UNIVERSITETET I OSLO

Institutt for informatikk

IN1010 våren 2023

Tirsdag 21. februar

Subklasser III: Arv og Interface

+ Litt om invarianter

Stein Gjessing

Dagens hovedtema

- Engelsk: Interface (også et Java-nøkkelord)
- Norsk: Grensesnitt. (Java-konstruksjon: «interface»)

- Les notatet “Interface i Java” av Stein Gjessing

- To måter å bruke interface på (men det er mye av det samme)
  1) Multippel arv av oppførsel / roller
  2) Definere en oppførsel / rolle / tjeneste

Multippel arv: Om å arve fra flere

- I Java kan en klasse bare arve egenskapene til **én** annen klasse (en superklasse).
  - Dette gjør språket sikrere å bruke
- Hva skal vi gjøre hvis vi ønsker at et objekt skal inneholde mange forskjellige egenskaper fra forskjellige "superklasser" ?

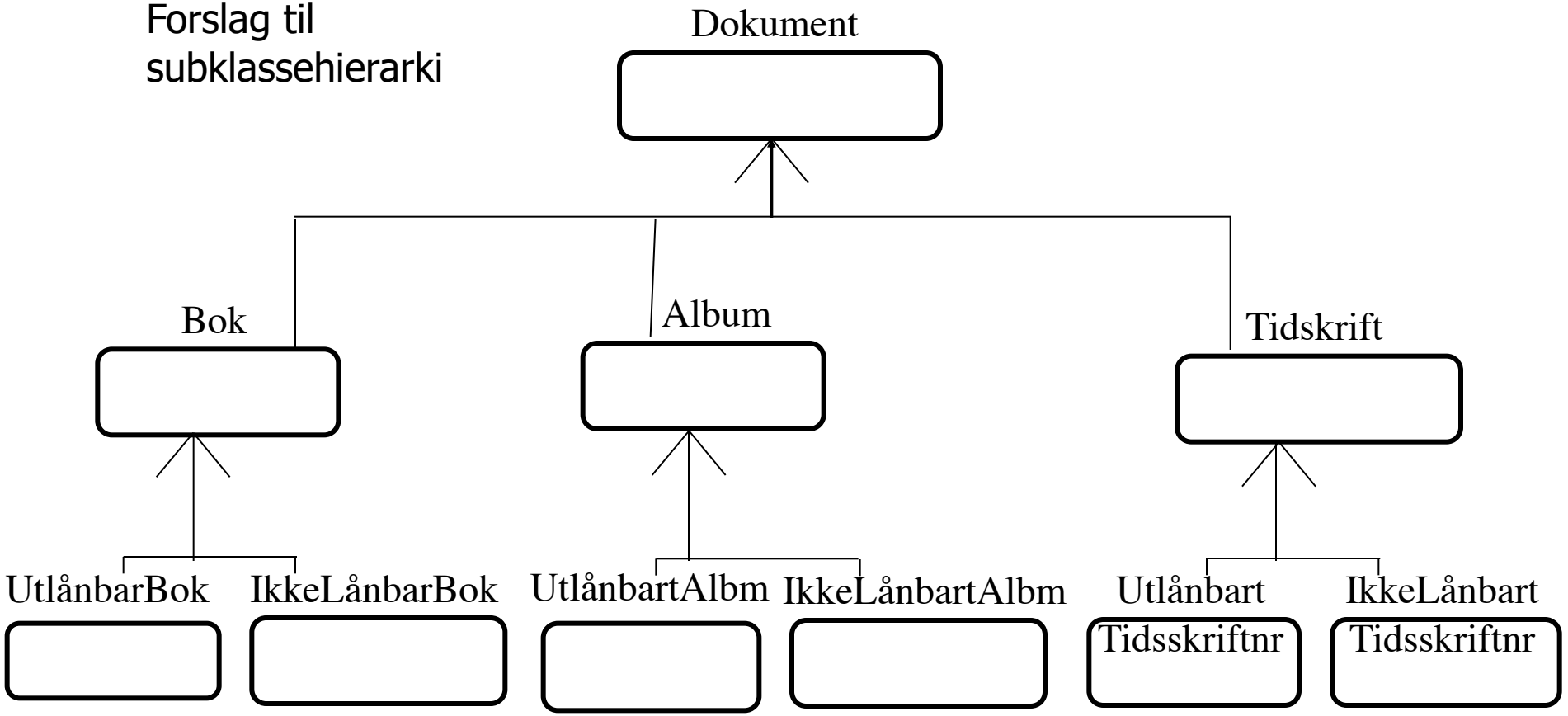
- På de neste sidene:
  - Begrepshierarkiet i et bibliotek

Motivasjon for mekanismen interface: Analyse av et bibliotek

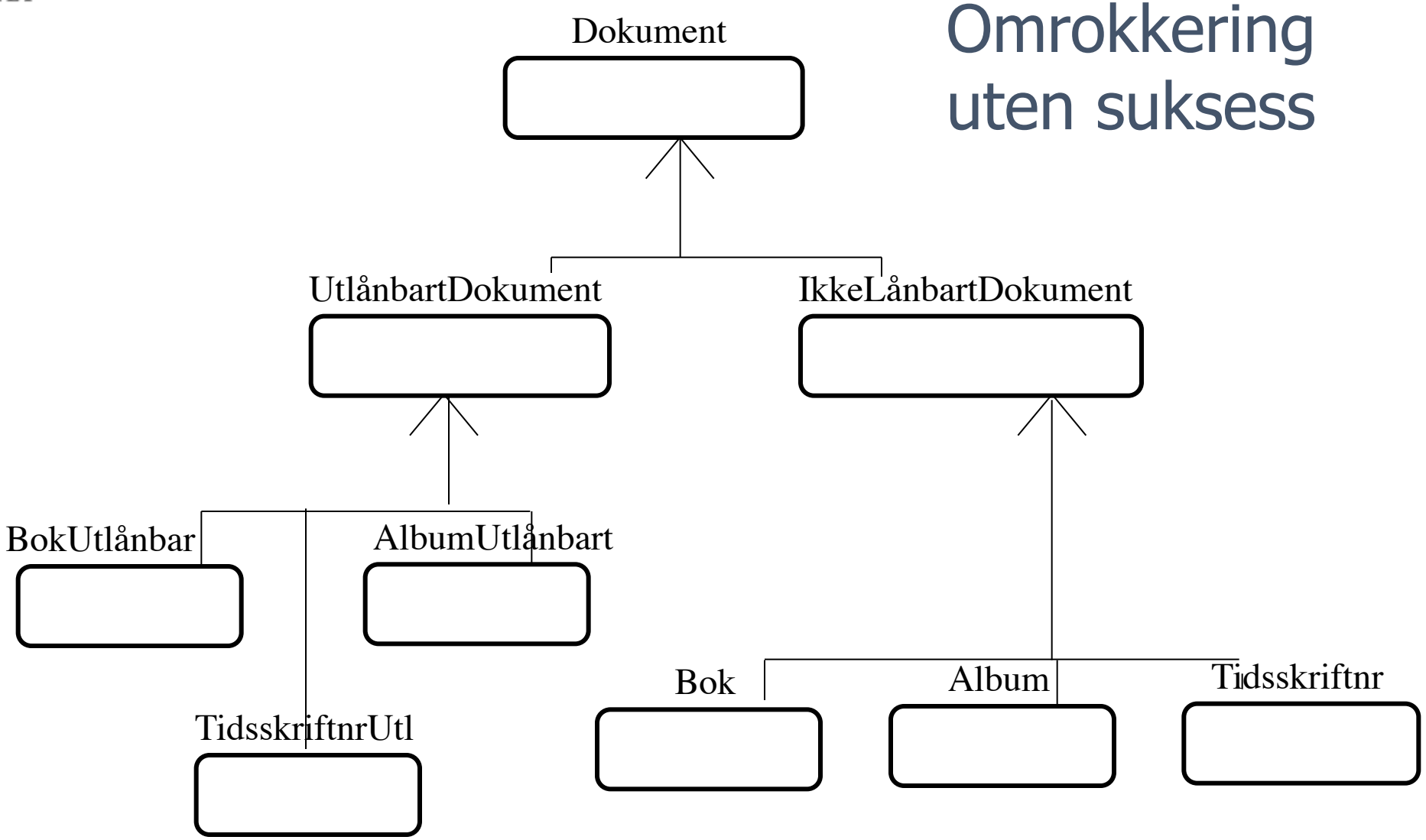
- Bøker, tidsskrifter, musikk, videoer, mikrofilmet materiale, antikvariske bøker, flerbindsverk, oppslagsverk, upubliserte skrifter, ...
- En del felles egenskaper
  - antall eksemplarer, hylleplass, identifikasjonskode (Dokument)
  - for det som kan lånes ut: Er utlånt ? , navn på låner, ... (TilUtlån)
  - for det som er antikvarisk: Verdi, forskringssum, ... (Antikvarisk)
- Spesielle egenskaper:
  - Bok: Forfatter, tittel, forlag
  - Tidsskriftnummer: Årgang, nummer, utgiver
  - Album: Tittel, artist, komponist, musikkforlag

Tvilsomt begrepshierarki

Forslag til subklassehierarki

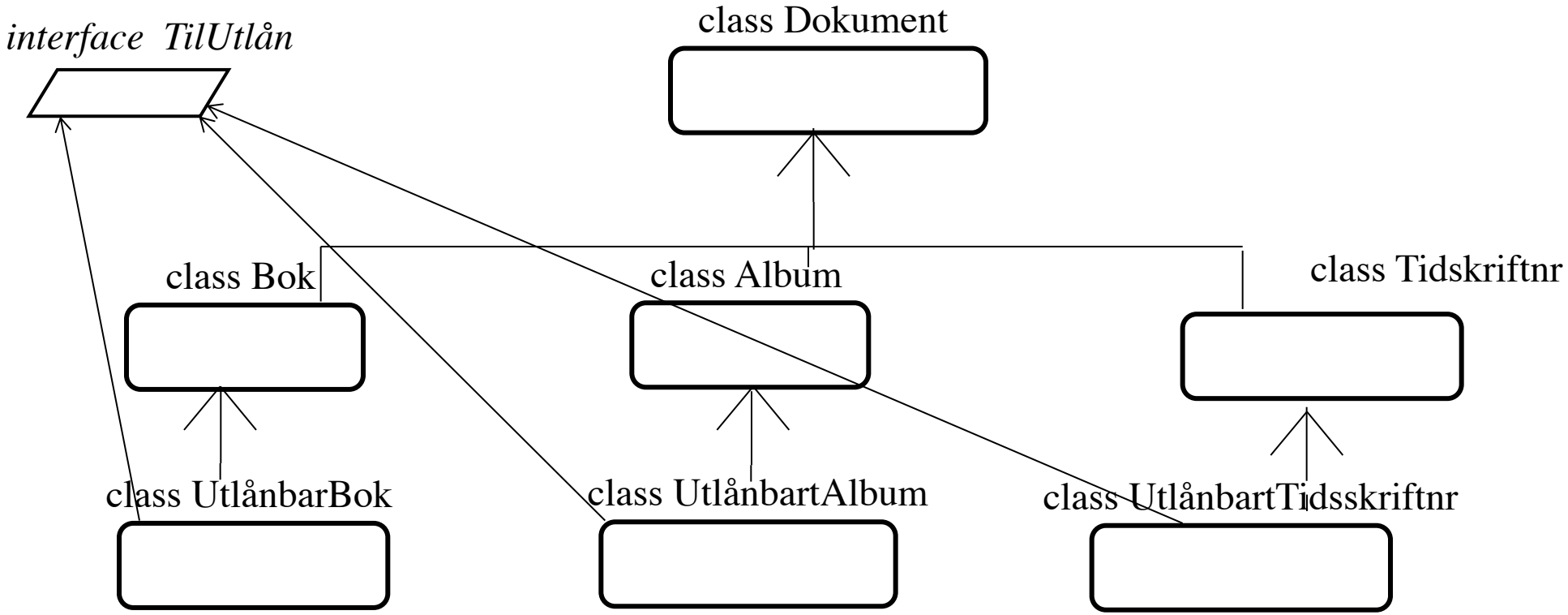


Omrokkering uten suksess



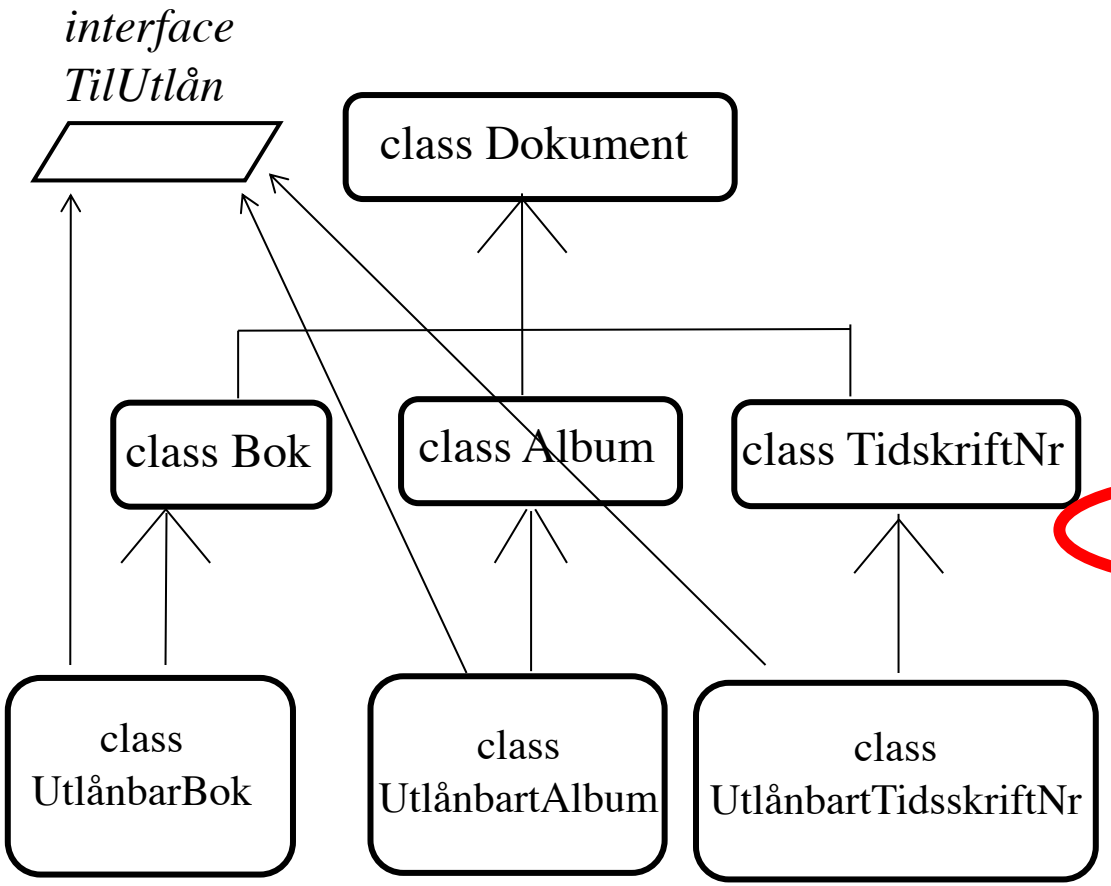
Samle lik oppførsel: bruk **interface**

NYTT



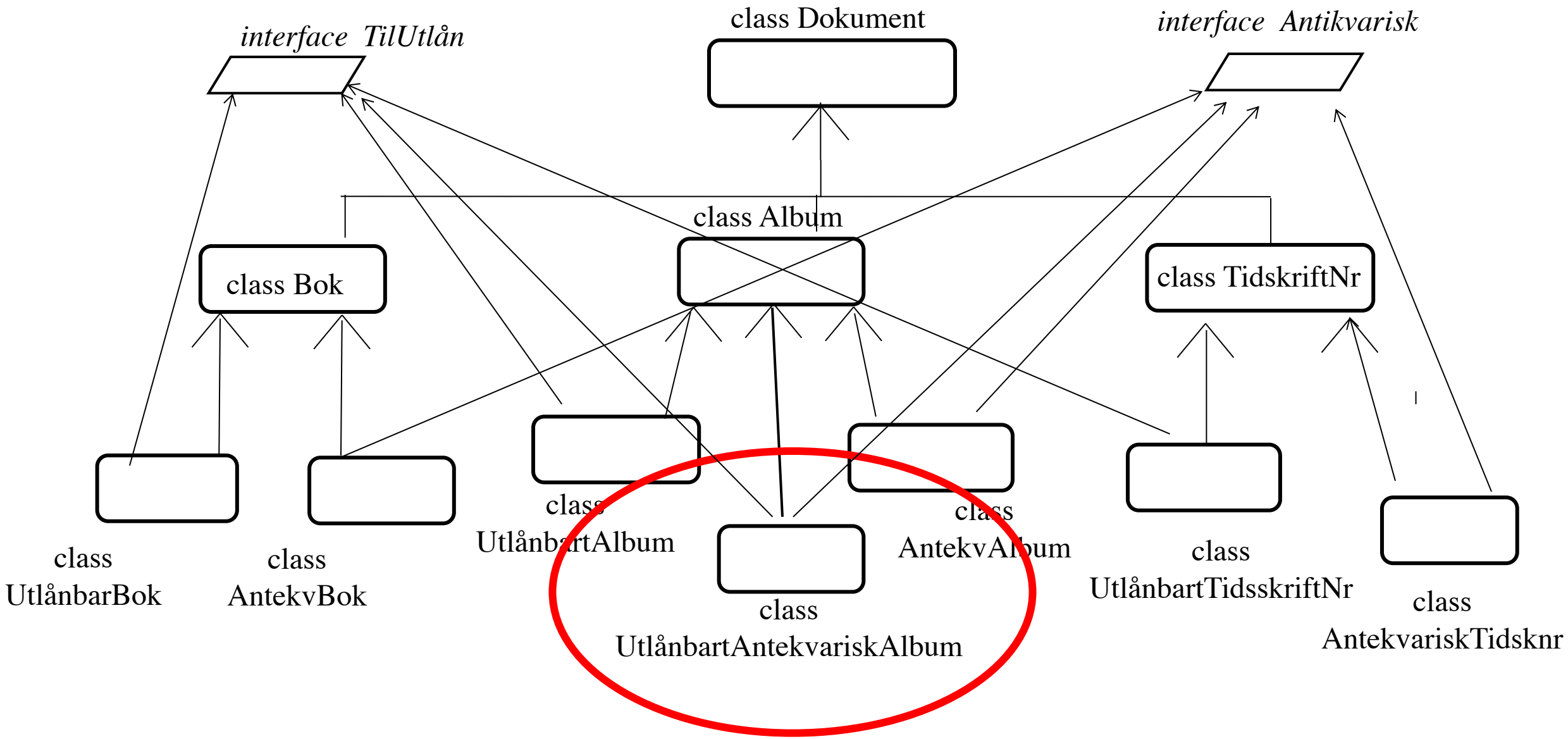
- Felles egenskaper (rolle) på tvers av klassehierarkiet
- En klasse kan tilføres et (eller flere) interface
  - i tillegg til å arve egenskapene i klassehierarkiet
- Dvs. en klasse kan spille to (eller flere) **roller**

Vi tar det en gang til, litt saktere: Dokumentene i et bibliotek




```
class Dokument {   }

class Bok extends Dokument  {   }

class Album extends Dokument {    }

class  TidskriftNr extends Dokument {   }

interface TilUtlån {    }

class UtlånbarBok extends Bok implements TilUtlån {  }

class UtlånbartAlbum extends Album implements TilUtlån {  }

class UtlånbartTidskriftNr extends TiskriftNr implements TilUtlån { }
```

En klasse kan arve fra flere **interface**

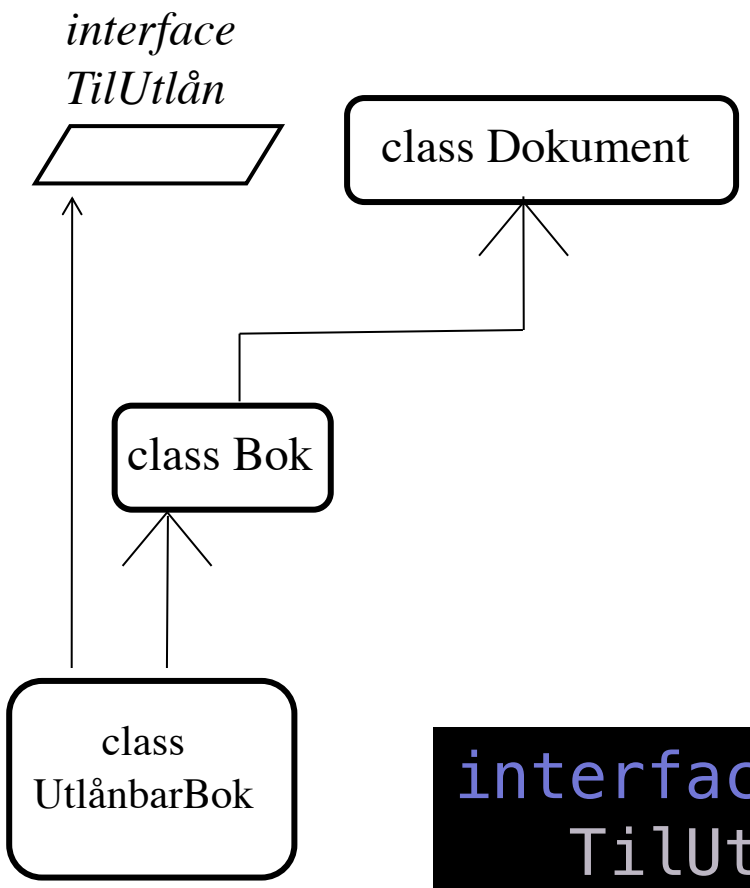


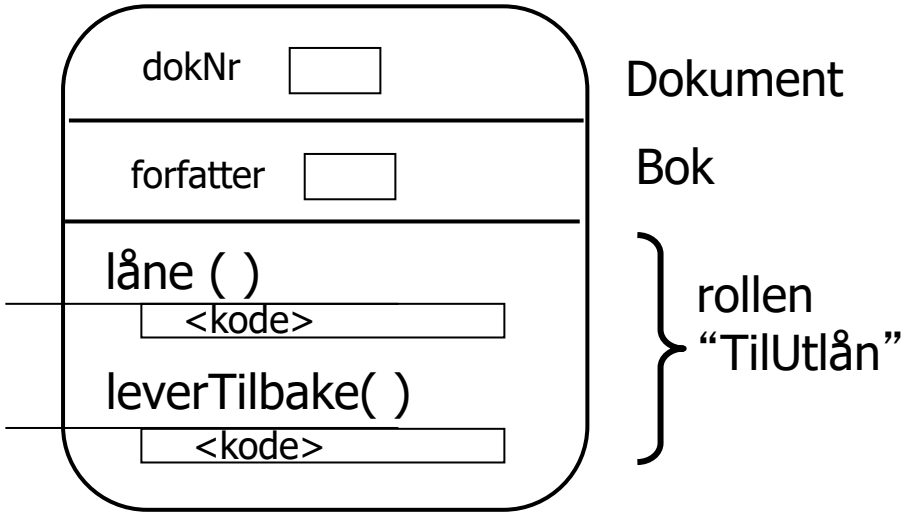
Men hva arves fra et interface?


```
class Dokument {   }

class Bok extends Dokument  {   }

class Album extends Dokument {    }

class  TidskriftNr extends Dokument {   }

interface TilUtlån {    }

class UtlånbarBok extends Bok implements TilUtlån {  }

class UtlånbartAlbum extends Album implements TilUtlån {  }

class UtlånbartTidskriftNr extends TiskriftNr implements TilUtlån { }
```

Men hva arves fra et grensesnitt?

Svar: **En rolle** (metodesignaturer)



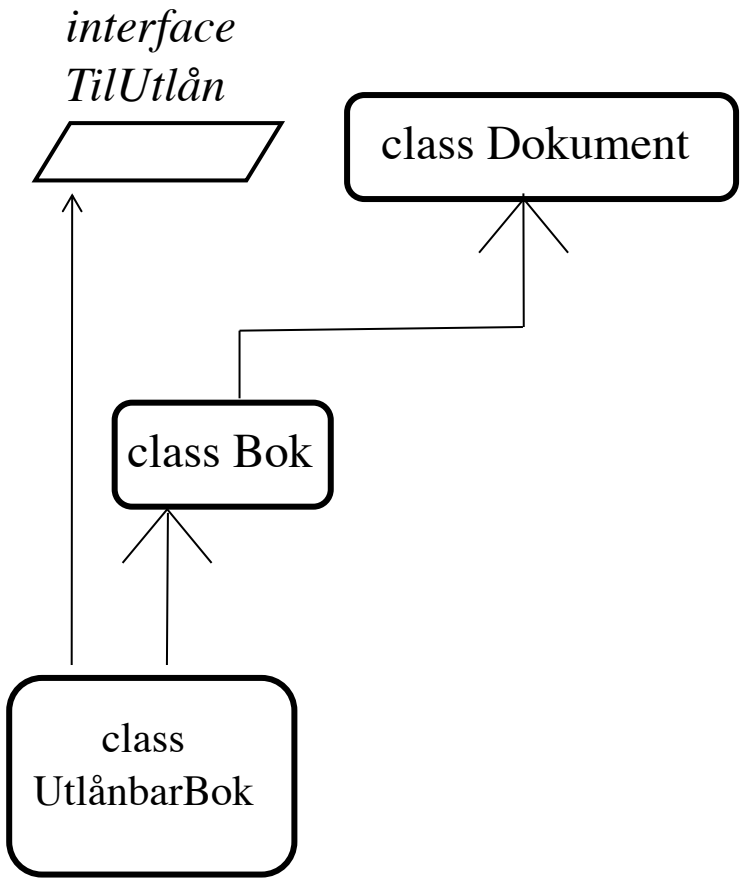


Et objekt av klassen UtlånbarBok

```
interface TilUtlån {
   TilUtlån låne(String låner);
   void leverTilbake();
}
```

Men hva arves fra et grensesnitt?

Svar: En rolle (metoder – metodesignaturer)



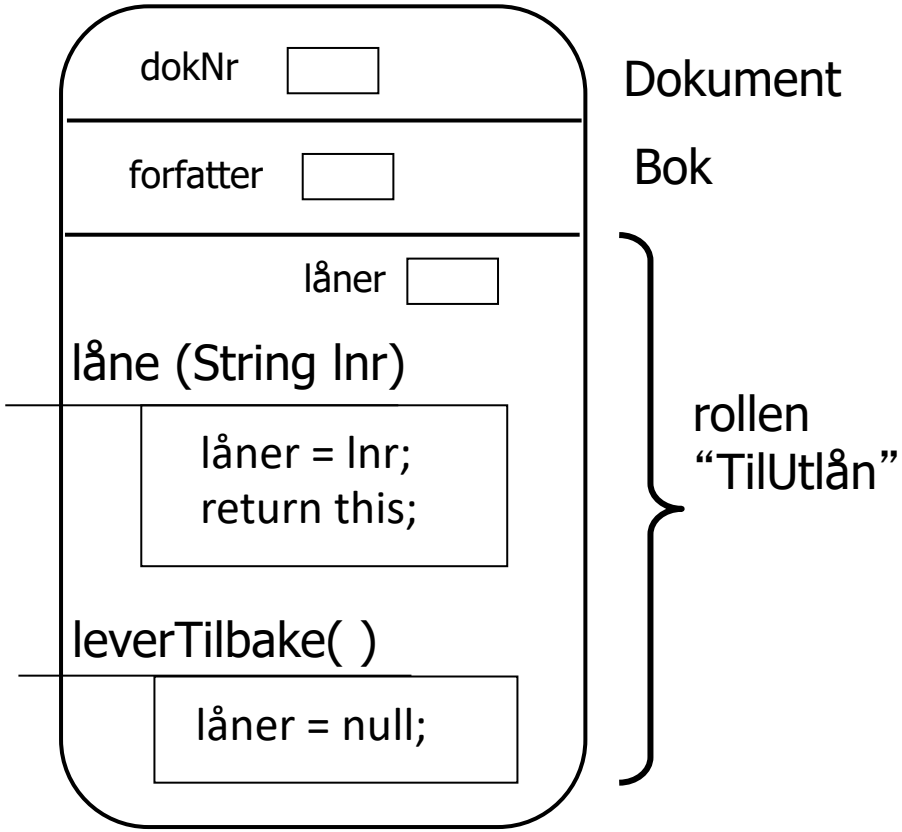

```
class Dokument {final int dokNr;}

class Bok extends Dokument {final String forfatter;}

interface TilUtlån {
   TilUtlån låne(String låner);
   void leverTilbake();
}


class UtlånbarBok extends Dokument implements TilUtlån {
   private . . . ;
   @Override
   public TilUtlån låne(String lnr) { . . . }
   @Override
   public void leverTilbake() { . . . }
}
```

Subklassen må selv *implementere* metodene

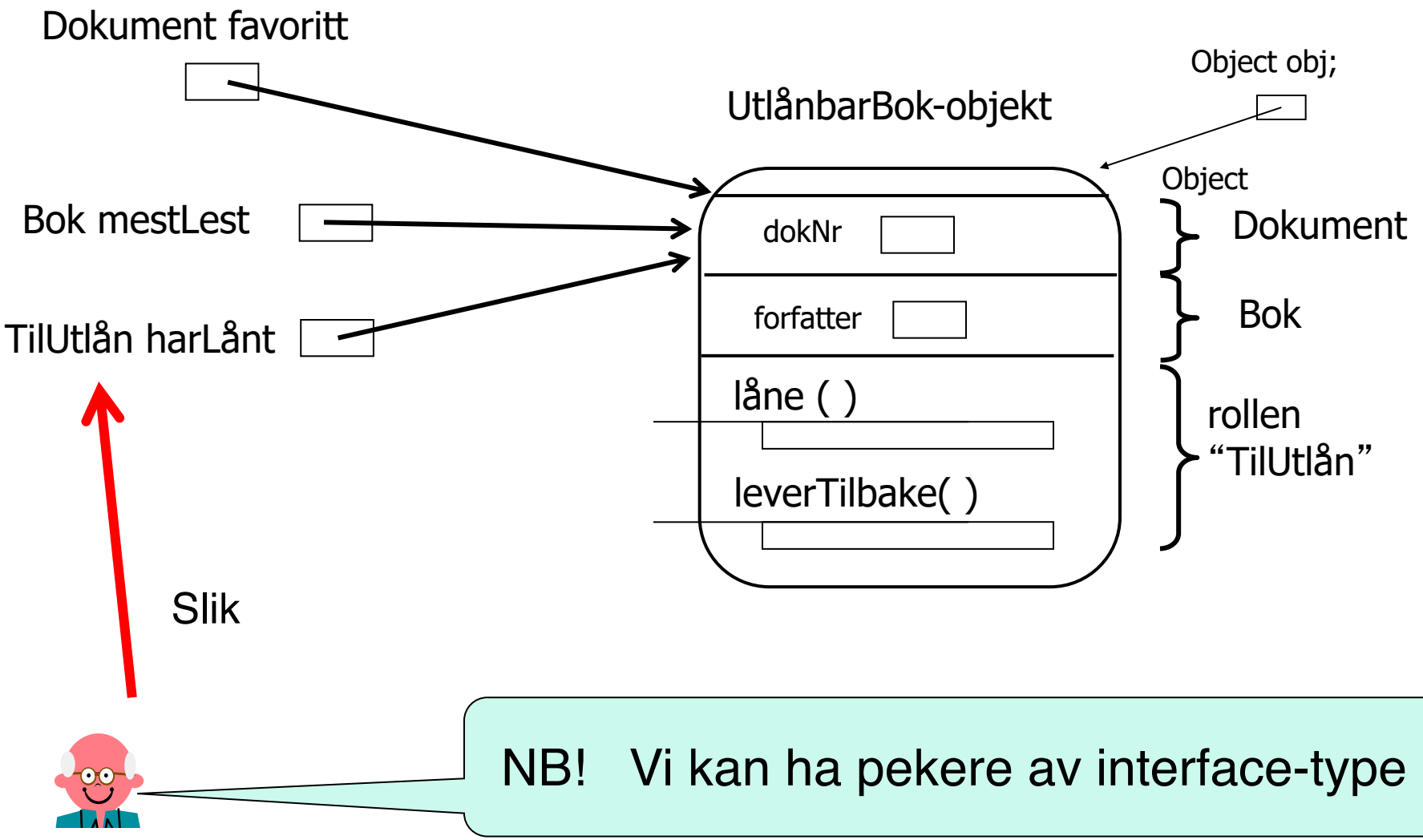
Men hva arves fra et grensesnitt?

Svar: En rolle (metoder – metodesignaturer)


```
class Dokument {final int dokNr;}


class Bok extends Dokument {final String forfatter;}


interface TilUtlån {
   TilUtlån låne(String låner);
   void leverTilbake();
}


class UtlånbarBok extends Bok implements TilUtlån {
   private String låner = null;

   public TilUtlån låne(String lnr) {
      låner = lnr;
      return this;
   }

   public void leverTilbake() {låner = null;}
}
```



Et objekt av klassen UtlånbarBok


Dokument favoritt
Object obj;
UtlånbarBok-objekt
Object
Bok mestLest
dokNr
Dokument
forfatter
Bok
TilUtlån harLånt
låne ( )
rollen
"TilUtlån"
leverTilbake( )
Slik
NB! Vi kan ha pekere av interface-type

Et interface (grensesnitt) er (1):

- En samling egenskaper (en rolle) som ikke naturlig hører hjemme i et arve-hierarki
- En samling egenskaper som mange forskjellige "ting" av forskjellige typer kan anta
- En klasse kan arve egenskapene til mange grensesnitt (men bare en klasse)

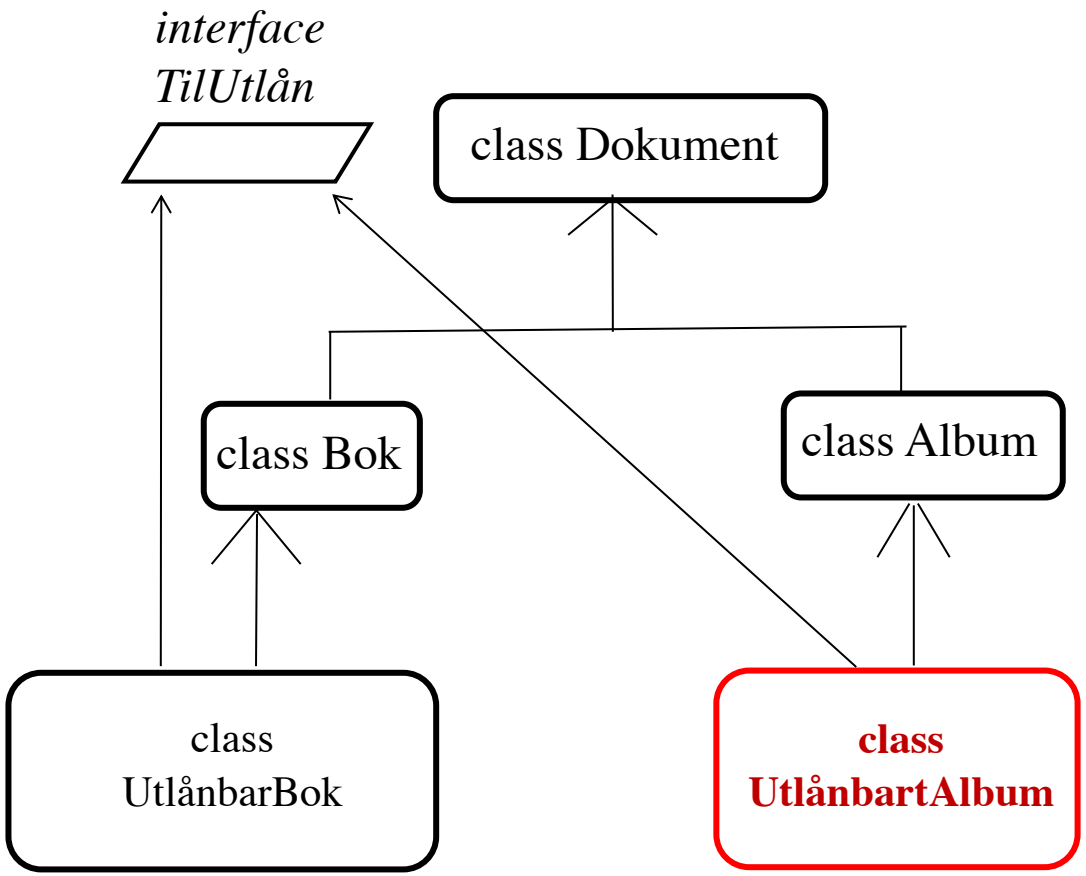
- For eksempel
  - Her: **Kan lånes ut (biler, bøker, festklær, …)**
    Antikvarisk (møbler, bøker, ….)
  - Kan delta i konkurranse (startnummer, resultat, ..
    Mennesker, biler, hester kan delta i konkurranser)
  - Svømmedyktig (mennesker, fugler er svømmedyktige)
  - Sammenlignbar (Comparable) (I Java-biblioteket – kommer vi tilbake til)
  - . . .

Et interface (grensesnitt) er (2):

- Et interface ligner en abstrakt klasse
- **Alle** metodene i et interface er abstrakte og polymorfe
  - Men ikke bruk abstract her (bare i abstrakte klasser)
- Et interface inneholder **ingen** variabler eller annen datastruktur
  - Ikke helt sant, men vi bruker ikke dette i IN1010
- En klasse som arver egenskapene til et interface må selv putte inn kode i alle metodene som implementers (og deklarere passende variabler som disse metodene bruker for å gjøre jobben sin).
- En klasse kan arve egenskapene til mange grensesnitt (men bare en klasse)

- Å arve (en samling metoder) = å spille en rolle
- Husk, med interface arves bare metodesignaturer
  - Implementasjon arves ikke

Et eksempel fra biblioteket



Hva blir forskjellen / likheten mellom class UtlånbarBok og class UtlånbartAlbum ?

```java
class UtlånbarBok extends Bok implements TilUtlån {
    private String låner = null;
    UtlånbarBok(int nr, String forfnavn, String tittel) {
       super(nr,forfnavn,tittel);
    }
    @Override
    public TilUtlån låne(String navn) {
       if(låner != null) return null;
       låner = navn;
       return this;
    }
    @Override
    public void leverTilbake() {låner = null;}
}
```

```java
class UtlånbartAlbum extends Album implements TilUtlån {
    private String låner = null;
    UtlånbartAlbum(int nr, String artist, String ttl){
        super(nr,artist,ttl);
    }
    @Override
    public TilUtlån låne(String navn) {
        if(låner != null) return null;
        låner = navn;
        return this;
    }
    @Override
    public void leverTilbake()  {låner = null;}
}
```

Hva blir forskjellen / likheten mellom class UtlånbarBok og class UtlånbartAlbum ?

Svar:
Her er disse to subklassene (nesten) helt like.
Noen ganger er det slik, andre ganger er det store forskjeller på implementasjonene.

Nytt interface-eksempel

Hvis vi ønsker at noen objekter også skal kunne spille rollene (ha / arve egenskapene)
"**Skattbar**" (en ting vi må skatte av) og
"**Miljøvennlig**" (en ting som er miljøvennelig) kan vi ha:

```
interface Skattbar {
    double  toll();
    double moms();
}
```

Rollen Skattbar

```
interface Miljovennlig {
    int cO2Utslipp ();
    boolean svaneMerket ();
}
```

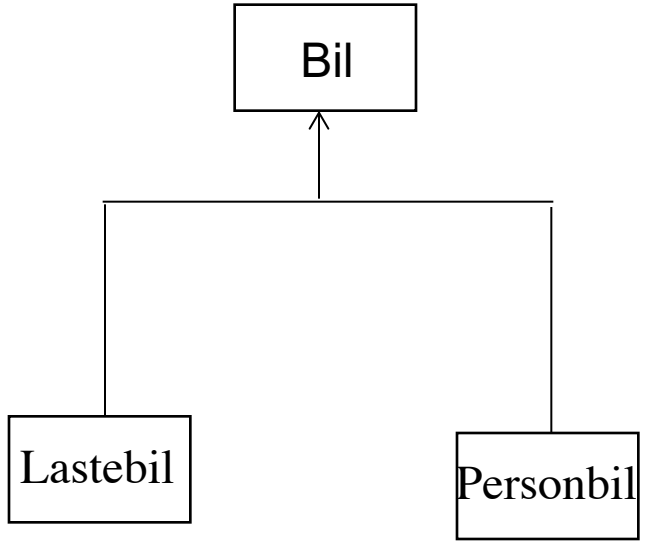
Rollen Miljøvennlig

Tegning av interfacer i klassehierarkiet


```
interface Skattbar {

}
```


```
interface Miljøvennlig {

}
```

Slik var bil-hierarkiet

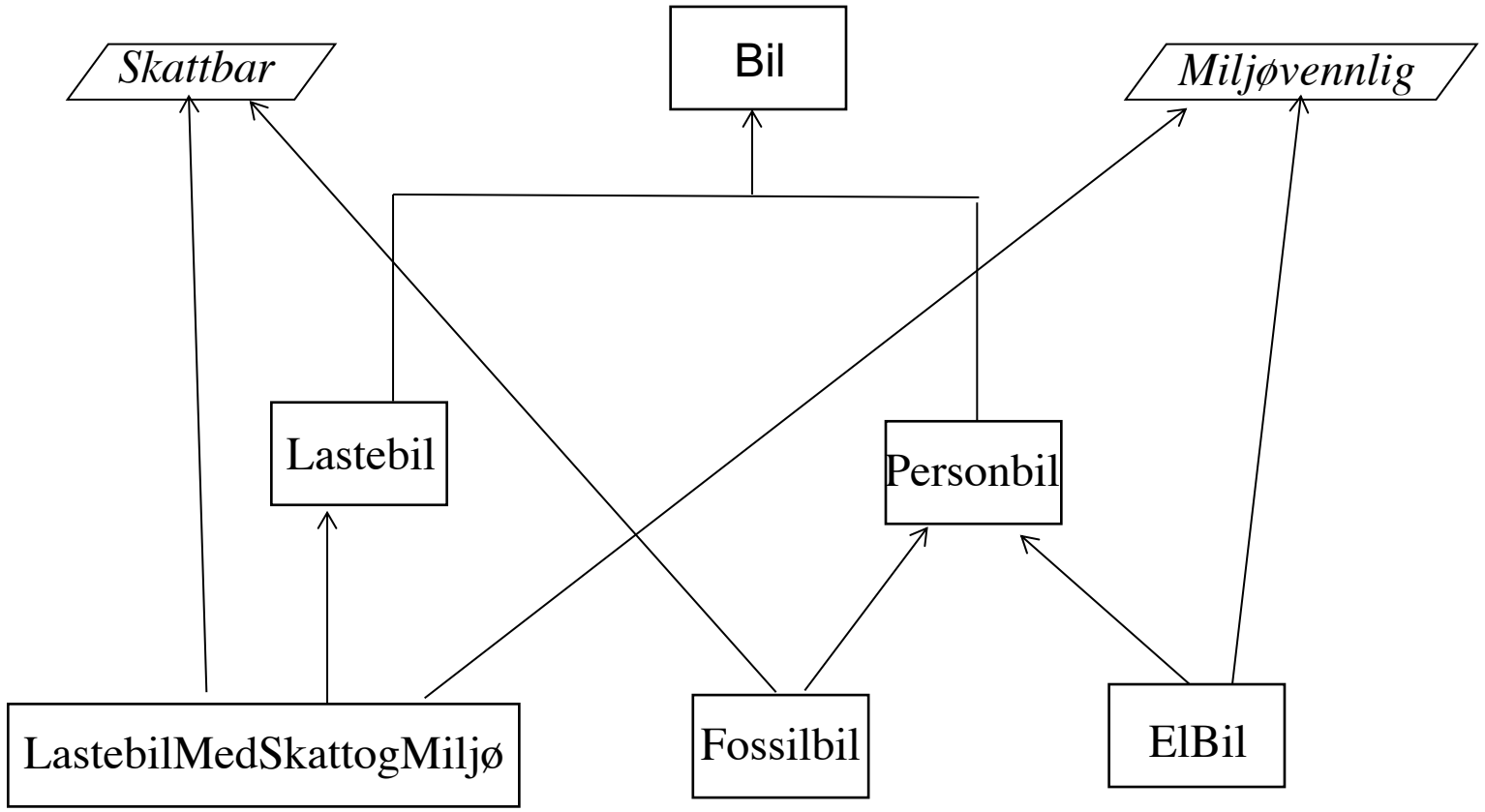


Mange biler må betale skatt og noen biler er miljøvennlige:

Skattbar

Miljøvennlig

Tre nye klasser som kan spille mange roller



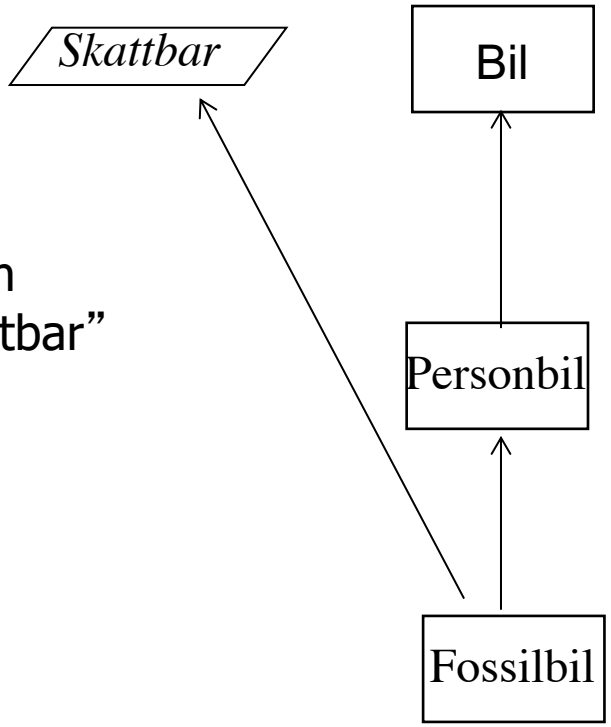
Metodene må skrives på nytt hver gang de implementeres.
Her er skatt i en lastebil forskjellig fra skatt i en fossilbil

Mer om å implementere ett interface

rollen Personbil (i arv) fra klassehierarkiet

```
class Fossilbil extends Personbil implements Skattbar {
   protected double utslipp = 100;
   protected double innPris = 150000;
   @Override
   public double toll(){return (innPris*utslipp/200)* moms();}
   @Override
   public double moms( ){return 1.25;}
}
```

rollen “Skattbar”

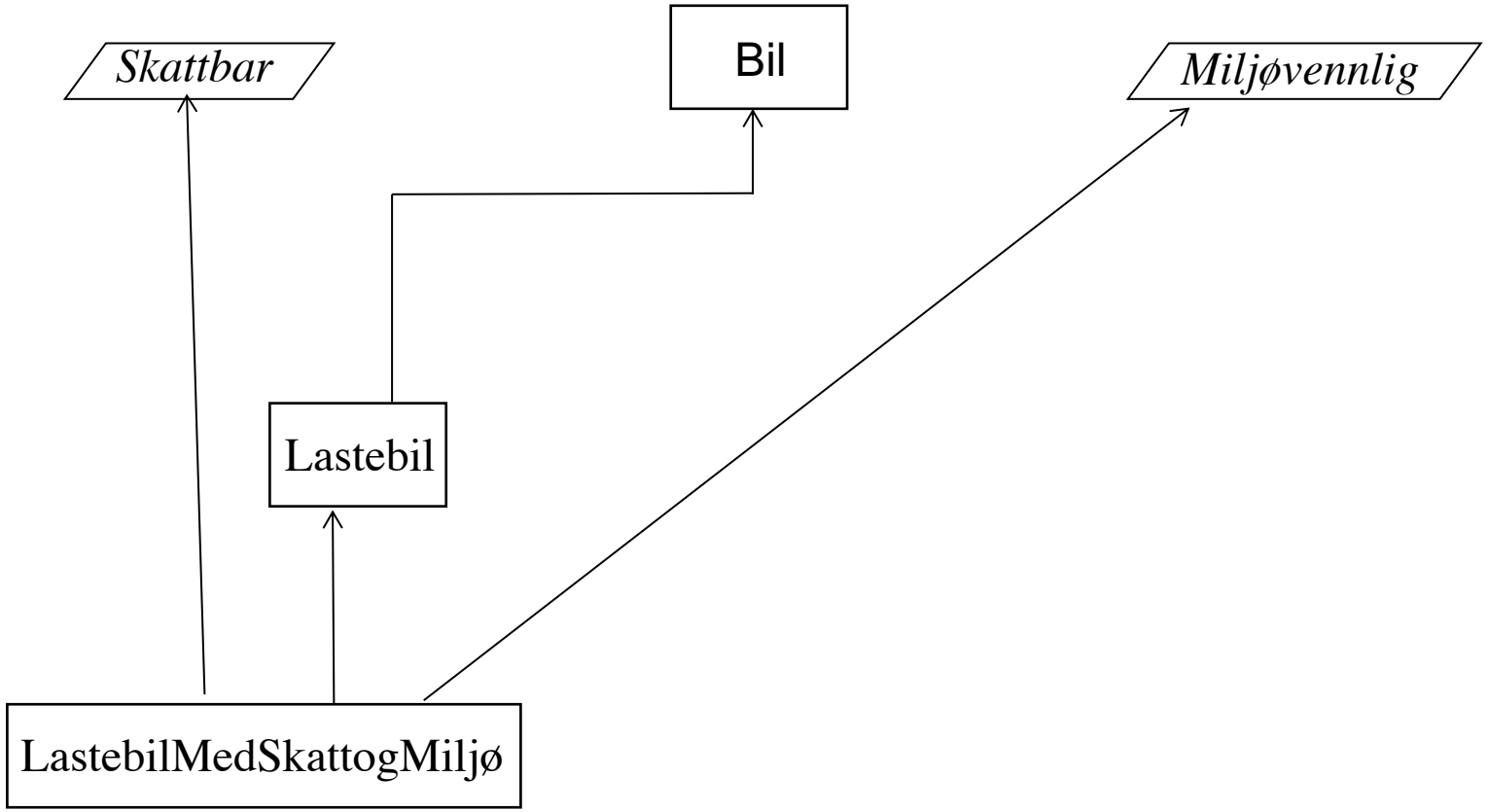



```
interface Skattbar {
    double toll();
    double moms();
}
```

```
class Bil {
    final String regNr;
}
```

```
class Personbil extends Bil {
    protected  int antPass;
}
```

Om å implementere to interfacer



UNIVERSITETET I OSLO

Om å implementere to interfacer

Institutt for informatikk

Lastebil-rollen i (arv fra) klassehierarkiet

```
class LastebilMedSkattogMiljø extends Lastebil implements Miljøvennlig, Skattbar {
   protected double innkjøpspris = 200000;
   protected int utslipp = 400;
   @Override
   public double toll(){return innkjøpspris*0.1;}
   @Override
   public double moms(){return 1.25;}
   @Override
   public int cO2Utslipp(){return utslipp;}
   @Override
   public boolean svaneMerket(){return false;}
}
```

rollen "Skattbar"

rollen "Miljøvennlig"

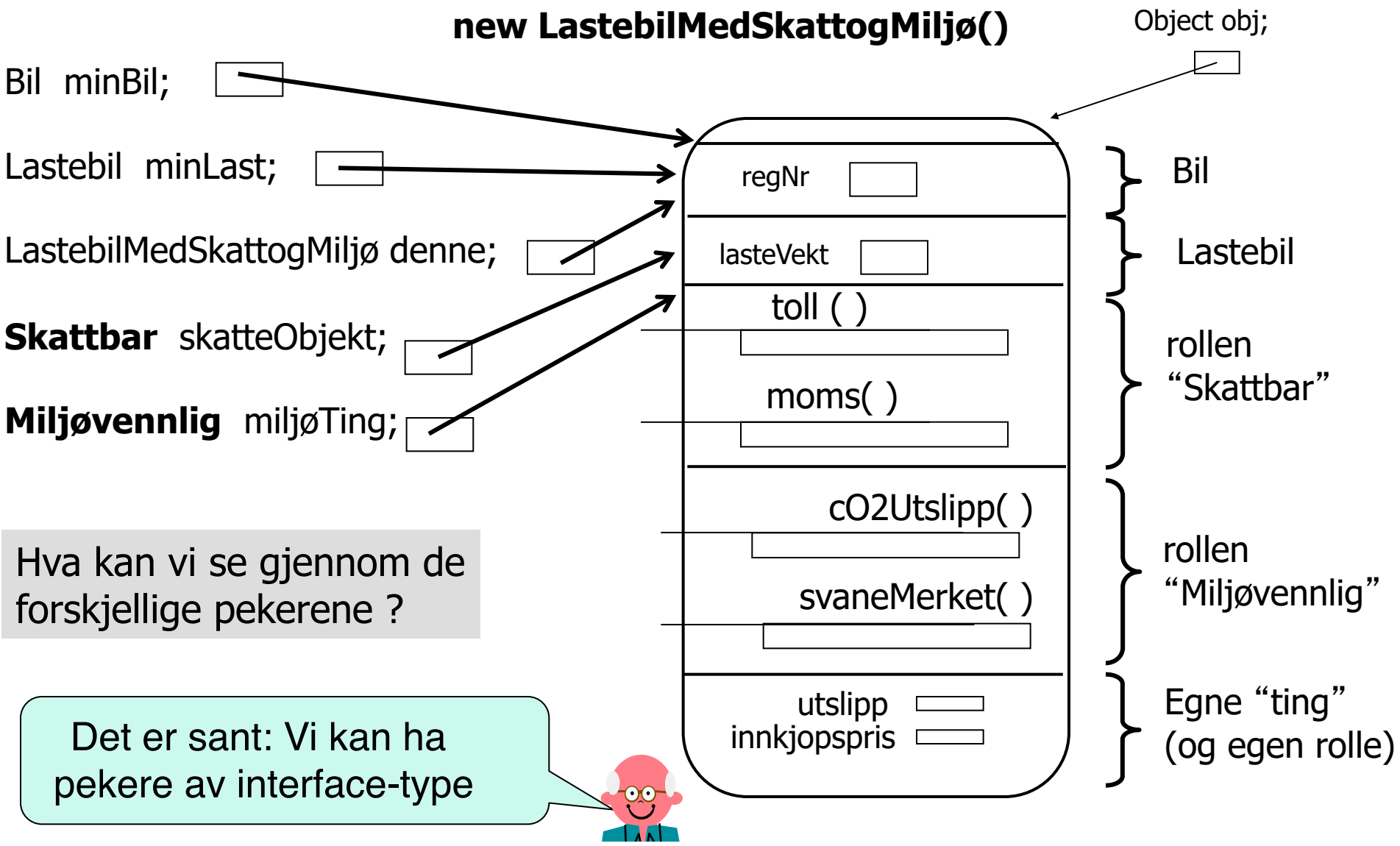
```
interface Skattbar {
    double toll();
    double moms();
}
```

```
interface Miljøvennlig {
   int co2Utslipp();
   boolean svaneMerket();
}
```

```
class Bil {
    final String regNr;
}
```

```
class Lastebil {
    protected  double lasteVekt;
}
```

Et objekt og noen pekere



Hva kan vi se gjennom de forskjellige pekerene ?

Det er sant: Vi kan ha pekere av interface-type

Enda mer om interface

- Navnet på et interface kan brukes som typenavn når vi lager referanser (det så vi på forrige side)
- Vitsen med et interface er å spesifisere **hva** som skal gjøres (ikke hvordan)
- Vanligvis er det flere implementasjoner av et interface (flere klasser implementerer det).
- Vi vet: En klasse kan implementere (flere) interface samtidig som klassen også er subklasse av (bare) én annen klasse.
- En implementasjon (av et interface) skal kunne endres uten at resten av programmet behøver å endres.

- Vi har en **ny type**: interfacenavn:
  «Skattbar» og «Miljøvennlig» er referansetyper

Interface lærdom

- Et interface har bare
  - metodenavn med parametre, men ikke kode (husk ;)
- Definerer en ’type’ / ’rolle’ som andre må implementere
- Meget nyttig, brukes mye ved distribuerte systemer og generelle programbiblioteker som Javas eget
- Ulempe: Koden/implementasjonen må gjøres mange ganger

- **I informatikk, også kjent under navnet ADT** = Abstrakt Data Type
  - Vi definerer ***hva*** en ny datatype skal gjøre, ***ikke hvordan*** dette gjøres (derfor «Abstrakt»)
  - Det kan være mange mulige implementasjoner (=måter å skrive kode på) som lager en slik datatype.
  - Hva som er beste implementasjon må avgjøres etter hvilken bruk vi har.

Ekstra eksempler:
Mer om Biler og Lastebiler:
Legg til metoder for å skrive ut på skjerm:

```
class Bil {
    protected String regNr;
    public void skriv(){
        System.out.println(“Registreringsnummer: " + regNr);
    }
}
```

```
class Lastebil extends Bil {
    double lasteVekt;
    @Override
    public void skriv (){
        super.skriv();
        System.out.println("Lastevekt: " + lasteVekt);
    }
}
```

Skriv i LastebilMedSkattOgMiljo


```
class LastebilMedSkattOgMiljo extends Lastebil implements Skattbar, Miljøvennlig {
    protected double innkjopspris = 200000;
    protected int utslipp = 400;
    @Override
    public double  toll( ) { return innkjopspris * 0.1; }
    @Override
    public double moms( ) {return 1.25;}
    public void skrivSkatt( ) {
         System.out.println("Innkjøpspris " + innkjopspris);
    }
    @Override
    public int cO2Utslipp ( ) {return utslipp; }
    @Override
    public boolean svaneMerket () { return false; }
    public void skrivMiljo( ) {
         System.out.println("Utslipp " + utslipp);
    }
    @Override
    public void  skriv( ) {
          System.out.println("Lastebil med skatt og miljø: ");
          super.skriv( );   skrivSkatt();   skrivMiljo();
    }
}
```

rollen "Skattbar"

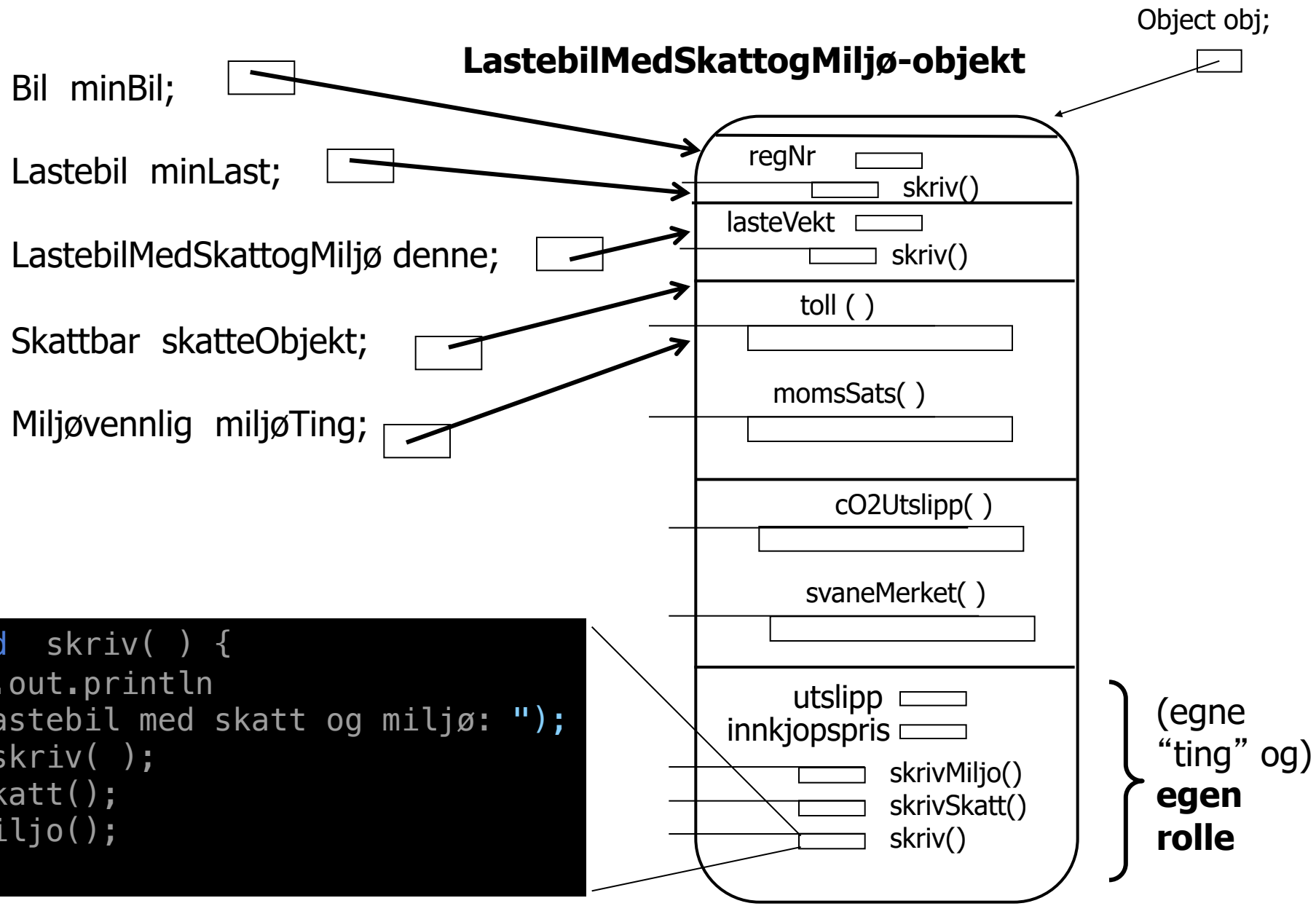
rollen "Miljøvennlig"

Ny "Skriv"-rolle som del av LastebilMed. . .

(Skattbar og Miljøvennlig som før)

Det er ikke naturlig at Skatt og Miljo skal **kreve** en "skriv"-metode (?)

Skriv i LastebilMedSkattogMiljø



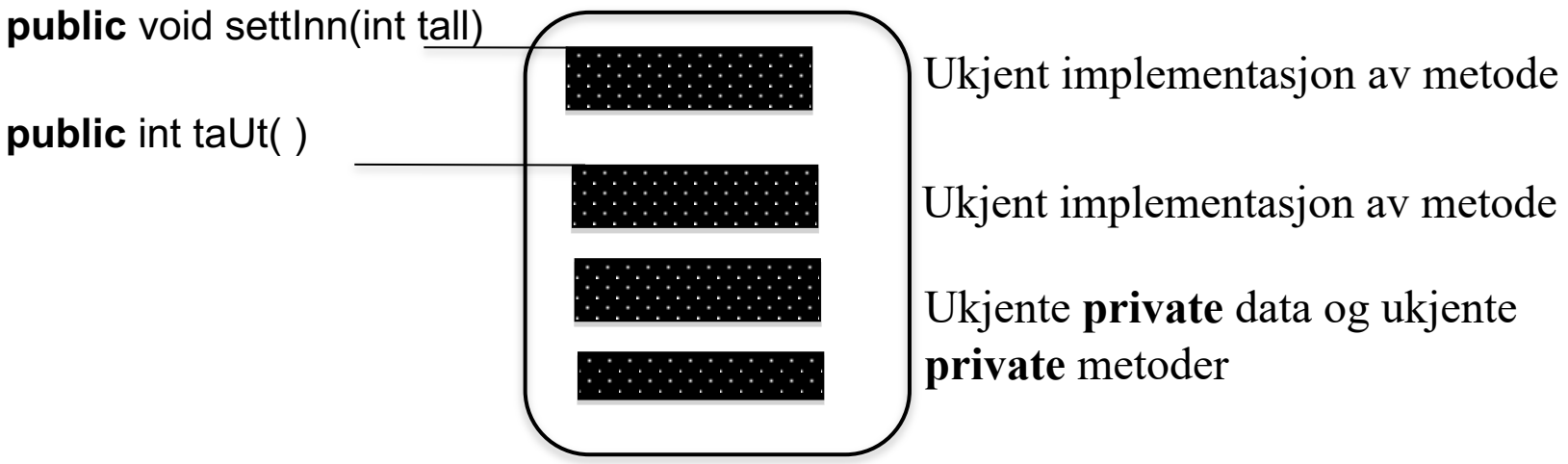

```
public void  skriv( ) {
    System.out.println
       ("Lastebil med skatt og miljø: ");
    super.skriv( );
    skrivSkatt();
    skrivMiljo();
}
```

(Delvis) ny bruke av interface

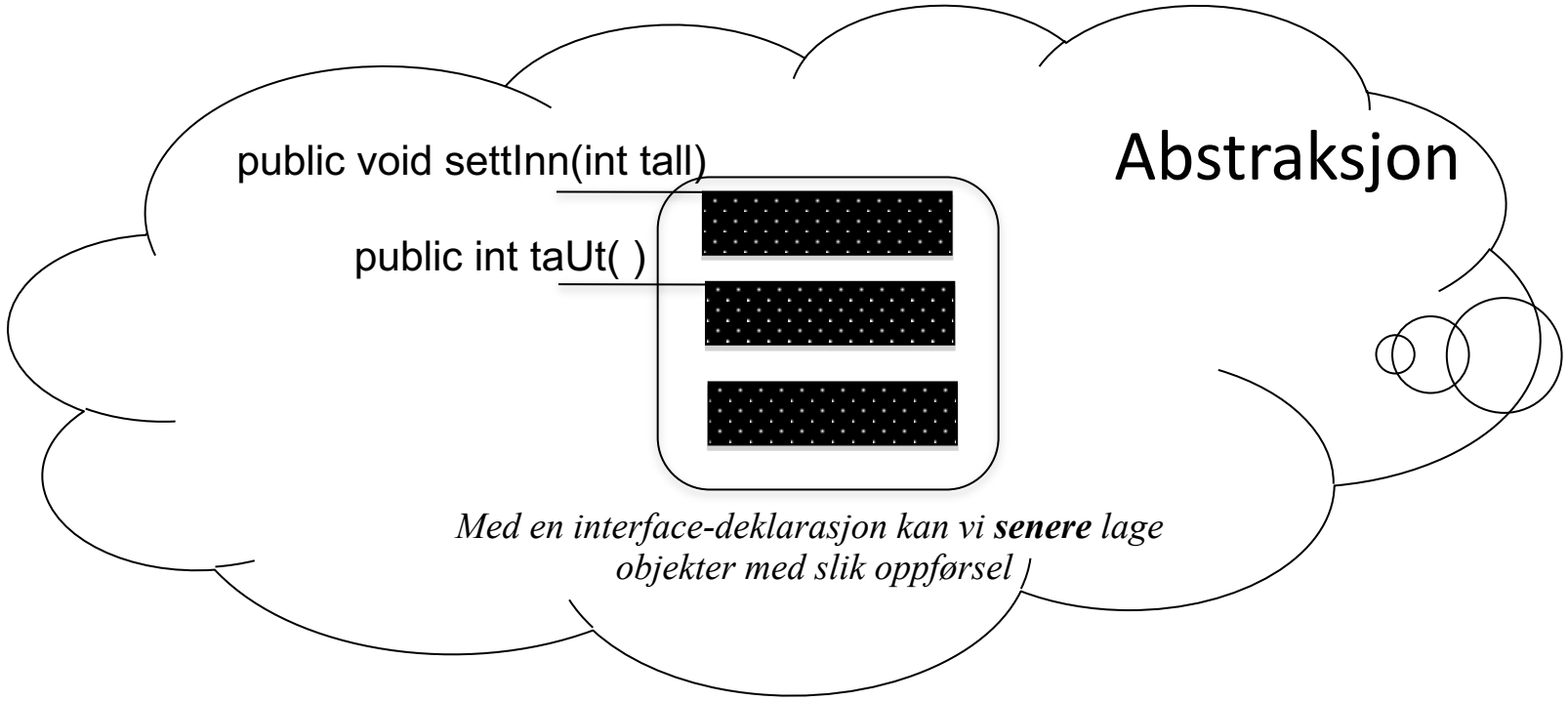
Interface som spesifikasjon av grensesnitt

Objektorientering handler om å tydeliggjøre objektenes public-metoder – abstraksjon

Husk da vi snakket om enhetstesting:



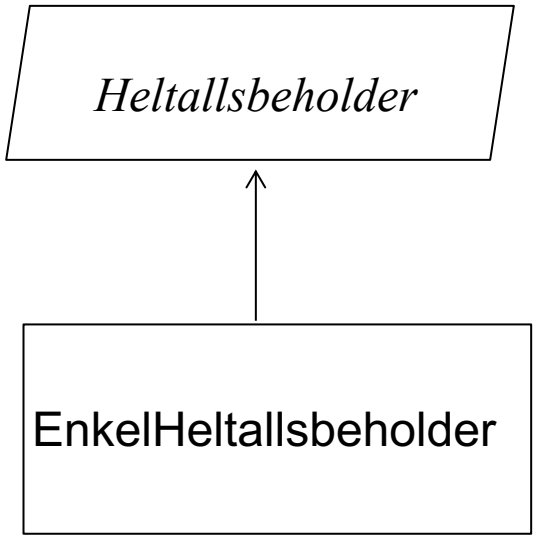
Objekt som kan ta vare på heltall (heltallsbeholder)




```
interface Heltallsbeholder {
    void settInn(int tall);
    int taUt( );
}
```

~~new Heltallsbeholder()~~

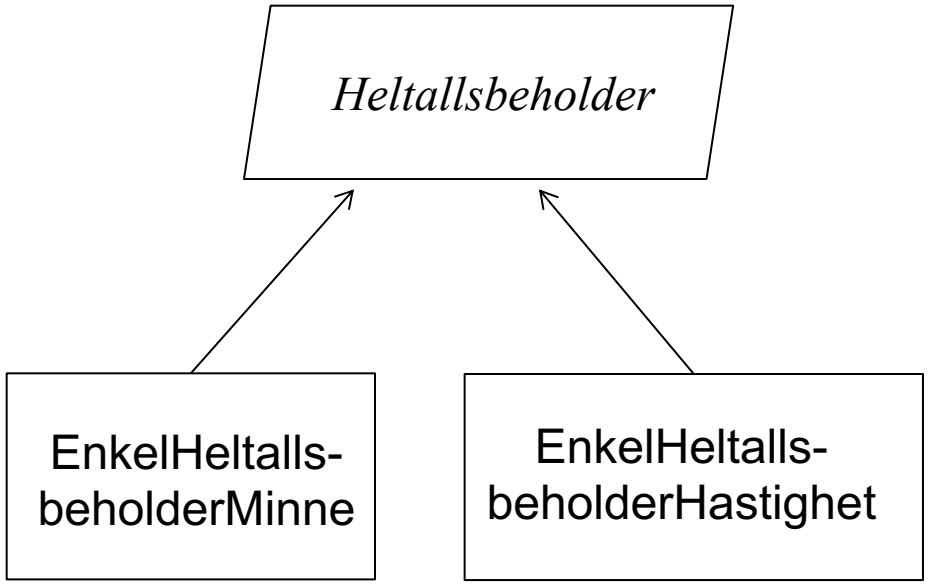
Interface: Klassehierarki og Java-kode




```
interface Heltallsbeholder {
   void settInn(int tall);
   int taUt( );
}
```

```
class EnkelHeltallsbeholder implements Heltallsbeholder {
    protected int [ ] tallene = new int [100];
    protected int antall;
    @Override
    public void settInn(int tall) { . . . }
    @Override
    public int taUt( ) { . . . }
}
```

VIKTIG: Ett interface
Flere forskjellige implementasjoner




```
interface Heltallsbeholder {
   void settInn(int tall);
   int taUt( );
}
```

```
class EnkelHeltallsbeholderMinne
                implements Heltallsbeholder {
   protected int [ ] tallene = new int [100];
   protected int antall;
   public void settInn(int tall) { . . . }
   public int taUt( ) { . . . }
}
```

”Ikke-funksjonelle” forskjeller på implementasjonene. For eksempel hastighet, minnebruk, . . .

```
class EnkelHeltallsbeholderHastighet
            implements Heltallsbeholder {
   protected ArrayList . . . . .
   public void settInn(int tall) { . . }
   public int taUt( ) { . . . }
}
```

VIKTIG

Kan da lett bytte ut implementasjonen:

```
class BeregnEttEllerAnnet {
    . . .
    Heltallsbeholder hBeholder = new EnkelHeltallsbeholderHastighet( );
     . . .
     . . .
     . . .
    hBeholder.settInn(7);
    int x = hBeholder.taUt();
     . . .
    hBeholder.settInn(13);
    hBeholder.settInn(7102);
    hBeholder.settInn(14);
     . . .
    int y = hBeholder.taUt();
     . . .
}
```

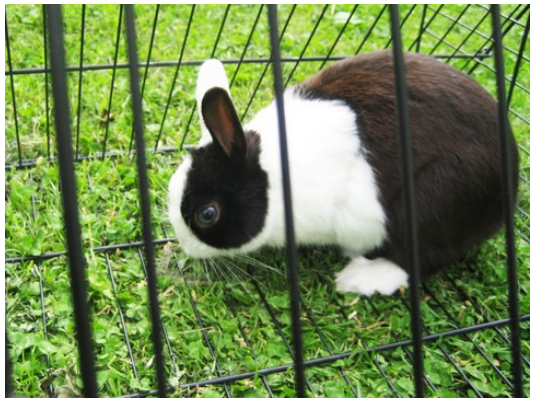
Kan byttes ut med

```
new EnkelHeltallsbeholderMinne( );
```

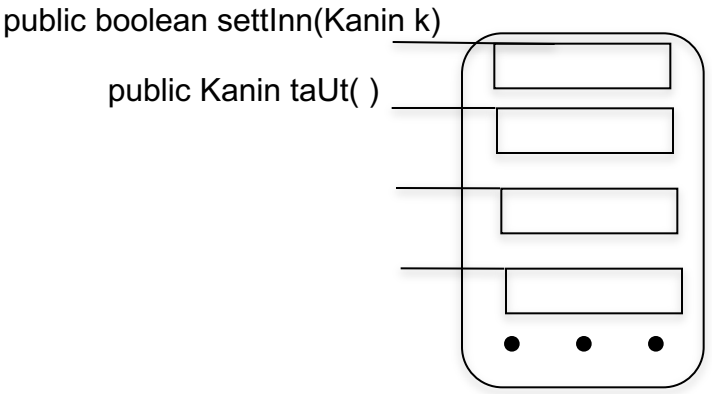
Resten av programmet er uforandret

Kaninbur som et sted for kaninoppbevaring


```
interface KaninOppbevaring {
    public boolean settInn(Kanin k);
    public Kanin taUt( );
}
```



```
class Kaninbur implements KaninOppbevaring {
    private Kanin denne = null;
    @Override
    public boolean settInn(Kanin k) {
        . . .
    }
    @Override
    public Kanin taUt( ) {
       . . .
    }
}
```



Et objekt av en klasse som implementerer grensesnittet KaninOppbevaring

Full kode


```
class Kanin {
    private  String navn;
    public Kanin(String nv) {navn = nv;}
}
```

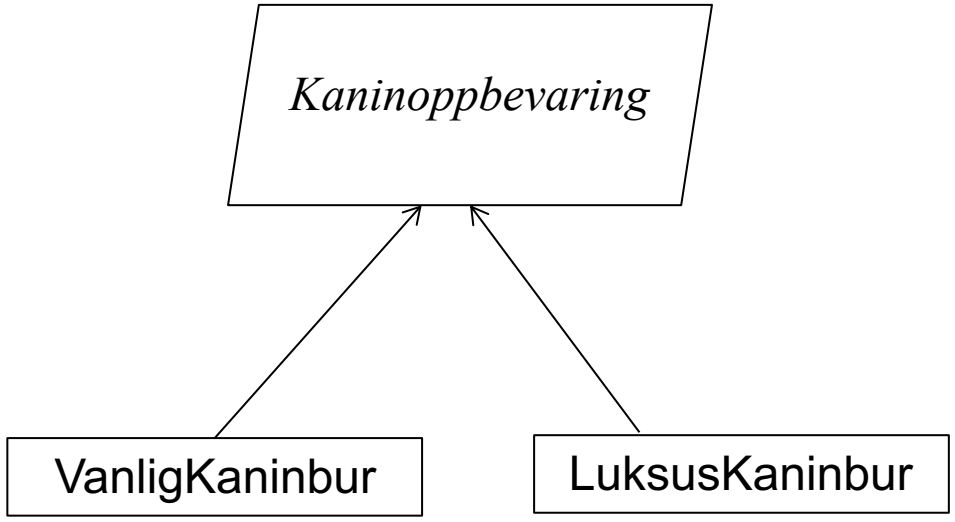
```
interface KaninOppbevaring {
    public boolean settInn(Kanin k);
    public Kanin taUt( );
}
```

```
class Kaninbur implements KaninOppbevaring {
    private Kanin denne = null;
    @Override
    public boolean settInn(Kanin k) {
        if (denne == null)  {
            denne = k;
            return true;
        }
        else return false;
    }
    @Override
    public Kanin taUt( ) {
        Kanin k = denne;
        denne = null;
        return k;
    }
}
```

Interface for å tydeliggjøre ”public-metodene”:

Vi kan lage forskjellige implementasjoner

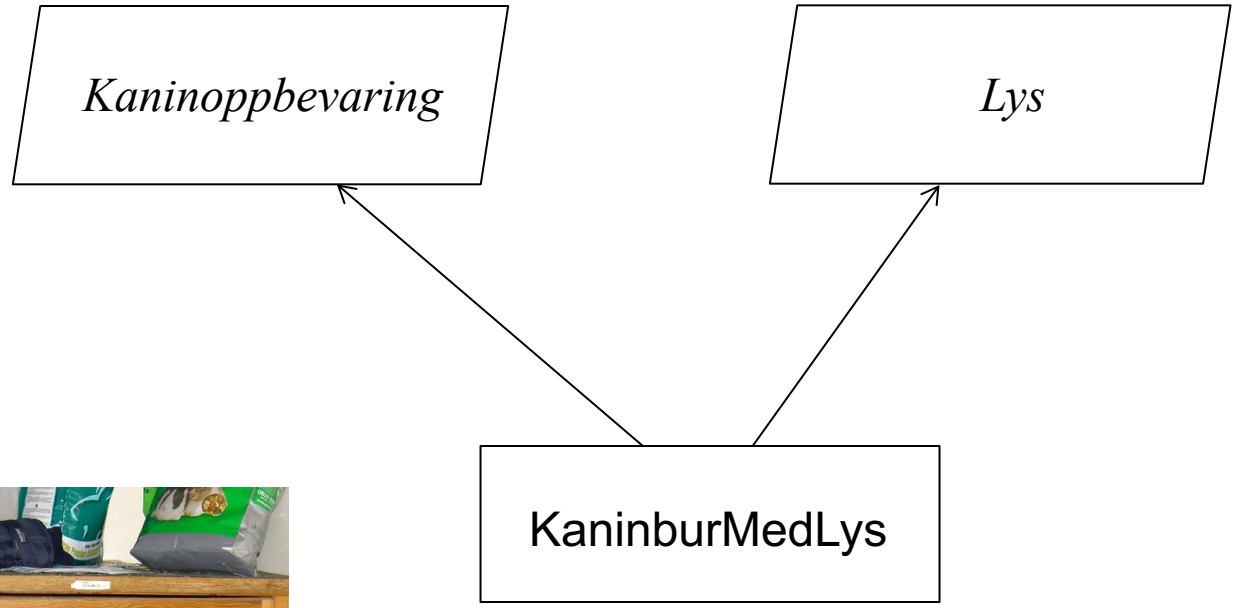
```
interface KaninOppbevaring {
    public boolean settInn(Kanin k);
    public Kanin taUt( );
}
```



KaninburMedLys

Institutt for informatikk

Når en kanin vil ha lys på om natten:



Lys: Et sted/rom hvor det er lys som kan slås på og av

```
interface Lys {
    public void tennLyset ( );
    public void slukkLyset ( );
}
```

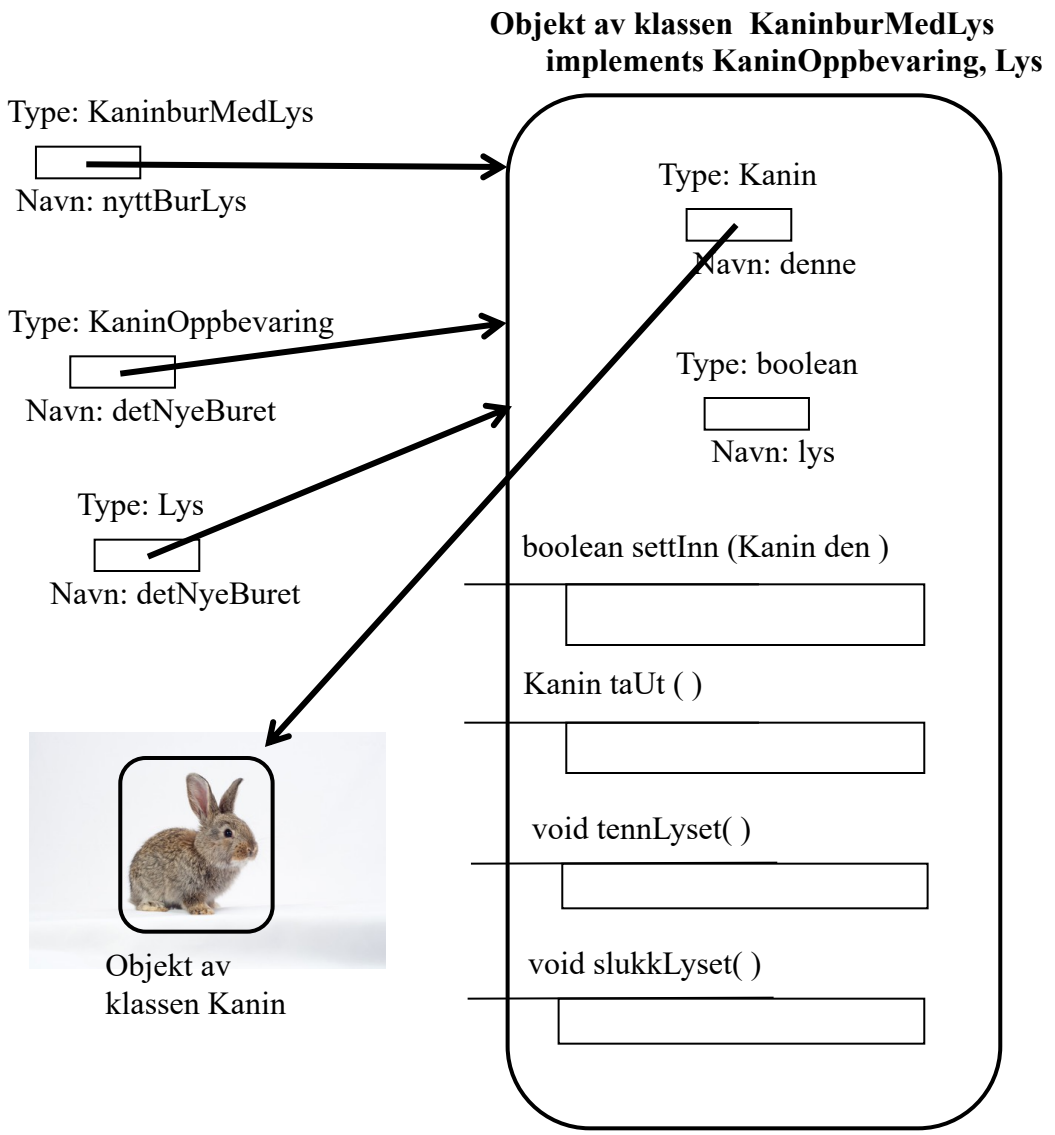
Vi kan lage kassen KaninburMedLys på denne måten: Én klasse – to grensesnitt


```
class KaninburMedLys implements
                    KaninOppbevaring, Lys {
    private boolean lys = false;
    private Kanin denne = null;
    @Override
    public boolean settInn(Kanin k) {
        . . .
    }
    @Override
    public Kanin taUt( ) {
        . . .
    }
    @Override
    public void tennLyset ( )  {lys = true;}
    @Override
    public void slukkLyset ( ) {lys = false;}
}
```

```
interface KaninOppbevaring {
    public boolean settInn(Kanin k);
    public Kanin taUt( );
}
```

```
interface Lys {
    public void tennLyset ( );
    public void slukkLyset ( );
}
```

Ett objekt– to grensesnitt – tre briller




```
interface KaninOppbevaring {
   public boolean settInn(Kanin k);
   public Kanin taUt( );
}
```

```
interface Lys {
     public void tennLyset ( );
     public void slukkLyset ( );
}
```

Forskjellige briller = forskjellige roller

Én klasse – to grensesnitt: Full kode


```
class KaninburMedLys implements
                    KaninOppbevaring, Lys {
    private boolean lys = false;
    private Kanin denne = null;
    @Override
    public boolean settInn(Kanin k) {
        if (denne == null)  {
            denne = k;
            return true;
        }
        else {return false;}
    }
    @Override
    public Kanin taUt( ) {
        Kanin k = denne;
        denne = null;
        return k;
    }
    @Override
    public void tennLyset() {lys = true;}
    @Override
    public void slukkLyset(){lys = false;}
}
```

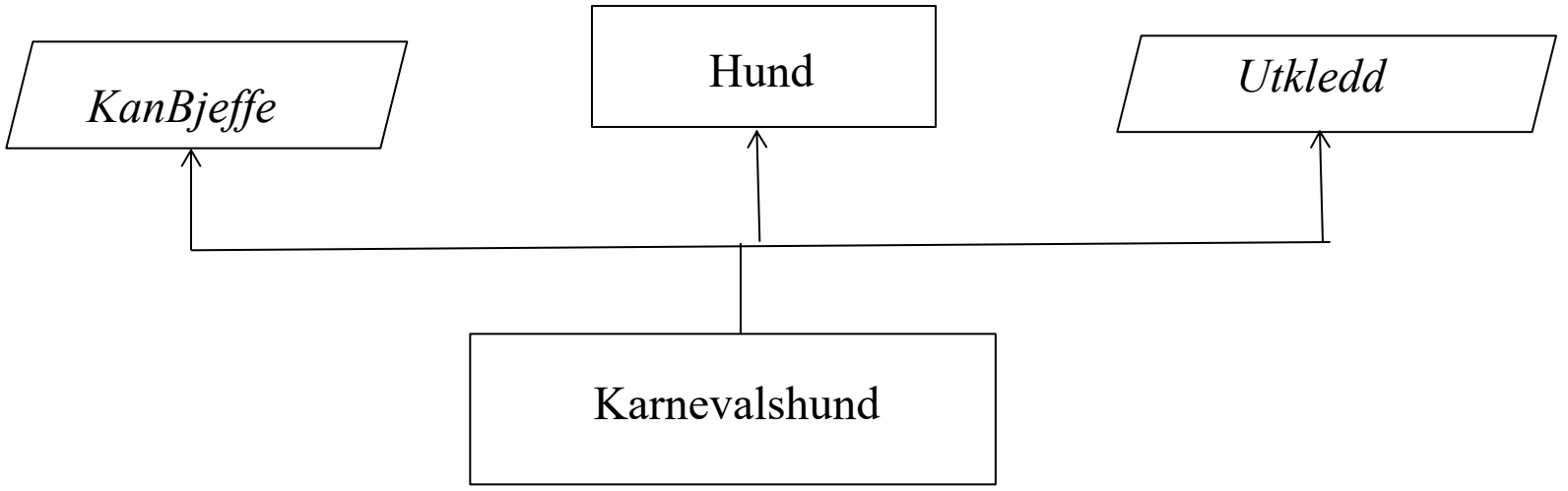
```
interface KaninOppbevaring {
    public boolean settInn(Kanin k);
    public Kanin taUt( );
}
```

```
interface Lys {
    public void tennLyset ( );
    public void slukkLyset ( );
}
```

Karnevalshund

Foto: AP

To (eller flere) grensesnitt
= to (eller flere) roller



Flere eksempler: En klasse – mange grensesnitt


```
class Hund {protected double vekt;}
```

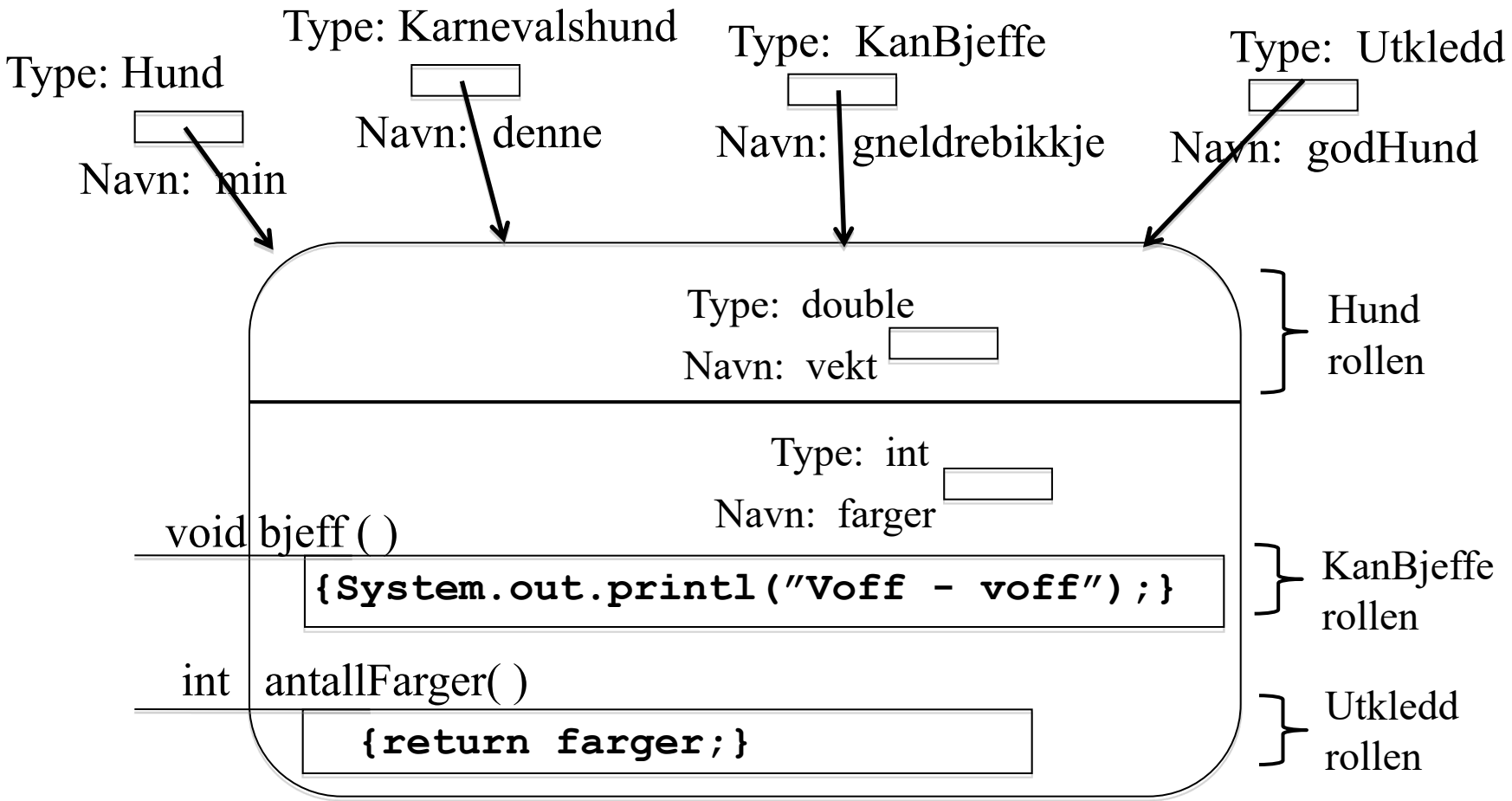
```
interface KanBjeffe{
      void bjeff();
}
```

```
interface Utkledd {
      int antallFarger();
}
```

Foto: AP

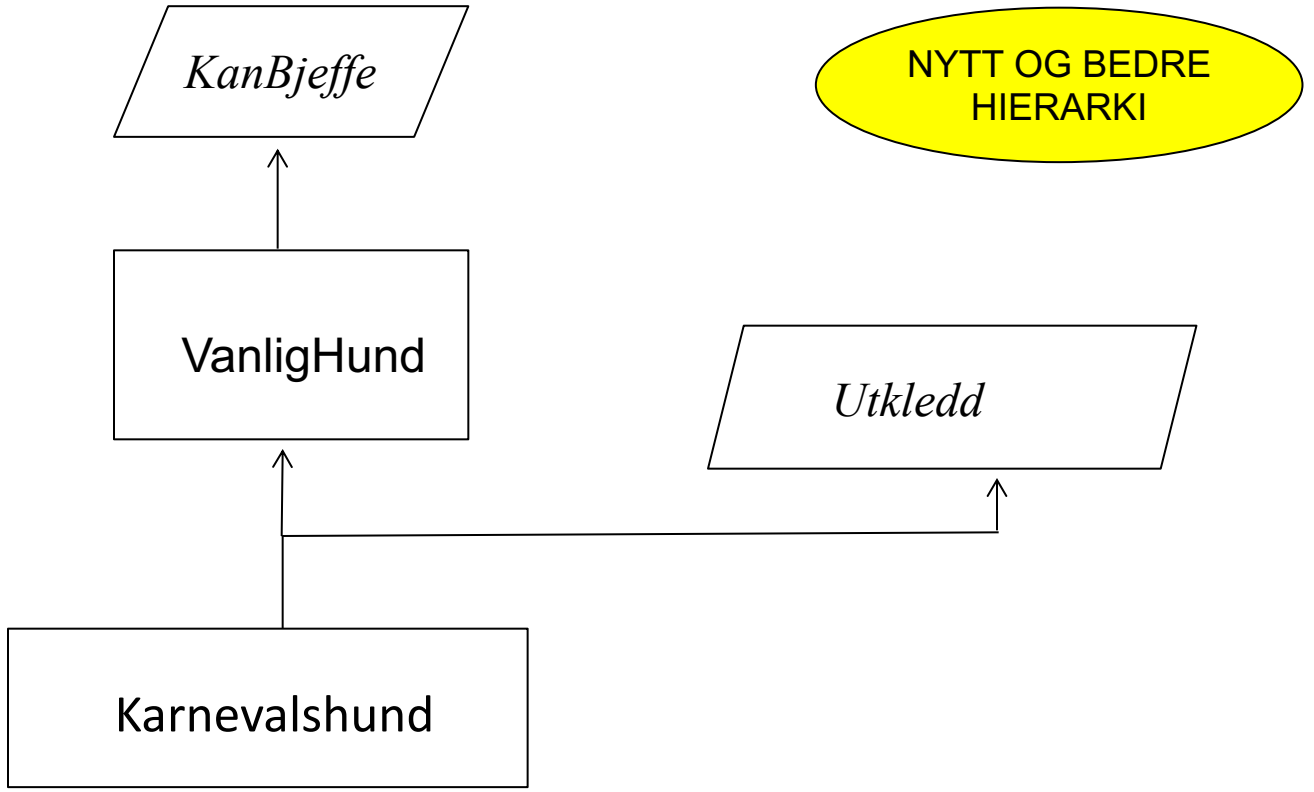
```
class Karnevalshund extends Hund implements KanBjeffe, Utkledd {
    protected int farger;
    public Karnevalshund (int frg) { farger = frg; }
    @Override
    public void bjeff( ) {
        System.out.printl("Voff – voff");
    }
    @Override
    public int antallFarger() {
        return farger;
    }
}
```

```
Karnevalshund   passopp  = new Karnevalshund( ):
Hund            min      = passopp;
KanBjeffe       gneldrebikkje = passopp;
Utkledd         godHunden = passopp;
```



Objekt av klassen Karnevalshund

Eller kanskje bedre:



Denne figuren avspeiler
”interface”-ene og ”class”-ene på neste siden

```
interface KanBjeffe{
      void bjeff();
}
```

```
interface Utkledd {
      int antallFarger();
}
```

```
class VanligHund implements KanBjeffe {
    @Override
    public void bjeff() {
        System.out.println("Vov-vov");
    }
}
```

Foto: AP

```
class Karnevalshund extends VanligHund implements Utkledd {
    protected int farger;
    public Karnevallshund (int frg) {
        farger = frg;
    }
    @Override
    public int antallFarger() {
        return farger;
    }
}
```

UNIVERSITETET I OSLO

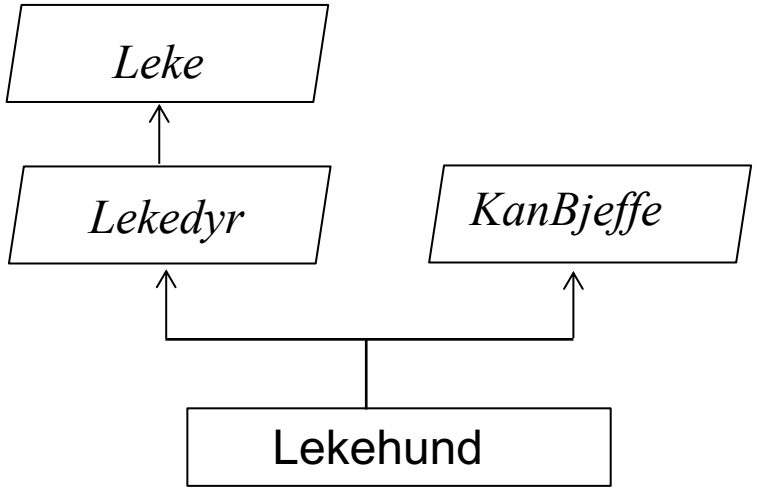
Institutt for informatikk

```
interface Leke {
    String type();
}
```

```
interface KanBjeffe{
    void bjeff();
}
```

NYTT

```
interface Lekedyr extends Leke {
    int hoyde();
    boolean mykPels();
}
```

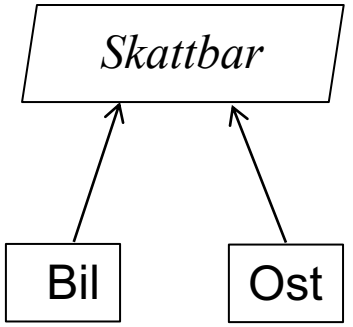



```
class Lekehund implements Lekedyr, KanBjeffe {
    int hoyde;  boolean myk;
    Lekehund(int h, boolean myk) {
        hoyde = h;  this.myk = myk;
    }
    @Override
    public String type() { return "Hund";}
    @Override
    public  int hoyde () {return hoyde;}
    @Override
    public boolean mykPels () {return myk;}
    @Override
    public void bjeff() {System.out.println("Vov-vov");}
}
```

BATTERIES INCLUDED

Tilbake til skatteetaten: Både biler og ost skal skattlegges
Ett grensesnitt, flere klasser.


```
interface Skattbar{                  // Skatt på importerte varer
    int skatt();
}

class Bil implements Skattbar {  // Bil: 100% skatt
    protected . . .
    protected int importpris;
    public Bil ( . . . ) { . . . }
    @Override
    public int skatt( ){return importpris;}
    . . .
}

class Ost  implements Skattbar {  // Ost: 200% skatt
    protected int importprisPrKg;
    protected  . . .
    public Ost (. . . ) { . . . }
    @Override
    public int skatt( ){return . . .  * 2;}
}
```



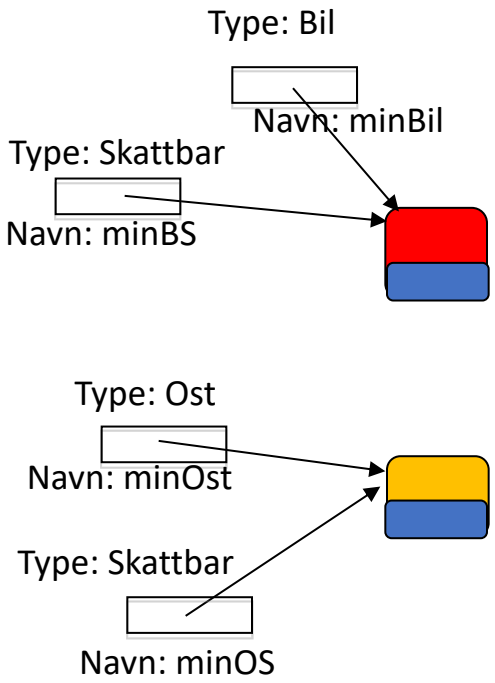
Dette eksemplet har store likheter med Skatteetaten-eksemplet forrige uke

Hva er likt?

Hva er forskjellig?

Legg merke til at metoden skatt er implementert på forskjellige måter i Bil og Ost.


```
Bil minBil = new Bil ("BP12345", 100000);
Skattbar minBS = minBil;
Ost minOst = new Ost(100, 2);
Skattbar minOS = minOst;

int totalSkatt = 0;
totalSkatt = totalSkatt + minBS.skatt();
totalSkatt = totalSkatt + minOS.skatt();
```



Rollen Skatt

Rollen Bil (untatt Skatt)

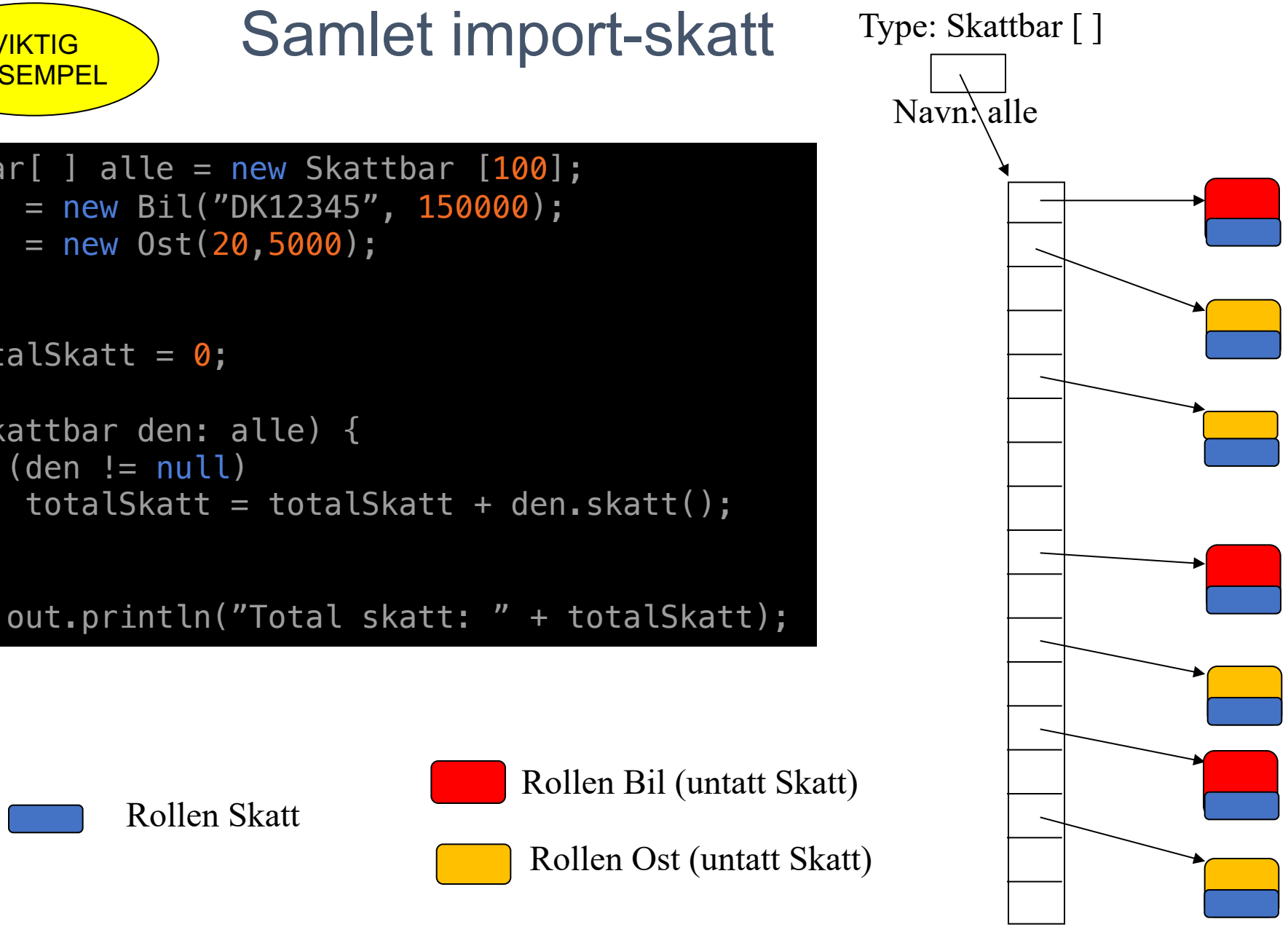
Rollen Ost (untatt Skatt)

Generalisering på neste side

VIKTIG EKSEMPEL

Samlet import-skatt


```
Skattbar[ ] alle = new Skattbar [100];
alle[0] = new Bil(”DK12345”, 150000);
alle[1] = new Ost(20,5000);
. . .
. . .
int totalSkatt = 0;

for (Skattbar den: alle) {
    if (den != null)
        totalSkatt = totalSkatt + den.skatt();
}

System.out.println(”Total skatt: ” + totalSkatt);
```



Klassene Bil og Ost – Full kode


```
interface Skattbar{                    // Skatt på importerte varer
    int skatt();
}

class Bil implements Skattbar {  // Bil: 100% skatt
    final public String regNr;
    protected int importpris;
    public Bil (String reg, int imppris) {
        regNr = reg; importpris = imppris;
    }
    @Override
    public int skatt( ){return importpris;}
}

class Ost implements Skattbar {  // Ost: 200% skatt
    protected int importprisPrKg;
    protected int antKg;
    public Ost (int kgPris, int mengde) {
        importprisPrKg = antKg; antKg = mengde;
    }
    @Override
    public int skatt( ){return importprisPrKg*antKg*2;}
}
```

Litt om invarianter og om å lage gode programmer

Mer den 16. mai.

Først:

Norsk: Antagelser / Betingelser
Engelsk: Assertions / Conditions

- En beskrivelse av tilstanden på et bestemt sted i programmet kalles en antagelse eller en betingelse, f.eks.:

```
int tall = 0;
while (tall < 10) {
        tall++;
}
// Nå er !(tall < 10)
// dvs.   tall >= 10
```

tall >= 10 kalles en antagelse eller en betingelse

Et godt program inneholder kommentarer med gyldige antagelser om tilstanden til variablene i programmet på dette stedet i koden

WIKIPEDIA:
Invariant (computer science)

- In computer science, an **invariant** is a condition that can be relied upon to be true during execution of a program, or during some portion of it. It is a logical assertion that is held to always be true during a certain phase of execution. For example, a **loop invariant** is a condition that is true at the beginning and end of every execution of a loop.
  . . . . .
- Programmers often use assertions in their code to make invariants explicit. Some object oriented programming languages have a special syntax for specifying **class invariants**.

"Loop invariants" skal vi ikke snakke om nå men den 16. mai.

Invarianter i objekter

- Ofte kalt (noe unøyaktig) “class invariants”
  - Men handler om instansvariablene

- En invariant på datastrukturen i et objekt hjelper oss å programmere (public) metodene bedre og mer oversiktlig

- En invariant på datastrukturen i et objekt sier oss noe om instansvariablenes verdier, forholdet mellom verdiene til instansvariablene og generelt om datastrukturen inne i objektet

- En invariant på datastrukturen i et objekt forklarer oppgaven til instansvariablene og begrenser verdiene de kan ha
  - Litt slik som typen til en variabel gjør

Som vanlig: Et veldig enkelt eksempel:

Kaningård

Navn: antall

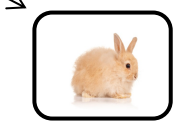
3

Type: int

Kanin [ ] alle

0
1
2
3

MAXANT - 1



```
public void settInn (Kanin en)
{
    alle [antall] = en;
    antall ++;
}
```

```
public Kanin  taUt( )
{
    antall --;
    return alle [antall];
}
```

```
public  Kaningard ( )
{
    antall = 0;
}
```

Ikke særlig robust program

La oss se på kode:

- BrukKanin.java

Invarianten holder i det objektet opprettes OG alle metodene bevarer innvarianten -> Da holder invarianten alltid

public void settInn (Kanin en)

Pre-condition: Invarianten gjelder

```
if (antall < MAXANT) {
        alle [antall] = en;
        antall ++;
}
```

Post-condition: Invarianten gjelder

public Kanin taUt( )

Pre-condition: Invarianten gjelder

```
if (antall > 0)  {
        antall --;
        return alle [antall];
} else return null;
```

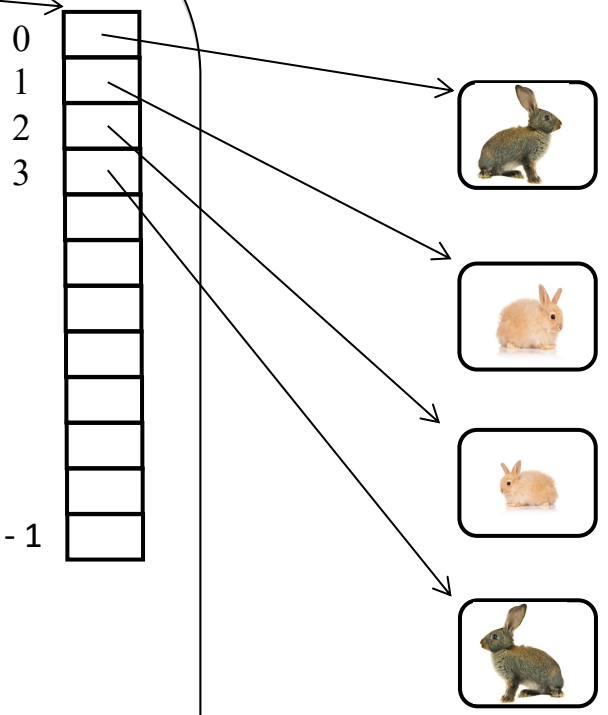
Post-condition: Invarianten gjelder

Navn: antall

3

Type: int

Kanin [ ] alle



Invariant:
0 <= antall <= MAXANT og
alle kaninene er lagret fom.
alle[0] tom. alle[antall-1]

public Kaningard ()

Pre-condition: true

```
antall = 0;
```

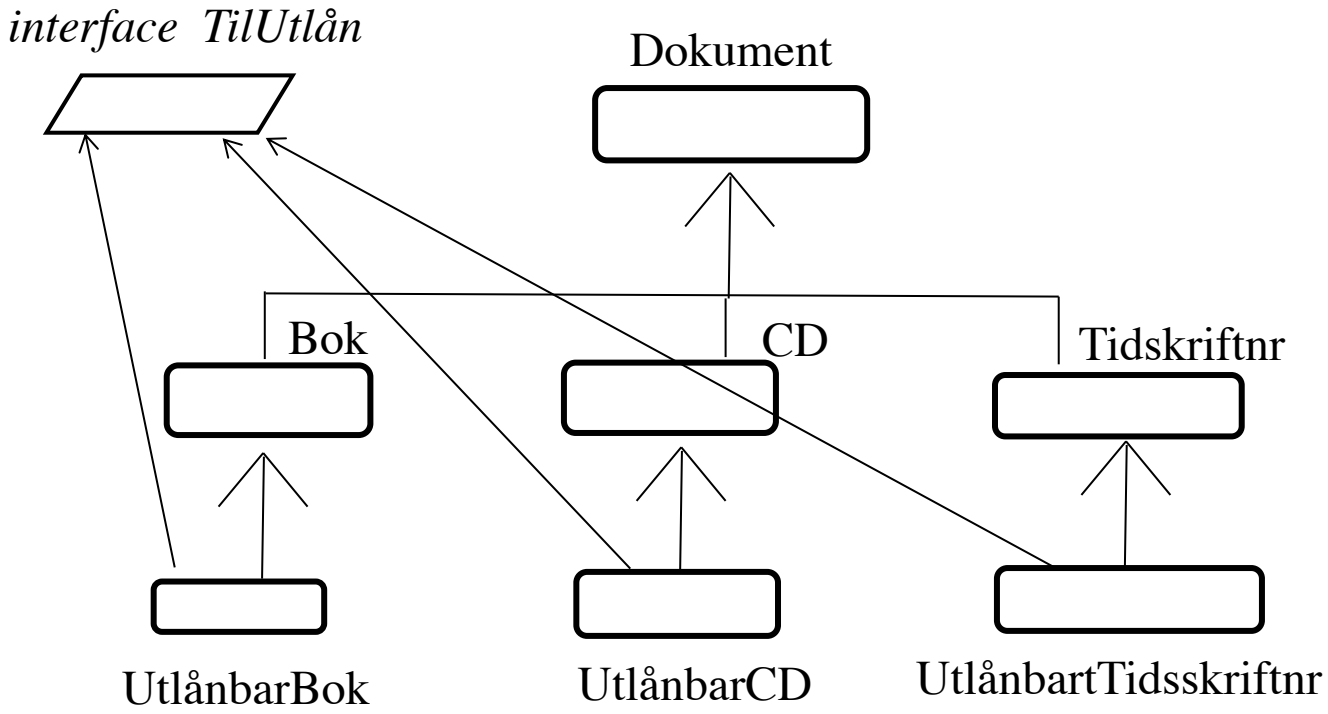
Post-condition: Invarianten gjelder

(Hva gjør denne kaninen her ?)

Hoved "take-away" i dag

- To hoved-grunner til å bruke interface:

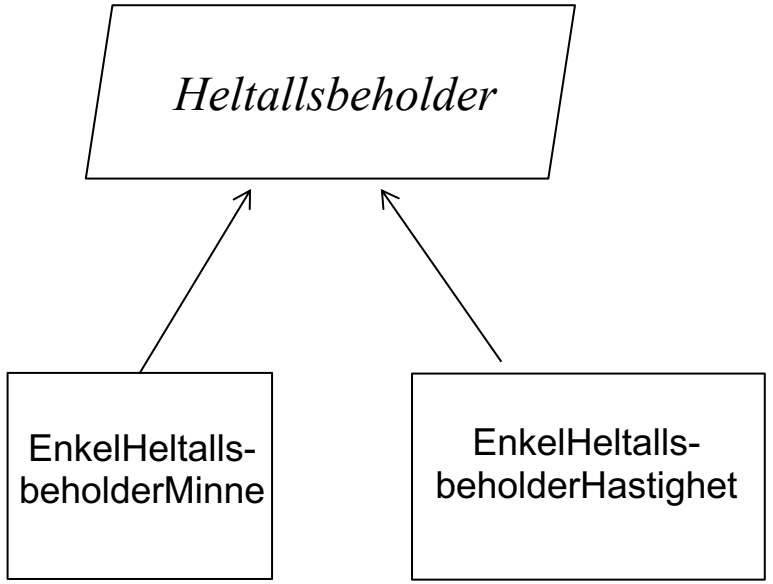
Multippel arv og samme oppførsel på tvers av klasser



+ Både Biler og Oster er *Skattbare*

Forskjellig / ukjent implementasjon men samme oppførsel

```
Heltallsbeholder hBeholder = new . . .
```



Oppsummering om interface

- Java har en mekaniske "interface" som
- Tydeliggjør og definerer en (implementerendes) klasses grensesnitt
  - Abstraksjon / Innkapsling / Skjuling av detaljer
- Kan brukes til multippel arv av oppførsel
  - Men alle metodene må implementeres på nytt
  - Så Java har ikke multippel arv av kode
- Er en "rolle" på linje med klasser og subklasser
- Kan brukes som en referansetype
- Alle egenskapene til et interface er **metoder** (metodesignaturer)
  - ; istedenfor { . . . } bak signaturen / overskriften til metoden