ADT og OO programmering

. . . i JAVA, dvs. i-110 med mer struktur

I. ADT I JAVA - INTERFACE

I.1 grensesnitt skal dokumenteres – Javadoc

I.2 bruk av interface

I.3 implementasjoner av interface

II. OO

II.1 Arv av type og implementasjon

II.2 Abstrakte klasser i Java

III. BRUK OG ... TILPASSING

III.1 Arv ...

III.2 Casting (omstøping)

III.3 Exceptions (unntak)

I. Javadoc

```
/** LIFO (Last In First Out) kø av vilkårlige Objekter – første Objektet er det som ble innsatt sist
 *   @author   Jan Arne Telle
 *   @version  1.2, Aug 19 2000
 */
public interface Stack {
/** legger nye Objekter på toppen av stabel
 *   @param o Objektet som skal settes inn */
     public void push(Object o);

/** fjerner top Objektet fra stabel
 *   @return    top (=sist innsatte) Objektet (?null hvis empty())
 *   @exception NullPointerException  hvis empty() */
     public Object pop();

/** returnerer (uten å fjerne) top Objektet fra stabel
 *   @return    top Objektet
 *   @exception NullPointerException  hvis empty() */
     public Object peek();

/** @return    true hviss (hvis og bare hvis) stabel er tom */
     public boolean empty();
}
```

forbetingelse (pre-condition)
– krav til parametre

bakbetingelse (post-condition)
– beskrivelse av resultatet

> javadoc Stack.java

Interface = en "Abstrakt" Klasse

kun deklarasjoner av grensesnitt operasjoner – med dokumentasjon !!!

importeres og programmeres med (brukes) som alle andre klasser . . . men :

- *har **ingen konstruktører** – nye objekter kan ikke opprettes*
- *skal nye objekter opprettes, må man bruke **en klasse** som implementerer dette interface*
- *dog, interface kan også tilby metode som* newContainer *for "kloning" av eksisterende objekter*

Klasse =

Grensesnitt

- *operasjoner tilgjengelig for bruker*
- *som er implementert på en bestemt måte*

\+ DataStruktur

- *som skal være privat for klassen, dvs. skjult for bruker*
- *kan forandre tilstanden til DS kun v.hj.a. grensesnitt-operasjoner*

NB! Bruker er interessert i – importerer – kun grensesnittet

En implementasjon av ***interface Stack*** (en Stack-Klasse)

```
public class Stab implements Stack {
    private Object[] elems;
    private int antall, max=10;
/** -1 <= antall < max; elemes[antall] - sist innsatte elementet */
    public Stab() {
        elems= new Object[max]; antall= -1; }

    public Object peek() throws NullPointerException {
        if (empty())
            throw new NullPointerException("Tom stabel");
        else return elems[antall];
    }
    public void push(Object o) {
        if (antall=max-1) {
                Object[] temp= new Object[max];
                Copy(elems, temp);
                max= 2*max;
                elems= new Object[max];
                Copy(temp, elems);  }
        antall++;
        elems[antall]= o;
    }
    public Object pop() throws NullPointerException {
        if (empty())
            throw new NullPointerException("Tom!!");
        else {
            antall--;
            return elems[antall+1]; }
    }
    public boolean empty() {
        return antall < 0; }

    public Stack newContainer() {
        return new Stab(); }

/** @param fra.lenght <= til.length */
    private void Copy(Object[] fra, Object[] til) {
        for (int k=0; k<fra.length; k++)
            til[k]= fra[k];
    }
}
```

en programmerer bruker Stab ***kun som*** *en* ***Stack****!*

```
. . .
Stack po = new Stab();
po.push(...); . . .
metode(po);
```

En annen implementasjon av ***interface Stack*** ? IKKE BRA!

```
public class Koe implements Stack {
    private Object[] elems;
    private int antall, max=10;

    public Koe() {
        elems= new Object[max]; antall= -1; }

    public Object peek() throws NullPointerException {
        if (empty())
            throw new NullPointerException("Tom koe");
        else return elems[0];
    }
    public void push(Object o) {
        if (antall=max-1) {
                Object[] temp= new Object[max];
                Copy(elems, temp);
                max= 2*max;
                elems= new Object[max];
                Copy(temp, elems);  }
        antall++;
        elems[antall]= o;
}
```

```
    public Object pop() throws NullPointerException {
        if (empty())
            throw new NullPointerException("Tom!!");
        else {  Object o = elems[0];
            flytt();
            antall--;
            return o; }
    }
    public boolean empty() { return antall < 0; }

    public Stack newContainer() {
        return new Koe(); }

/** @param fra.lenght <= til.length */
    private void Copy(Object[] fra, Object[] til) {
        for (int k=0; k<fra.length; k++)
            til[k]= fra[k];
    }
    private void flytt() {
        for (int k=1; k<= antall; k++)
            elems[k-1] = elems[k];
    }
}
```

En *LIFO/FIFO ADT*

```
public interface LiFi {
/** legger nye Objekter inn i LiFi
 *   @param o Objektet som skal settes inn */
     void add(Object o);

/** fjerner et Objektet fra  LiFi
 *   @return     Objektet = peek()
 *   @exception NullPointerException  hvis empty() */
     Object remove();

/** returnerer (uten å fjerne) et Objekt fra LiFi
 *   @return     Objektet  som remove() ville fjernet
 *   @exception NullPointerException  hvis empty() */
     Object peek();

/** @return     true hviss LiFi er tom */
     boolean empty();

/** @return     et nytt LiFi Objekt */
     LiFi newContainer();
}
```

```
LiFi copy(LiFi inn) {
     LiFi ut = inn.newContainer();
     while (!inn.empty())
        ut.add(inn.remove());
     return ut;
}

LiFi st = new Stab();
LiFi ko = new Koe();
...
LiFi ko1 = copy(ko);  // kopierer ko
LiFi st1 = copy(st);   // reverserer st
```

```
public interface Stack extends LiFi {
/*   LIFO subtype : peek() – sist innsatte objektet
                    X.add(o).peek() = o  */   }
```

```
public interface Queue extends LiFi {
/*   FIFO subtype : peek() – objektet som lagret lengst
                    if X.empty() : X.add(o).peek() = o
                    else X.add(o).peek() = X.peek()   */  }
```

Oppsummering av ADT

Vi programmerer ADT'er

– *modul-grensesnitt som samler noen relaterte funksjoner*

– *et endelig program er bare en sammensetting av forskjellige moduler*

En modul brukes kun gjennom grensesnitt

– *en modul skiller skarpt mellom grensesnitt og implementasjon (intern DataStruktur, valgte algoritmer og deres implementasjon)*

– *modulens DataStruktur skal være private – skjult for brukeren*

– *ofte vil en modul implementere et designert interface*

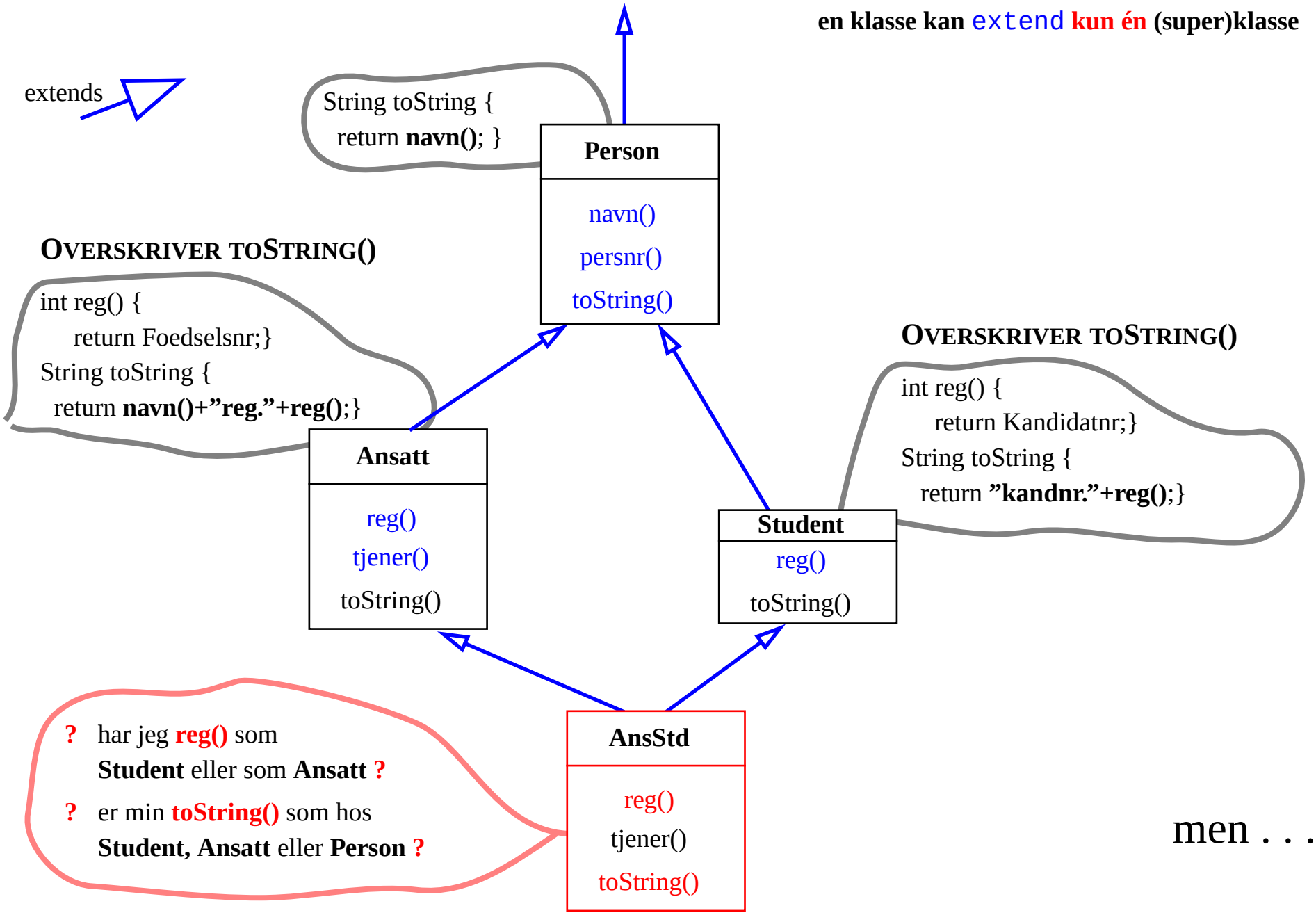
– *kun moduler som oppretter nye objekter av et Interface bruker konkret Klasse (class) som implementerer interfacet*

– *andre burde bruke minst mulig konkrete Klasser og mest mulig ADT (interface)*

II. OO – arv av type & kode

Ingen multippel arv (av kode)

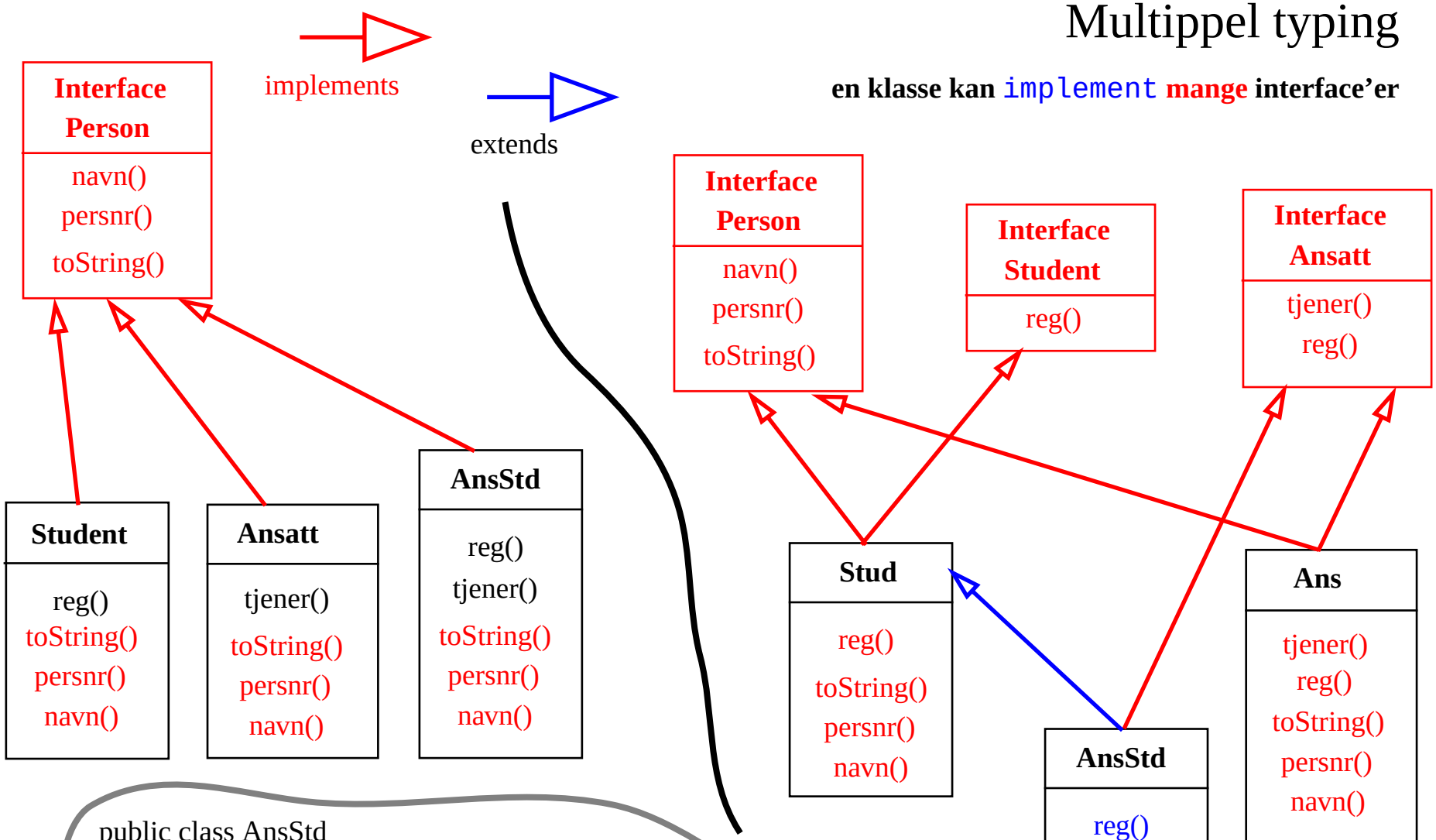
en klasse kan `extend` kun én (super)klasse



men . . .

Multippel typing

en klasse kan `implement` mange interface'er




```
public class AnsStd
    extends Stud//dermed implements
      //        Person og Student
    implements Ansatt
{ ... }
```

reg() i interface Student og Ansatt må
– ha samme spesifikasjon (kun 1 i AnsStd)
– eller tillate overlasting (1+1 = 2 i AnsStd)

Overskriving vs. overlasting

Overskriving (overriding) **:**

samme navn, samme parametre

en metode fra superklasse skrives om i subklassen – på nytt

```
public class Super {
    public int tall() { return 100; }
}

public class Sub extends Super {
    public int tall() { return 50; }
    public int tallS() { return super.tall(); }
}
```

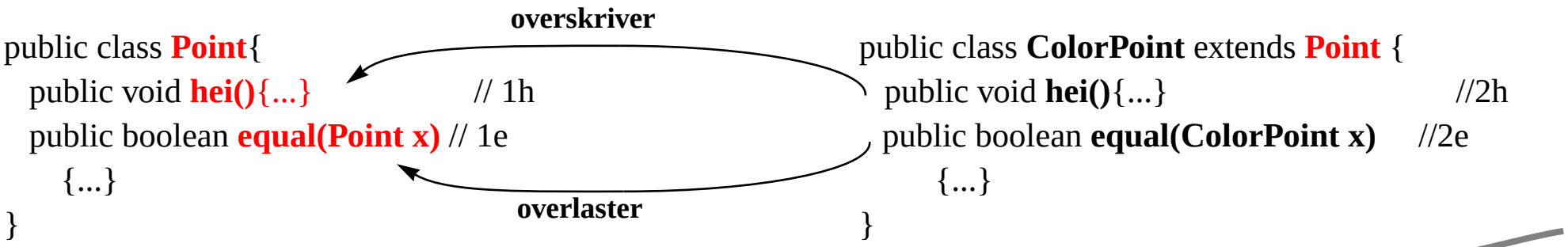
Overlasting (overloading) **:**

samme navn, forskjellige parametre

samme metodenavn brukes igjen – med forskjellige parametre

```
public class Overl {
    public int tall() { return 50; }
    public int tall(int k) { return k+1; }
/*
 *  public char tall() {...} er ulovlig !! (hvorfor?)
 *  men
 *  public char tall(int k, char c) {...} er ok
 */
}
```

‘Dynamisk binding – Statisk overlasting’




```
Point p1 = new Point();
Point p2 ;
ColorPoint cp = new ColorPoint();
p2 = cp;
```

a. **p1**.hei(); // 1h
b. **p2**.hei(); // 2h
c. **cp**.hei(); // 2h

Overskrevne *metoder bindes* ***dynamisk*** *(run-time) – “p2* ***peker på*** ColorPoint”

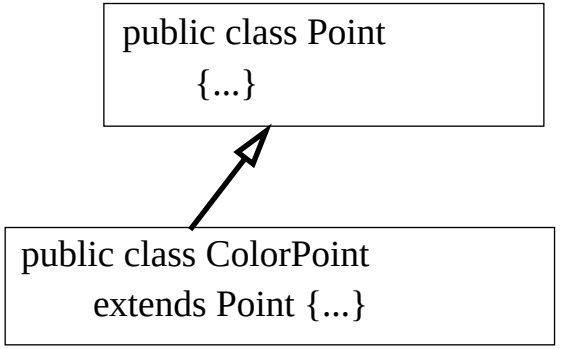
1. **p1**.equal(**p1**);
2. **p1**.equal(**p2**);
3. **p2**.equal(**p1**);
4. **p2**.equal(**p2**);
5. **cp**.equal(**p1**);
6. **cp**.equal(**p2**);
7. **p1**.equal(**cp**);
8. **p2**.equal(**cp**);
9. **cp**.equal(**cp**); // 2e

Overlastede *metoder bindes* ***statisk*** *(compile-time) – “utfra* ***deklarert*** *type”*

Arv: oppsummering

- *tillatter å samle "felles" egenskaper i en "abstrakt" superklasse*
- *og dermed designe mer abstrakte programmer som*
  - *avhenger kun av de relevante, abstrakte egenskaper*
  - *kan brukes på objekter av nye, spesifikke subklasser*

```
public class mittProgram {
        ...
        void proc(Point p) {...}
}
```



Dog:

- *disse kvalitetene sikres utelukkende gjennom type-arv (grensesnitt)*
- *og kan ivaretaes også ved bruk av* `interface` (`implements` *er ren arv av type*)

OO-Arv

- *innebærer i tillegg implementasjon-arv av kode*
- *og dermed må håndere ting som overskriving/overlasting*
- *og forbyr multippel arv* (`extends` *er arv av implementasjon og type*)

3 mulige løsninger (interface, class, abstract class) – hvilken er best?

Vil ha: forskjellige sorteringsmetoder ...
– de skal sortere tabeller av noen objekter
– og sortering skal skje mht.
... en eller annen sammenlikningsoperasjon

```
public interface Sort {
      void sort();
      void show();
      void set(Object[] t);
}
```

```
public class SortM implements Sort {
      Object[] tab;
      void sort() { mergesort(tab) }
```

```
public class SortS implements Sort {
      Object[] tab;
      void sort() { seleksjonsort(tab) }
}
```

```
public class Sort {
      Object[] tab;
      set(Object[] t) {
         tab= new Object[t.size];
         for (int k=0; k<t.size; k++) tab[k]= t[k]; }
      void swap(int i,j) {...}
      void show() { skriv ut tabellen }
      void sort() { }
}
```

```
public class SortM extends Sort {
      void sort() { mergesort(tab) }
```

```
public class SortS extends Sort {
      void sort() { seleksjonsort(tab) }
}
```

```
public class SortL extends Sort {
      void sort() { gjør det i morgen }
}
```

g= new Sort() !

g.sort() !

new SortL().sort() !

3dje løsning er her best: abstract class

```
abstract class Sort {
  protected Object[] tab;
  protected Comparator cp;
  public void set(Object[] t) {
      set tab = t}
  public void show() { skriv tab }
  public void swap(int i,j) {
      bytt om i og j }
  public abstract void sort();
  public Sort(int m, Comparator c) {
      tab= new Object[m];
      cp= c; }
}
```

Dette begrenser enhver (programmerer) som skal bruke klassen:

– `Sort s=new Sort()` – *er ulovlig (selv om konstruktør finns der)*
`s.sort()` – *vil aldri forekomme*

– `class SortS extends Sort { ...`
`public void sort() {` ***må implementeres*** `} ...`
med mindre man sier
`abstract class SortS extends Sort {`
... med nye ting men fortsatt noen `abstract` *metode(r)*

– `SortS` *kan deklarere nye konstruktorer – og kan bruke super...*

interface	**abstract class**
ingen implementasjon	delvis implementasjon
ingen datastruktur	mulighet for en datastruktur
ingen konstruktører	mulighet for konstruktører
(og ingen instansiering, :- new...)	(men ingen instansiering!)
multippel arv (av type)	enkel arv (som for klasser)

III. Gjenbruk og tilpassing

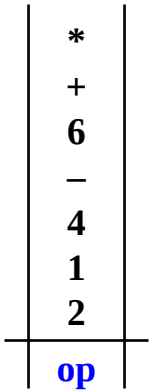
- *Arv, overlasting, overskriving ...*
- *"Parametrisering" – Omstøping (cast)*
- *Unntak*

Omstøping (cast) – en sikringsmekanisme

```
public interface Stack {
   void push(Object o);
   Object pop();
   Object peek();
   boolean empty();
}
```

parameter-type
"tillater" å lage
Stack[String]
Stack[Integer] ...

Leser (fra terminal) :
2 1 4 – 6 + *
*og **push**'er på stabel*



*Leser hva ? Si en **String**,*
passelig avgrenset, dvs.
etterfølgende kall til nesteTegn()
vil returnere: **"2", "1", "4", "–" ...**

```
/*   while (mer) {
        String s= nesteTegn();
        op.push(s);   }
 */
```

```
int metode(Stack op) {
      Object o = op.pop();
      if (o er et tall) return o;
      else if (o er *) {
          a1= Opolish(op));
          a2= Opolish(op);
          return a1 * a2;
      } else
.... }
```

```
int metode(Stack op) {
    String o = (String) op.pop();
    if (parseInt(o)) return toInt(o);
    else if (o.equals("*")) {
        a1= Opolish(op);
        a2= Opolish(op);
        return a1 * a2;
    } else  ... }
```

Vet du ikke hvilken klasse Objekter tilhører kan du bruke

```
if (o instanceof String) ...
else if (o instanecof Klasse) ...
```

Tilpassing

(Adapter design pattern)

```
public interface Stack
{    void push(Object o);
     Object pop();
     Object peek();
     boolean empty();
}
```

```
public class Stab implements Stack
{    public void push(Object o) {...}
     public Object pop() {...}
     public Object peek() {...}
     public boolean empty() {...}
...}
```

Men jeg vil nå bare ha en **Stabel** *med* **String**.....

```
public class StringStab extends Stab
{    public void sPush(String o) { push(o); }
     public String sPop() { return  (String) pop();  }
     public String sPeek() { return  (String) peek();  }
}
```

Unntak (Exception)

For systematisk og modulær feilhåndtering

```
public class Stab implements Stack  {
      private Object[] elems;
      private int antall, max=10;
      ...
      public Object peek() {
          if (empty()) return null;
          else return elems[antall];
      }
      public Object pop() {
          if (empty()) return null;
          else { antall--; return elems[antall+1]; }
      }
...}
```

bruker av Stab-klassen må kjenne til alle 'spesielle objekter' som kan returneres i feilsituasjoner !
*Disse er ikke beskrevet i **interface** !*

```
public interface Stack  {
   Object peek() throws EmptyStackExc;
   Object pop()  throws EmptyStackExc;
...}
```

istedenfor slike 'spesielle objekter' markerer man feilsituasjoner ved å heve et unntak

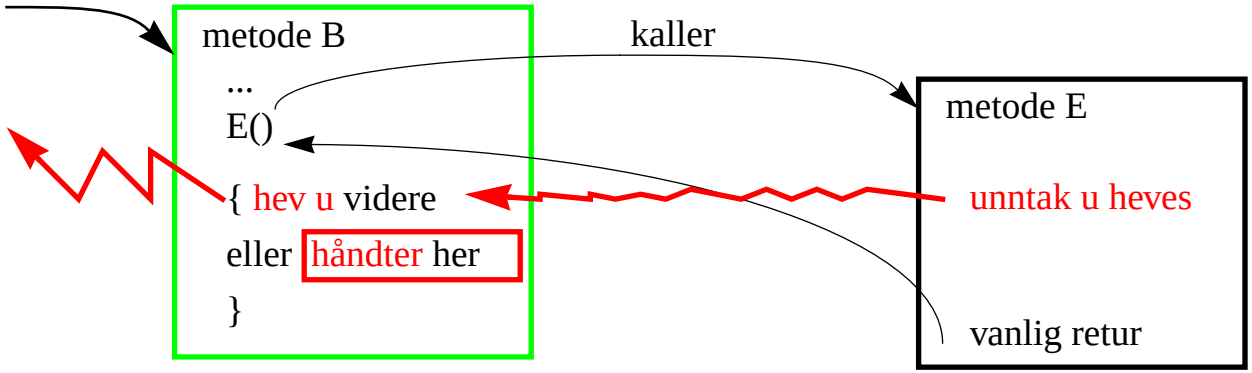
```
public class Stab implements Stack {
  public Object peek() throws EmptyStackExc
  {if (empty())
      throw new EmptyStackExc("tom");
    else return elems[antall];
  }
  public Object pop() throws EmptyStackExc
  {if (empty())
      throw new EmptyStackExc("tom");
    else {antall--; return elems[antall+1];}
  }
...}
```

Unntakshåndtering

- *dersom B kaller en metode E som kan heve et unntak, må B ta eksplisitt stilling til hvordan unntaket skal håndteres*

1. Unntaket kan fanges ***`catch`****'es, eller*

2. Et unntak som ikke ***`catch`****'es må deklareres i* ***`throw`****-klausul*




```
public class B {
 Stack S = new Stab() ;
 public Object doS()
     throws EmptyStackExc
 { ...
     Object o = S.peek();
   ...  }
 public Object remTop()
 { try {
     Object o = S.pop();
     return o;
     ... }
   catch (EmptyStackExc e)
    { return null; }
     ... }
 }
```

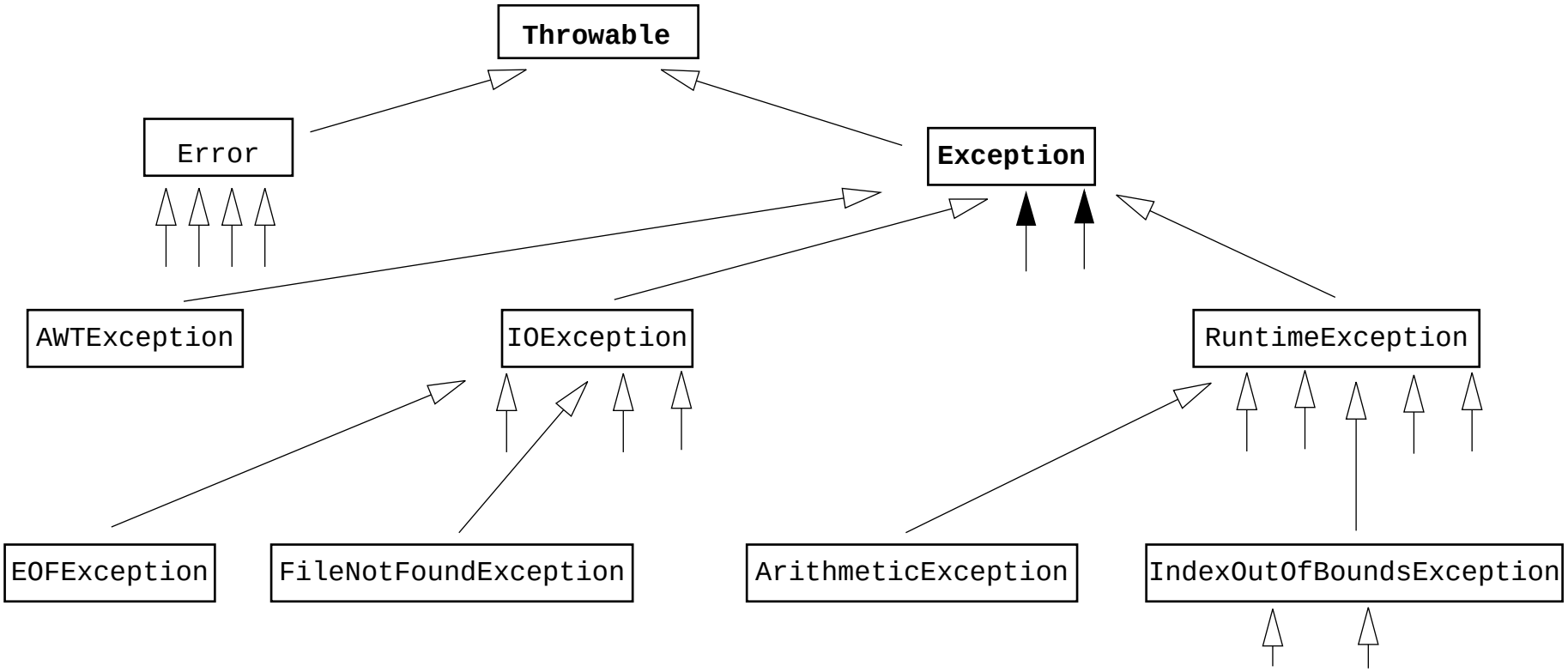
```
public class Stab IMPLEMENTS STACK {
  . . .
 public Object peek() throws EmptyStackExc
 { if (empty()) throw new EmptyStackExc("tom stabel");
   else return elems[antall];
 }
 public Object pop() throws EmptyStackExc
 { if (empty()) throw new EmptyStackExc("tom stabel");
   else {antall--; return elems[antall+1];}
```

```
public interface Stack {
  . . .
  Object peek() throws EmptyStackExc;
  Object pop()  throws EmptyStackExc;
...}
```

Unntaks-hierarki

- *Unntak er objekter av klasser utledet fra klassen* ***`Throwable`***
- *Det er mest vanlig å definere nye unntak som* ***`extends Exception`***

```
public class EmptyStackExc extends Exception {
    public EmptyStackExc() { super("Tom Stabel!") ; }
    public EmptyStackExc(String s) { super(s); }
}
```



Oppsummering

Interface = ADT

– kun spesifikasjon av grensesnittet
- *med dokumentasjon (for- og bakbetingelser)*

– kan brukes i andre programmer som vanlige typer
- *så lenge det ikke trengs å opprette helt nye instanser*
- *spesielt som parametre*

– tillatter multippel typing
- *et interface kan utvide flere andre,*
- *en klasse kan implementere flere interface*

OO og arv

– ingen multippel arv
- *arv av type og kode*

– synlighetsbegrensninger

– overskriving vs. overlasting
- *dynamisk vs. statisk binding*

– abstrakte klasser

Implementasjon av interface

– av alle grensesnitt metoder – iht. dokumentasjon !!

– et interface kan ha flere implementasjoner
- *som kan byttes ut uten å endre resten av programmet*
- *som kan resultere i forskjellig oppførsel av hele programmet*

– implementeres som en klasse
- *med passende synlighetsbegrensninger*
- *private/protected datastruktur og hjelpemetoder*
- *med unntak istedenfor "eksplisitt" errorhåndtering*

– kan kreve tilpassing av eksisterende klasser (cast = omstøping, adapter klasser)

Det finnes ingenting

(ingen konkrete program)

som kan gjøres med **interface**

men som ikke kan gjøres uten

Det finnes ingenting

(ingen konkrete program)

som kan gjøres med bruk av **unntak**

men som ikke kan gjøres uten

Det finnes ingenting

(ingen konkrete program)

som kan gjøres med **typer/omstøping**

men som ikke kan gjøres uten

Det finnes ingenting

(ingen konkrete program)

som kan gjøres med **klasser/hierarki**

men som ikke kan gjøres uten

Det finnes ingenting

(ingen konkrete program)

som kan gjøres **Objekt-Orientert**

men som ikke kan gjøres uten objekter

Det finnes ingenting

(ingen konkrete program)

som kan **programmeres**

men som ikke kan gjøres med bare

0011010101000101010100000111010110001
0100001010101010010101001001010001
0100010010 1101010....