Åpen chat for spørsmål, leses i pausen.
Ubesvarte spørmål: Bruk Mattermost felleskanal eller pm til meg.

Underveis-evaluering og status: Mentimeter i slutten av forelesning

Objektorientert programmering i Python

IN1000

Høst 2021 – uke 9

Siri Moe Jensen

Beskjeder uke 9

- Endringer i undervisningstilbud – se semestersiden
  - Ekstra repetisjonstime Fredager 12:15-14 (sted kan variere)
  - Gruppe 16 og 27 (digital) legges ned
  - Noen samtidige lab'er slås sammen (dvs skifter rom)

- Fagutvalget ved informatikk arrangerer IN1000-seminar
  - 3. november 16:15 til 18:00 – servering av pizza
  - Tips til oblig 8, orakler tilstede for spørsmål
  - Mer info og påmelding fra semestersiden etter hvert

Innhold uke 9
Mer komplekse strukturer

- Innkapsling og grensesnitt (repetisjon)
- Spesielle metoder i egendefinerte klasser
  - sammenligning av objekter
  - utskrift
- Samlinger av objekter i beholdere (containers) som liste, mengde og ordbok.
- Underveis-evaluering (Mentimeter)

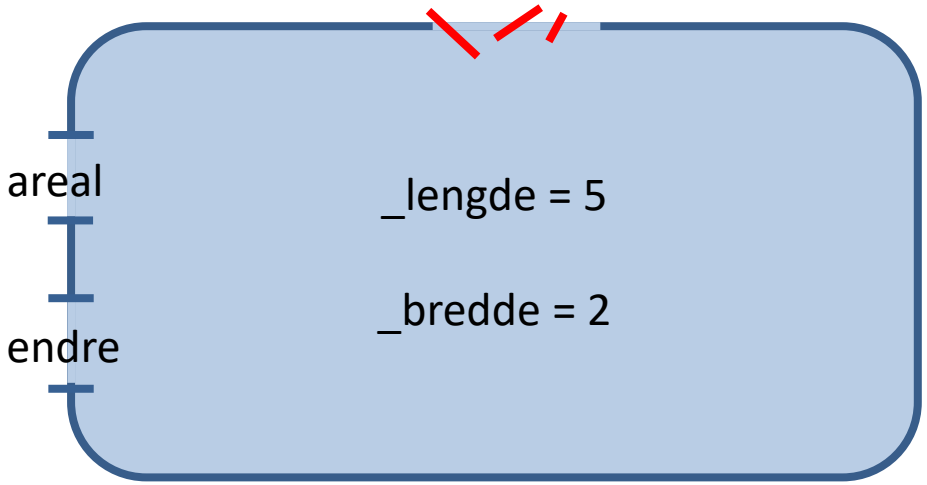
Klasse og grensesnitt

- Klassen er mønsteret vi lager objektene etter
- Klassedefinisjonen bestemmer hva objektene kan lagre av data (instansvariabler) og hva de kan utføre (instansmetoder)
- Grensesnittet er de metodene vi tilbyr programmereren som skal bruke klassen
- Alt annet i klassen navngir vi med _ først i navnet, de er *non-public*
- Instansmetoder kan også være non-public! Brukes da kun av andre metoder inne i klassen, og får navn som starter med _

Innkapsling :Tenk deg et hus...

- Bygget etter tegninger, med vegger og tak
- Planlagte åpninger - dører (og vinduer)
- Man *kan* også slå hull i tak eller vegger
- Men har da åpnet huset for regn, mus og rotter!

- Grensesnittet til en klasse definerer hvilke dører/ vinduer objektene skal ha.
- Når vi la være å slå hull i vegger og tak (dvs aksessere non-public metoder og variabler), er objektene tryggere og lettere å sikre.



objekt av klassen rektangel, som tilbyr to metoder i sitt grensesnitt:

- `areal`
- `endre`

Hva har vi tilgang til fra en (instans)metode?

= hva kan vi bruke i en klassedefinisjon

- Data:
  - instansvariablene (ved hjelp av .self). Når en metode avslutter, finnes fortsatt instansvariablene med sine verdier (så lenge det finnes en eller flere referanser til objektet)

  Dessuten (akurat som vanlige funksjoner og prosedyrer)
  - eventuelle parametere til metoden (eks: lengde, bredde). Disse oppstår når metoden blir kalt, og får verdi fra argumentene som sendes med. Når metoden er utført forsvinner de.
  - eventuelle lokale variabler metoden definerer (eks: areal). Som parametere, men må gis verdi inne i metoden.

Hva har vi tilgang til fra en metode?

- Prosedyrer/ funksjoner/ metoder
  - En metode kan bruke (kalle på) metoder og funksjoner som ellers i programmet:
    - print("tekst") eller input("svar: ")
    - andre metoder: referanse.metode(argumenter)
  - referanse kan være
    - til det objektet metoden vi er i, ble kalt på: self._bredde i klassen Rektangel
    - til et annet objekt

Referanser til objekter

- Spesielt viktig å huske forskjellen på referansen og objektet

  .. hvis vi tilordner verdien fra en referansevariabel til en annen (f eks ved parameter-overføring)

  - objektet kopieres ikke
  - variablene refererer til samme objekt!

  => når objektet endres vises det gjennom begge referansevariabler

  .. ved sammenligning

  - Om *referansene* er like (inneholder samme adresse), er det samme objekt
  - Å sammenligne to *objekter* er litt mer komplisert

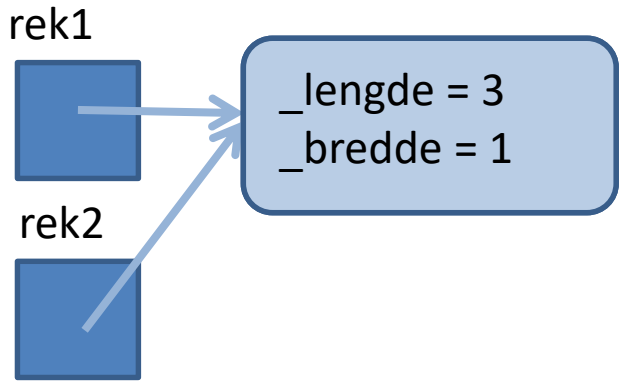
Sammenligning av referansevariabler

Kan sammenligne enten:

- Referansene: Er det samme objekt?
  - Bruk `is` for å sjekke

```
rek1 is rek2
```

True



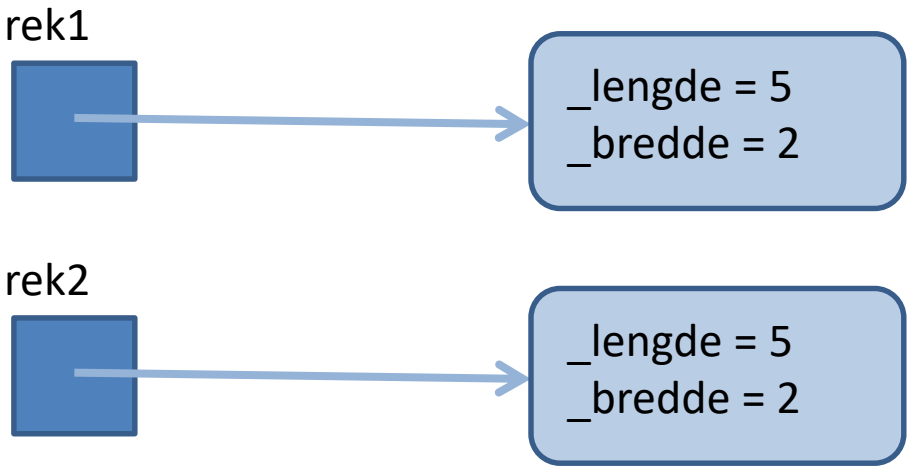
- Objektene: Er det like objekter (likt innhold)?
  - Må sjekke instansvariablene i begge objekter!

```
rek1 is rek2
```

False

```
rek1 == rek2
```

????



Når er *objekter* like?

- Den som har skrevet klassen vet (bestemmer) hva som gjør to objekter "like".

- Dette er "ivaretatt" for de innebygde typene dere har brukt hittil (int, string, list..)
  - For eksempel for lister, slik at

    `liste1 == liste2`

    sammenligner alle elementene i en liste for oss

- Vi kan lage en egen metode i våre klasser som gjør dette. Hvis metoden får navnet `__eq__` vil operatoren `==` sammenligne objekter av klassen slik vi bestemmer.

eksempel på __eq__ metode

- Vil gjøre det mulig å sammenligne to rektangler for likhet
- Bestemmer at to Rektangel-objekter er like hvis og bare hvis lengden er den samme i begge, og bredden er den samme i begge
- Trenger en __eq__ metode i klassen som skal sammenligne instansvariablene for lengde og bredde i self-objektet med instansvariablene i oppgitt i en parameter
- __eq__ metoden tar som parameter (i tillegg til self) en referanse til et annet objekt (som vi skal sammenligne med) og returnerer True eller False

eksempel på __eq__ metode

```
class Rektangel :
  def __init__(self, len, bredde):
    self._lengde = len
    self._bredde = bredde

  def __eq__(self, annen):
    return (self._lengde == annen._lengde and
            self._bredde == annen._bredde)

r1 = Rektangel(8,6)
r2 = Rektangel(8,6)
print (r1 == r2)

r3 = Rektangel(6,4)
print (r2 == r3)
```

Spørsmål: Er dette et brudd på innkapslingen i klassen Rektangel?

```
M:> rekt2.py
True
False
M:>
```

Sammenligning av *objekter*

```
print (o1 == o2)
```

Overloading/ overlasting av operatoren ==

Hvis referansene er like (refererer samme objekt) => **True**

Hvis de refererer hvert sitt objekt av en klasse som ikke har **__eq__** metode:
=> **False**

(selv om instansvariabelene i objektene har nøyaktig samme verdier)

Hvis det finnes en **__eq__** metode i klassen:

- **__eq__**metoden utføres for o1, med o2 som argument => tilsvarer "o1.__eq__(o2)"
- Avhengig av hvordan **__eq__ metoden** er implementert vil den returnere **True** eller **False**

=> Uttrykket (o1 == o2) evaluerer til returverdien fra **__eq__** metoden i klassen til o1 og o2

Spesielle metoder

- `__eq__` er en av mange "magiske" metoder som har en spesiell betydning i Python
- `__init__` har dere allerede brukt
- felles er
  - innledende og avsluttende dobbel underscore (__) i metodenavnet
  - kalles på andre måter enn ved metodenavnet
  - eks:
    - `__eq__` for `==` mellom to referanser
    - `__init__` ved opprettelse av nytt objekt
    - `__str__` for str(a) eller print(a)

Flere spesielle metoder

- Tabell 9.1 i boka viser en rekke andre spesielle metoder som kan implementere logiske (eks `==`, `!=`, `<`) og aritmetiske (eks `+`, `*`) operatorer for en klasse som trenger det

- `__init__` kalles ved opprettelse av nytt objekt: Oppretter og initierer (gir startverdi til) instansvariablene og returnerer referanse til det nye objektet

- `__str__` og `__repr__` returnerer innholdet i et objekt som en string

Objekter som strenger

For å vise frem objekter (som strenger):

- `__str__`
  - kalles når vi bruker `print(referansevar)` og `str(referansevar)`
  - lager *brukervennlig* utskrift, lag den slik du ønsker
  - hvis den ikke finnes i klassen kalles `__repr__`

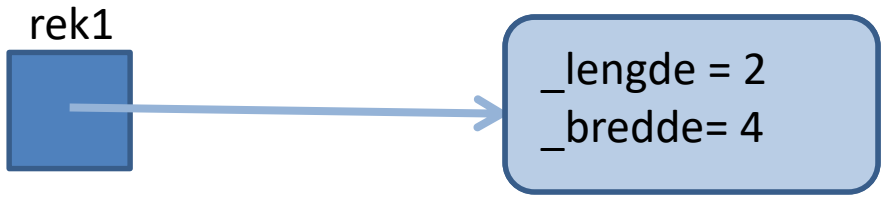
Lag gjerne denne

- `__repr__`
  - leverer en *komplett og entydig* representasjon av objektet, mest for utvikler
  - vanlig default: Modul , klassenavn og minneadresse/ entydig id for objektet
  - kalles ved utskrift av elementene i en liste
  - eller når `__str__` ikke finnes i klassen

Finnes fra før

"Skrive ut" objekter

Printer vi en referanse til en egen klasse, får vi en (litt kryptisk) tekst ut:




```
print(rek1)
```

```
C:\Programmering>
C:\Programmering>python rektangel.py
<__main__.Rektangel object at 0x0000025FC328E6A0>

C:\Programmering>
```

resultat av __repr__

eksempel på __str__ metode

```
class Rektangel :
  def __init__(self, len, bredde) :
    self._lengde = len
    self._bredde = bredde

  def __str__(self) :
    penStreng = "Lengde: " + self._lengde + \
        ", bredde: " + self._bredde)
    return penStreng

r1 = Rektangel(8,6)
print (r1)
```

```
>python rek.py
Lengde: 8, bredde: 6
```

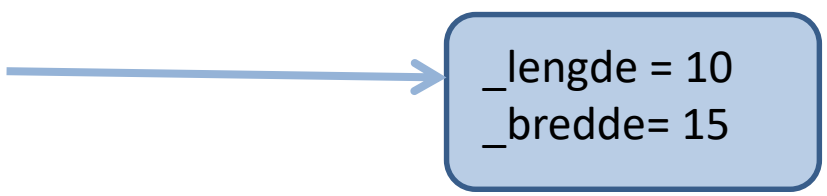
⇒Husk at en __str__ metode skal returnere, ikke printe ut en streng!
(Du vet ikke hva de som bruker klassen ønsker å gjøre med strengen)

En referanse trenger ikke ligge i en variabel

- En referanse kan ligge i en variabel (som rek1) – eller være en returverdi fra en funksjon eller metode (som igjen kan være kalt på en referanse som var returverdi fra en metode – osv osv)

- Et uttrykk som *evaluerer til en referanse* kan brukes der en referansevariabel kan brukes (akkurat som vi har sett med uttrykk av andre typer, for eksempel heltall)

```
from rektangel import Rektangel

                                    # Oppretter nytt Rektangel objekt og
print(Rektangel(10,15).areal())     # kaller på metoden areal for dette,
                                    # printer til slutt returverdi fra areal
```



Spørsmål:
- Kan vi etter denne linjen endre lengde eller bredde på rektangelet?

Vi kan bruke "dot-notasjon" i flere ledd

- Kaller da metoder på returverdi fra en annen metode

```
ordliste = "Dette er en tekst  ".lower().strip().split()
print(ordliste)
```

Spørsmål:
- Kunne vi byttet rekkefølgen på de to siste?
- Hva skrives ut?

- Svar:
  - nei, split() returnerer (referanse til) en liste, ikke en tekst (som strip() må kalles på)
  - ['dette', 'er', 'en', 'tekst']

- NB: Rekkefølgen er ikke likegyldig, utføres fra venstre mot høyre!

- Tenk lesbarhet – mellomlagring i variable (med gode navn) gjør ofte koden mer lesbar

Samlinger av verdier (se uke 3)

- Beholdere (containers) er viktige verktøy i programmering
- Gjør det mulig å organisere og arbeide med samlinger av objekter
- Beholdere tilbyr ulike egenskaper – velges ut fra behov
- Så langt har vi sett på
  - Lister (list). Inneholder verdier med fast rekkefølge, nummerert
  - Mengder (set). Unummerert, uten dubletter
  - Ordbøker (dictionary). Par av unik *nøkkel* (typisk tekst) og *verdi.* Ingen konstant rekkefølge.
- Verdiene kan være referanser til objekter av egendefinerte klasser (Person, Navn, Rektangel, ..)
- ..og referanser til andre samlinger som lister, mengder eller ordbøker

Innhold i lister (se også uke 3)

- Kan ha lister av heltall, strenger, eller (referanser til) objekter av egne klasser

- Kan også ha en liste med lister:
  - En liste er et objekt av klassen (den innebygde typen) list
  - .. som kan holde orden på og manipulere en samling av objekter
  - Og tilbyr et grensesnitt for dette (med metoder som `minListe.append(elem)` og `minListe.pop()`
  - `elem` kan her være en annen liste, med f eks heltall – eller referanser til lister...

Eksempel: Informatikk-emner (kurs)

- Vi skal lage et program for å velge informatikk-emner
- Initielle krav: Kunne liste opp alle emner med id (string emnekode), antall poeng og høst eller vår-semester (string "host" eller "var")
- Designer en klasse **`Emne`** med instansvariabler som over
- Bruker en liste for å organisere **`Emne`**-objekter

Oppgave: Skriv klassen Emne

En klasse for emner

```
class Emne :
    def __init__ (self,emnekode,sem,stp):
        self._emnekode = emnekode
        self._semester = sem
        self._studiepoeng = stp

    def __str__ (self):
        linje = (self._emnekode + "(" +
                 self._semester + "): " +
                 str(self._studiepoeng) + " studiepoeng")
        return linje
```

Samlinger av Emne-objekter

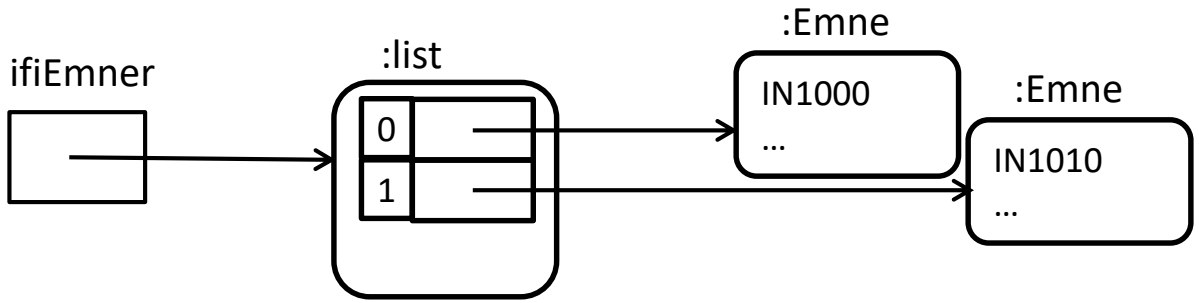
- Mer presist: Samlinger av referanser til Emne-objekter
- En liste kan inneholde (referanser til) objekter
- Dictionaries (ordbøker, maps) kan også ha referanser som *verdier*, typisk med en (unik) instansvariabel fra objektet som nøkkel
- Eks: Dictionary med Emne-objekter
  - Nøkkel: Emnekode
  - Verdi: Referanse til objektet for det emnet

(referanser til)

Liste med objekter av egen klasse

- Eksempel: ifiEmner
- Hvert element i listen er (en referanse til) et emne-objekt

```
ifiEmner = []
ifiEmner.append(Emne("IN1000","host",20))
ifiEmner.append(Emne("IN1010","var",20))   # ..osv osv

for ettEmne in ifiEmner :
    print(ettEmne)                  # kaller __str__()
```

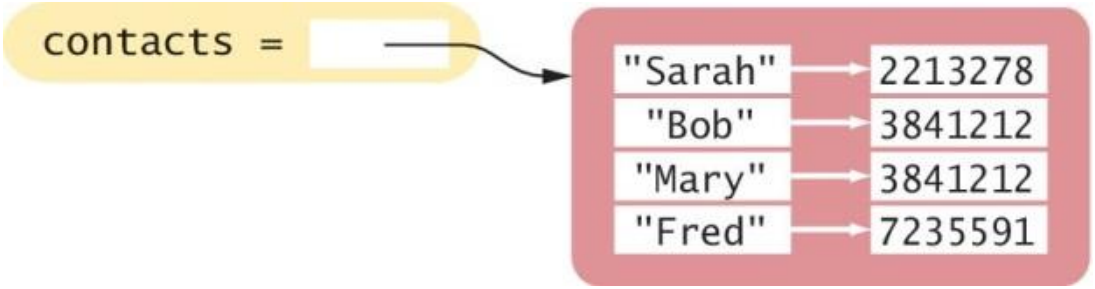



```
IN1000(host): 20 studiepoeng
IN1010(var): 20 studiepoeng
```

Opprette Dictionary (ordbok)

- Et program som slår opp telefonnummer
- Bruker en ordbok der navn er nøkkel, og telefonnummer er verdien

```
contacts = { "Fred": 7235591, "Mary": 3841212, "Bob":
   3841212, "Sarah": 2213278 }
```



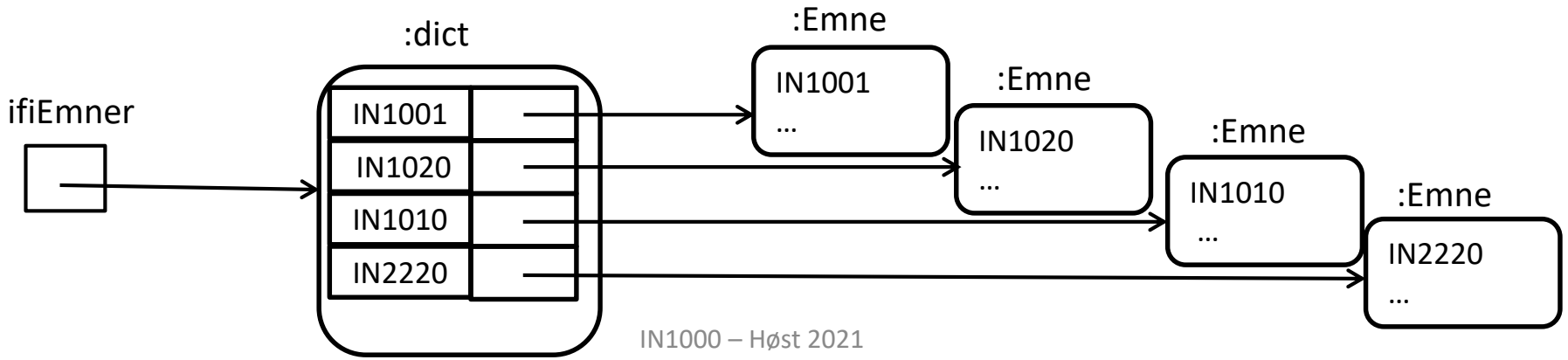
Ordbok med referanser

- Verdiene i en ordbok (dictionary) kan være referanser til objekter

- Eksempel: Ordbok `ifiEmner` med emner
- Nøkkel (entydig): Emnekode
- Verdi: Referanse til et Emne-objekt

Ordbok med referanser II

```
ifiEmner = {}                 #opprettet tom ordbok

ifiEmner["IN1000"] = Emne("IN1000","host",10)
ifiEmner["IN1010"] = Emne("IN1010","var",10)
# etc

for ettEmne in ifiEmner.values() :
    print(ettEmne)        # Kaller __str__()
```



Repetisjon

Fra uke 8: Klassen Person

- Hvordan representere navnet til personen i klassen?
- Kan ha en instansvariabel som inneholder en tekst

  ... men da vet vi ingenting om hvordan navnet er bygd opp

⇒ velger å bruke vår klasse Navn som en mer intelligent og fleksibel representasjon av personnavn

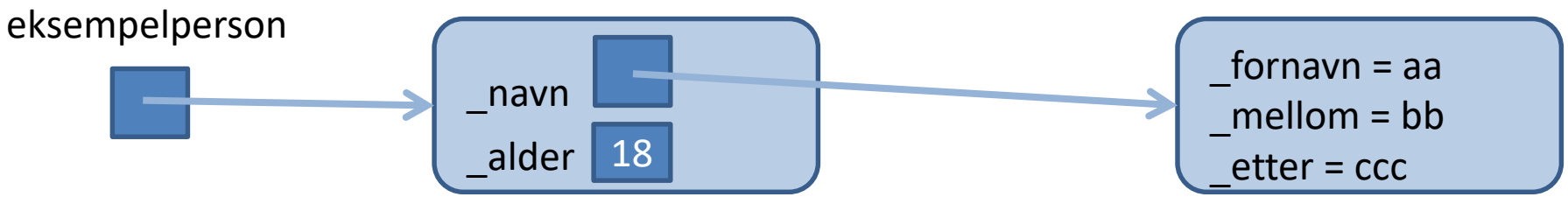
- Hvert Person-objekt får en instansvariabel som refererer et Navn-objekt
- Da kan et Person-objekt oppgi navnet sitt på flere former!

- Trening: Utvid og skriv om klassen Person med en _str_ metode, og bruk denne i skrivUt-metoden.

Implementasjon av Person

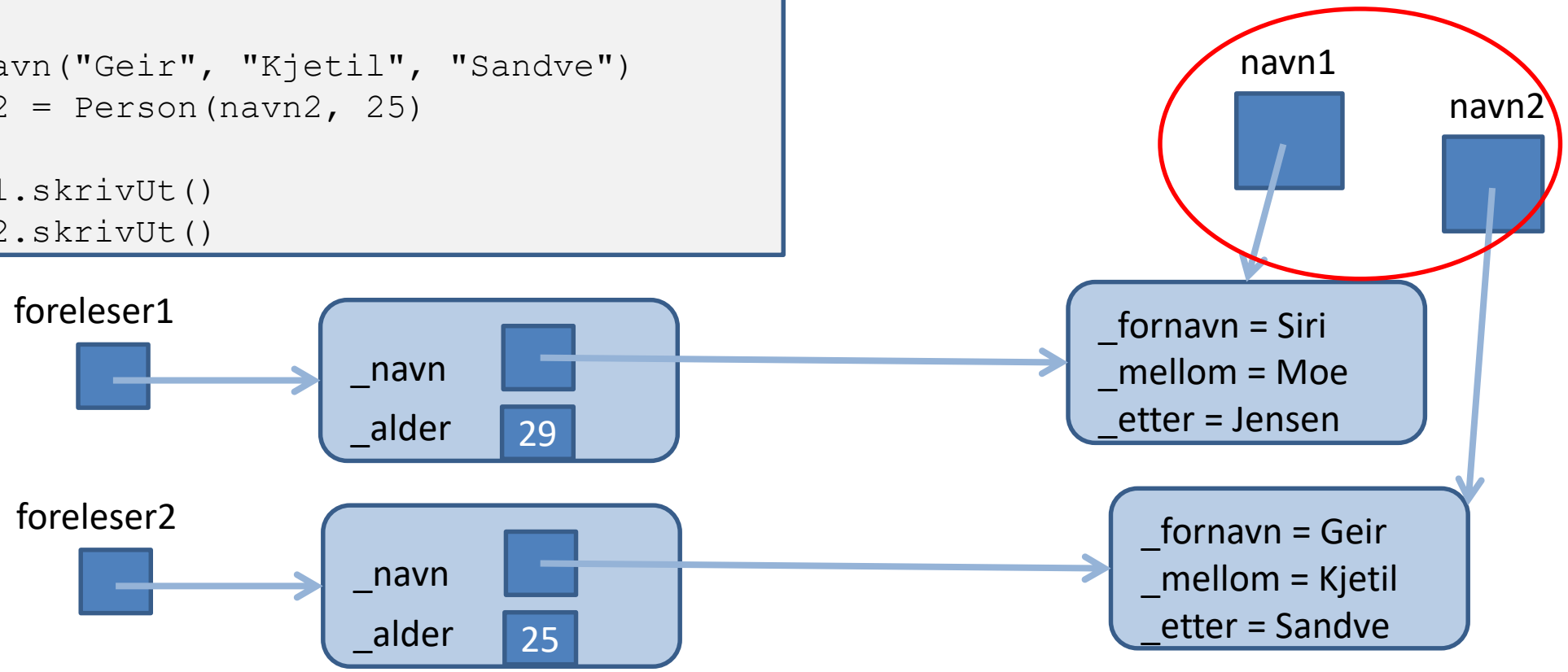
Filen person.py

```
class Person:
  def __init__(self,fulltNavn,alder):
    self._navn = fulltNavn
    self._alder = alder

  def skrivUt(self):
    print ("Navn: " + self._navn.naturlig() )
    print ("Alder: " + str(self._alder))
```



Klassen Person: Testprogram

```
from navn import Navn
from person import Person

navn1 = Navn("Siri", "Moe", "Jensen")
foreleser1 = Person(navn1, 29)

navn2 = Navn("Geir", "Kjetil", "Sandve")
foreleser2 = Person(navn2, 25)

foreleser1.skrivUt()
foreleser2.skrivUt()
```



Testprogram I: Bygge struktur

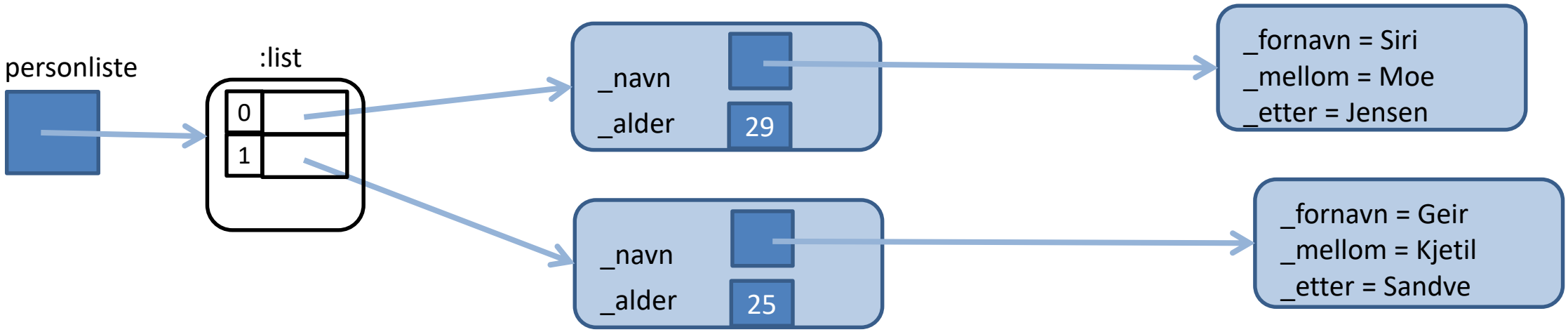
```
from navn import Navn
from person import Person

personliste = []
les = input("Oppgi navn på naturlig form: ")
while les != "" :
        navnene = les.split()
        nytt = Navn(navnene[0],navnene[1],navnene[2])
        alder = int(input("Oppgi alder: "))
        nyPerson = Person(nytt, alder)
        personliste.append(nyPerson)
        les = input("Oppgi navn på naturlig form: ")

for person in personliste :
        person.skrivUt()
        print("\n")
```

Denne og neste slide kan kjøres som Powerpoint animasjon fra fil lagt ut på uke9-siden

Repetisjon

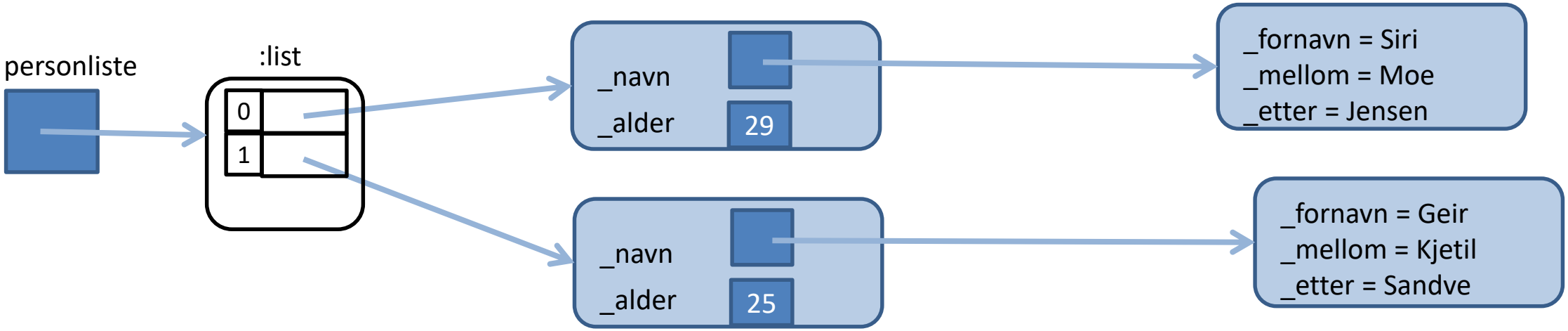
Testprogram I: Bygge struktur

```
from navn import Navn
from person import Person

personliste = []
les = input("Oppgi navn på naturlig form: ")
while les != "" :
        navnene = les.split()
        nytt = Navn(navnene[0],navnene[1],navnene[2])
        alder = int(input("Oppgi alder: "))
        nyPerson = Person(nytt, alder)
        personliste.append(nyPerson)
        les = input("Oppgi navn på naturlig form: ")
```



Testprogram II: Skrive ut alle personer

```
:
:
while les != "" :
        :
        :

for person in personliste :
        person.skrivUt()
        print("\n")
```



Person og Navn: Eksempel på aggregering

- Person-klassen bruker en annen klasse for å representere (noen av) sine data
- Gir en avhengighet: Person-klassen virker ikke uten Navn-klassen (eller om grensesnittet til Navn endrer seg)

=> Person er en *aggregert klasse*

- Merk at Navn-klassen her kan brukes uavhengig av Person-klassen

Oppgave: Skriv metoden __str__ i klassen Navn

```
class Navn:
  def __init__(self,fornavn,mellom,etter):
    self._fornavn = fornavn
    self._mellom = mellom
    self._etter = etter

  def sortert(self):
    alfNavn = self._etter + ", " + self._fornavn +
                            " " + self._mellom
    return alfNavn

  def naturlig(self):
    natNavn = self._fornavn + " " + self._mellom +
                            " " + self._etter
    return natNavn
```

OBS: Hvilken *type* har argumenter og returverdier?

- Vær oppmerksom på
  - hvilke typer som forventes som argumenter til funksjoner og metoder
  - hvilken type som returneres (om noen)

- Eks:
  - Returnerer metoden hentNavn ...
    .. En string? Et Navn-objekt? En liste med alle for-/ mellom- og etternavn?

- Feil som lett skaper problemer!
  - sende inn feil type argument (for eksempel en string som navn ved opprettelse av ny Person)
  - bruke en returverdi fra f eks hentNavn-metoden i Person som en string i stedet for som et Navn-objekt

Verdien None

- Verdien None signaliserer at en referansevariabel ikke holder på noe objekt i øyeblikket.
- None *kan* være en nyttig initialverdi om en (instans)variabel skal få verdi senere
- Er da nødvendig å sjekke mot None for å unngå å kalle på en metode i et objekt som ikke finnes (får ellers feil under kjøring)
- Testes med is eller is not (ikke == eller !=)

```
rek3 = None   # Kun for illustrasjon!!
:
:
areal = rek3.areal()
```

kjøretidsfeil!

```
if rek3 is not None:
  areal = rek3.areal()
```

ok, blir ikke utført

Oppsummert spesielle (magiske) metoder

- Er ikke innebygget fordi de avhenger av semantikken i den enkelte klassen – som bare du som programmerer klassen kan bestemme
- Ofte nyttig å skrive `__str__` (og noen ganger `__eq__`) for egne klasser
- Kan være behov for spesielle metoder for andre logiske operatorer (<, >, !=, etc) – for eksempel for å sortere
- Skal aldri kalles direkte/ med navn. For eksempel
  - ikke ~~rek.__str__()~~, men str(rek)
  - ikke ~~rek1.__eq__(rek2)~~, men rek1 == rek2

Neste uke

- Nye anvendelser av det vi har vært gjennom
- Todimensjonale strukturer – representasjon og visualisering
- Viktige strukturer i informatikk: Lenkelister, trær, grafer
- Livekoding av kollektiv-rutenettet i Oslo

Menti.com; kode 61 69 50 6

- Gir muligheter for tilpasninger dette semesteret
- Anonymt
- Holdes åpen ut dagen, lenke kommer på semestersiden
- Alt leses og tas med videre!

Erstatter *ikke* Fagutvalgets kursevaluering

Takk for i dag!