- **Funktioner med enkla parametrar**
  - **Mer om funktioner med andra parametrar i kommande föreläsning(ar)…**

- **Strukturera kod**

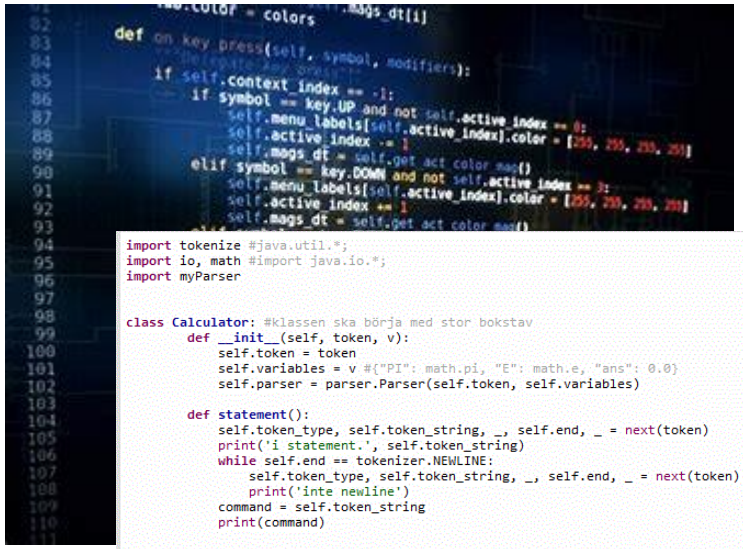
- **Scope, variablers räckvidd**

Strukturera kod

```
import tokenize #java.util.*;
import io, math #import java.io.*;
import myParser


class Calculator: #klassen ska börja med stor bokstav
        def __init__(self, token, v):
            self.token = token
            self.variables = v #{"PI": math.pi, "E": math.e, "ans": 0.0}
            self.parser = parser.Parser(self.token, self.variables)

        def statement():
            self.token_type, self.token_string, _, self.end, _ = next(token)
            print('i statement.', self.token_string)
            while self.end == tokenizer.NEWLINE:
                self.token_type, self.token_string, _, self.end, _ = next(token)
                print('inte newline')
            command = self.token_string
            print(command)


print("Numerical calculator version 2013-04-10")
s=input("> ")
code_buffer = io.StringIO(s)
token = tokenize.generate_tokens(code_buffer.readline)
variables = {"PI": math.pi, "E": math.e, "ans": 0.0}
p = myParser.My_parser(token, variables)
print('h')
calc = Calculator(token, variables)
while (true):
    calc.statement()
```

```
def term(self):
    prod = self.factor()
    #self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
    while (self.token_string =='*' or self.token_string =='/'):
        if self.token_string =='*':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            prod = prod * self.factor()
            print('i term prod=', prod)
        if self.token_string =='/':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            namnare = self.factor() #int(self.token_string)
            if namnare == 0.: # EXCEPTION HÄR!
                print('Division by 0')
                return -1
            prod = prod/namnare
    return prod

def factor(self):
    return self.primary()

def primary(self):
    result = 99999
    print('primary self.token_type', self.token_type)
    if self.token_string == '(':
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        result = self.assignment()
        if self.token_string == ')':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            return result
        else:
          print("Expected ')'") # SYNTAX-EXCEPTION HÄR!

    elif self.token_type == 2: # tokenize.NUMBER:
        print('i primary, elif type==2', self.token_string)
        result = float(self.token_string)
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        return result

    elif self.token_string == '-': #negering token_type == 54
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        result = -self.primary()
```

Programvara är ofta stor och komplex. 100-tals programmerare kan arbeta med olika delar av koden. Det behövs en struktur.

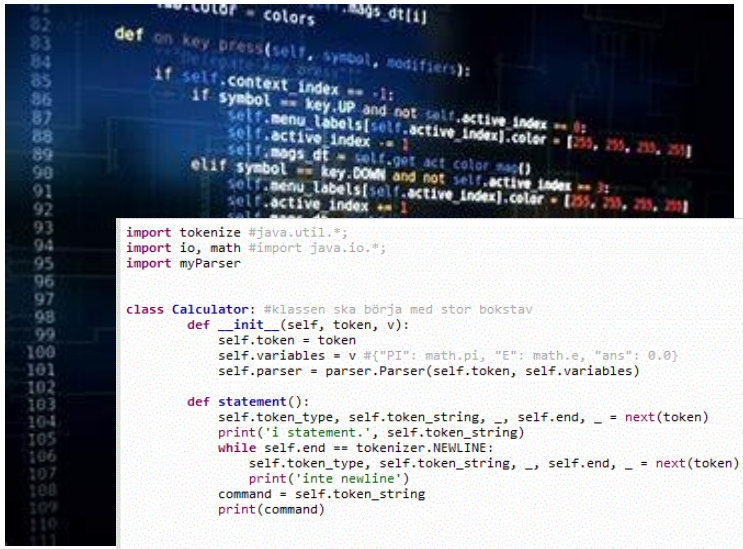


```
def on_key_press(self, symbol, modifiers):
    if self.context_index == -1:
        if symbol == key.UP and not self.active_index == 0:
            self.menu_labels[self.active_index].color = [255, 255, 255, 255]
            self.active_index -= 1
            self.mags_dt = self.get_act_color_mag()
        elif symbol == key.DOWN and not self.active_index == 3:
            self.menu_labels[self.active_index].color = [255, 255, 255, 255]
            self.active_index += 1
            self.mags_dt = self.get_act_color_mag()
```

```
import tokenize #java.util.*;
import io, math #import java.io.*;
import myParser


class Calculator: #klassen ska börja med stor bokstav
        def __init__(self, token, v):
            self.token = token
            self.variables = v #{"PI": math.pi, "E": math.e, "ans": 0.0}
            self.parser = parser.Parser(self.token, self.variables)

        def statement():
            self.token_type, self.token_string, _, self.end, _ = next(token)
            print('i statement.', self.token_string)
            while self.end == tokenizer.NEWLINE:
                self.token_type, self.token_string, _, self.end, _ = next(token)
                print('inte newline')
            command = self.token_string
            print(command)


print("Numerical calculator version 2013-04-10")
s=input("> ")
code_buffer = io.StringIO(s)
token = tokenize.generate_tokens(code_buffer.readline)
variables = {"PI": math.pi, "E": math.e, "ans": 0.0}
p = myParser.My_parser(token, variables)
print('h')
calc = Calculator(token, variables)
while (true):
    calc.statement()
```

```
def term(self):
    prod = self.factor()
    #self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
    while (self.token_string =='*' or self.token_string =='/'):
        if self.token_string =='*':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            prod = prod * self.factor()
            print('i term prod=', prod)
        if self.token_string =='/':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            namnare = self.factor() #int(self.token_string)
            if namnare == 0.: # EXCEPTION HÄR!
                print('Division by 0')
                return -1
            prod = prod/namnare
    return prod

def factor(self):
    return self.primary()

def primary(self):
    result = 99999
    print('primary self.token_type', self.token_type)
    if self.token_string == '(':
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        result = self.assignment()
        if self.token_string == ')':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            return result
        else:
          print("Expected ')'") # SYNTAX-EXCEPTION HÄR!

    elif self.token_type == 2: # tokenize.NUMBER:
        print('i primary, elif type==2', self.token_string)
        result = float(self.token_string)
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        return result

    elif self.token_string == '-': #negering token_type == 54
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        result = -self.primary()
```

En grundläggande strategi är att dela upp koden i ***moduler***, filer, som delas in i ***funktioner*** som gör väl avgränsade uppgifter. Moduler kan läggs i **paket**.



```
import tokenize #java.util.*;
import io, math #import java.io.*;
import myParser


class Calculator: #klassen ska börja med stor bokstav
        def __init__(self, token, v):
            self.token = token
            self.variables = v #{"PI": math.pi, "E": math.e, "ans": 0.0}
            self.parser = parser.Parser(self.token, self.variables)

        def statement():
            self.token_type, self.token_string, _, self.end, _ = next(token)
            print('i statement.', self.token_string)
            while self.end == tokenizer.NEWLINE:
                self.token_type, self.token_string, _, self.end, _ = next(token)
                print('inte newline')
            command = self.token_string
            print(command)


print("Numerical calculator version 2013-04-10")
s=input("> ")
code_buffer = io.StringIO(s)
token = tokenize.generate_tokens(code_buffer.readline)
variables = {"PI": math.pi, "E": math.e, "ans": 0.0}
p = myParser.My_parser(token, variables)
print('h')
calc = Calculator(token, variables)
while (true):
    calc.statement()
```

```
def term(self):
    prod = self.factor()
    #self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
    while (self.token_string =='*' or self.token_string =='/'):
        if self.token_string =='*':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            prod = prod * self.factor()
            print('i term prod=', prod)
        if self.token_string =='/':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            namnare = self.factor() #int(self.token_string)
            if namnare == 0.: # EXCEPTION HÄR!
                print('Division by 0')
                return -1
            prod = prod/namnare
    return prod

def factor(self):
    return self.primary()

def primary(self):
    result = 99999
    print('primary self.token_type', self.token_type)
    if self.token_string == '(':
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        result = self.assignment()
        if self.token_string == ')':
            self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
            return result
        else:
          print("Expected ')'") # SYNTAX-EXCEPTION HÄR!

    elif self.token_type == 2: # tokenize.NUMBER:
        print('i primary, elif type==2', self.token_string)
        result = float(self.token_string)
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        return result

    elif self.token_string == '-': #negering token_type == 54
        self.token_type, self.token_string, _, _, _ = next(token)
        result = -self.primary()
```

Många färdiga moduler som ofta används.

math, ***random***, ***matplotlib*** (ou4), **turtle, …**

Funktioner och metoder i Python

Strukturera kod mha funktioner

- Hittills: skrivit kod som exekveras (körs) sekventiellt.
- Lång kod, upprepningar?

Funktioner:

- Dela in koden i ”delar” med specifika uppgifter
- Lättare att läsa!
- Lättare att felsöka
- Lättare att återanvända (ex sin-funktionen finns redan)
- Undvik upprepning av kod
- Funktionerna gör typiskt ***en*** (del)uppgift och är lättare att återanvända än ett helt program

Exempel hittills: Funktioner känns (ofta) igen på parenteser:

```
namn = input('Vad heter du?')
hyp = math.sqrt(a*a + b*b)
```

Funktioner som följer med python

Inbyggda

print()

input()

int()

…

importeras

math.sin()

turtle.forward()

csv.reader()

…

Vanliga funktioner, behöver ofta laddas ned (ou4)

matplotlib.pyplot()

matplotlib.xscale()

…

Funktioner du/ni skriver

Lektion 4 --

Python’s built-in functions: https://docs.python.org/3/library/functions.html

Built-in Functions

The Python interpreter has a number of functions and types built into it that are always available. They are listed here in alphabetical order.

		Built-in Functions		
abs()	delattr()	hash()	memoryview()	set()
all()	dict()	help()	min()	setattr()
any()	dir()	hex()	next()	slice()
ascii()	divmod()	id()	object()	sorted()
bin()	enumerate()	input()	oct()	staticmethod()
bool()	eval()	int()	open()	str()
breakpoint()	exec()	isinstance()	ord()	sum()
bytearray()	filter()	issubclass()	pow()	super()
bytes()	float()	iter()	print()	tuple()
callable()	format()	len()	property()	type()
chr()	frozenset()	list()	range()	vars()
classmethod()	getattr()	locals()	repr()	zip()
compile()	globals()	map()	reversed()	__import__()
complex()	hasattr()	max()	round()	

abs(*x*)

Return the absolute value of a number. The argument may be an integer, a floating point number, or an object implementing `__abs__()`. If the argument is a complex number, its magnitude is returned.

all(*iterable*)

Funktioner med enkla parameterar

Exempel på en funktion som finns i modulen *math*:

```
y = math.sqrt(x)     # Förutsätter satsen: import math
```

En funktion är som en svart låda. Man stoppar in ett eller flera värden och ut kommer ett resultat som beror på värdena man stoppar in.
I ovan exempel ***anropas*** funktionen *sqrt* och vid anropet skickas x till funktionen.
Funktionen ger resultatet, ***returnerar***, värdet av $\sqrt{x}$.
Det värde man skickar till funktionen kallas ***argument***, i detta fall är x argument.

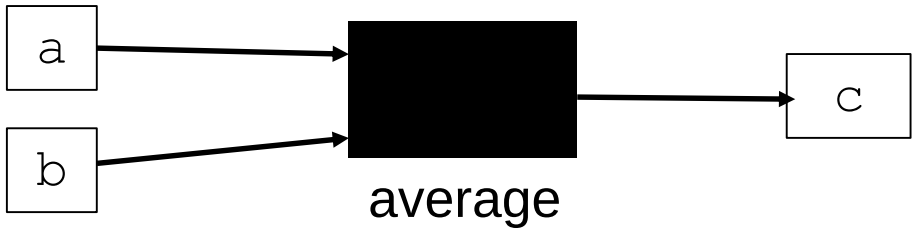

```
y = math.pow(x, 4) # y tilldelas returvärdet av math.pow
```

Funktionen *pow* har två argument och returnerar vid detta anrop x^4

Funktionerna *sqrt* och *pow* är exempel på funktioner i modulen math.

Nu skall vi se hur man kan **konstruera egna funktioner**. Detta kallas för att ***definiera*** funktioner. Funktionens namn hittar vi på själva, men namnet bör vara beskrivande.
Ex. en funktion *average* som beräknar medelvärdet av två tal. Anropet kan ske så här:

```
c = average(a, b)
```



Funktionen har två argument, som vid anropet skickas till funktionen som beräknar och returnerar ett resultat till den kod som gör anropet.

Funktionen kan även anropas så här:

```
q = average(x, y)           # argumenten är x och y
w = 5.0 + 7*average(5, z) # argumenten är 5 och z
print(average(math.sqrt(8),9) )#argumenten är math.sqrt(8) och 9
```

I ovan exempel tas för givet att variablerna `x`, `y` och `z` existerar.

Vi måste nu *definiera* funktionen, dvs skriva de pythonsatser som gör att funktionen existerar och att den gör det den skall. Här är ***funktionsdefinitionen***:

```
def average(x, y):        # Funktionshuvud
    return (x + y) / 2    # Funktionskropp
```

Funktionshuvudet består av tre delar, det reserverade ordet *def*, funktionens namn och en parentes med funktionens *parametrar x* och *y* samt tecknet kolon.

Funktionskroppen är resterande del som är indragen (*indenterat*) relativt huvudet. Det reservade ordet *return* är en sats som innebär att metoden returnerar ett resultat och avslutas. I detta fall beräknas `(x+y)/2` som returnas till den kod som anropar funktionen.

Funktionskroppen hade alternativt kunna se ut så här:

```
r = (x + y)/2
return r
```

Funktionskroppen är innehållet av den “svarta lådan”, ty den beskriver hur funktionen löser problemet.

Antag att all kod i programmet ser ut så här med funktionens definition överst och ett exempel på kod som anropar funktionen

```
def average(x, y):
    r = (x + y) / 2
    return r
# anropande kod
b = 5
c = average(b, 4)
```

Notera: Koden för definitionen måste ligga ovanför anropande kod, annars fattar ej python vad `average` är

Det som händer när man kör koden är följande:
Python tolkar koden från början till slutet.

1. Aha tänker python, en funktionsdefinition som heter `average`. Den har två parametrar och returnerar ett värde. Den skall jag ”komma ihåg”.
2. Tilldela variabeln `b` värdet 5
3. Beräkna högerledet, dvs anropa funktionen `average`.
4. Python kommer då att ”hoppa” till koden i funktionen och göra dess kod.
5. Värdet av högerledet (det som funktionen returnerar) tilldelas variabeln `x`

Detta händer vid anropet, mer detaljer

Notera: Koden för definitionen skall ligga ovanför anropande kod

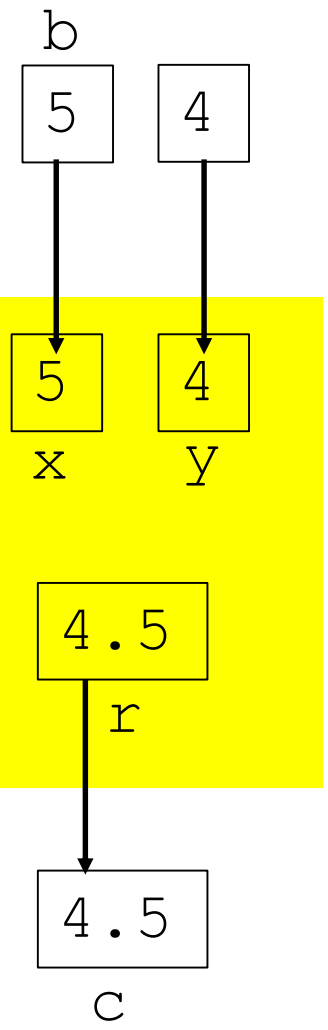
```
b = 5                    # Sats 1
c = average(b, 4)        # Sats 2
```

```
def average(x, y):
    r = (x + y) / 2
    return r
```

←Värdet av `r`

Vid sats 1 tilldelas `b` värdet `5`.
Vid sats 2 anropas `average` och värdena av argumenten `b` och `4` **kopieras** till funktionens parametrar `x` resp. `y`.

Funktionen har tre st lokala variabler för att lösa sitt problem: `x` och `y` som den får vid anropet samt `r` för beräkningen.



När funktionen returnerar *r* och avslutas, kopieras värdet av `r` till högerledet i sats 2 och variabeln `c` tilldelas det värdet.

De lokala variablerna `x,y,r` i funktionen existerar enbart i funktionen.

Funktioner behöver ej ha en return-sats, ett exempel.

```
def printAvalue(x):
    print('Value =', x)
```

Anrop:

```
printAvalue(8) # Följande skrivs ut: Value = 8
```

Funktioner som ej returnerar explicit med returnsats, returnerar dock alltid `None`.
`None` är ett reserverat ord i Python.

```
print( printAvalue(8) ) # Sådant anrop av print är Nonsens!
# Skriver ut två rader:
Value = 8
None
```

Ett annat exempel:

```
x = printAvalue(8) ) # Sådant anrop av print är Nonsens!
print('x=', x)
# Skriver ut två rader:
Value = 8
x = None
```

Kommer detta att fungera?

```
def swap(a, b):
    temp = a    # spara a i temp
    a = b       # kopiera b till a
    b = temp    # kopiera temp till b
# Anropande kod
x = 7
y = 5
swap(x, y) # anropafunktionen swap med argumenten x och y
print(x, y)
```

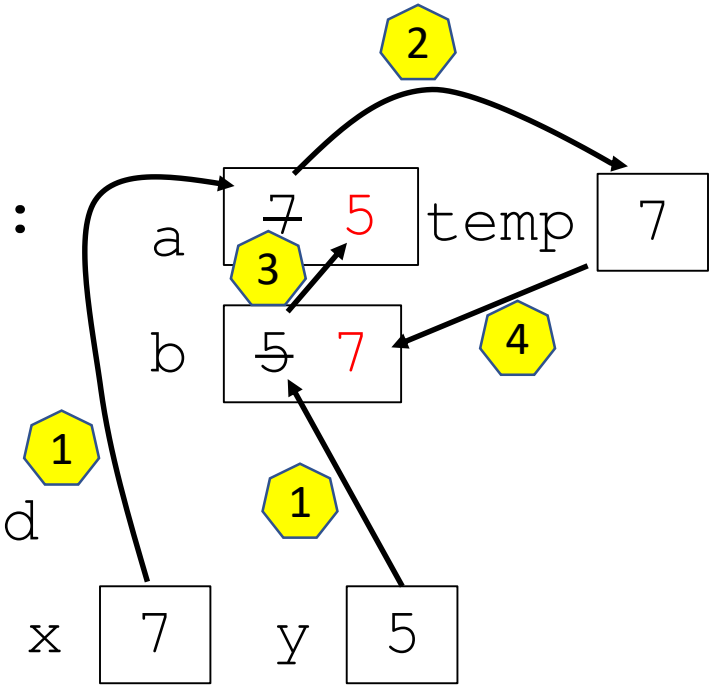
?

Vi skissar på tavlan vad som händer …

Eller se nästa sida…

Detta händer…

```
def swap(a, b):
    temp = a
    a = b
    b = temp
# Anropande kod
x = 7
y = 5
swap(x, y)
print(x, y)
```



Vid anropet får `a` värdet 7 och `b` 5.

Sedan:

- `temp` får värdet 7
- `a` får värdet 5
- `b` får värdet 7

Skriver ut: `7 5`, dvs `x` och `y` är oförändrade. Variablerna `a` och `b` som är lokala i funktionen `swap` byter värden. Men detta får ingen åverkan på variablerna `x` och `y` i den anropande koden.

Beräkna siffersumman av ett heltal.
ex: 123 = 1 + 2 + 3 = 6

Ide': Dividera talet upprepat med 10. I varje iteration beräkna entalssiffran och summera. 123 % 10 = **3**, 12 % 10 = **2**, 1 % 10 = **1**, summera 3+2+1

```
def digitSum(n):     # n är parameter och lokal variabel
    s = 0            # s lokal variabel
    while n > 0:
        r = n % 10   # r lokal variabel
        s = s + r
        n = n // 10 # Heltalsdivison, dividera bort entalet
    return s

print(digitSum(12345)) # -> 15
```

Annan ide': Plocka fram siffrorna från vänster?

```
123//100 = 1
23//10 = 2
3//1 = 3
```

Funktionshuvud kommenteras exvis så här enligt s.k. docstring-standarden:

```
def average(x, y):
    '''Takes in two numbers, returns their sum'''
    r = (x + y) / 2
    return r
```

Defaultvärden i parameterlistan

Exempel, beräkna saldot med ett givet kapital, räntesats och antal år.
Saldot = kapital*(1+0.01*räntesats)^{år}
Parametrarna `kapital` och `år` har defaultvärden:

```
def saldo(räntesats, kapital=100, år=1):
    return kapital*(1+0.01*räntesats)**år

print(saldo(1.0))           # kapital=100, år=1
print(saldo(1.0, 10, 5))
print(saldo(1.0, 20))       # år=1
```

Ger:

```
101.0
10.51
20.2
```

Funktioner kan returnera flera värden

Exempel, funktion som returnerar en s.k. tuple. Mer om tuple, kommande Fö.

```
def roots(a, b, c):
    '''Calc the roots of ax^2 + bx + c = 0'''
    d = (b * b) - (4 * a * c)
    if(d > 0): # reella rötter
        r1 = (-b + math.sqrt(d) / (2 * a))
        r2 = (-b - math.sqrt(d) / (2 * a))
        return (r1,r2)  # tuple med två flyttal
    else:
        return None   # None, ett reserverat ord i Python
```

Ex. anrop:

```
r = roots(1,6,-7)          # r blir: (-2.0, -10.0)
(x1,x2) = roots(1,6,-7)    # x1 blir -2.0, x2=-10.0
r = roots(1,1,1)           # r blir None
```

Scope, variablers räckvidd i koden

```
def first_func(x): # Parametern x är en lokal variabel
    y = 1   # y är en lokal variabel som bara existerar i funktionen
    x = y+3 # Den lokala variabeln x ändras
    return x

def second_func():
    global x # Globala variabeln räcker utanför funktionen. Usch!!!
    x = 3
    text = 'hejsan, '
    return text*x

x = 2
print('first_func: ', first_func(x)) # Värdet 2 skickas till funk
print('x =',x)
# print(y) # Ger FEL. y bara definierad i sitt scope,dvs i funk first_func
print('second_func: ', second_func())
print('x =',x)
```

Snygg, lättläst kod som följer konventionen.

```
import …

def average(…
      …

def digitSum(…
      …

def roots(…
     …

#kod här:
Variabler…
funktionsanrop…
```

1. import-satser
2. Funktionsdefinitionerna
3. Resten av koden.

En tom rad mellan funktions-definitionerna mm.

Liten bokstav i namn, _ för tydlighet. "Beskrivande" namn på variabler, funktionsnamn

OBS! Lägg inte variabler eller funktionsanrop innan eller mellan funktionsdefinitionerna.