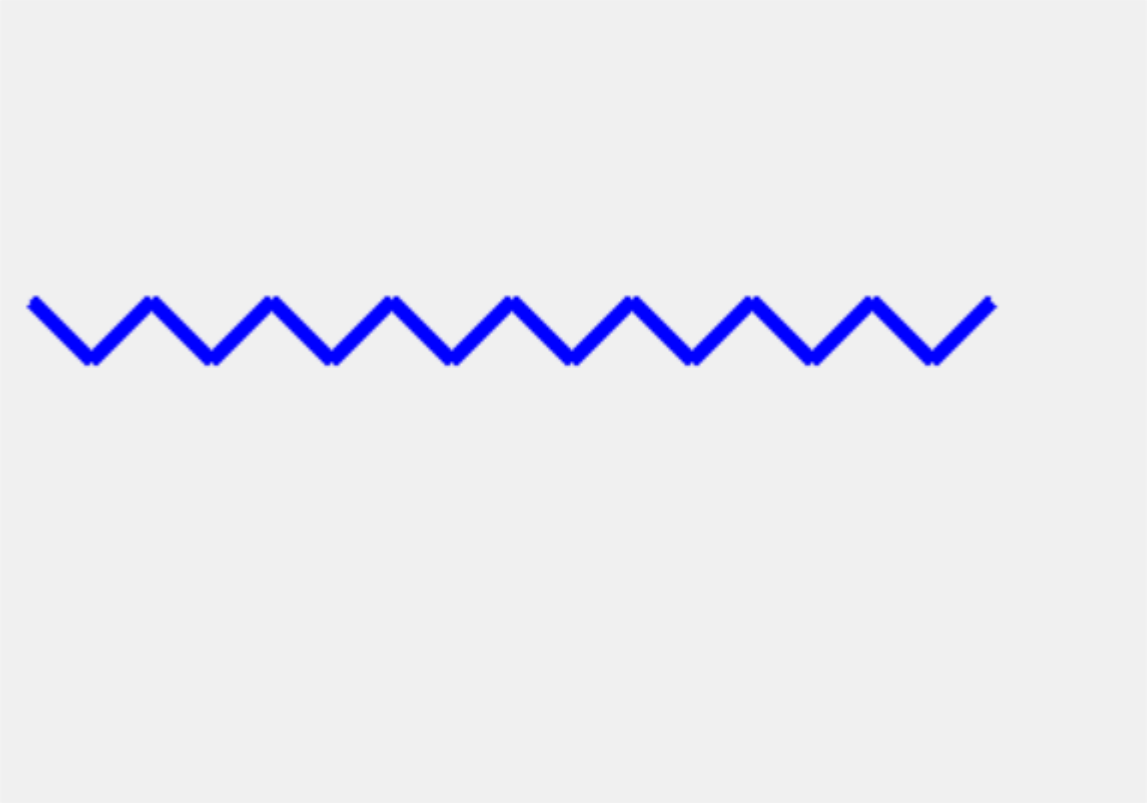
6. Napíš program, ktorý nakreslí pyramídu z kvádrov (obdĺžnikov) veľkosti: 200x50, 150x50, 100x50 a 50x50. Najväčší z nich má stred dolnej hrany `(180, 250)`. Všetky zafarbi štyrmi rôznymi odtieňmi zelenej. Na kreslenie použi jeden for-cyklus, v ktorom premenná cyklu `farba`, bude nadobúdať 4 rôzne reťazce (mená farieb) a v cykle sa budú meniť premenné `y` a momentálna `sirka` kvádra. Mal by si dostať podobný výstup:



7. Napíš program, ktorý nakreslí cikcakovú čiaru zloženú z `n` úsečiek. V premenných:

```
x, y = 10, 100
d = 20
```

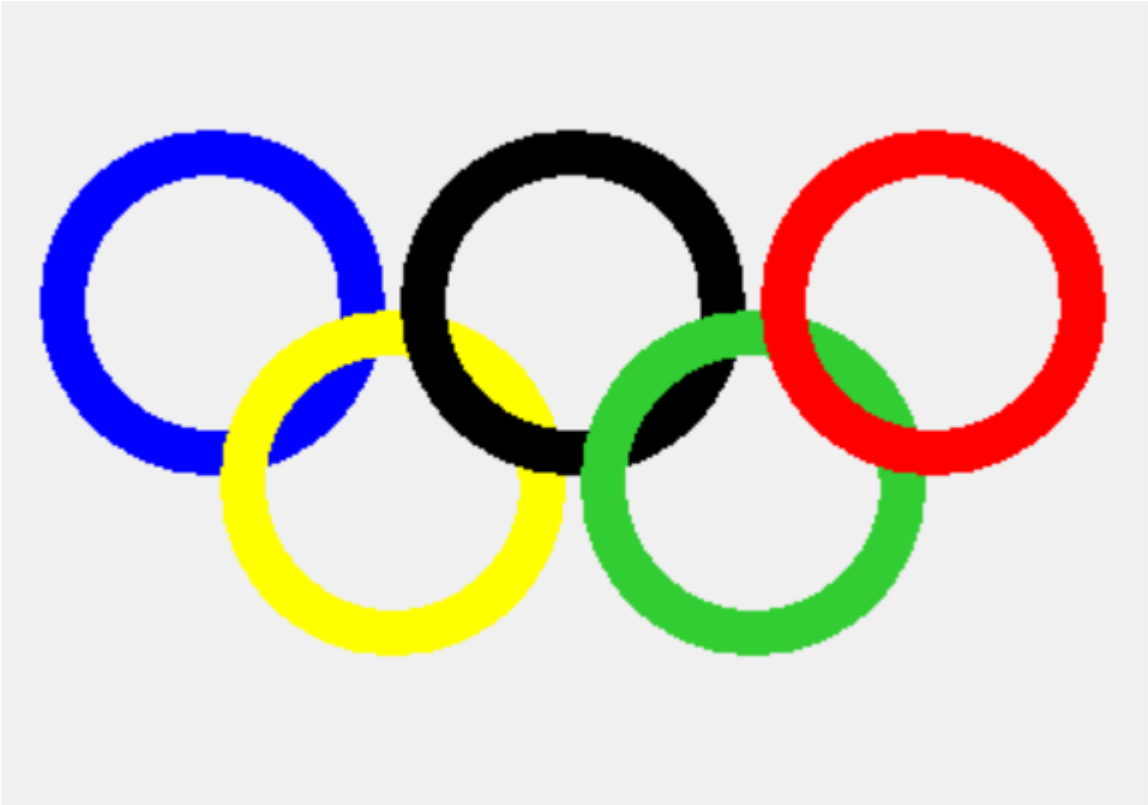
má nastavené súradnice najľavejšieho bodu prvej úsečky a v `d` je posunutie pre `x` aj `y` každého ďalšieho bodu čiary. Zrejme k `y` sa to raz pripočíta a raz odpočíta. Napríklad pre `n=16` by si mohol dostať:



8. Napíš program, ktorý nakreslí olympijské kruhy. V premenných:

```
x, y = 70, 100
r = 50
dx, dy = 120, 60
```

má zadané: súradnice **stredu** horného najľavejšieho kruhu (`x`, `y`), polomer kruhov (`r`) a vzdialenosť medzi kruhmi v jednom rade (`dx`) a vzdialenosť medzi radmi (`dy`). Hrúbka čiar kružníc nech je `15`. Pre takto zadané hodnoty by si mal dostať takýto výstup:

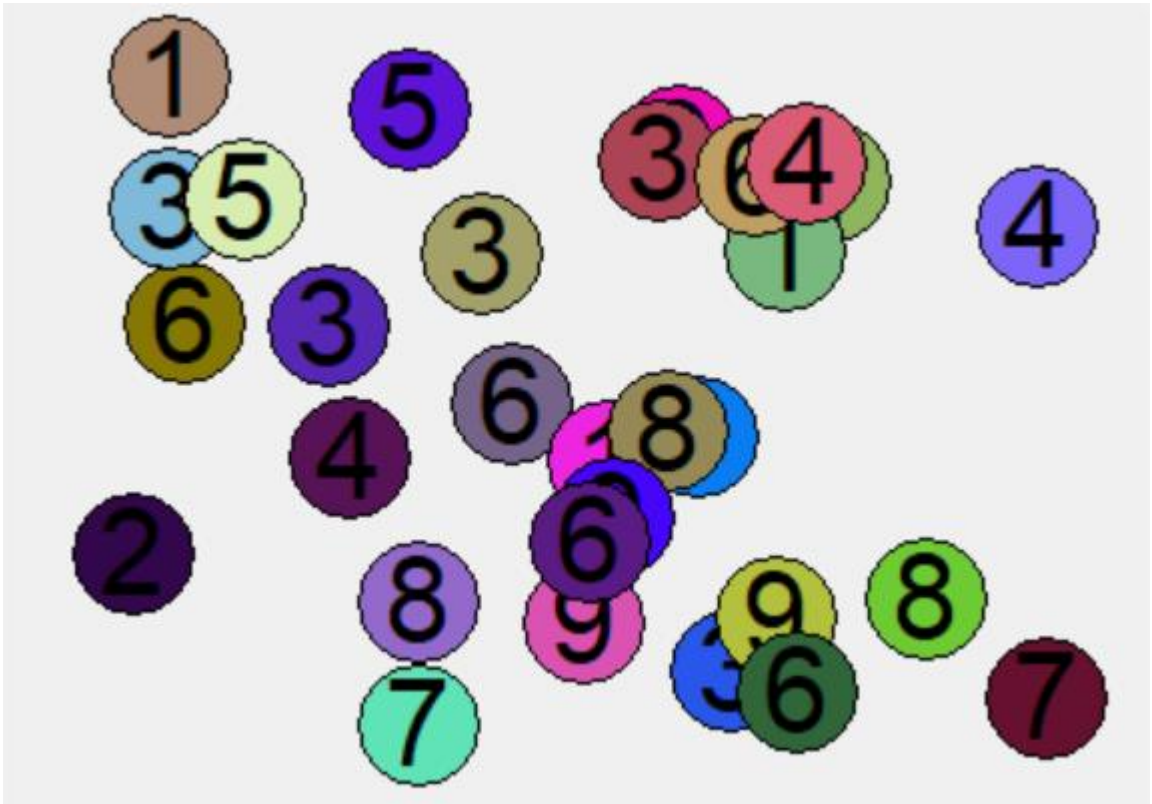


9. Napíš program, ktorý pod seba vygeneruje `n` bankoviek s náhodnými hodnotami. Na generovanie náhodnej hodnoty použi zápis:

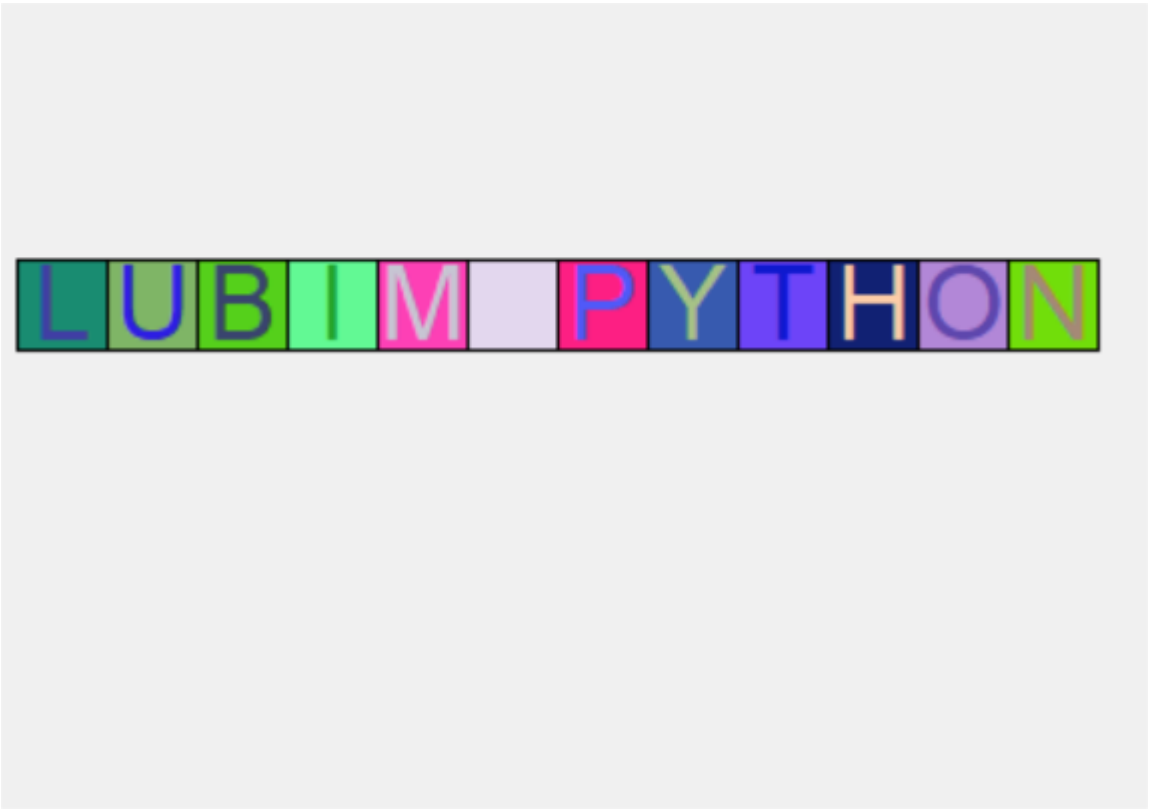
```
hodnota = random.choice((1, 2, 5, 10, 20, 50))
```

pomocou ktorého sa náhodne vyberie jedno číslo zo zadanej postupnosti. Program na záver spočíta výslednú sumu. Veľkosť obdĺžnikov nech je 50x20. Napríklad pre zadané `n=10` môžeš dostať takýto výstup:

10. Program nakreslí `n` náhodných mincí. Mincami sú farebné kruhy s polomerom `20`, v ktorých sú veľké (`'arial 30'`) náhodné číslice od `1` do `9`. Napríklad pre `n = 30` môžeš dostať niečo podobné:



11. Program najprv prečíta nejaký text zo vstupu (`input`) a potom postupne každé písmeno tohto textu zapíše (`'arial 26'`) do jedného farebného štvorca veľkosti 30x30. Tieto štvorce sú umiestnené tesne vedľa seba. Farby štvorcov aj písmen zvoľ náhodne. Napríklad môžeš dostať niečo podobné:

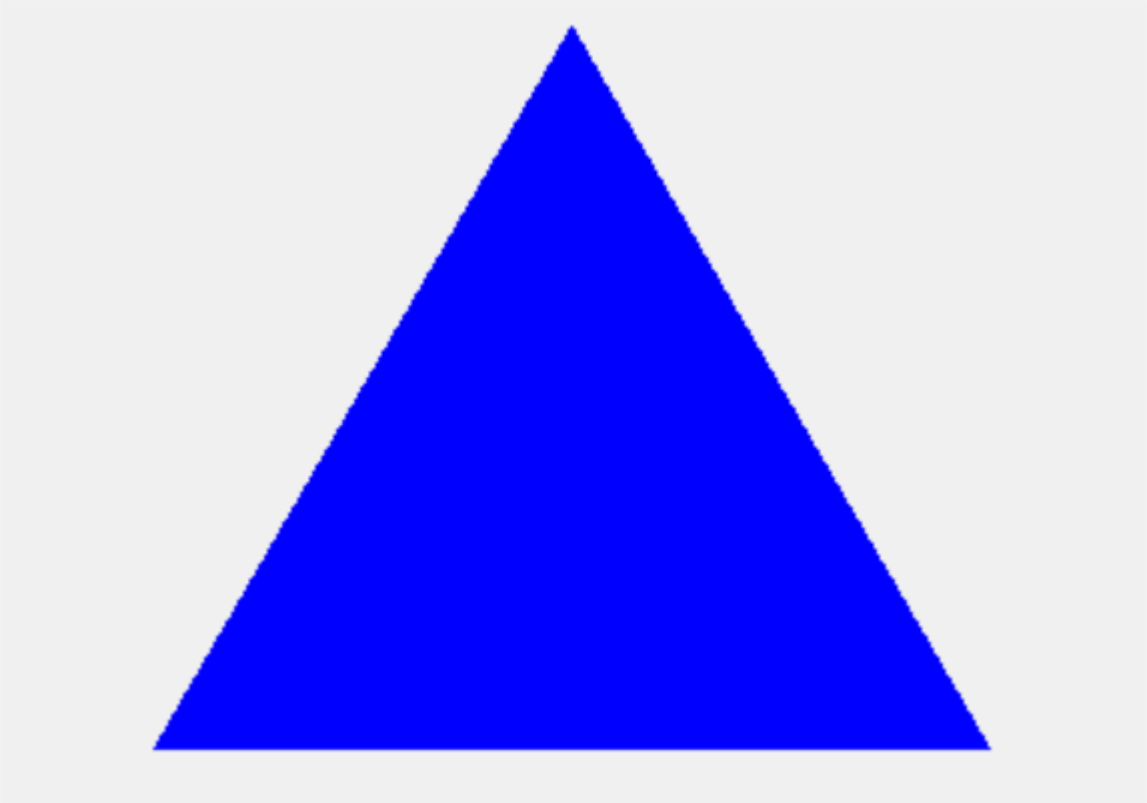


12. Napíš program, ktorý si najprv zo vstupu (`input`) vypýta `n` a potom medzi šírku `10` a `380` vykreslí `n` čo najväčších rovnako veľkých štvorcov (s medzerou `5`). Pre dané `n` teda najprv vypočítaš veľkosť štvorcov tak, aby boli čo najväčšie a zmestili sa do danej šírky. Štvorce vyplň náhodnými farbami. Napríklad pre `n=7` môžeš dostať takýto výstup:

13. Napíš program, ktorý pomocou `canvas.create_polygon` nakreslí **rovnostranný trojuholník**. V premenných:

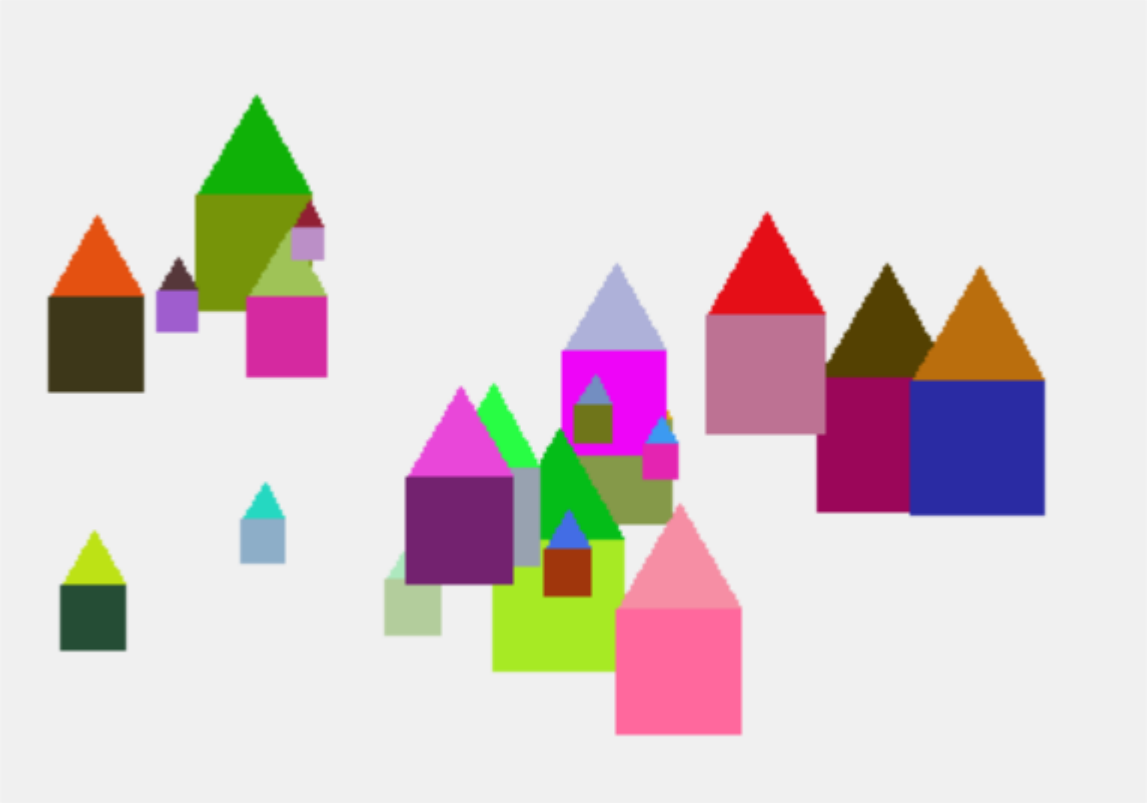
```
14. x, y = 50, 250
15. a = 280
```

má nastavené súradnice ľavého dolného vrcholu a veľkosť strany trojuholníka. Pre takto zadané premenné by si mal dostať takýto výstup:



Zrejme využiješ príkaz `create_polygon()`, do ktorého zadáš 3 vrcholy trojuholníka. Spomeň si, ako vypočítaš výšku rovnostranného trojuholníka.

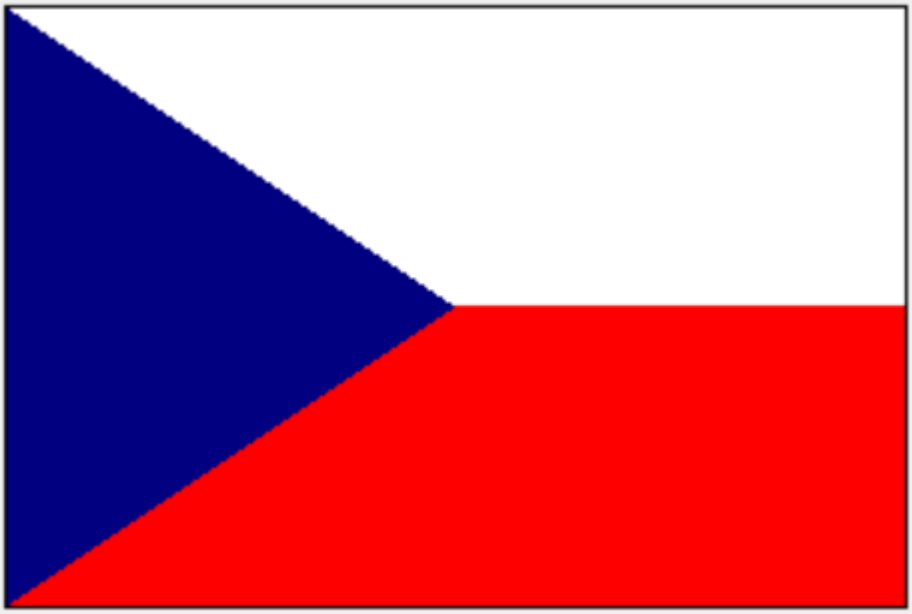
14. Napíš program, ktorý nakreslí `n` náhodných farebných domčekov. Každý domček sa skladá z rovnostranného trojuholníka (použi riešenie z predchádzajúcej úlohy) a štvorca. Polohu domčeka, veľkosť strany jeho štvorca a trojuholníka zvoľ náhodne (veľkosť bude náhodné číslo z `<10, 50>`). Tiež ich farby zvoľ náhodne.
    Pre `20` domčekov by si mohol dostať takýto výstup:



15. Napíš program, ktorý nakresli vlajku Českej republiky (vlajku bývalého Československa). V premenných:

```
sirka, vyska = 300, 200
```

má zadané rozmery vlajky. Modrý klin ide do polovice šírky vlajky. Mal by si dostať takýto výstup:

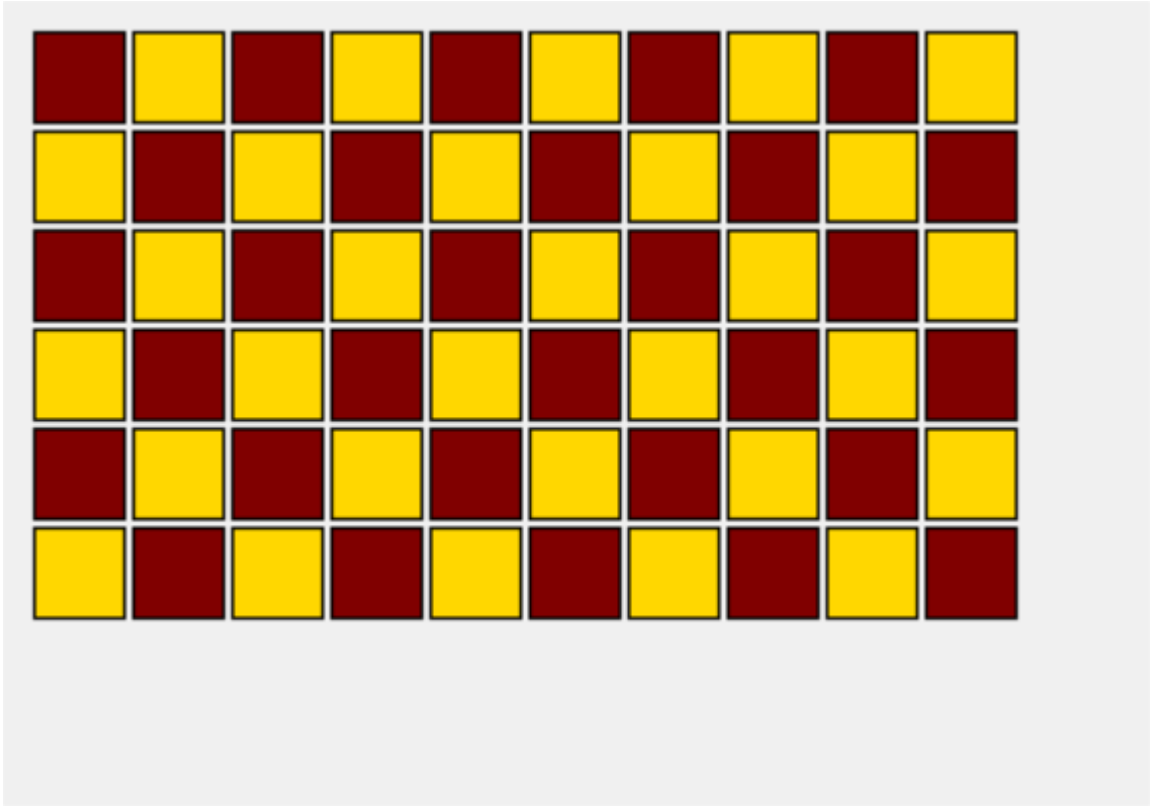


Vyskúšaj program spustiť aj pre iné hodnoty šírky a výšky.

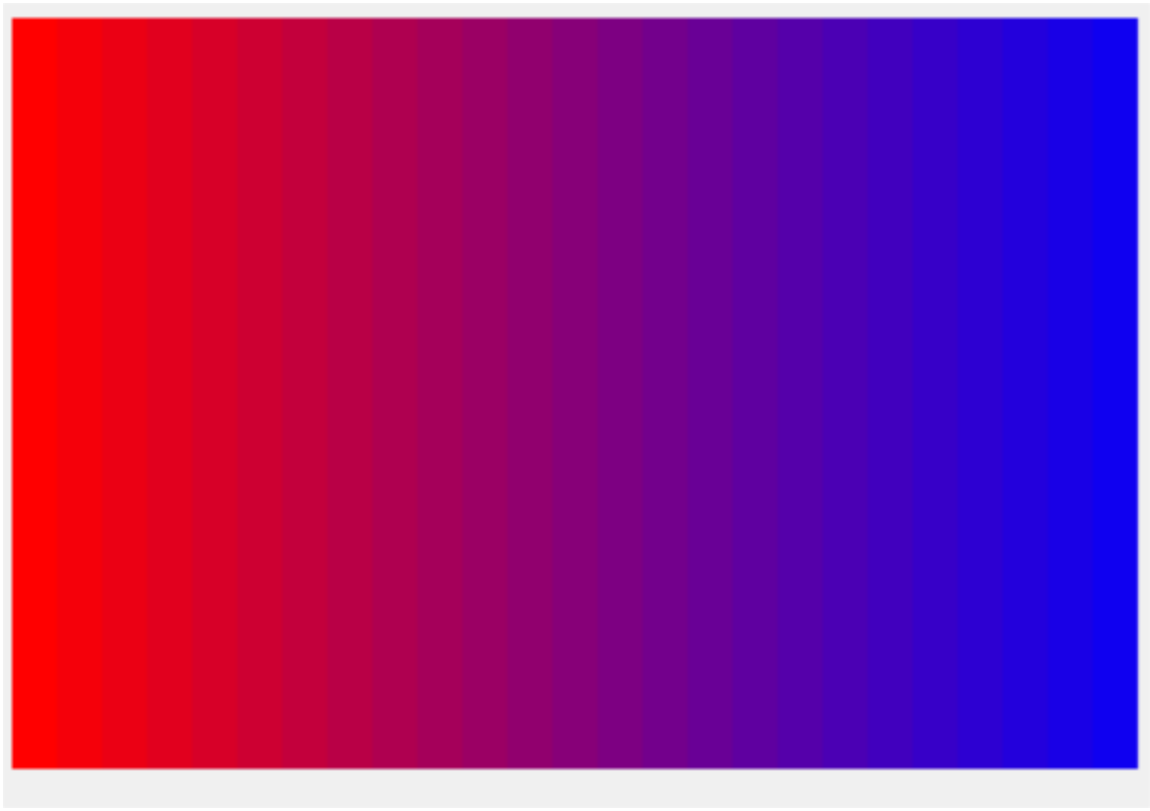
16. Napíš program, ktorý nakreslí farebnú šachovnicu. Program si najprv pomocou dvoch `input` vypýta počet stĺpcov a počet riadkov. V premenných:

```
vel = 30
farba1, farba2 = 'maroon', 'gold'
```

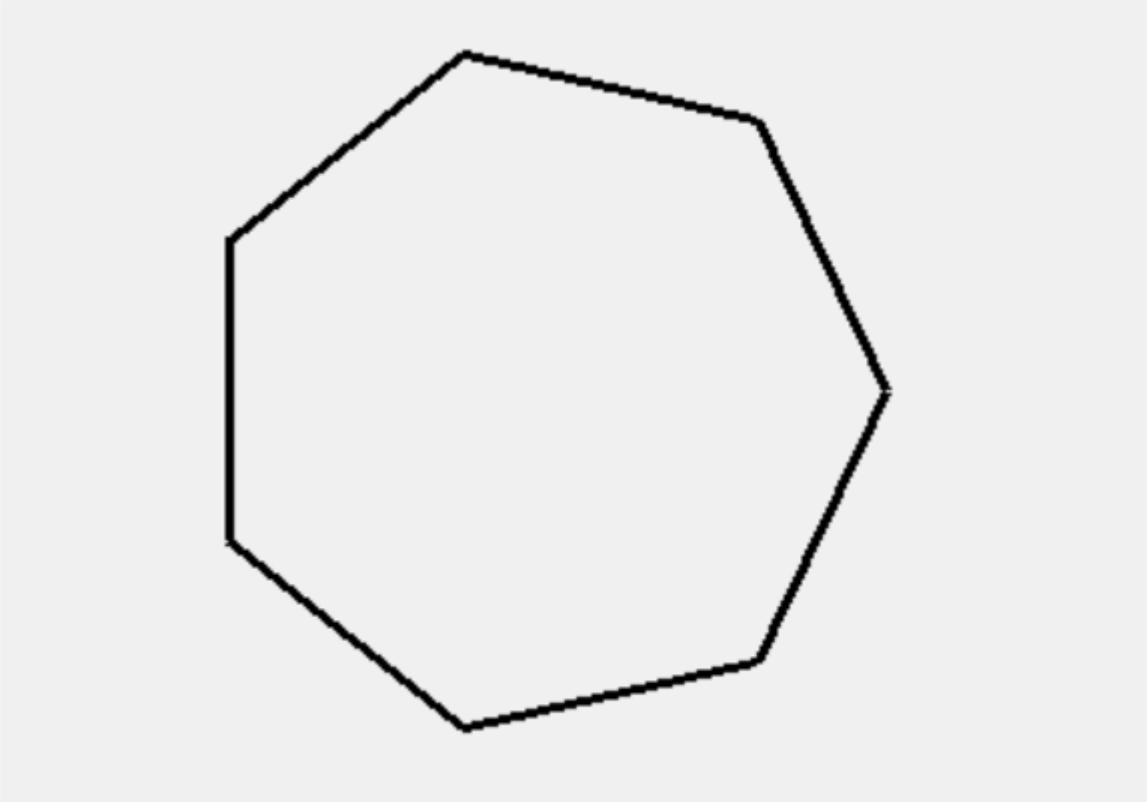
má nastavenú veľkosť štvorčeka a dve farby, ktoré sa majú na šachovnici striedať. Medzi nakreslenými štvorčekmi je ešte medzera veľkosti `3`. Môžeš dostať takýto výstup:



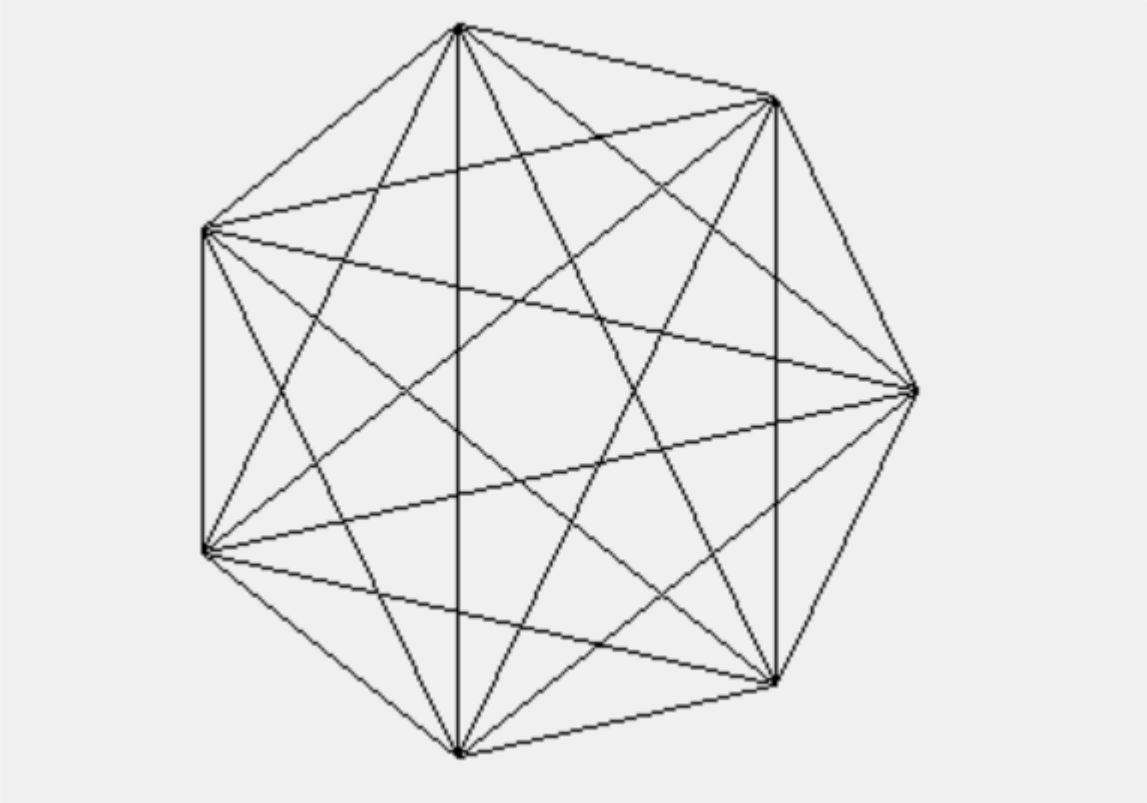
17. Program nakreslí 25 obdĺžnikov veľkosti 15x250, ktoré sú uložené tesne vedľa seba. Tieto obdĺžniky postupne menia farby od červenej k modrej: čím je väčšie `x` obdĺžnika tým menej červenej a viac modrej. Mohlo by to vyzerať takto:



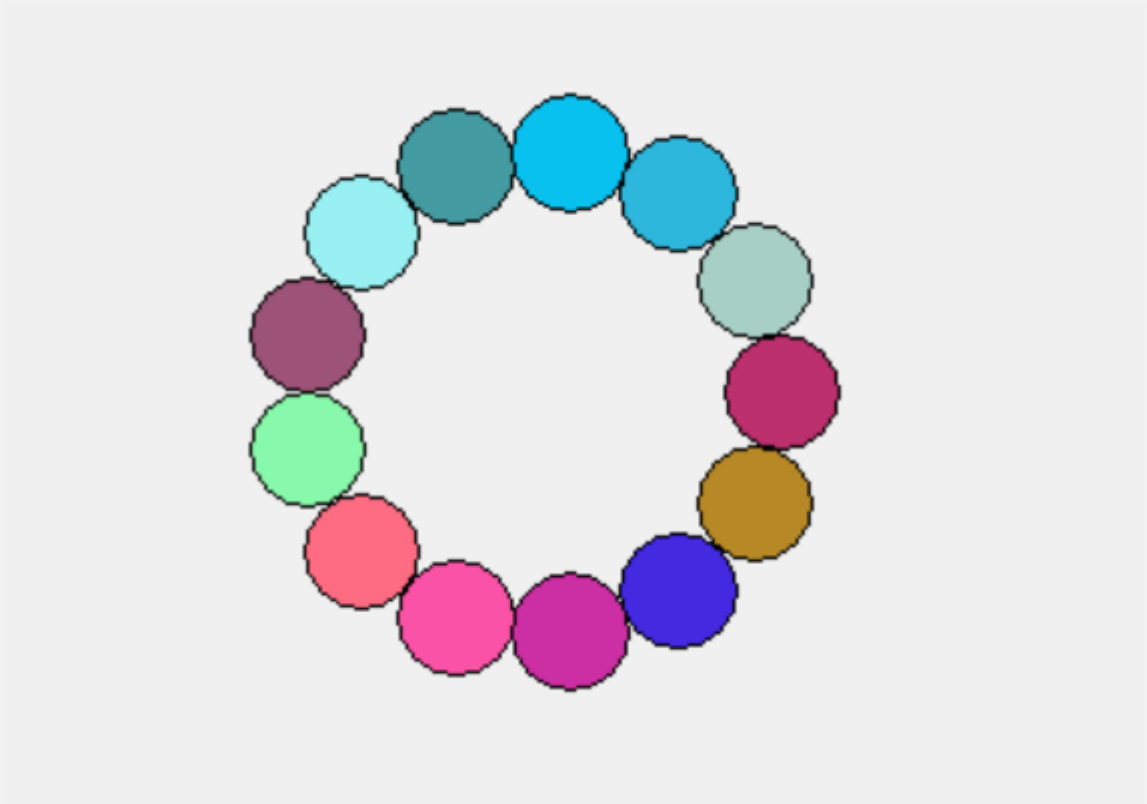
18. Program pre dané `n` a dĺžku strany `a` nakreslí pravidelný `n`-uholník so stranou `a`. Využi body na kružnici so stredom `x` a `y` a polomerom `r` budeš musieť vypočítať. Napríklad pre `x, y = 180, 130` a `n = 7` a `a = 100` nakreslíš:



19. Program pre dané `n` nakreslí pravidelný `n`-uholník, ale dokreslí do neho aj všetky uhlopriečky. Pre `x, y, r = 180, 130, 125` a `n = 7` dostaneš:



20. Program pre dané `n` nakreslí `n` dotýkajúcich sa kruhov, ktorých stredy ležia na obvode kružnice. Tieto kruhy zafarbi náhodnými farbami.



21. Napíš program, ktorý nakreslí vlajku Slovenska. V súbore sk.png je obrázok štítu so znakom, ktorý umiestniš (jeho stred) posunutý o ´´100´´ a `108` od ľavého horného okraja vlajky. V premenných:

```
x, y = 30, 30
sir, vys = 325, 216
modra, cervena = '#0b4ea2', '#ee1c25'
```

je momentálna pozícia ľavého horného rohu, šírka a výška, modrá a červená farba. Mal by si dostať takýto výstup: