Ohjelmoinnin peruskurssi Y1

CS-A1111

1.11.2023

Oppimistavoitteet: tämän luennon jälkeen

- Tiedät, mitä *oliot* ovat ja miksi niitä käytetään ohjelmoinnissa.
- Tiedät, miten olioiden ominaisuuksia ja niille mahdollisia toimenpiteitä voi määritellä *luokan* avulla.
- Tiedät, miten olioita voi luoda ja käyttää niitä määrittelevän luokan ulkopuolella.
- Voit luennon aikana lähettää kysymyksiä ja kommentteja sivulla `http://presemo.aalto.fi/y1syksy2023`

Mitä oliot ovat?

- Esimerkki: halutaan laatia ohjelma, joka käsittelee erään ohjelmointikurssin opiskelijoita. Kurssilla on noin 1000 opiskelijaa.
- Jokaisesta opiskelijasta halutaan ohjelman käyttöön ainakin nimi, opiskelijanumero, tenttiarvosana ja harjoitusarvosana.
- Ongelma: miten opiskelijoiden tietoja esitetään ja käsitellään ohjelmassa?

Mitä oliot ovat? (jatkoa)

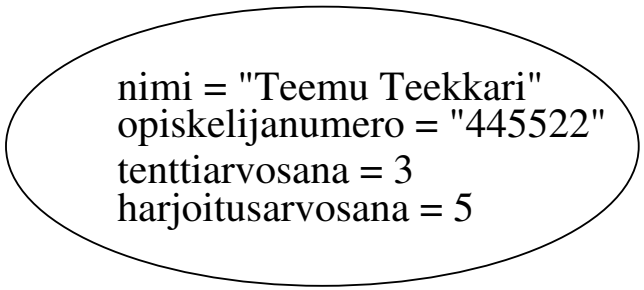
- 1. ratkaisu (surkea): otetaan käyttöön 4000 muuttujaa eri arvoja varten.
- 2. ratkaisu (huono): otetaan käyttöön 4 eri listaa: `nimet`, `opiskelijanumerot`, `tenttiarvosanat` ja `harjoitusarvosanat`. Jokaisessa listassa on 1000 alkiota ja saman opiskelijan tiedot ovat listassa aina samalla indeksillä.
- 3. ratkaisu (parempi): tehdään yhden opiskelijan tiedoista lista, jossa on neljä alkiota. Kurssin kaikista opiskelijoista muodostetaan lista, jonka alkiot ovat listoja.

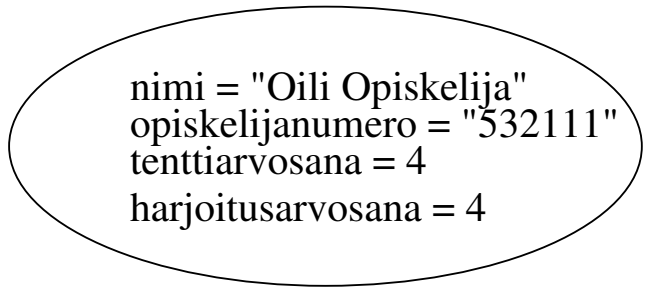
Mitä oliot ovat (jatkoa)

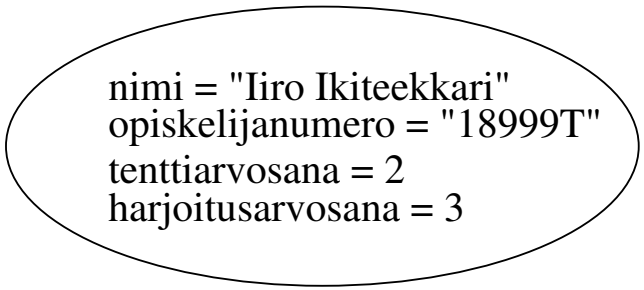
- Olioita käyttävä ratkaisu:
  - Tehdään jokaista oikeaa opiskelijaa kohti ohjelmaan yksi `Opiskelija`-olio.
  - Luokassa `Opiskelija` kerrotaan, millaisia `Opiskelija`-oliot ovat ja mitä toimintoja niille voi tehdä.
  - Kurssin kaikkia opiskelijoita esitetään `Opiskelija`-olioita sisältävänä listana.
- Olioita käyttävän ratkaisun etuja:
  - Yhden opiskelijan tiedot yksi kokonaisuus.
  - Opiskelijan eri tiedot voidaan nimetä selvästi.
  - Voidaan määritellä myös oliolle mahdolliset toimenpiteet.

Olioista

- Olioihin säilötään tietoa olion ominaisuuksista ja oliot osaavat tehdä niille määriteltyjä toimenpiteitä.
- Jokaisella saman luokan oliolla on samat kentät (ominaisuudet), mutta niissä omat arvot, esimerkiksi `Opiskelija`-oliolla `nimi`, `opiskelijanumero`, `harjoitusarvosana` ja `tenttiarvosana`.



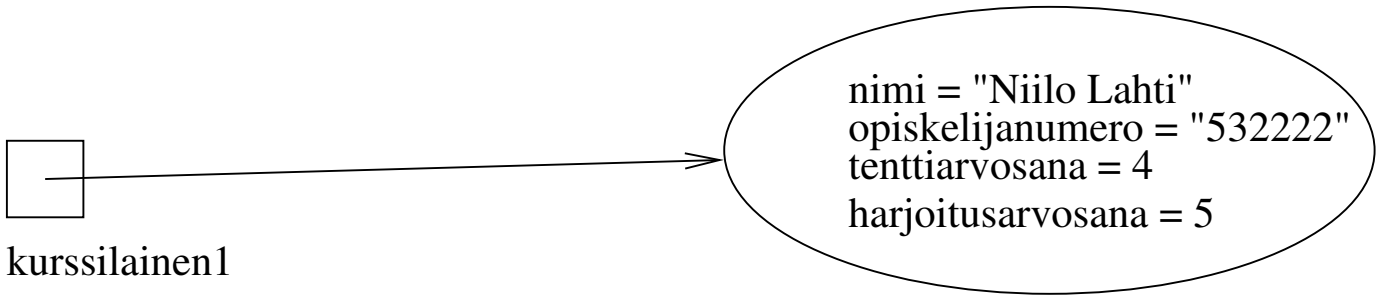




Olion kenttien arvon muuttaminen

- Periaatteessa olion kenttien arvoihin voi viitata pistenotaation avulla (`kurssilainen1` viittaa luotuun `Opiskelija`-olioon):

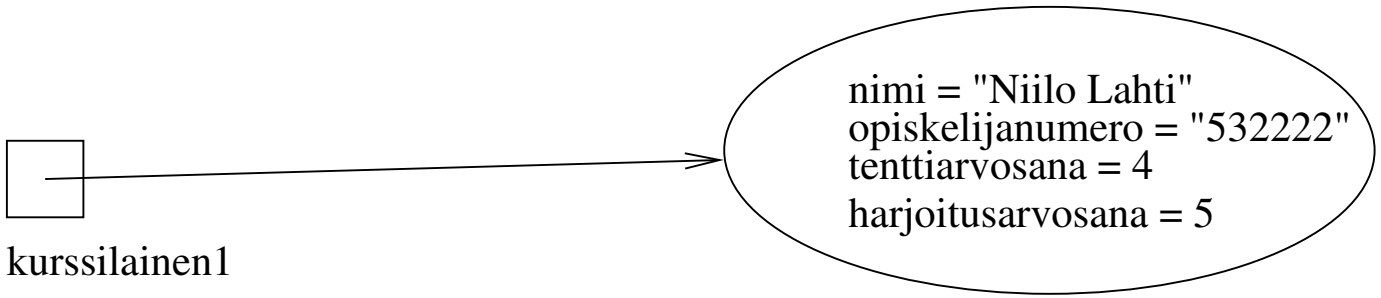
```
kurssilainen1.nimi = "Niilo Lahti"
kurssilainen1.harjoitusarvosana = 5
print(kurssilainen1.harjoitusarvosana)
```



Olion kenttien arvon muuttaminen

- Periaatteessa olion kenttien arvoihin voi viitata pistenotaation avulla (`kurssilainen1` viittaa luotuun `Opiskelija`-olioon):

```
kurssilainen1.nimi = "Niilo Lahti"
kurssilainen1.harjoitusarvosana = 5
print(kurssilainen1.harjoitusarvosana)
```



- Tämä tapa ei ole kuitenkaan suositeltava (syy selitetty A+:n kurssimateriaalissa).

Luokka ja olio

- Luokassa määritellään, millaisia luokan oliot ovat ja mitä operaatoita olioille voidaan tehdä.
- `Opiskelija`-olioiden käsittelemiseksi kirjoitetaan luokka `Opiskelija`.
- Luokkaan kirjoitetaan metodit, jotka määrittelevät `Opiskelija`-olioille mahdolliset operaatiot.
- Luokan määrittely aloitetaan luokan otsikolla:

```
class Opiskelija:
```

Olioiden luonti

- Metodi `__init__` määrittelee, mitä tapahtuu, kun luodaan uusi luokan olio.

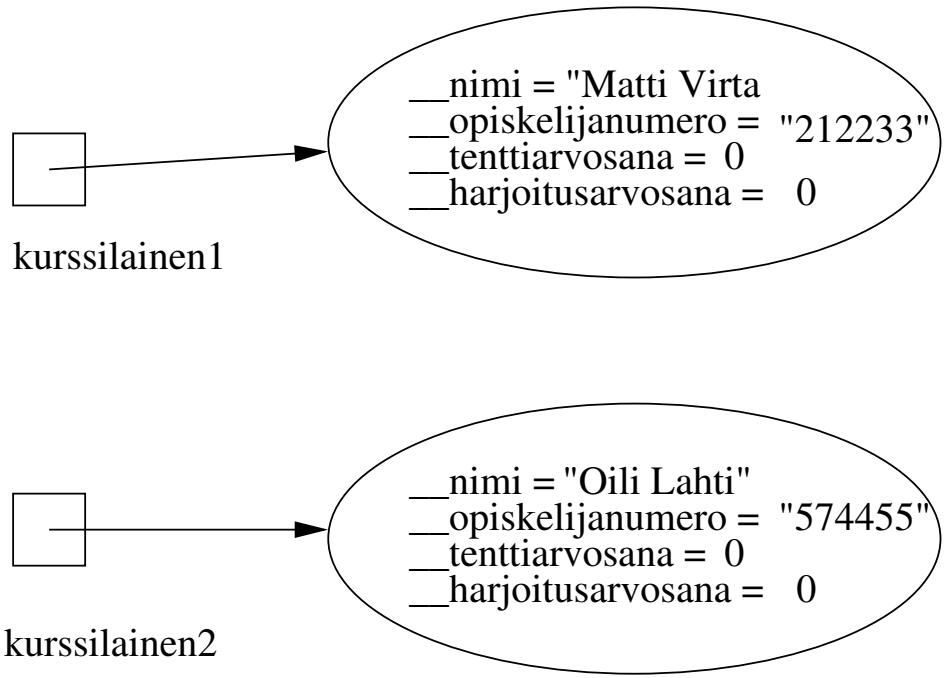
```
def __init__(self, annettu_nimi, numero):
    self.__nimi = annettu_nimi
    self.__opiskelijanumero = numero
    self.__tenttiarvosana = 0
    self.__harjoitusarvosana = 0
```

- Tällöin voidaan luoda uusia `Opiskelija`-olioita:

```
kurssilainen1 = Opiskelija("Matti Virta", "212233")
kurssilainen2 = Opiskelija("Oili Lahti", "574455")
```

Olioiden luonti, esimerkki

```
kurssilainen1 = Opiskelija("Matti Virta", "212233")
kurssilainen2 = Opiskelija("Oili Lahti", "574455")
```



Muiden metodien määrittely ja kutsuminen

- Määritellään metodi, jonka avulla voidaan vaihtaa `Opiskelija`-olion tenttiarvosana.

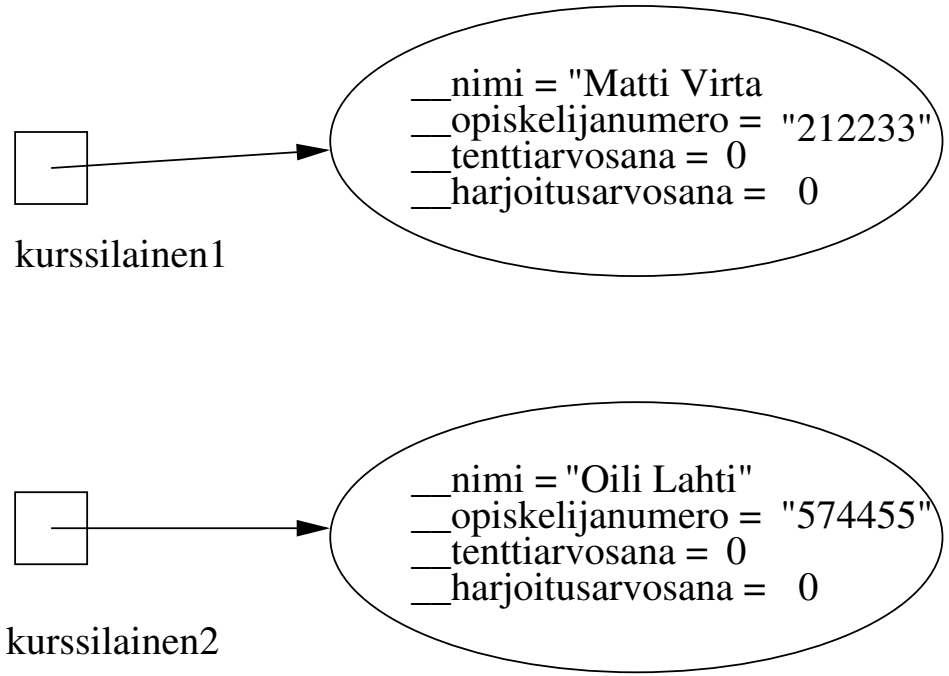
```
def muuta_tenttiarvosana(self, arvosana):
    if 0 <= arvosana <= 5:
        self.__tenttiarvosana = arvosana
```

- Metodin kutsuminen `Opiskelija`-oliolle, johon viitataan muuttujalla `kurssilainen1`:

```
kurssilainen1.muuta_tenttiarvosana(4)
```

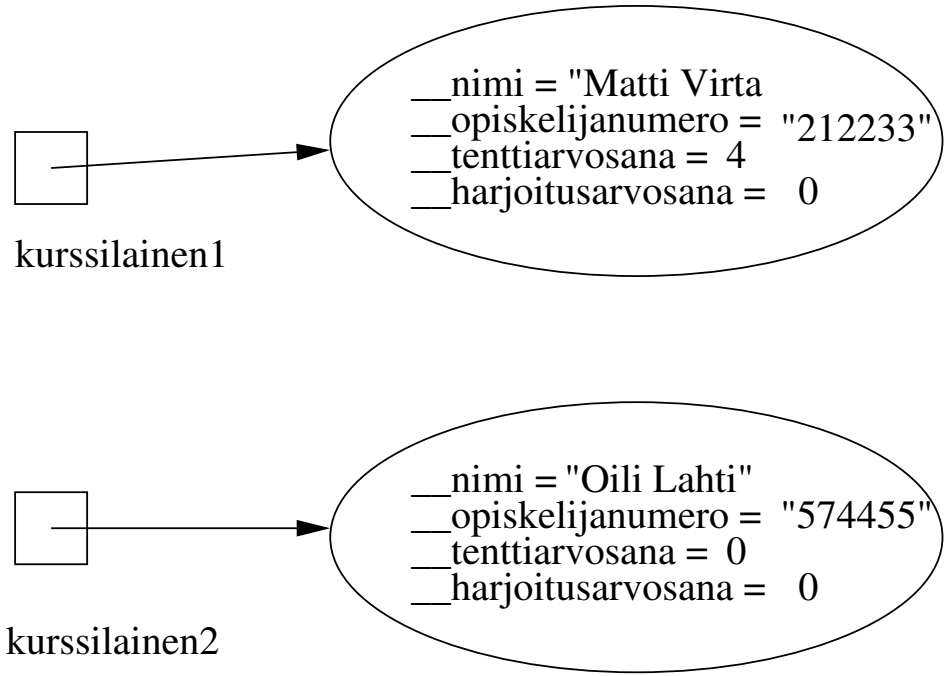
Metodin kutsuminen, esimerkki

```
kurssilainen1.muuta_tenttiarvosana(4)
```



Metodin kutsuminen, esimerkki

```
kurssilainen1.muuta_tenttiarvosana(4)
```



Arvon palauttava metodi

- Metodi `Opiskelija`-olion kokonaisarvosanan laskemiseen:

```
def laske_kokonaisarvosana(self):
    if self.__tenttiarvosana == 0 or \
            self.__harjoitusarvosana == 0:
        arvosana = 0
    else:
        arvosana = (self.__tenttiarvosana + \
                    self.__harjoitusarvosana + 1) // 2
    return arvosana
```

- Esimerkki metodin kutsumisesta (luokan ulkopuolella):

```
tulos = kurssilainen1.laske_kokonaisarvosana()
print("Kokonaisarvosana on", tulos)
```

Metodit kenttien arvojen selvittämiseen

- Metodit palauttavat suoraan jonkin kentän arvon:

```
def kerro_nimi(self):
    return self.__nimi

def kerro_tenttiarvosana(self):
    return self.__tenttiarvosana

def kerro_tenttiarvosana(self):
    return self.__tenttiarvosana

def kerro_harjoitusarvosana(self):
    return self.__harjoitusarvosana
```

- Esimerkki metodin kutsumisesta:

```
print("Nimi on", kurssilainen1.kerro_nimi())
```

Opiskelija-luokka kokonaan

```
class Opiskelija:

    def __init__(self, annettu_nimi, numero):
        self.__nimi = annettu_nimi
        self.__opiskelijanumero = numero
        self.__tenttiarvosana = 0
        self.__harjoitusarvosana = 0

    def kerro_nimi(self):
        return self.__nimi

    def kerro_opiskelijanumero(self):
        return self.__opiskelijanumero
```

Opiskelija-luokka jatkuu

```
def kerro_tenttiarvosana(self):
    return self.__tenttiarvosana

def kerro_harjoitusarvosana(self):
    return self.__harjoitusarvosana

def muuta_tenttiarvosana(self, arvosana):
    if 0 <= arvosana <= 5:
        self.__tenttiarvosana = arvosana

def muuta_harjoitusarvosana(self, arvosana):
    if 0 <= arvosana <= 5:
        self.__harjoitusarvosana = arvosana
```

Opiskelija-luokka jatkuu

```
def laske_kokonaisarvosana(self):
    if self.__tenttiarvosana == 0 or \
       self.__harjoitusarvosana == 0:
        arvosana = 0
    else:
        arvosana = (self.__tenttiarvosana + \
                    self.__harjoitusarvosana + 1) // 2
    return arvosana
```

Välitehtävä

- Kirjoita pääohjelma, joka tekee seuraavat asiat käyttämällä hyväksi `Opiskelija`-luokan metodeita:
  - Luo uuden `Opiskelija`-olion, jonka nimi on Tiina Teekkari ja opiskelijanumero 223340.
  - Asettaa Tiinan tenttiarvosanaksi 3:n ja harjoitusarvosanaksi 5:n.
  - Laskee Tiinan kokonaisarvosanan ja tulostaa sen.
- Jatkokysymys: miten muutat ohjelmaa niin, että nimi ja arvosanat kysytäänkin käyttäjältä?

Esimerkki luokkaa käyttävästä pääohjelmasta

- Seuraavalla kalvolla on esimerkkiohjelma, joka pyytää kahden opiskelijan tiedot ja luo heitä vastaavat `Opiskelija`-oliot.
- Ohjelma on kirjoitettu luokan `Opiskelija` ulkopuolelle.
- Lisäksi on määritelty apufunktio kokonaisluvun lukemiseen.

Opiskelija-olioita käyttävä ohjelma, koodi

```
def lue_kokonaisluku():
    luku_onnistui = False
    while not luku_onnistui:
        try:
            luku = int(input())
            luku_onnistui = True
        except ValueError:
            print("Virheellinen kokonaisluku!")
            print("Anna uusi!")
    return luku
```

Opiskelija-olioita käyttävä ohjelma, koodi jatkuu

```
def main():
    nimi1 = input("Anna 1. opiskelijan nimi: ")
    op_nro1 = input("Anna 1. opiskelijan numero: ")
    kurssilainen1 = Opiskelija(nimi1, op_nro1)
    nimi2 = input("Anna 2. opiskelijan nimi: ")
    op_nro2 = input("Anna 2. opiskelijan numero: ")
    kurssilainen2 = Opiskelija(nimi2, op_nro2)

    print("Anna 1. opiskelijan tenttiarvosana.")
    tentti1 = lue_kokonaisluku()
    kurssilainen1.muuta_tenttiarvosana(tentti1)
    print("Anna 1. opiskelijan harjoitusarvosana.")
    harjoitus1 = lue_kokonaisluku()
    kurssilainen1.muuta_harjoitusarvosana(harjoitus1)
```

Opiskelija-olioita käyttävä ohjelma, koodi jatkuu

```
print("Anna 2. opiskelijan tenttiarvosana.")
tentti2 = lue_kokonaisluku()
kurssilainen2.muuta_tenttiarvosana(tentti2)
print("Anna 2. opiskelijan harjoitusarvosana.")
harjoitus2 = lue_kokonaisluku()
kurssilainen2.muuta_harjoitusarvosana(harjoitus2)

print("1. opiskelijan tiedot:")
print(kurssilainen1.kerro_opiskelijanumero())
print(kurssilainen1.kerro_nimi())
print("Tenttiarvosana:",
      kurssilainen1.kerro_tenttiarvosana())
print("Harjoitusarvosana:",
      kurssilainen1.kerro_harjoitusarvosana())
print("Kurssiarvosana:",
      kurssilainen1.laske_kokonaisarvosana())
```

Opiskelija-olioita käyttävä ohjelma, koodi jatkuu

```
    print("2. opiskelijan tiedot:")
    print(kurssilainen2.kerro_opiskelijanumero())
    print(kurssilainen2.kerro_nimi())
    print("Tenttiarvosana:",
          kurssilainen2.kerro_tenttiarvosana())
    print("Harjoitusarvosana:",
          kurssilainen2.kerro_harjoitusarvosana())
    print("Kurssiarvosana:",
          kurssilainen2.laske_kokonaisarvosana())


main()
```

Merkkijonoesitys oliosta

- Ohjelmissa halutaan hyvin usein tulostaa jonkin olion kaikkien kenttien arvot.
- Tulostaminen helpottuu, jos luokkaan määritellään metodi, joka tekee oliosta merkkijonoesityksen.
- Metodi palauttaa merkkijonon, joka sisältää olion kenttien arvot tai muuta haluttua tietoa oliosta.
- Tämän metodin nimeksi annetaan `__str__`. Tällöin olion tiedot voi tulostaa (esimerkiksi pääohjelmassa) käyttämällä suoraan olioon viittaavan muuttujan nimeä, esimerkiksi

```
print(kurssilainen1)
```

Merkkijonoesitys `Opiskelija`-olioista

```
def __str__(self):
    mjono = self.__nimi + ", " + \
            self.__opiskelijanumero + \
            ", tenttiarvosana: " + \
            str(self.__tenttiarvosana) + \
            ", harjoitusarvosana: " + \
            str(self.__harjoitusarvosana)
    return mjono
```

Opiskelijoiden tietojen tulostus, koodi

```
print("1. opiskelijan tiedot:")
print(kurssilainen1)
print("Kurssiarvosana:",
      kurssilainen1.laske_kokonaisarvosana())

print("2. opiskelijan tiedot:")
print(kurssilainen2)
print("Kurssiarvosana:",
      kurssilainen2.laske_kokonaisarvosana())
```

Luokka ja pääohjelma eri moduuleissa

- Käytännössä käytetään usein ohjelmia, jotka koostuvat useista eri luokista.
- Yleensä on selvintä kirjoittaa kukin luokka omaan moduuliinsa.
- Jos luokka `Opiskelija` on tallennettu tiedostoon `opiskelija.py` ja sen olioita käyttävä pääohjelma (tai muu ohjelma) toiseen moduuliin, pitää pääohjelmamoduulin alkuun kirjoittaa

  ```
  import opiskelija
  ```

- `Opiskelija`-olioita luodessa pitää luokan nimen edessä käyttää moduulin nimeä:

  ```
  kurssilainen1 = opiskelija.Opiskelija(nimi1, op_nro1)
  kurssilainen2 = opiskelija.Opiskelija(nimi2, op_nro2)
  ```

Toinen tapa käyttää import-käskyä

- Käskyä `import` voi käyttää myös toisella tavalla:

```
from opiskelija import *
```

- Tätä tapaa käytettäessä ei luokan olioita luodessa tarvitse kirjoittaa moduulin nimeä luokan nimen eteen:

```
kurssilainen1 = Opiskelija(nimi1, op_nro1)
kurssilainen2 = Opiskelija(nimi2, op_nro2)
```

Olio metodin parametrina: luokka `Tasovektori`

- Kirjoitetaan luokka kaksiulotteisen vektorin $a\bar{i} + b\bar{j}$ kuvaamiseen.
- Kuvataan kertoimia a ja b kentillä `__x_kerroin` ja `__y_kerroin`.
- Määritellään metodit mm. vektorin pituuden ja kahden vektorin pistetulon laskemiseen.
- Pistetulon laskeva metodi tarvitsee tiedon kahdesta eri `Tasovektori`-oliosta.
- Toinen olio yksilöidään metodin kutsussa ennen pistettä ja metodin nimeä, toinen annetaan metodille parametrina.

Parametriolion kenttien arvon selvittäminen

- Parametrina saadun olion kentät voidaa selvittää joko pistenotaation avulla

```
def pistetulo(self, toinen_vektori):
    tulo = self.__x_kerroin * toinen_vektori.__x_kerroin + \
           self.__y_kerroin * toinen_vektori.__y_kerroin
    return tulo
```

- Toinen vaihtoehto on käyttää luokan metodeita:

```
def pistetulo2(self, toinen_vektori):
    tulo = self.__x_kerroin * \
           toinen_vektori.kerro_x_kerroin() + \
           self.__y_kerroin * \
           toinen_vektori.kerro_y_kerroin()
    return tulo
```

Luokka Tasovektori, koodi

```
import math

class Tasovektori:

    def __init__(self, eka_kerroin, toka_kerroin):
        self.__x_kerroin = eka_kerroin
        self.__y_kerroin = toka_kerroin

    def kerro_x_kerroin(self):
        return self.__x_kerroin

    def kerro_y_kerroin(self):
        return self.__y_kerroin
```

Luokka Tasovektori, koodi jatkuu

```
def laske_pituus(self):
    return math.sqrt(self.__x_kerroin ** 2 + \
                     self.__y_kerroin ** 2)

def kerro_luvulla(self, kertoja):
    self.__x_kerroin *= kertoja
    self.__y_kerroin *= kertoja

def pistetulo(self, toinen_vektori):
    tulo = self.__x_kerroin * \
           toinen_vektori.__x_kerroin + \
           self.__y_kerroin * \
           toinen_vektori.__y_kerroin
    return tulo
```

Luokka Tasovektori, koodi jatkuu

```
def __str__(self):
    if self.__y_kerroin >= 0:
        mjono = f"{self.__x_kerroin:.3f}i + {self.__y_kerroin:.3f}j"
    else:
        mjono = f"{self.__x_kerroin:.3f}i - {-self.__y_kerroin:.3f}j"
    return mjono
```

Esimerkki `Tasovektori`-olioiden käytöstä

- Seuraavien kalvojen pääohjelma luo kaksi `Tasovektori`-oliota ja kutsuu niille eri metodeita.
- Käsiteltävien vektoreiden tiedot pyydetään käyttäjältä.
- Desimaalilukujen lukemista varten on jälleen määritelty oma apufunktio.

Esimerkki vektoreiden käsittelystä, koodi

```
import tasovektori

def lue_desimaaliluku():
    luku_onnistui = False
    while not luku_onnistui:
        try:
            luku = float(input())
            luku_onnistui = True
        except ValueError:
            print("Virheellinen desimaaliluku!")
            print("Anna uusi!")
    return luku
```

Esimerkki vektoreiden käsittelystä, koodi jatkuu

```
def main():
    print("Anna ensimmaisen vektorin i-kerroin.")
    i_kerroin = lue_desimaaliluku()
    print("Anna ensimmaisen vektorin j-kerroin.")
    j_kerroin = lue_desimaaliluku()
    a_vektori = tasovektori.Tasovektori(i_kerroin, j_kerroin)
    print("Antamasi vektori on", a_vektori)

    print("Anna toisen vektorin i-kerroin.")
    i_kerroin = lue_desimaaliluku()
    print("Anna toisen vektorin j-kerroin.")
    j_kerroin = lue_desimaaliluku()
    b_vektori = tasovektori.Tasovektori(i_kerroin, j_kerroin)
    print("Antamasi vektori on", b_vektori)
```

Esimerkki vektoreiden käsittelystä, koodi jatkuu

```
    pituus1 = a_vektori.laske_pituus()
    pituus2 = b_vektori.laske_pituus()
    print(f"Vektorin {a_vektori} pituus on {pituus1:.3f}")
    print(f"Vektorin {b_vektori} pituus on {pituus2:.3f}")

    laskettu_tulo = a_vektori.pistetulo(b_vektori)
    print(f"Vektoreiden pistetulo on {laskettu_tulo:.3f}.")
    print("Milla luvulla ensimmainen vektori kerrotaan?")
    kerroin = lue_desimaaliluku()
    a_vektori.kerro_luvulla(kerroin)
    print("Eka vektori kertomisen jalkeen", a_vektori)

main()
```