UNIVERSITETET I OSLO

Institutt for informatikk

# IN1010 våren 2018

## Tirsdag 6. februar

# Arv og subklasser - del 2

Stein Gjessing og Dag Langmyhr

Institutt for informatikk

# Dagens tema

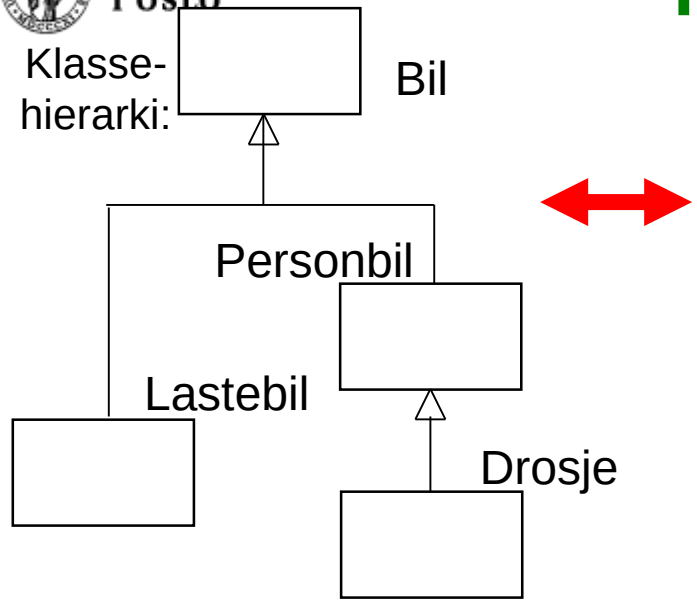
- **Virtuelle** metoder
  som er det samme som
- **Polymorfi**

- **Når bruker vi arv / når bruker vi komposisjon**

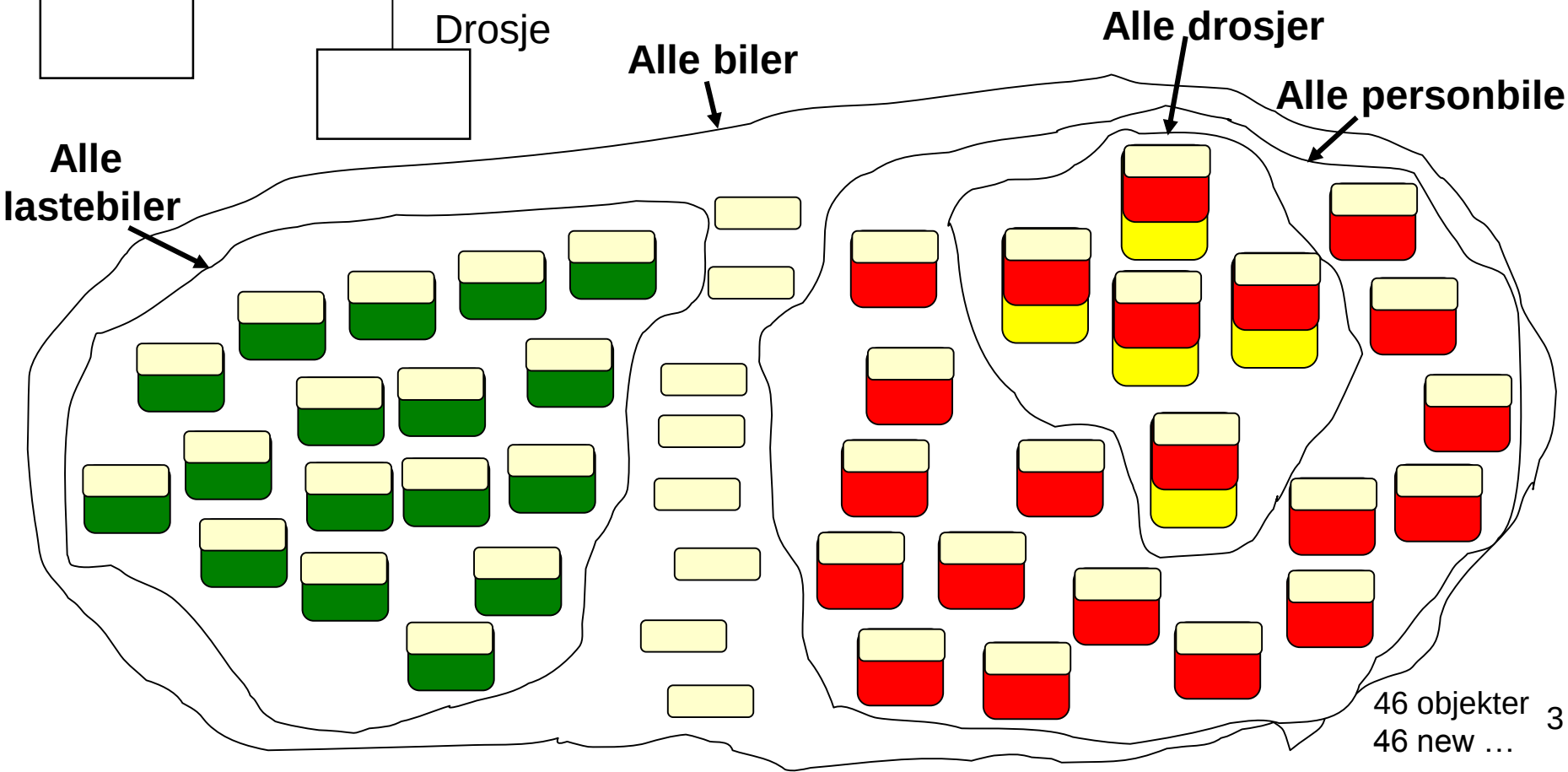
- **Konstruktører i subklasser**

# Repetisjon: Subklasser





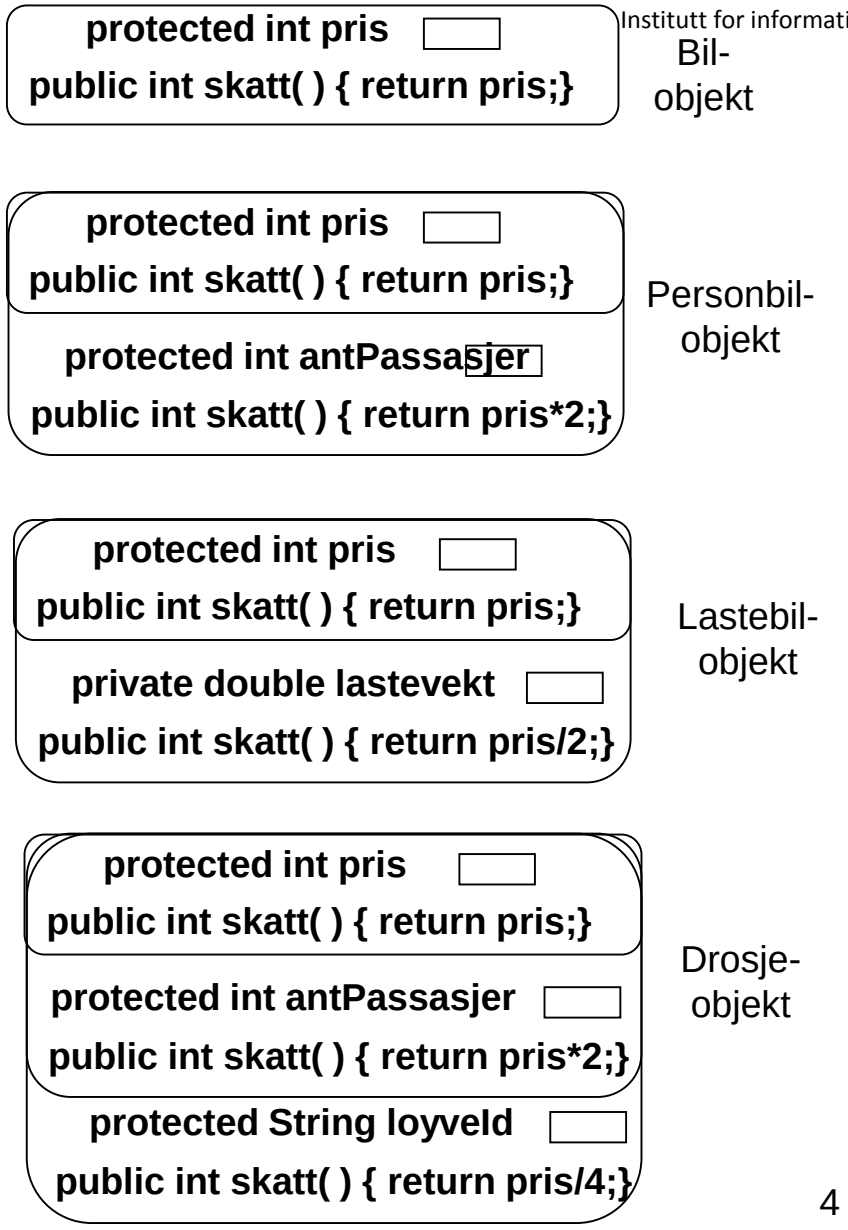

class Bil { <lys beige egenskaper>}
class Personbil extends Bil { <røde egenskaper> }
class Lastebil extends Bil { < grønne egenskaper> }
class Drosje extends Personbil {< gule egenskaper>}



# Polymorfi: eksempel



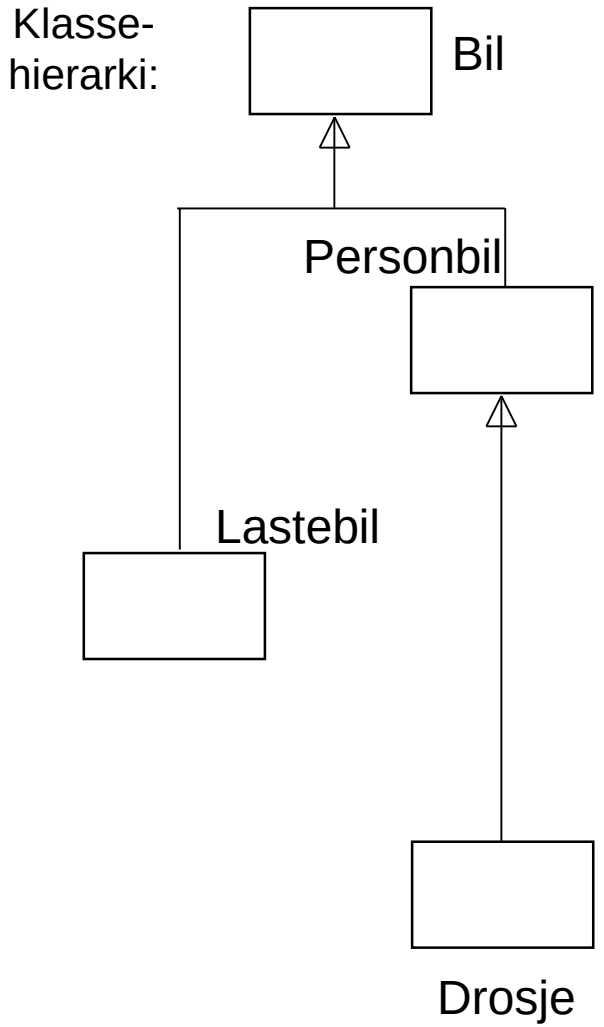
```
class Bil {
    protected int pris;
    public int skatt( ) {return pris;}
}

class Personbil extends Bil {
    protected int antallPassasjer;
    public int skatt( ) {return pris * 2;}
}

class Lastebil extends Bil {
   protected double lastevekt;
   public int skatt ( ) {return pris / 2;}
}

class Drosje extends Personbil {
   protected String loyveId;
   public int skatt ( ) {return pris / 4;}
}
```



# Polymorfi: eksempel

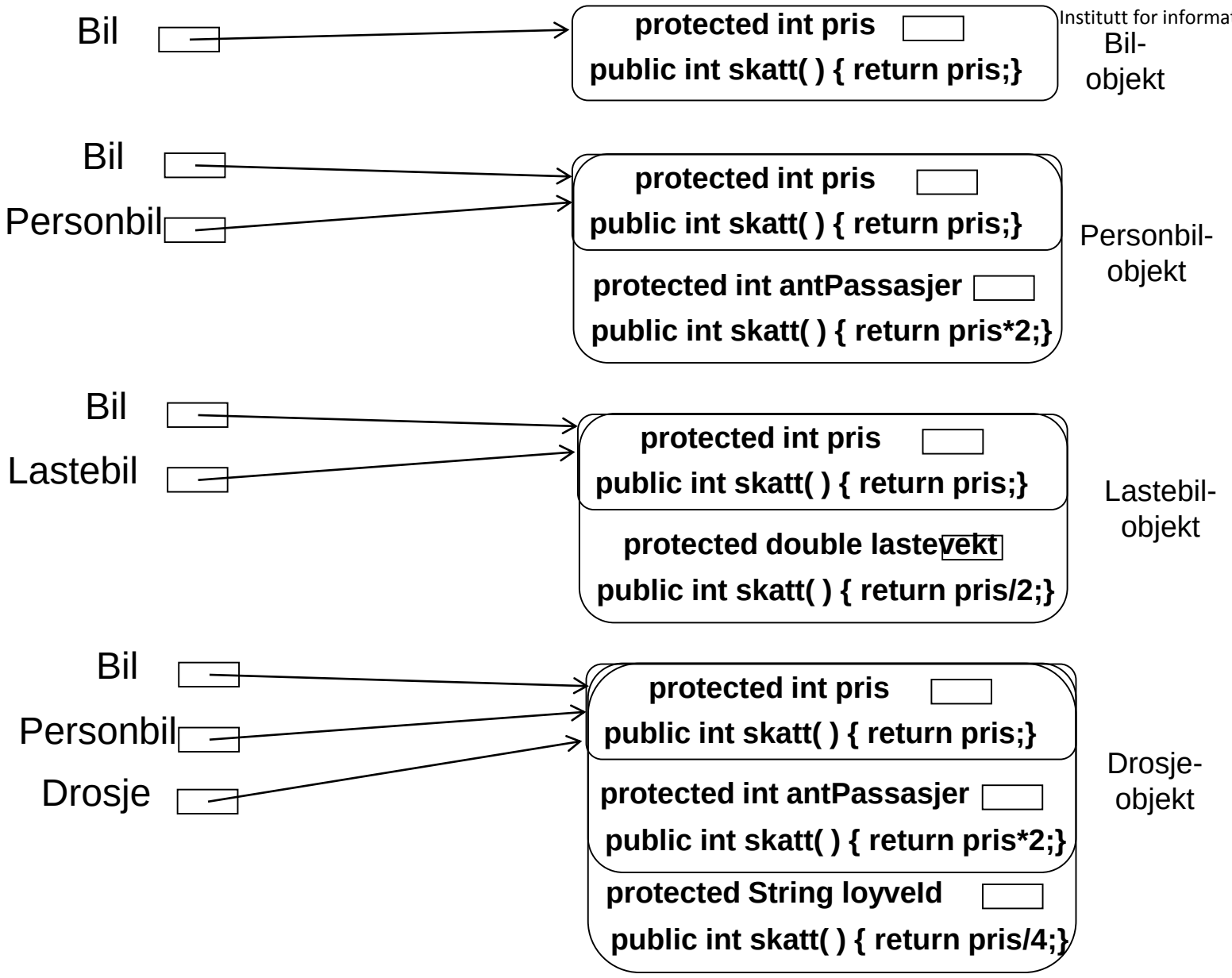


```
class Bil {
    protected int pris;
    public int skatt( ) {return pris;}
}

class Personbil extends Bil {
    protected int antallPassasjer;
    public int skatt( ) {return pris * 2;}
}


class Lastebil extends Bil {
   protected double lastevekt;
   public int skatt ( ) {return pris / 2;}
}



class Drosje extends Personbil {
   protected String loyveId;
   public int skatt ( ) {return pris / 4;}
}
```



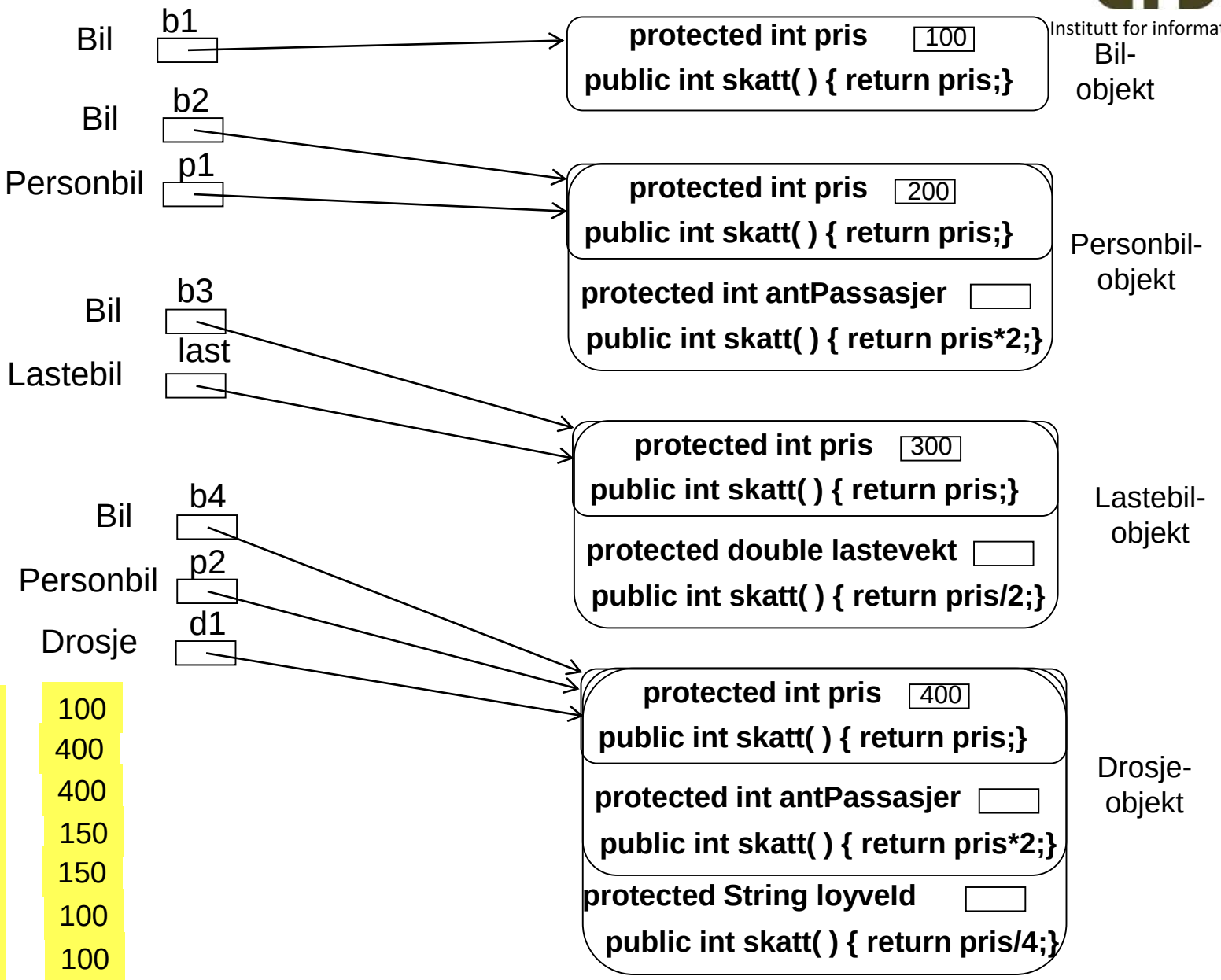
# Polymorfi: eksempel





# Polymorfi: eksempel





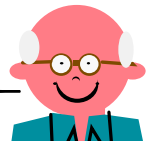

Hva blir:

| | |
|---|---|
| b1.skatt() | 100 |
| b2.skatt() | 400 |
| p1.skatt() | 400 |
| b3.skatt() | 150 |
| last.skatt() | 150 |
| b4.skatt() | 100 |
| p2.skatt() | 100 |
| d1.skatt() | 100 |

# Omdefinering av metoder - polymorfi

- Vi har sett at med subklasser kan vi utvide en eksisterende klasse med nye metoder (og nye variable)
- En subklasse kan også definere en metode med *samme signatur* som en metode i superklassen, men med ulikt innhold.
- Den nye metoden vil omdefinere (erstatte) metoden som er definert i superklassen
- Metoder som kan omdefineres på denne måten kalles *virtuelle metoder*
- I Java er alle metoder virtuelle, så sant de ikke er deklarert med **final**
- Som ekstra sikkerhet markerer vi redefinisjoner med @**Override**

**Virtuelle metoder = polymorfi**



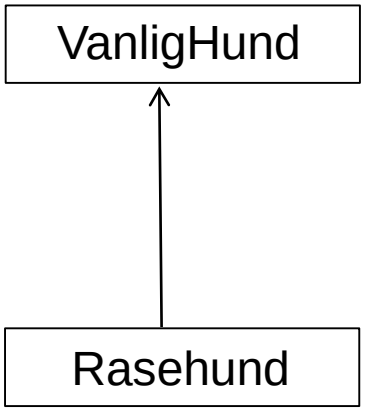
# Polymorfi: Nytt eksempel



```
class VanligHund {
    // ...
    public void bjeff() {
        System.out.println("Vov-vov");
    }
}


class Rasehund extends VanligHund {
    // ...
    @Override public void bjeff() {
        System.out.println("Voff-voff");
    }
}
```

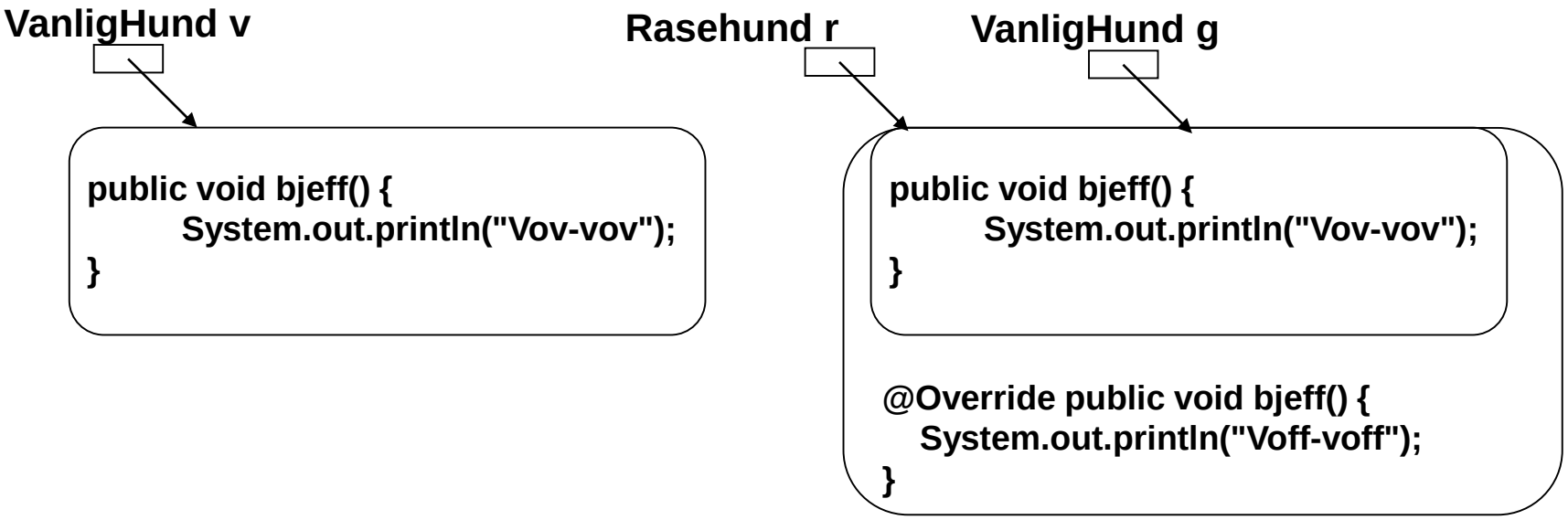
For objekter av typen VanligHund er det denne metoden som gjelder.

For objekter av typen Rasehund er det denne metoden som gjelder.



# Polymorfi: eksempel






Anta dette programmet:

```
VanligHund v = new VanligHund();
Rasehund r = new Rasehund();
VanligHund g = r;
```

Hva skrives ut ved hvert av kallene:

| | |
|---|---|
| **v.bjeff();** | **Vov-vov** |
| **r.bjeff();** | **Voff-voff** |
| **g.bjeff();** | **Voff-voff** |

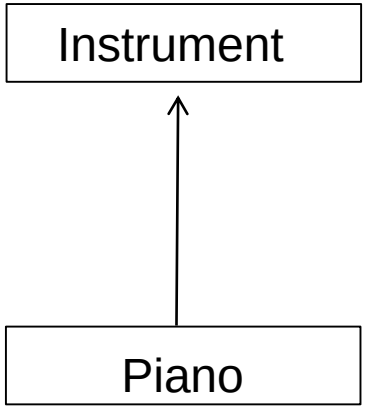
# Eksempel: class Musikk

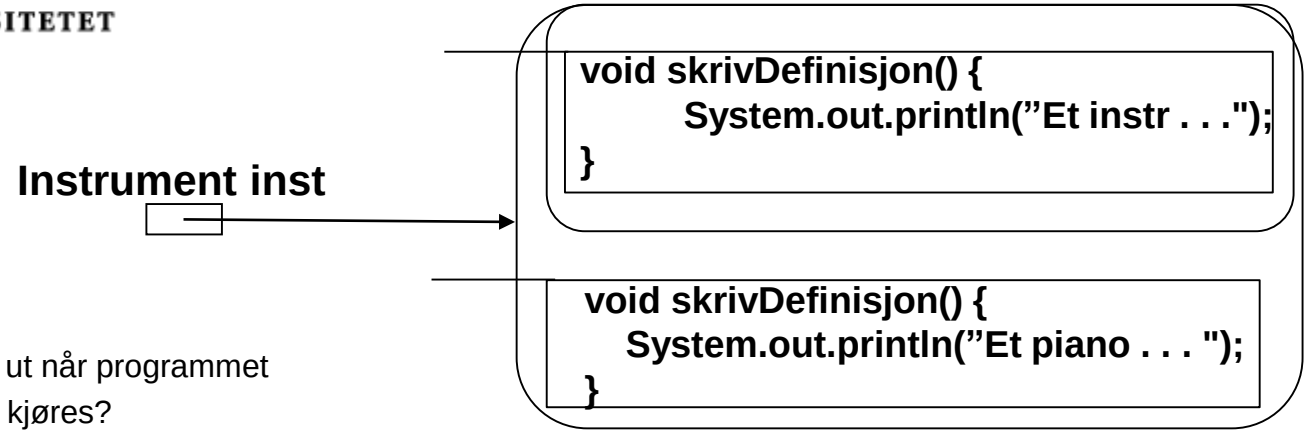


Oppgave:

Hva skrives ut når programmet Musikk.java kjøres?

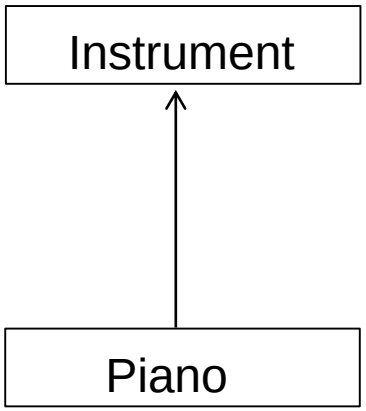
```
class Musikk {
  public static void main(String[] args) {
    Instrument inst = new Piano();
    inst.skrivDefinisjon();
  }
}

class Instrument {
  public void skrivDefinisjon() {
    System.out.println
      ("Et instrument er noe man kan spille på");
  }
}

class Piano extends Instrument {
  @Override public void skrivDefinisjon() {
    System.out.println
        ("Et piano er et strengeinstrument");
  }
}
```






Oppgave:
Hva skrives ut når programmet Musikk.java kjøres?

```
class Musikk {
  public static void main (String[] args) {
    Instrument inst = new Piano();
    inst.skrivDefinisjon();
  }
}

class Instrument {
  public void skrivDefinisjon () {
    System.out.println
       ("Et instrument er noe man kan spille på");
  }
}

class Piano extends Instrument {
  @Override public void skrivDefinisjon () {
    System.out.println
        ("Et piano er et strengeinstrument");
  }
}
```



# Musikk versjon 2

Instrument inst

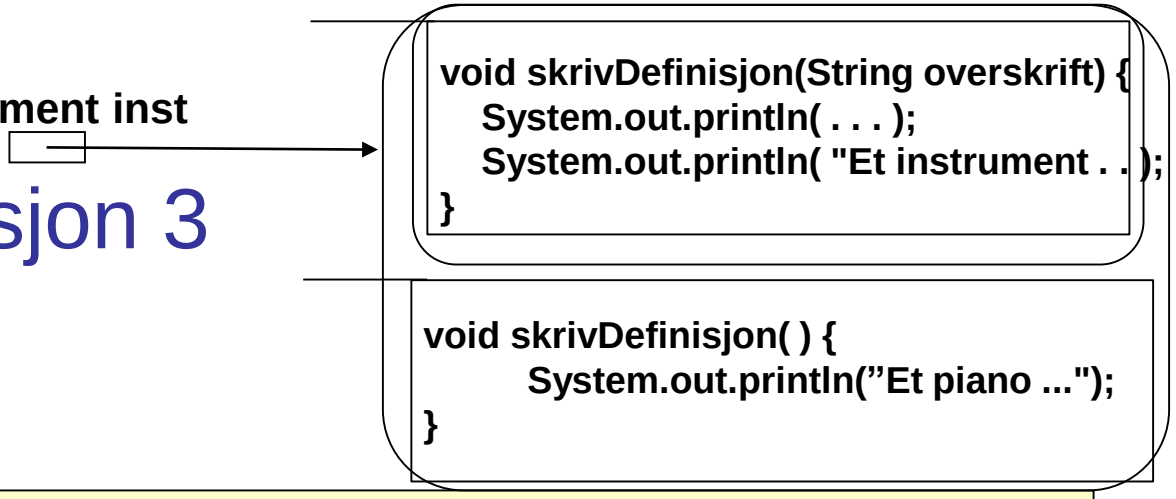
```
void skrivDefinisjon( ) {
        System.out.println(”Et instrum . . .");
}
```

```
void skrivDefinisjon(String overskrift) {
   System.out.println( . . . );
   System.out.println( "Et piano . . );
}
```

Hva skjer i dette tilfellet?

```
class Musikk {
  public static void main (String[] args) {
    Instrument inst = new Piano();
    inst.skrivDefinisjon();
  }
}

class Instrument {
  public void skrivDefinisjon () {
    System.out.println("Et instrument er noe man kan spille på");
  }
}

class Piano extends Instrument {
  public void skrivDefinisjon (String overskrift) {
    System.out.println(overskrift);
    System.out.println("Et piano er et strengeinstrument");
  }
}
```

# Musikk versjon 3




```
class Musikk {
  public static void main (String[] args) {
    Instrument inst = new Piano();
    inst.skrivDefinisjon();
  }
}

class Instrument {
  public void skrivDefinisjon(String overskrift) {
    System.out.println(overskrift);
    System.out.println("Et instrument er noe man kan spille på");
  }
}

class Piano extends Instrument {
  public void skrivDefinisjon () {
    System.out.println("Et piano er et strengeinstrument");
  }
}
```

Hva skjer?

Programmet lar seg ikke oversette

# Musikk-eksemplene: Lærdom



- Når vi ser på et objekt via en superklasse-peker, mister vi vanligvis tilgang til metoder og variable som er definert i subklassen.
- Dersom en metode i subklassen også er definert (**med samme signatur**) i superklassen har vi likevel tilgang via superklasse-pekeren, fordi objektets ”dypeste” metode brukes.
  Slike metoder kalles virtuelle metoder, og denne mekanismen kalles polymorfi.
- Det som er relevant er derfor *hvilke* metoder som finnes i superklassen (med hvilke parametre),
  men *ikke* nødvendigvis *innholdet* i metodene.

  Samme signatur = samme navn og nøyaktig samme parametre (ikke inkl. returtype i Java, men Java protesterer hvis gal returtype)

# Flere virtuelle metoder



```
class Vare {
    protected int pris;
    public void setPris(int p){pris = p;}

    protected int prisUtenMoms() {
        return pris;
    }

    public int prisMedMoms() {
        return (int)(1.25*prisUtenMoms());
    }
}

class SalgsVare extends Vare {
    protected int rabatt;// I prosent...
    public void setRabatt(int r){
        rabatt = r;
    }
    @Override protected int prisUtenMoms() {
        return pris-(pris*rabatt/100);
    }
}
```

Anta:

```
Vare v = new Vare();
v.setPris(100);

SalgsVare s =
     new SalgsVare();
s.setPris(100);
s.setRabatt(20);
```

Hva blir nå:

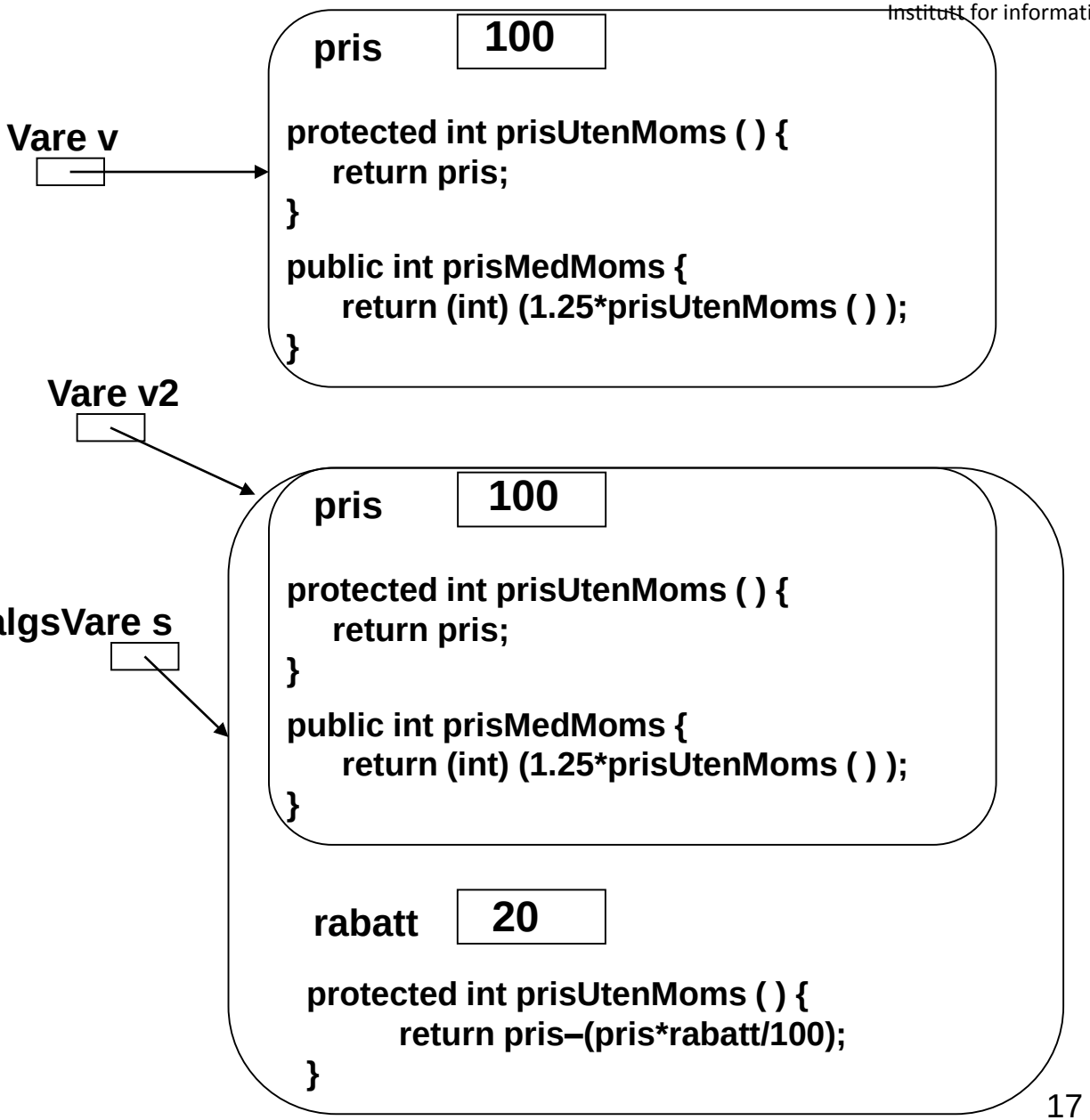
```
v.prisMedMoms()
s.prisMedMoms()
```

Anta:

```
Vare v = new Vare();
v.setPris(100);

SalgsVare s =
     new SalgsVare();
s.setPris(100);
s.setRabatt(20);
Vare v2 = s;
```

Hva blir nå:

```
v.prisMedMoms();
s.prisMedMoms();
v2.prisMedMoms();
```



# Polymorfi: skrivData



- I universitetseksemplet så vi at klassene Student og Ansatt (før vi hadde lært om subklasser) hadde nesten like skrivData-metoder:

```
// I klassen Student:
public void skrivData() {
    System.out.println("Navn: " + navn);
    System.out.println("Telefon: " + tlfnr);
    System.out.println("Studieprogram: " + program);
}

// I klassen Ansatt:
public void skrivData() {
    System.out.println("Navn: " + navn);
    System.out.println("Telefon: " + tlfnr);
    System.out.println("Lønnstrinn: " + lønnstrinn);
    System.out.println("Timer: " + antallTimer);
}
```

# Nøkkelordet **super**

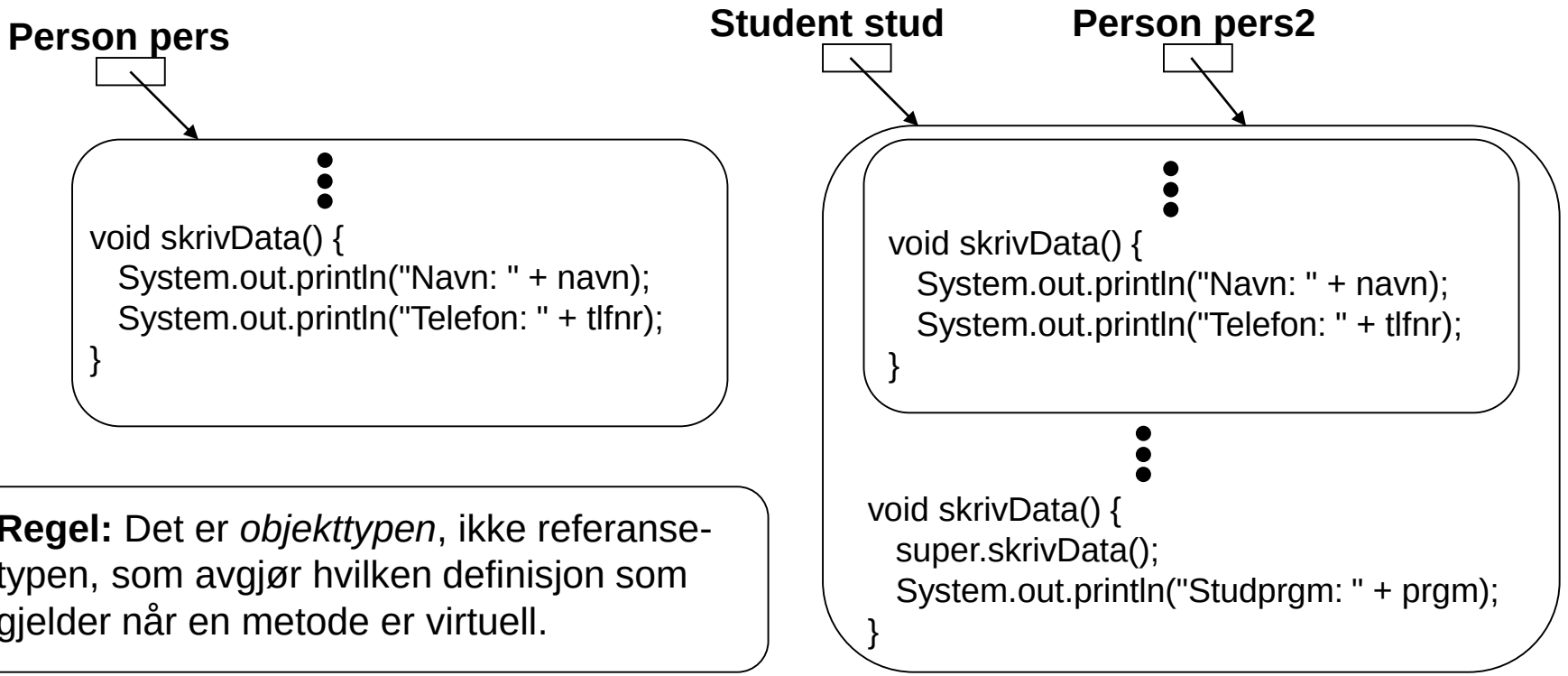
Nytt



Nøkkelordet **super** brukes til å aksessere variable / metoder i objektets superklasse. Dette kan vi bruke til å la superklassen Person ha en generell **skrivData**, som så kalles i subklassene:

```
// I klassen Person:
    public void skrivData() {
        System.out.println("Navn: " + navn);
        System.out.println("Telefon: " + tlfnr);
    }

// I klassen Student:
    @Override public void skrivData() {
        super.skrivData();
        System.out.println("Studieprogram: " + program);
    }

// Tilsvarende i klassen Ansatt:
    @Override public void skrivData() {
        super.skrivData();
        System.out.println("Lønnstrinn: " + lønnstrinn);
        System.out.println("Timer: " + antallTimer);
    }
```

```
class StudentRegister {
  public static void main(String [] args) {
    Student stud = new Student();
    Person pers = new Person();

    stud.skrivData();     // Her brukes definisjonen i Student
    pers.skrivData();     // Her brukes definisjonen i Person

    Person pers2 = stud;
    pers2.skrivData();    // Hvilken definisjon benyttes her?
   }
}
```




**Regel:** Det er *objekttypen*, ikke referanse-typen, som avgjør hvilken definisjon som gjelder når en metode er virtuell.

# Omdefinering av **variable**

- En subklasse kan også redeklarere (skyggelegge) variable som er definert i superklassen.
- MEN: Dette bør IKKE brukes!!!
  - Sjelden nødvendig
  - Reduserer lesbarheten
  - Kan føre til uventet oppførsel
- Og mer trenger dere ikke å vite om det…

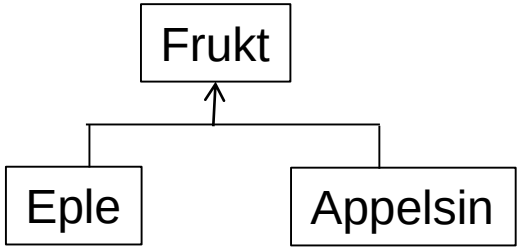
# Repetisjon:



Den boolske operatoren **instanceof** hjelper oss å finne ut av hvilken klasse et gitt objekt er, noe som er nyttig i mange tilfeller:

```
class TestFrukt {
  public static void main(String[] args) {
     Eple e = new Eple();
     skrivUt(e);
  }
  static void skrivUt(Frukt f) {
     if (f instanceof Eple)
        System.out.println("Dette er et eple!");
     else if (f instanceof Appelsin)
        System.out.println("Dette er en appelsin!");
    }
}
```

```
class Frukt { .. }
class Eple extends Frukt { .. }
class Appelsin extends Frukt { .. }
```



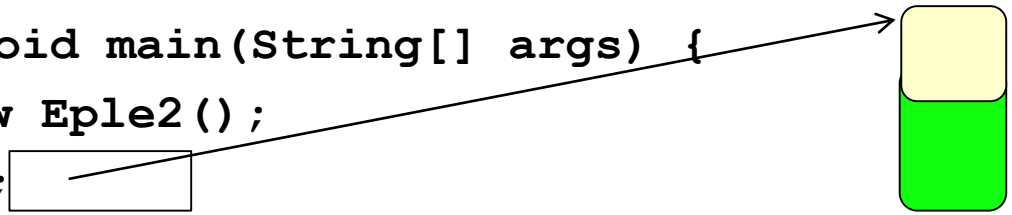
# **Men**: Prøv å unngå ”instanceof”



Bruk heller polymorfi hvis mulig

Istedenfor å teste hvilken klasse objektet er av,
be objektet gjøre jobben selv: Bedre program:

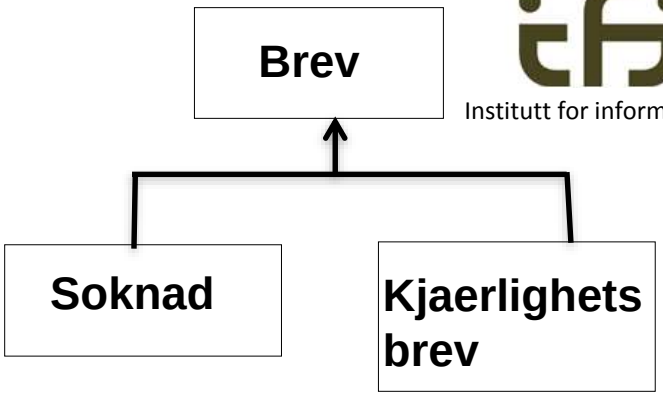
```
class TestFrukt2 {
    public static void main(String[] args) {
       Fruk2 f = new Eple2();
       f.skrivUt( );
    }
}
```



```
abstract class Frukt2 {
    abstract public void skrivUt( );
}

class Eple2 extends Frukt2 {
    @Override public void skrivUt( ) {
       System.out.println("Jeg er et eple!");  }
}

class Appelsin2 extends Frukt2 {
    @Override public void skrivUt( ) {
        System.out.println("Jeg er en appelsin!"); }
}
```

# Oppgave






- Anta at vi har deklarasjonene

  **class Brev { … }**

  **class Soknad extends Brev { … }**

  **class Kjaerlighetsbrev extends Brev { … }**

- Avgjør hvilke av følgende uttrykk som er lovlige:

| | Lovlig | Ulovlig |
|---|---|---|
| **Soknad s1 = new Soknad();** | **?** | **?** |
| **Soknad s2 = new Brev();** | **?** | **?** |
| **Brev b1 = new Soknad();** | **?** | **?** |
| **Brev b2 = (Brev) new Soknad();** | **?** | **?** |
| **Soknad s3 = new Kjaerlighetsbrev();** | **?** | **?** |
| **Soknad s4 = (Soknad) new Kjaerlighetsbrev();** | **?** | **?** |
| **Brev b3 = (Soknad) new Brev();** | **?** | **?** |

# Hvorfor bruker vi subklasser?



1. Klasser og subklasser avspeiler **virkeligheten**
   - Bra når vi skal modellere virkeligheten i et datasystem
2. Klasser og subklasser avspeiler **arkitekturen** til datasystemet / dataprogrammet
   - Bra når vi skal lage et oversiktlig stort program

3. Klasser og subklasser kan brukes til å forenkle og gjøre programmer mer forstålig, og spare arbeid: **Gjenbruk av programdeler**
   - ”Bottom up” – programmering
     - Lage verktøy
   - ”Top down” programmering
     - Postulere verktøy

# Gjenbruk ved hjelp av klasser / subklasser

- Ved ***sammensetning*** (**komposisjon**)
  - (i Oblig 1, pensum i IN1000):
  - Deklarer referanser til objekter av klasser du har skrevet før (eller bibliotheksklasser)
  - Lag objekter av disse klassen
  - Kall på metoder i disse klassene
- Ved ***arv*** (nytt i inf1010):
  - Lag en ny klasse som utvider den eksisterende klassen
    (spesielt viktig ved litt større klasser)
  - Føy til ekstra variable og metoder

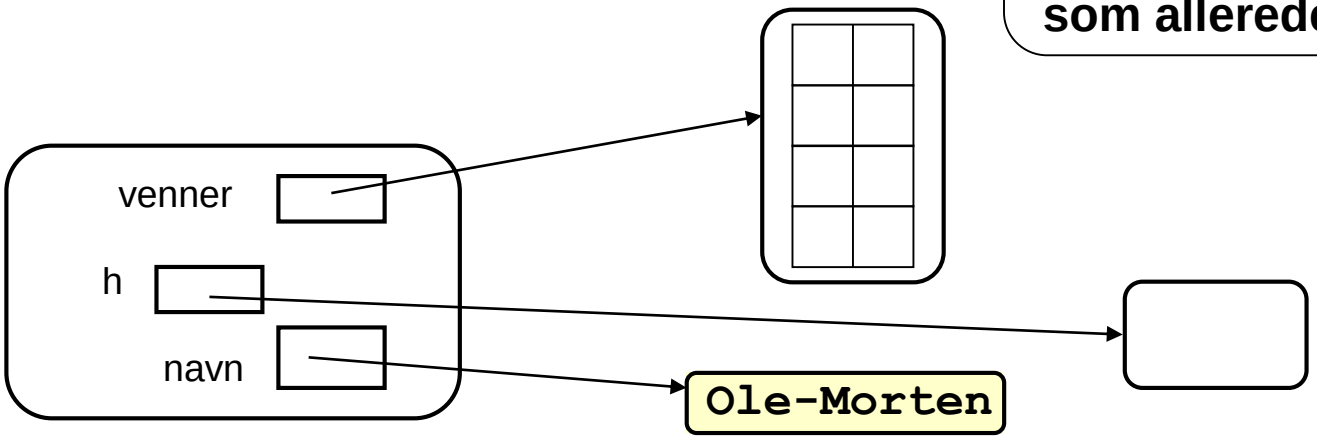
# Gjenbruk ved sammensetning / komposisjon



Omtrent som i oblig 1. Ikke noe nytt

```
class Demoklasse {
    HashMap<String,Person> venner = new HashMap<String,Person>();
    Husdyr h = new Hund(“Passopp”);
    String navn = “Ole-Morten";

    /* + Diverse metoder */
}
```

‘venner’, ‘h’ og ‘navn’ er deklarert som referansevariable som peker på objekter av andre klasser **som allerede eksisterer**.



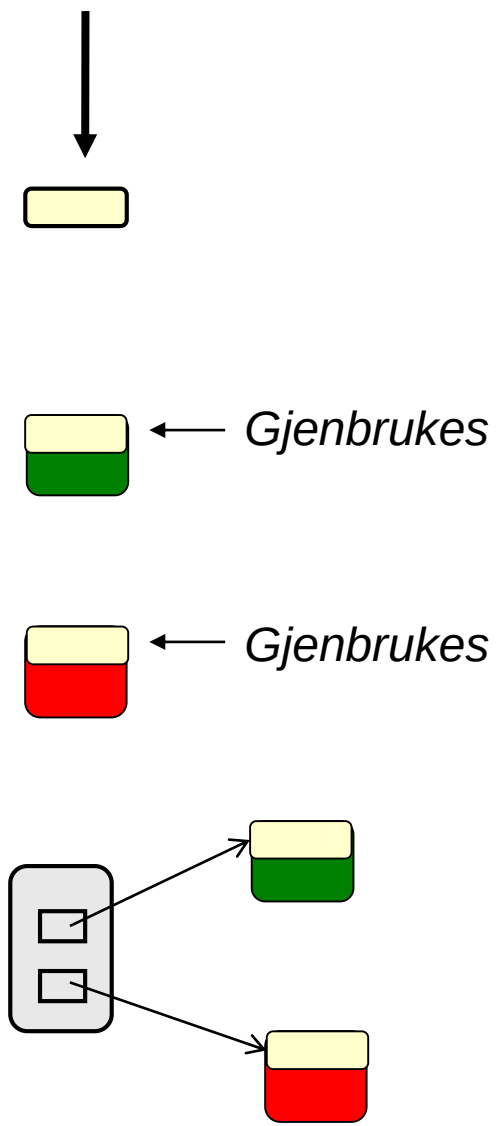
# Gjenbruk ved arv



```
class Bok {
    protected String tittel, forfatter;
}


class Fagbok extends Bok {
    protected double dewey;
}

class Skjønnlitterærbok extends Bok {
    protected String sjanger;
}


class Bibliotek {
    Bok b1 = new Fagbok();
    Bok b2 = new Skjønnlitterærbok();
}
```

Arv

Komposisjon



# Når skal vi bruke arv?



- Generelt: Ved *er-en* relasjon mellom objektene.
  - En Student er en Person
  - En Ansatt er en Person
- Hva med relasjonene
  - roman – bok?
    - En roman *er en* bok (arv).
  - kapittel – bok?
    - Et kapittel *er ikke* en bok, men et kapittel *er en del av* en bok, og en bok *har/består av* kapitler (sammensetning)
- Relasjoner som *har-en* og *består-av* skal ikke modelleres som subklasser, men ved hjelp av sammensetning (som datafelt (konstanter/variable)).

**Arv vs. delegering**

# Oppgave



Hvor er det naturlig å bruke komposisjon og hvor er det naturlig med arv i disse tilfellene?

| Relasjon mellom | Komposisjon | Arv |
|---|---|---|
| vare - varelager | ? | ? |
| nyhetskanal - kanal | ? | ? |
| person - personregister | ? | ? |
| cd - spor (sanger) | ? | ? |
| PC - datamaskin | ? | ? |
| gaupe - rovdyr | ? | ? |
| fly - transportmiddel | ? | ? |
| motor - bil | ? | ? |

# Object: toString og equals



- Klassen Object inneholder bl.a. tre viktige metoder:
  - String toString()
    returnerer en String-representasjon av objektet
  - boolean equals(Object o)
    sjekker om to objekter er like
    (i Object det samme som pekerlikhet)
  - int hashCode( )
    returnerer en hash-verdi av objektet
- Disse metodene kan man så selv redefinere til å gjøre noe mer fornuftig.
- Poenget er at en bruker av en klasse vet at disse metodene *alltid* vil være definert (pga. polymorfi)

# Eksempel på toString og equals



```
class Punkt {
     protected int x, y;
     Punkt(int x0, int y0) {
          x = x0;
          y = y0;
     }
}
```

```
class Punkt2 {
     protected int x, y;
     Punkt2(int x0, int y0) {
          x = x0;  y = y0;
     }

     @Override
     public String toString() {
          return ("x = "+x+" y = "+y);
     }

     @Override
     public boolean equals(Object o) {
          if (!(o instanceof Punkt2))
               return false;
          Punkt2 p = (Punkt2)o;
          return x == p.x && y == p.y;
     }
}
```

Anta:

```
Punkt p1 = new Punkt(3,4);
Punkt p2 = new Punkt(3,4);

Punkt2 q1 = new Punkt2(3,4);
Punkt2 q2 = new Punkt2(3,4);
```

Hva blir nå:

```
p1.toString();
```
Punkt@f5da06

```
p1.equals(p2);
```
false

```
q1.toString();
```
x = 3 y = 4

```
q1.equals(q2);
```
true

# Konstruktører

Ikke noe nytt



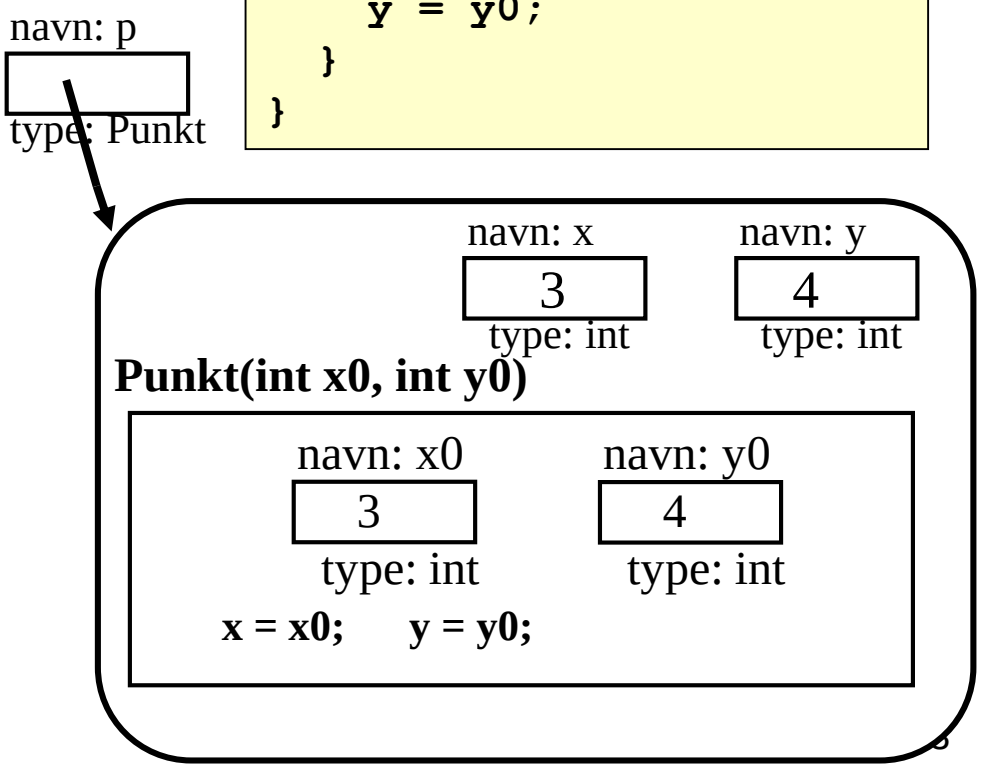
Bruk av konstruktører når vi opererer med "enkle" klasser er ganske ukomplisert. Når vi skriver

```
Punkt p  = new Punkt(3,4);
```

skjer følgende:

1. Det settes av plass i intern-minnet til et objekt av klassen Punkt og til referansevariablen p.
2. Variablene x og y blir opprettet inne i objektet (instansvariable)
3. Konstruktør-metoden blir kalt med x0=3 og y0=4.
4. Etter at konstruktøren har satt x=3 og y=4, blir verdien av høyresiden i tilordningen
   Punkt p = new Punkt(3,4)
   adressen (en referanse, peker) til det nye objektet.
5. Tilordningen Punkt p = … utføres, dvs p settes lik adressen / referansen til objektet.

```
class Punkt {
  protected int x, y;

  Punkt(int x0, int y0) {
    x = x0;
    y = y0;
  }
}
```



# Konstruktører og arv

Det blir noe mer komplisert når vi opererer med arv:

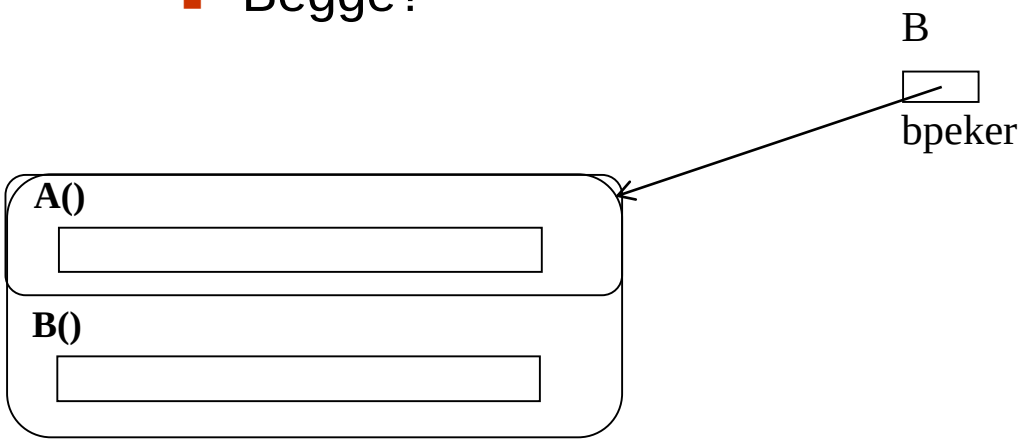
- Anta at vi har definert en subklasse

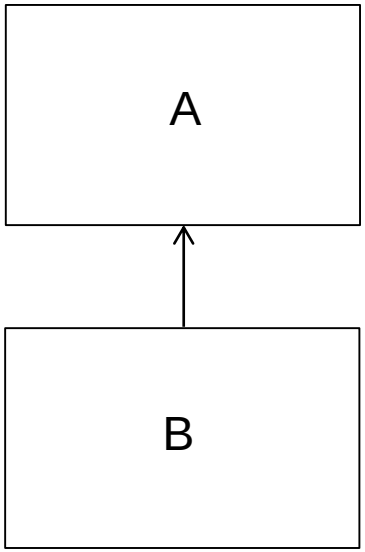
```
class B extends A { … }
```

- Hvilken konstruktør utføres hvis vi skriver

```
B bpeker = new B();
```

  - Konstruktøren i klassen A?
  - Konstruktøren i klassen B?
  - Begge?



# Konstruktører og arv (forts.)

- Anta at vi har deklarert tre klasser:

```
class A { … }
class B extends A { … }
class C extends B { … }
```

- Når vi skriver `new C()` skjer følgende:
  1. Konstruktøren til C kalles (som vanlig)
  2. Konstruktøren til C starter med å kalle på B sin konstruktør
  3. Konstruktøren til B starter med å kalle på A sin konstruktør
  4. Så utføres A sin konstruktør
  5. Kontrollen kommer tilbake til B sin konstruktør, som utføres
  6. Kontrollen kommer tilbake til C sin konstruktør, som utføres

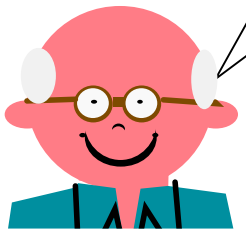
Nytt



# Kall på super-konstruktøren

- Superklassens konstruktør kan kalles fra en subklasse ved å si:
  - **`super();`**
    - vil kalle på en konstruktør uten parametre
  - **`super(5, "test");`**
    - om vi vil kalle på en konstruktør med to parametre (int og String)
- Et kall på super **må** legges **helt i begynnelsen av** konstruktøren.
- Kaller man ikke super eksplisitt, vil Java **selv legge inn kall på super( )** helt først i konstruktøren når programmet kompileres.
- Hvis en klasse ikke har noen konstruktør, legger Java inn en tom konstruktør med kallet super();

**NB!**
**Det er forskjell på super.**
**og**
**super( . . .)**



# Eksempel 1



Anta at vi har følgende klasser:

```
class Person {
    proteceted String fødselsnr;

    Person() {
      fødselsnr = ”12034567890";
    }
}

class Student extends Person {
    protected int studID;

    Student() {...}
}
```

Anta to konstruktører:

```
Student() {
   super();
   studID = 0;
}
```

eller:

```
Student() {
   studID = 0;
}
```

Disse to er helt ekvivalente!

Hva skjer hvis Student ikke har noen konstruktør?

```
class Student extends Person {
    int studID = 0;
}
```

Svar: det går bra

# Eksempel 2

Her er fire forslag til konstruktører:

Anta at vi har følgende klasser:

```
class Person {
    protected String fødselsnr;

    Person(String fnr) {
        fødselsnr = fnr;
    }
}

class Student extends Person {
    protected int studID;

    Student() {...}
}
```

```
Student() {
   studID = 0;
}
```

```
Student() {
   super("12345");
   studID = 0;
}
```

```
Student(String nr){
   super(nr);
   studID = 17;
}
```

```
Student(String nr,
                int id){
   super(nr);
   studID = id;
}
```

Hvilke virker?
Diskuter!

# Eksempel 3



```
class Bygning {
     Bygning() {
          System.out.println("Bygning");
     }
}

class Bolighus extends Bygning {
     Bolighus() {
          System.out.println("Bolighus");
     }
}

class Blokk extends Bolighus {
     Blokk() {
          System.out.println("Blokk");
     }

     public static void main(String[] args) {
          new Blokk();
     }
}
```

Hva blir utskriften fra dette programmet?

# Når programmet kompileres

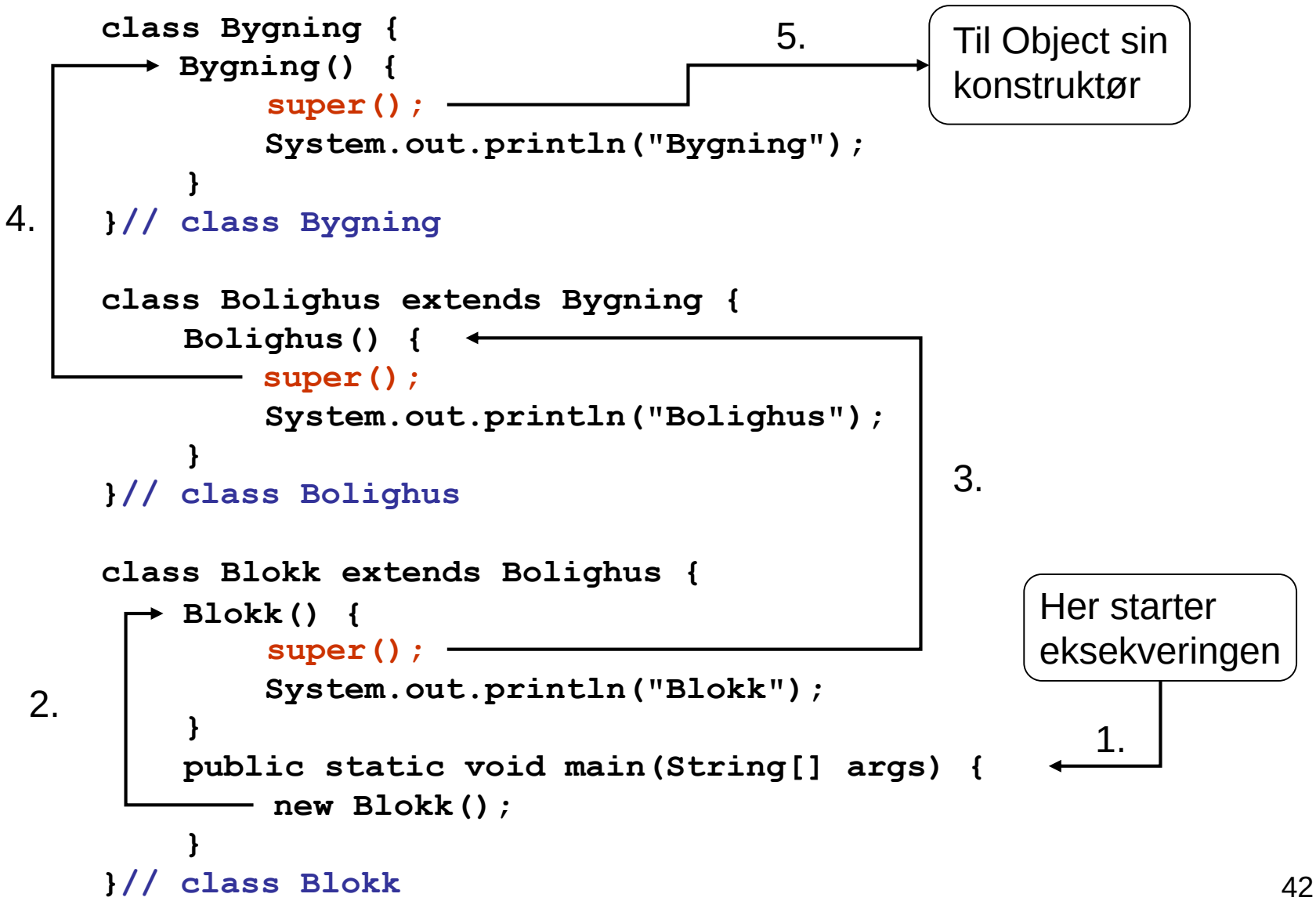


```
class Bygning {
    Bygning() {
        super();
        System.out.println("Bygning");
    }
}// class Bygning

class Bolighus extends Bygning {
    Bolighus() {
        super();
        System.out.println("Bolighus");
    }
}// class Bolighus

class Blokk extends Bolighus {
    Blokk() {
        super();
        System.out.println("Blokk");
    }
    public static void main(String[] args) {
        new Blokk();
    }
}// class Blokk
```

Java føyer selv på 'super()' i disse tre konstruktørene før programmet utføres

# Når programmet utføres





# Når programmet utføres (forts.)



```
class Bygning {
    Bygning() {
        super();
        System.out.println("Bygning");
    }
}// class Bygning

class Bolighus extends Bygning {
    Bolighus() {
        super();
        System.out.println("Bolighus");
    }
}// class Bolighus

class Blokk extends Bolighus {
    Blokk() {
        super();
        System.out.println("Blokk");
    }
    public static void main(String[] args) {
        new Blokk();
    }
}// class Blokk
```

6. Tilbake fra Object sin konstruktør

7. Nå er **Bygning** skrevet ut

8. Nå er **Bolighus** skrevet ut

9. Nå er **Blokk** skrevet ut

# Eksempel 4



```
class Bygning {
     Bygning() {
          System.out.println("Bygning");
     }
}

class Bolighus extends Bygning {
     Bolighus(int i) {
          System.out.println("Bolighus nr " + i);
     }
}

class Blokk extends Bolighus {
     Blokk() {
          System.out.println("Blokk");
     }

     public static void main(String[] args) {
          new Blokk();
     }
}
```

Hva skjer i dette eksempelet?

Merk: Konstruktøren i klassen Bolighus har nå en parameter.

# Når programmet kompileres



```
class Bygning {
    Bygning() {
        super();
        System.out.println("Bygning");
    }
}// class Bygning

class Bolighus extends Bygning {
    Bolighus(int i) {
        super();
        System.out.println("Bolighus");
    }
}// class Bolighus

class Blokk extends Bolighus {
    Blokk() {
        super();
        System.out.println("Blokk");
    }
    public static void main(String[] args) {
        new Blokk();
    }   }
 // class Blokk
```

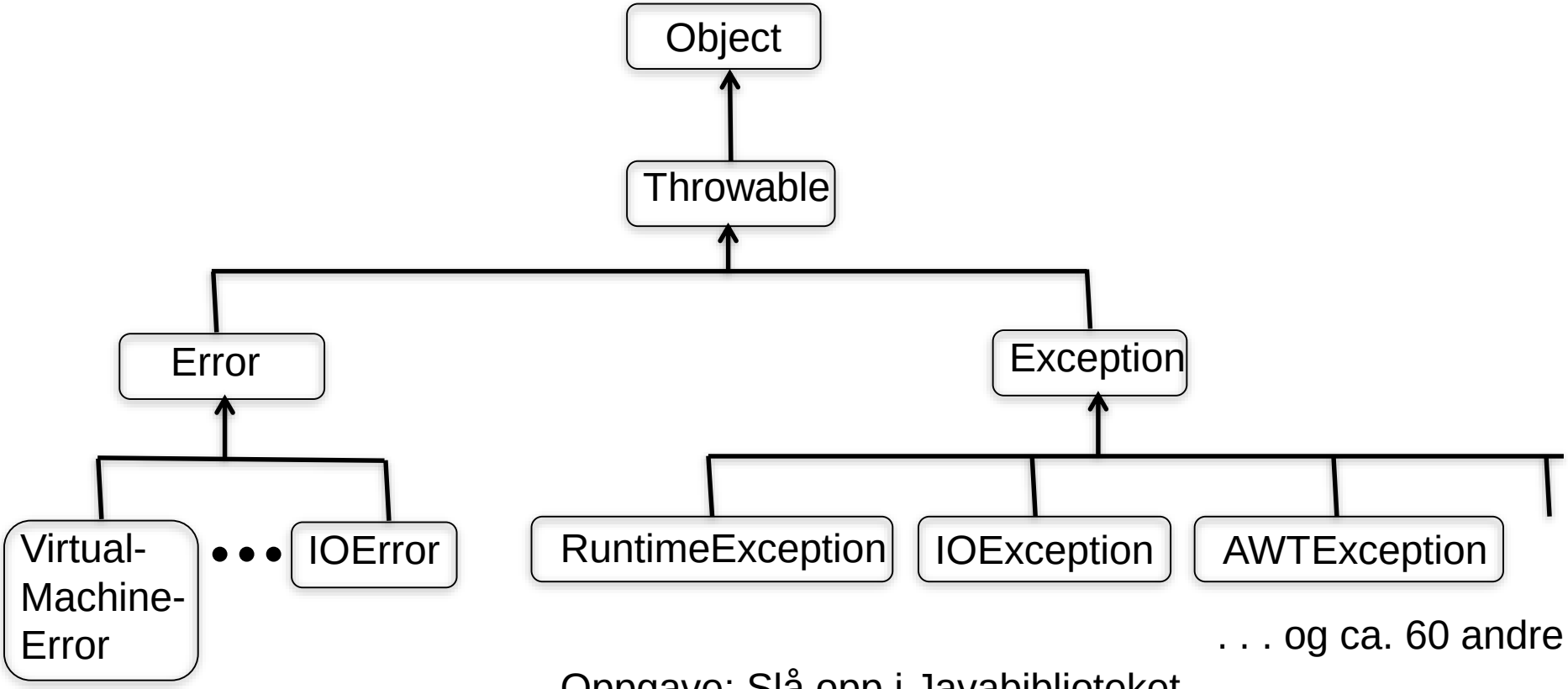
Java legger igjen til kall på super() i alle konstruktørene.

Men: Kallet matcher ikke metoden i antall parametre!

Mulige løsninger:

1. Selv legge til kall på super, med argument, i kontruktøren Blokk.
2. Legge til en tom konstruktør i Bolighus.

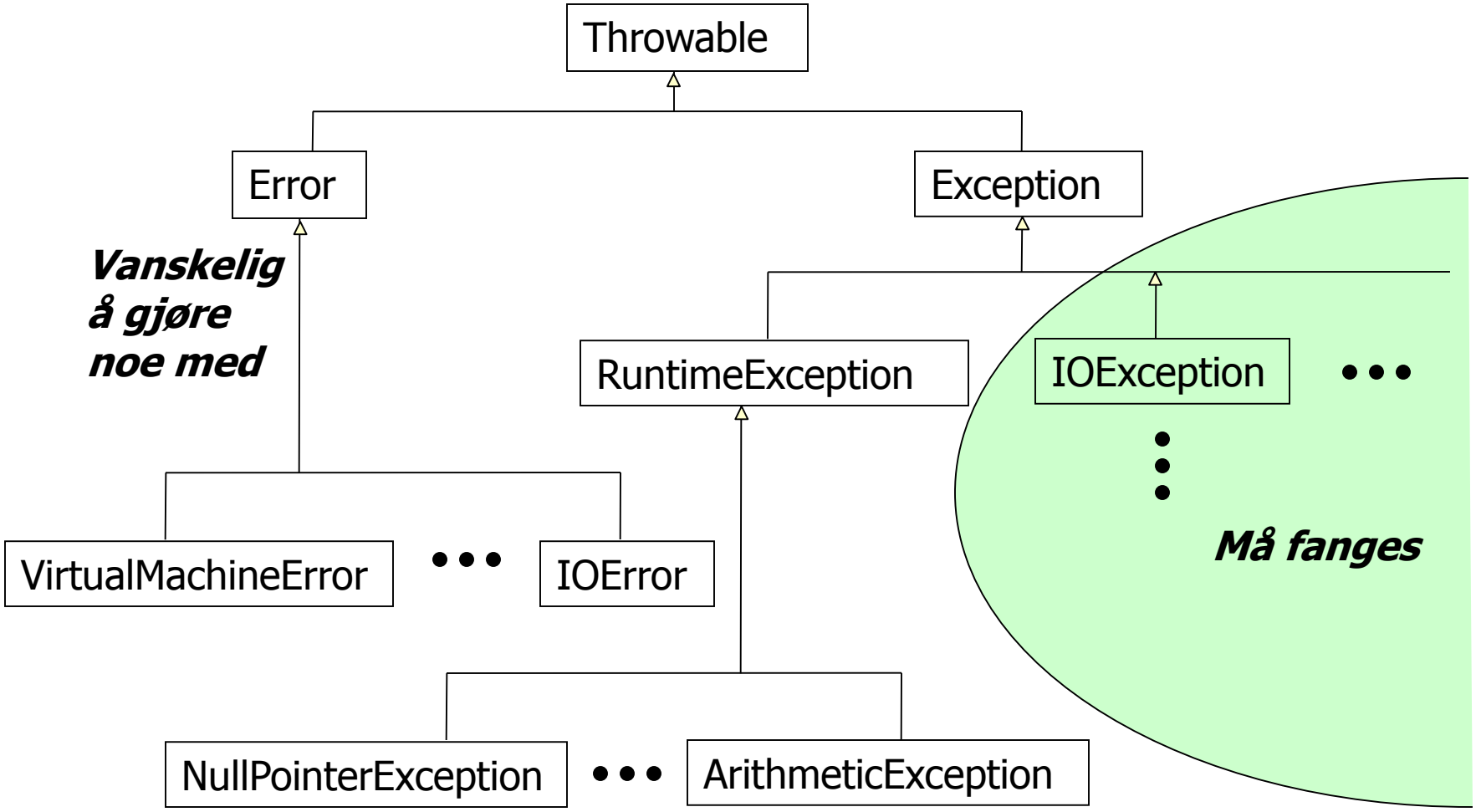
# Klassehierarki: Fra Java-biblioteket: Feil-klasser




. . . og ca. 60 andre

Oppgave: Slå opp i Javabiblioteket

# Java-bibliotekets klassehierarki for unntak




***Unntak i dette subtreet bør fanges***