Beholdere og generiske klasser II

IN1010 uke 7

Onsdag 26. februar 2020

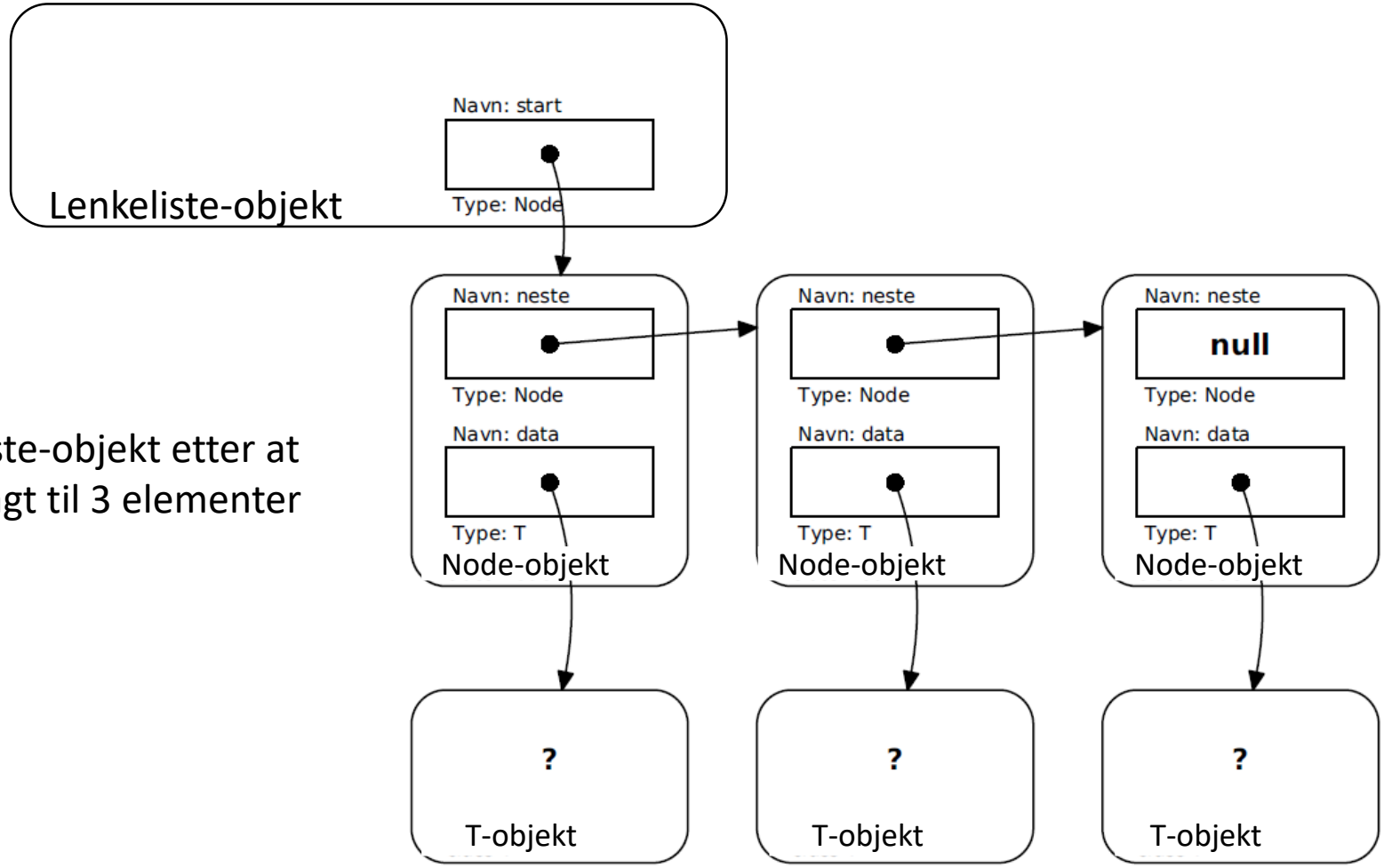
Beholdere og generiske klasser - II

- Implementasjon av lenkelister
  - Enveislister (som vi så på sist)
  - Toveislister (nytt)
  - Egen referanse til siste element i listen

- Varianter av lister:
  - stabel (stack, Last In First Out – LIFO)
  - kø (First In First Out – FIFO)
  - Prioritetskø

- Mer Java
  - Innpakking ("boxing")
  - Å sammenligne objekter (Comparable)
  - Å gå gjennom alle elementer i en beholder (Iterator)

Forrige uke: Klassen Lenkeliste



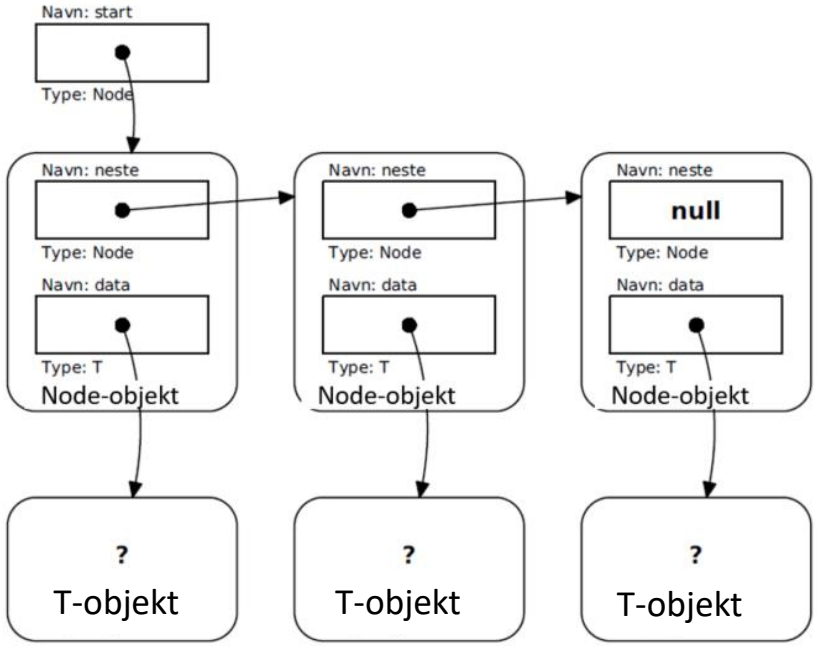
Lenkeliste-objekt etter at vi har lagt til 3 elementer

Hvordan hente et element?

```
public T get(int pos) {}
```

- Går gjennom liste, teller oss frem til rett plass

```
Node p = start;
for (int i=0;i<pos;i++) {
    p = p.neste;
}
```



- NB: Hva skal vi returnere?

Fordeler og ulemper ved enkeltlenket liste

+ Fleksibel! Alltid plass til akkurat så mange elementer som trengs

+ (relativt) enkelt å programmere metodene

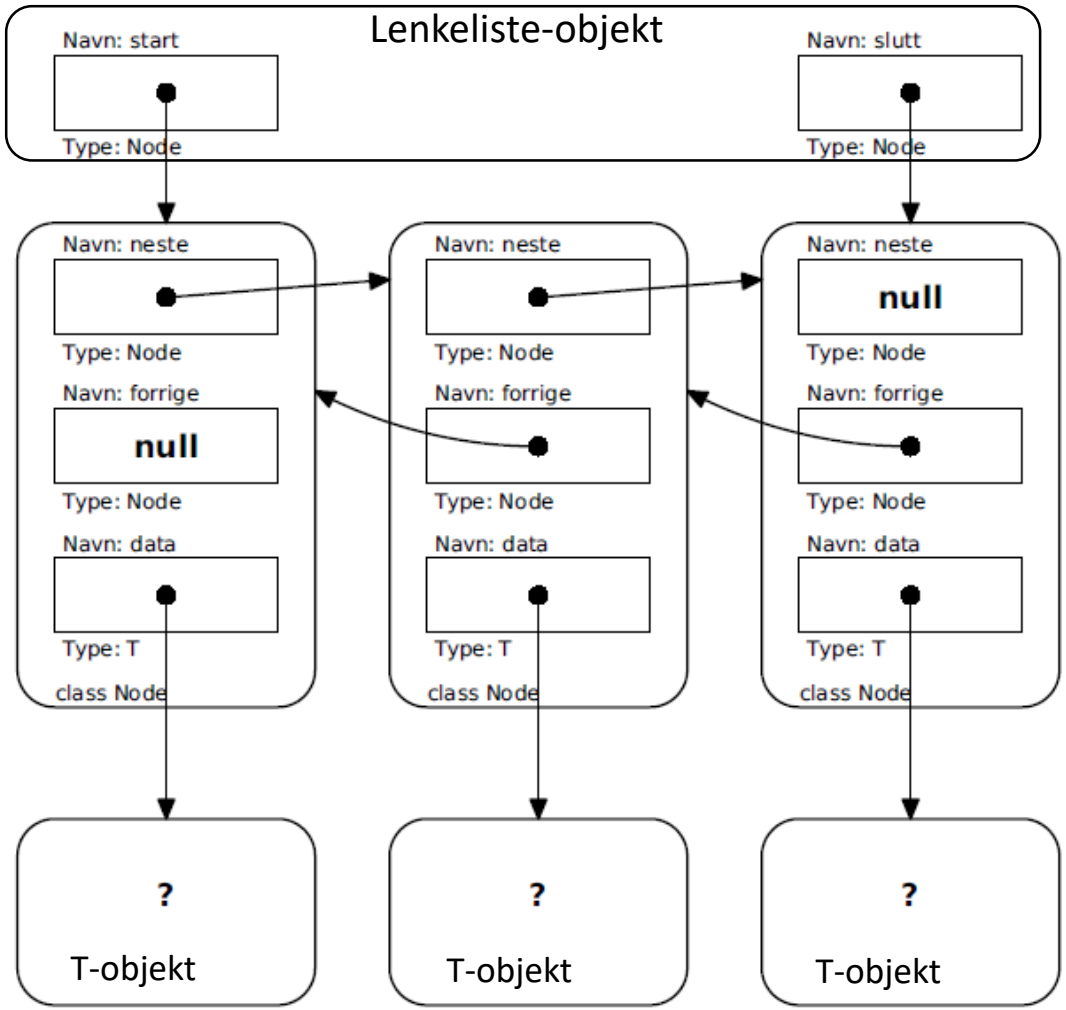
- Mye "nesting" for å jobbe seg frem til spesielt elementer som ligger langt ut i listen

⇒To mulige svar på dette:

- ⇒ en egen referanse til det siste elementet
- ⇒ toveis/ dobbeltlenket liste (referanser fremover og bakover)

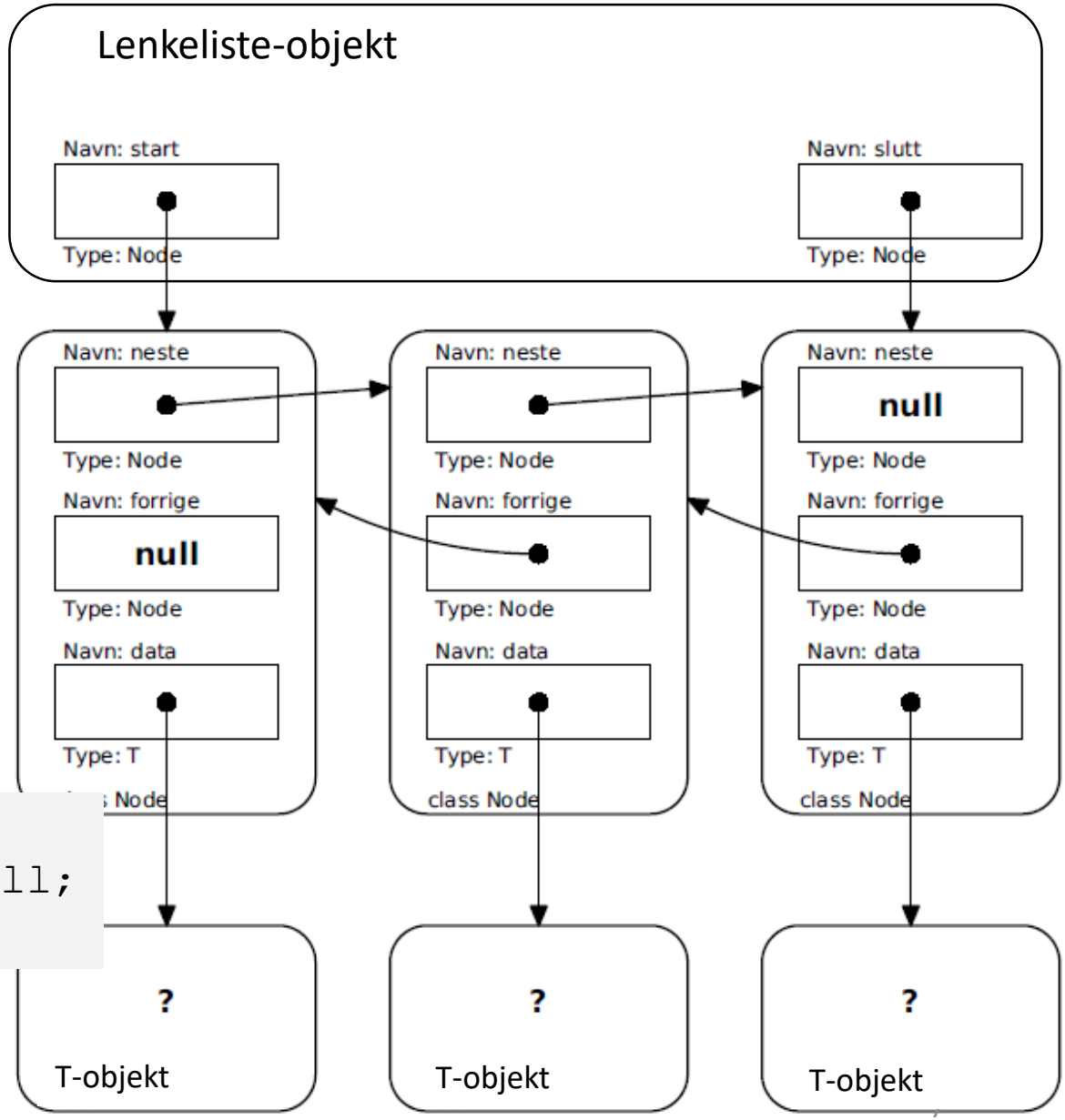
Toveisliste

```
class Node {
    Node neste = null;
    Node forrige = null;
    T data;
    Node(T x) {
        data = x;
    }
}
private Node start=null;
private Node slutt=null;
```



Toveisliste

- Slipper å lete oss frem til siste element ved innsetting, fjerning, endring og telling
- Eks - fjerne siste element:




```
Node n = slutt;
slutt.forrige.neste = null;
slutt = slutt.forrige;
```

Valg av datastruktur for en liste

- Det er vanligvis fornuftig å ha en instansvariabel **slutt** også i en enveis liste
- Da kan man i hvert fall enkelt lese av det siste, og legge til nytt element bakerst
- Det kan være fornuftig å velge toveis liste når
  - man ofte skal finne et av de siste elementene i en liste
  - man ofte skal fjerne andre elementer enn det første
- Ellers greit å bruke enveis liste der både strukturen og (stort sett) programmeringen er enklere
- En instansvariabel for størrelse gjør at man ikke trenger traversere for å finne størrelsen

Design av klasser

- Vil kunne oppleve problemer med metodene i en klasse når det skrives subklasser – noe vi ikke har kontroll på

- Polymorfi gjør at overskrivende (overriding) metoder *alltid kalles for objekter av subklassen* – selv når vi ikke har tenkt oss det
  - I en overriding metode: Om du ønsker å kalle på metode **m** definert i superklassen – *bruk alltid **super.m***
  - *Unngå alle kall på **public** metoder (grensesnittet) i din egen klasse*. Definer heller **private** (hjelpe)metoder for å unngå duplisering av kode – og kall på disse i de metodene som utgjør grensesnittet.

Elementer av primitive typer

- Klasseparametere kan kun representere referanse-typer!
- Hvordan kan vi lagre og organisere for eksempel heltall, boolske verdier eller tegn?
- En klasse som representerer et heltall

```
public class Heltall {
    private int verdi;
    public Heltall(int i) {
        verdi = i;
    }
    public int intValue() {
        return verdi;
    }
}
```

Innpakking av primitive typer

- Da kan vi lage en liste av heltall ved å «pakke dem inn» ett og ett i objekter (såkalt «boxing») og kan bruke listen som normalt:

```
Liste<Heltall> lx = new Lenkeliste<>();
lx.add(new Heltall(12));
int v = lx.get(2).intValue();
```

Javas "innpakkings-klasser"

Primitive type	Wrapper class
boolean	Boolean
byte	Byte
char	Character
float	Float
int	Integer
long	Long
short	Short
double	Double

```
intObj = new Integer(5);
intObj = Integer.valueOf(5);
heltall = intObj.intValue();
```

- ++ en rekke andre nyttige metoder for konvertering pluss konstanter for største/ minste verdi

Automatisk inn- og utpakking

- Innkapsling fungerer bra:

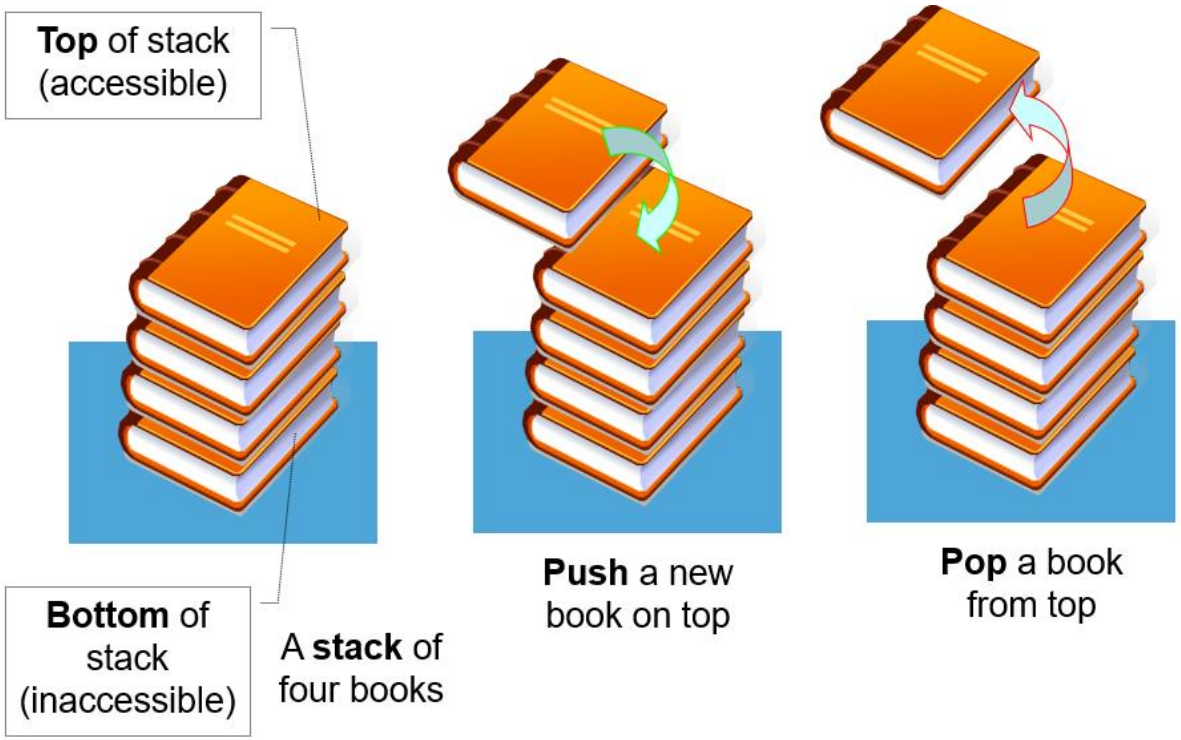
```
ArrayList<Integer> lx = new ArrayList<>();
lx.add(Integer.valueOf(12));
int v = lx.get(2).intValue();
```

- . . . men notasjonen er litt kronglete. Derfor tillater Java automatisk inn- og utkapsling for standardklassene med kortformen:

```
ArrayList<Integer> lx = new ArrayList<>();
lx.add(12);
int v = lx.get(2);
```

Stabel («stack»)
Last in First Out – LIFO

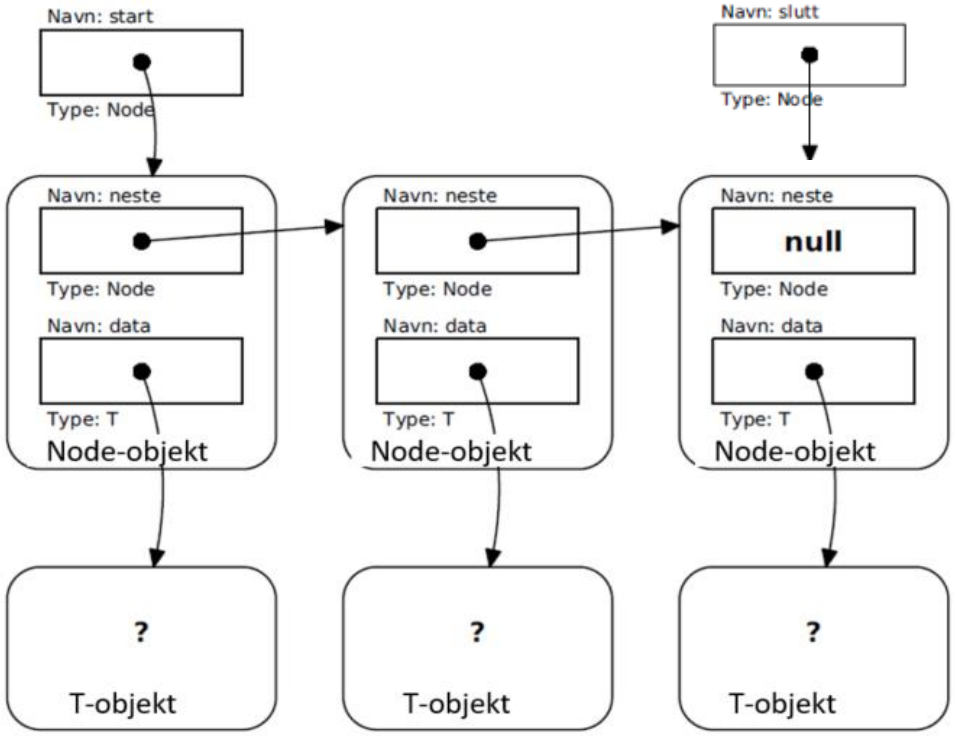
- En spesiell form for lister er stabler der vi kun legger nye elementer på toppen («push-er») og kun henter fra samme ende («pop-er»).
- Vi jobber hele tiden på toppen = i begynnelsen av listen



Legge til nytt element («push»)

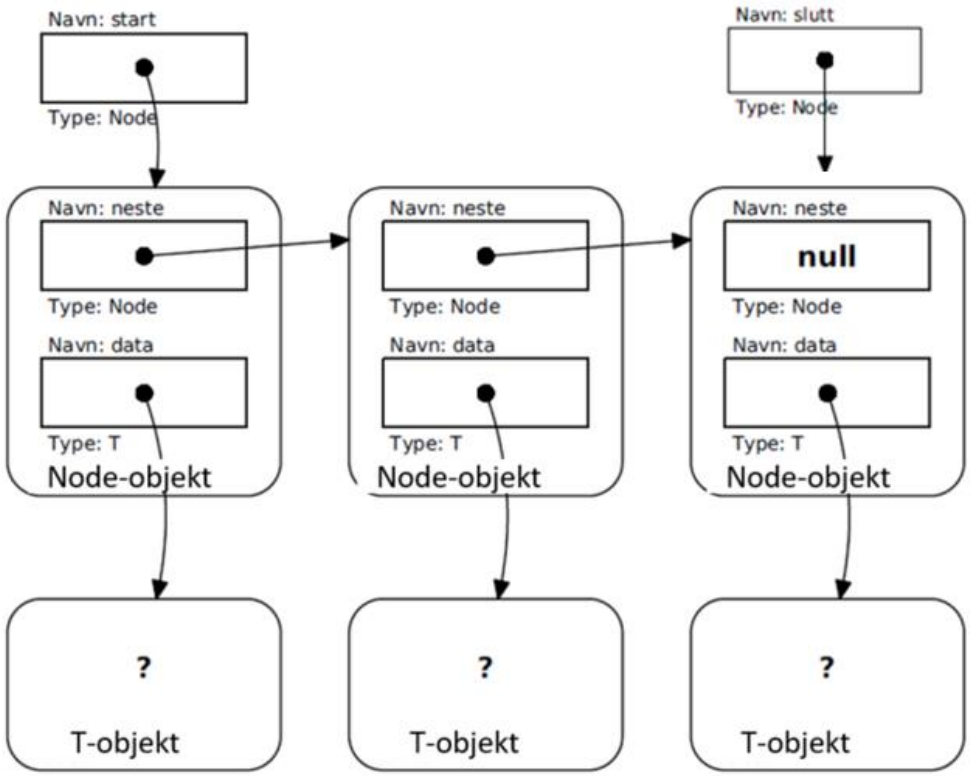
(Fungerer bra også om stabelen er tom.)

```
Node ny = new Node(v);
ny.neste = start;
start = ny;
```



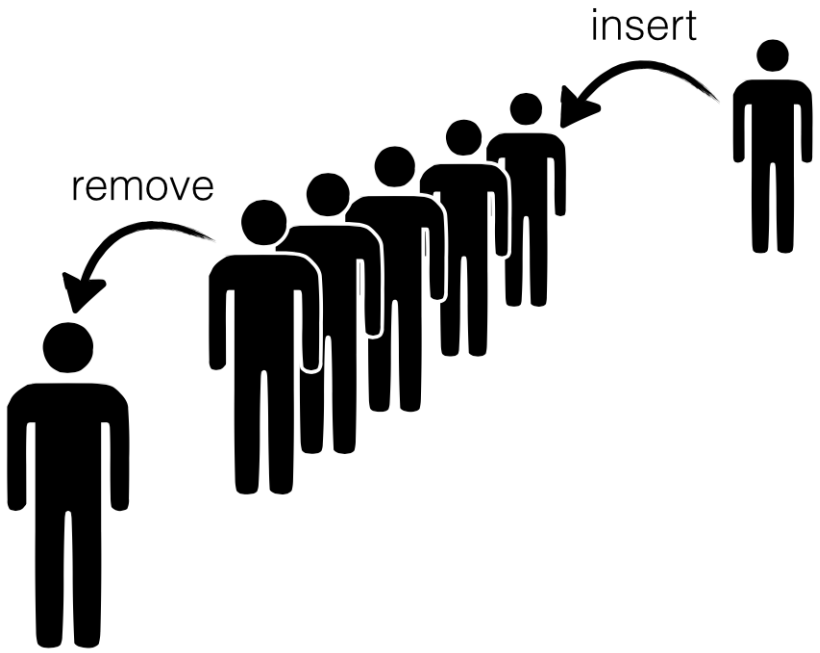
Ta av element («pop»)

```
T svar = null;
if (start != null) {
    svar = start.data;
    start = start.neste;
}
```

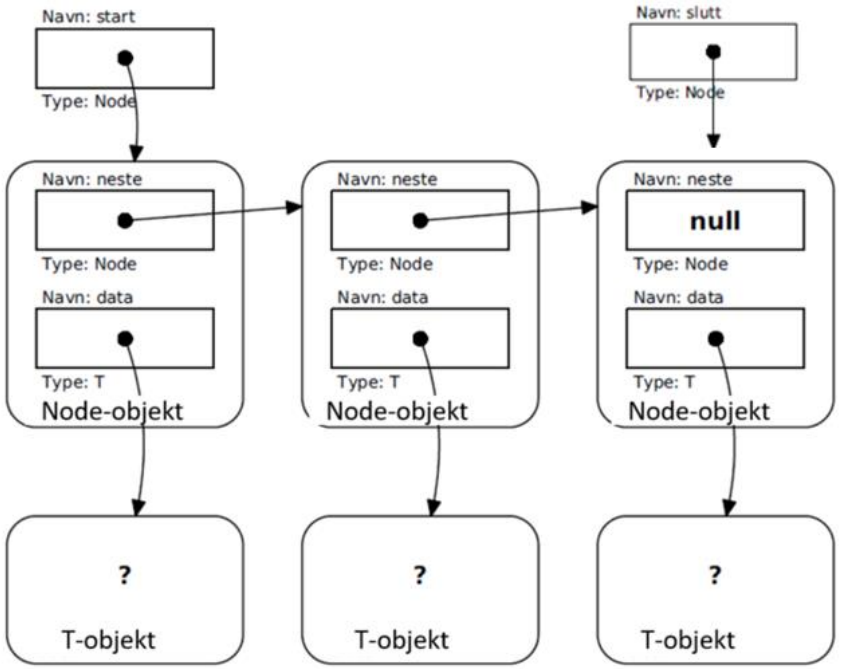


Kø («queue»)
First in First Out - FIFO

- En annen spesiell form for lister der vi alltid setter inn nye elementer bakerst og henter dem ut fra starten.



Inn i / ut av en kø



- Sette inn i kø:

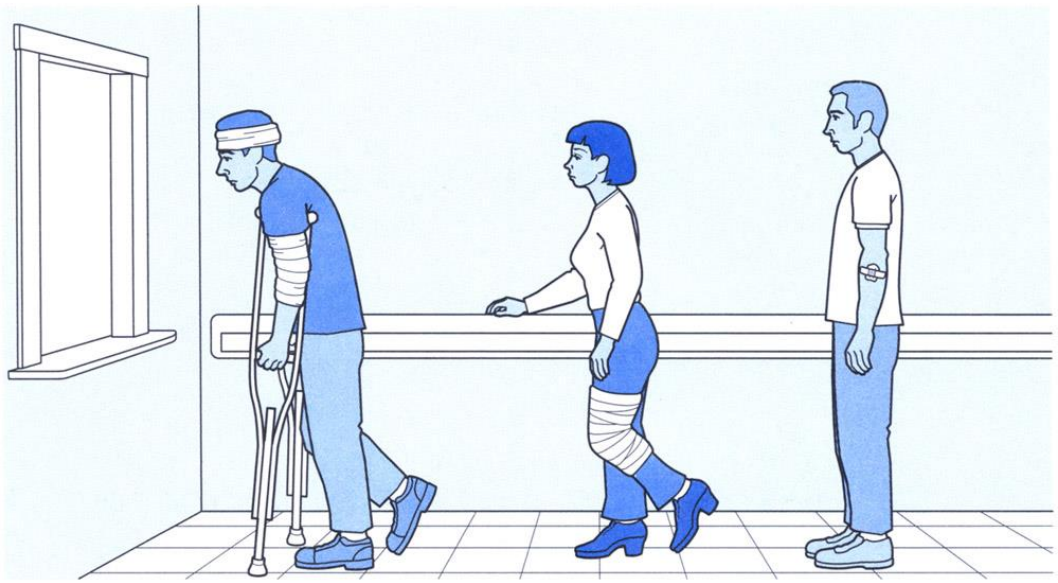
```
Node ny = new Node(v);
slutt.neste = ny;
slutt = ny;
```

(Men hva om køen er tom når vi skal sette inn?)

- Hente ut av køen
  - Akkurat som å pop-e en stabel

Prioritetskø («Priority queue»)

- I prioritetskøer haster noen elementer mer enn andre; de tas først uavhengig av hvor lenge de har stått i køen.



Implementere en prioritetskø

- En prioritetskø holdes alltid sortert ved at nye elementer settes på korrekt plass.
  - (alternativt: lete gjennom alle og finne høyest prioritet *ved uttak*)

- Hvordan vet vi hva som er riktig sortering?

- Vi trenger en standardtest som forteller oss om prioritetsforholdet for to elementer p og q:
  - Er p < q?
  - Er p = q?
  - Er p > q?

Interface Comparable

- Java-biblioteket har et interface kalt Comparable som angir at noe er sammenlignbart. Det inneholder kun én metode

```
public interface Comparable<T> {
    public int compareTo(T otherObj);
}
```

- Ideen er at vårt objekt skal kunne sammenlignes med et vilkårlig annet objekt og returnere et heltall
  - < 0 hvis vårt objekt er *mindre* enn det andre
  - = 0 hvis vårt objekt er *likt* med det andre
  - > 0 hvis vårt objekt er *større* enn det andre

Eksempel på bruk av Comparable

```
public class Deltagerland implements Comparable<Deltagerland> {
    private String navn;
    private int antGull, antSoelv, antBronse;
    Deltagerland(String id, int g, int s, int b) {
        navn = id; antGull = g; antSoelv = s; antBronse = b; }
@Override
public int compareTo(Deltagerland a) {
    if (antGull < a.antGull) return -1;
    if (antGull > a.antGull) return 1;
    if (antSoelv < a.antSoelv) return -1;
    if (antSoelv > a.antSoelv) return 1;
    if (antBronse < a.antBronse) return -1;
    if (antBronse > a.antBronse) return 1;
    return 0;
    }
}
```

Tester program med Comparable

```
class TestMedaljer {

public static void main(String[] args) {
    Deltagerland danmark = new Deltagerland("Danmark", 0, 0, 0),
                 finland = new Deltagerland("Finland", 1, 1, 4),
                 island = new Deltagerland("Island", 0, 0, 0),
                 norge = new Deltagerland("Norge", 14, 14, 11),
                 sverige = new Deltagerland("Sverige", 7, 6, 1);
    System.out.println("Finland vs Sverige: " +
                       finland.compareTo(sverige));
    System.out.println("Norge vs Sverige: " +
                       norge.compareTo(sverige));
    System.out.println("Danmark vs Sverige: " +
                       danmark.compareTo(sverige));
    System.out.println("Danmark vs Island: " +
                       danmark.compareTo(island));
    }
}
```

```
Finland vs Sverige: -1
Norge vs Sverige: 1
Danmark vs Sverige: -1
Danmark vs Island: 0
```

Sorterer vha Comparable

```
import java.util.Arrays;
class TestMedaljer2 {
    public static void main(String[] args) {
        Deltagerland[] land = {
            new Deltagerland("Danmark", 0, 0, 0),
            new Deltagerland("Finland", 1, 1, 4),
            new Deltagerland("Island", 0, 0, 0),
            new Deltagerland("Norge", 14, 14, 11),
            new Deltagerland("Sverige", 7, 6, 1) };
        Arrays.sort(land);
        for (int i = 0; i < land.length; i++)
            System.out.println(land[i].navn);
    }
}
```

```
Danmark
Island
Finland
Sverige
Norge
```

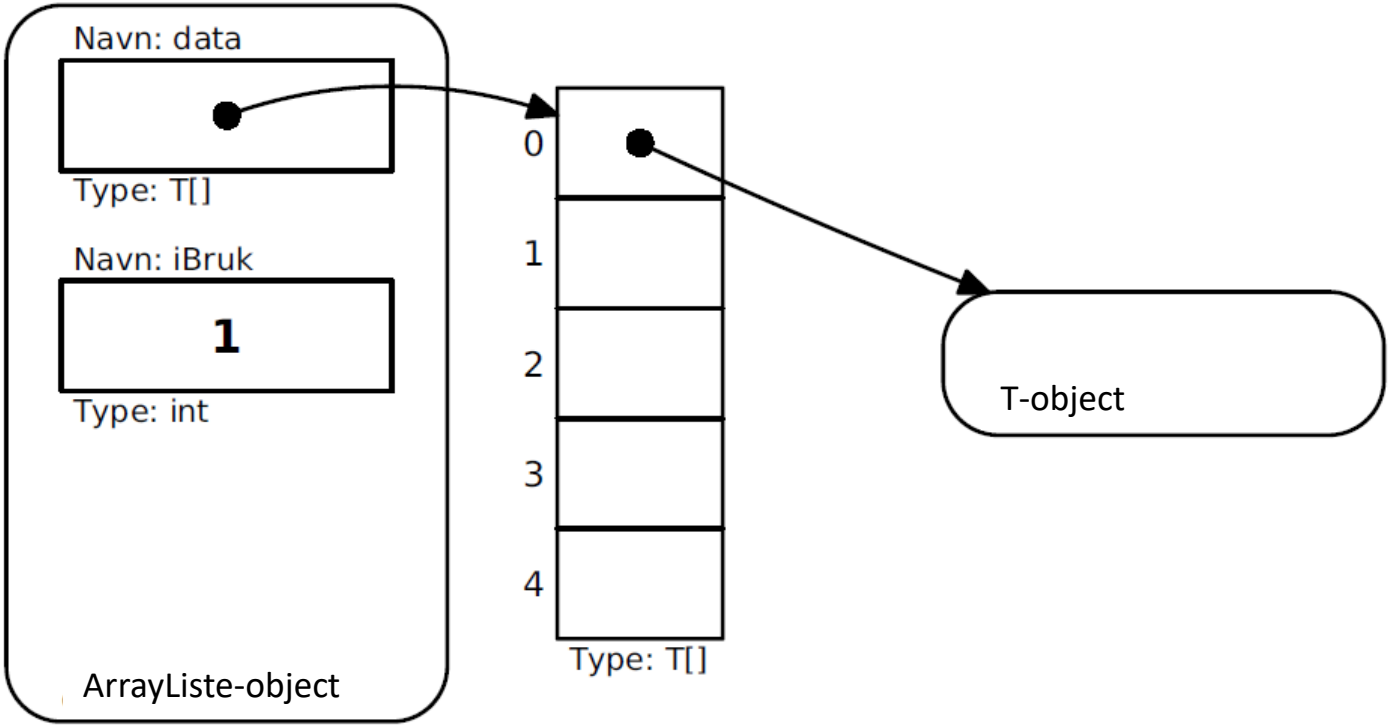
Implementasjon av prioritetskø

- Vi kan lage prioritetskø som en spesialisering av Arrayliste.
- I ArrayListe satte vi inn nye elementer bakerst (eller på gitt posisjon) og tok ut etter posisjon med **get**

- Vi bestemmer oss for en minimal endring av ArrayListe grensesnittet, dvs:
  - endrer **add** til alltid å sette inn slik at høyest prioritet (lavest verdi!!) er først i listen
  - ved bruk av grensesnittet forusetter vi dermed at når noe skal behandles kalles **remove** med parameter pos = 0
  - metodene **set** og **get** har egentlig ingen funksjon

Implementasjon av prioritetskø

Vi kan lage prioritetskø som en spesialisering av Arrayliste.



Klasse som implementerer prioritetskø ved hjelp av Arrayliste

```
public class ArrayPrioKoe<T extends Comparable<T>>
                          extends Arrayliste<T> {
    @Override
    public void add(T x) {
```

- Klassen **ArrayPrioKoe** er en subklasse av **Arrayliste**.

- Klasseparameteren **T** *må* implementere Comparable så vi får en sammenligning å sortere etter (og denne sammenligningen må sammenfalle med prioritet)

- Vi redefinerer kun metoden **add** siden innsettingen skal gjøres sortert.
- De øvrige metodene i **Arrayliste** kan være som de er.

add-metode for prioritetskø

Må identifisere spesialtilfeller:

- Listen kan være tom fra før av.

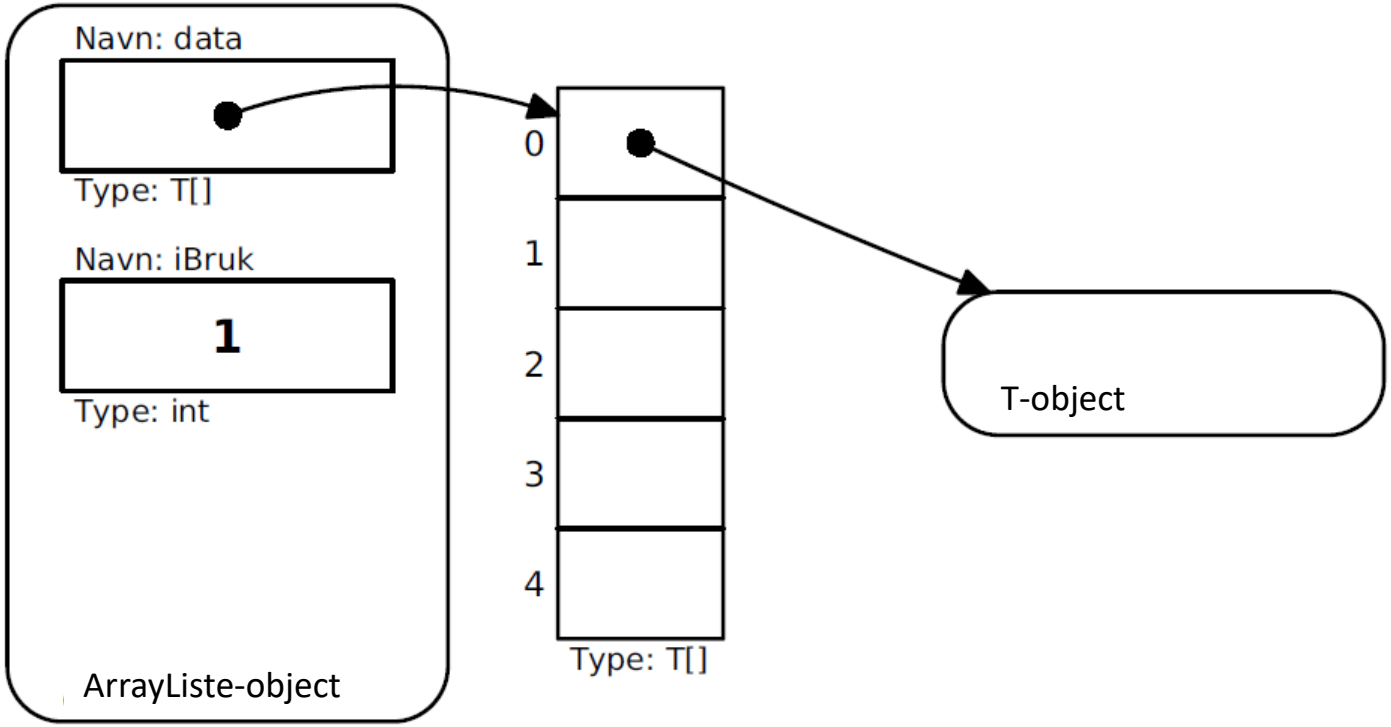
- Hvis ikke, leter vi oss frem til første element i listen som er større (dvs har lavere prioritet!) enn det vi skal sette inn.
  - Flytter elementet og alle de resterende ett hakk lenger ut.
  - Setter inn det nye elementet på rett plass.

- Hvis alle elementene i listen er mindre eller lik det nye elementet, må det nye elementet settes bakerst (høyest tall, lavest prioritet).

add-metode for prioritetskø

```
public class ArrayPrioKoe<T extends Comparable<T>>
                          extends Arrayliste<T> {
    @Override
    public void add(T x) {
        if (size() == 0) {
            // Listen er tom, så sett inn nytt element:
            super.add(x);
            return;
        }
}
```

add i prioritetskø med Arrayliste



add (forts. med ikke-tom prioritetskø)

```
    for (int i = 0; i < size(); i++) {
        if (get(i).compareTo(x) > 0) {
        // Vi har funnet et element som er større enn det nye.
        // Flytt det og etterfølgende elementer ett hakk opp.
        super.add(null); // Utvid arrayen (overskrives straks)
        for (int ix = size()-2; ix >= i; ix--)
            set(ix+1, get(ix));
        // Sett inn det nye elementet:
        set(i, x);
        return;
        }
    }
    // Det nye elementet er størst (ellers ville vi returnert)
    // og skal inn bakerst:
    super.add(x);
} // end of add
```

Tester add for prioritetskø

```
class TestPrio {
    public static void main(String[] args) {
        Liste<String> ap = new ArrayPrioKoe<>();
        ap.add("Ellen"); ap.add("Stein"); ap.add("Siri");
        ap.add("Dag"); ap.add("Anne"); ap.add("Irene");
        for (int i = 0; i < ap.size(); i++)
            System.out.println(ap.get(i));
    }
}
```

```
Anne
Dag
Ellen
Irene
Siri
Stein
```

- compareTo i String-klassen kalles implisitt i **add**

Prioritetskø: Forutsetninger/ valg

- Metoden **compareTo** baserer seg på en "natural ordering", naturlig rekkefølge
  - Hver klasse kan bare ha én compareTo metode
  - Hvis prioritet skal baseres på noe annet enn denne rekkefølgen (eller klassen som skal sammenlignes ikke implementerer compareTo) må vi i stedet skrive en egen **Comparator**.
- Prioritet kan være lik eller motsatt av rekkefølge (her: "større" element plasseres lenger bak i køen)

- Det må være veldefinert om køen holdes sortert (som her) eller man må lete seg frem til rett element ved uttak

Å gå gjennom en Liste

- Vi kan gå gjennom en liste ved å hente elementene ett for ett med en indeks-basert for-løkke

```
Liste<String> lx = new Arrayliste<>();
for (int i = 0; i < lx.size(); i++)
    System.out.println(lx.get(i));
```

- Men Java har også en for-løkke som ligner den vi har brukt i Python

```
for (String s: lx)
  System.out.println(s);
```

Javas interface **Iterator**

- En slik elegant gjennomgang er mulig med en iterator:

```
public interface Iterator<T> {
    boolean hasNext();
    T next();
}
```

- En iterator holder orden på hvor langt vi er kommet i gjennomgangen og kan gi oss elementene ett for ett.

Implementasjon av iteratorer i Java

- for å kunne bruke for-each løkker på en beholder må beholderen kunne lage et iterator-objekt skreddersydd for beholder-klassen vår
- Vi trenger å gjøre følgende:
  - Spesifisere at grensesnittet til klassen vår implementerer interface **Iterable**: **Liste<T> extends Iterable<T>**
  - Interface **Iterable** krever at beholder-klassen (ArrayListe) har en metode som returnerer en referanse til et **Iterator**-objekt "skreddersydd" for vår beholder
  - **Iterator** er et interface som krever implementasjon av metodene **next** og **hasNext** - dermed må vi også skrive en ny klasse som implementerer dette **Iterator**-grensesnittet for vår beholder **ArrayListe**.
  - Klassen som implementerer Iterator-grensesnittet for ArrayList kaller vi **AListeIterator**

Utvider interface Liste med Iterable

Interface Iterable gjør at vi kan bruke for-each løkker på klassen som implementerer det

Dette krever at klassen som implementerer det har en metode som leverer et objekt som tilbyr Iterator-grensesnitt (next og hasNext) for klassen.

Liste.java

```
interface Liste<T> extends Iterable <T> {
    int size();
    void add(T x);
    void set(int pos, T x);
    T get(int pos);
    T remove(int pos);
}
```

Interface Iterator

Dermed må klassen ArrayListe få

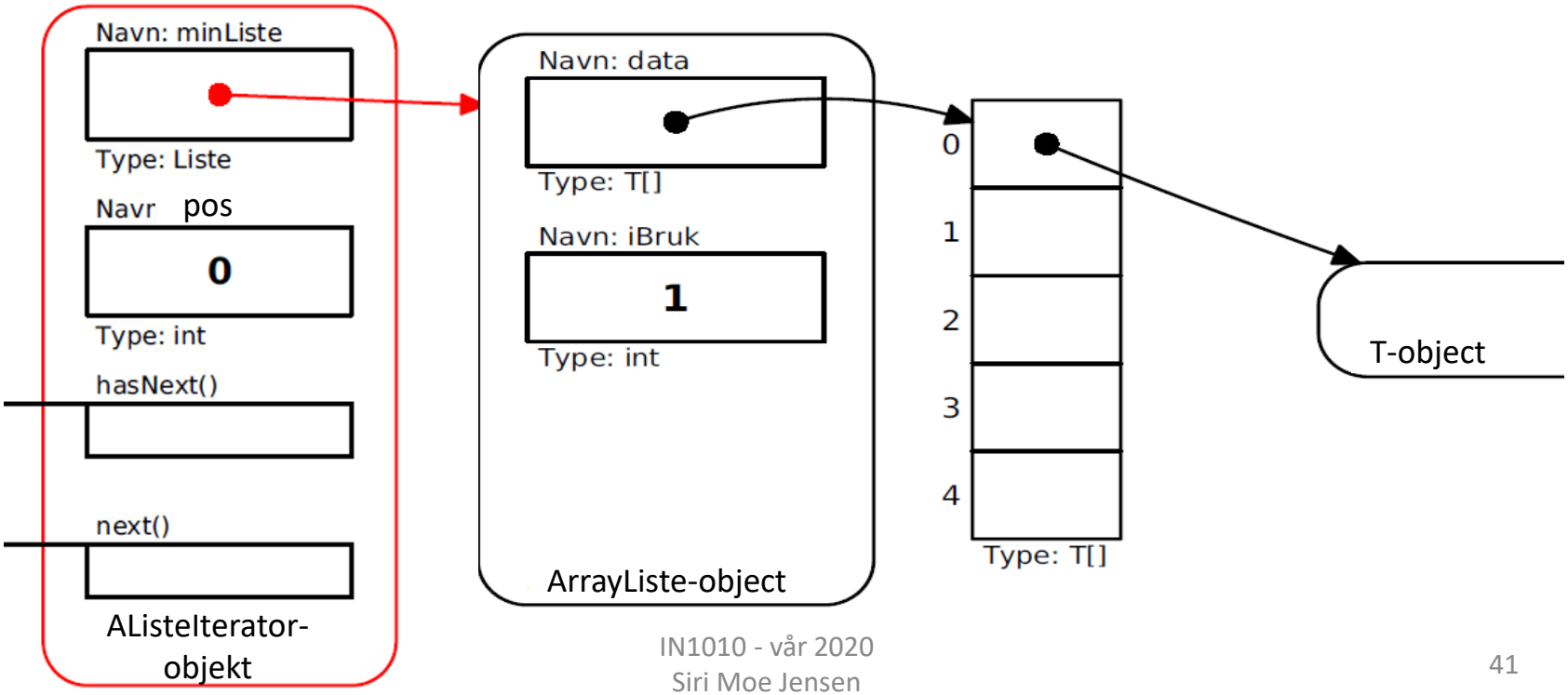
- en metode iterator (med *liten* forbokstav)
- som lager og returnerer et Iterator-objekt (med *stor* forbokstav)

Arrayliste.java

```
class Arrayliste<T> implements Liste<T> {
    public AListeIterator<T> iterator() {
        return new AListeIterator<T>(this);
    }
    // Resten av metodene i Liste-interfacet
}
```

Interface Iterator

- Iterator-interfacet krever implementering av **hasNext** og **next** for Arrayliste beholdere
- Da trenger vi en teller og en referanse til et Arrayliste objekt
- Implementerer dette i en klasse AListeIterator



Interface Iterator

```
import java.util.Iterator;
class AListeIterator implements Iterator<T> {
        private Liste<T> minAL;
        private int pos;

        public AListeIterator(Arrayliste<T> nyAL) {
                minAL = nyAL;
                pos = 0; }
        public T next() {
                return minAL.get(pos++); }
        public boolean hasNext() {
                return (pos < minAL.size()); }
}
```

Deklarasjon av klassen AListeIterator

- Kunne noe vært gjort annerledes siden vi ikke bruker klassen AListeIterator utenfor klassen ArrayListe?

- Hvorfor må AListeiterator deklareres med en typeparameter?

=> Om vi deklarerer AListeIteratoren som en indre klasse i ArrayListe trenger den ikke typeparameter

Oppsummering

- Alternative datastrukturer for lenkelister
- Ulike grensesnitt for og implementasjon av lister
  - stabel
  - kø
  - prioritetskø

- Mer Java
  - Innpakking ("boxing")
  - Å sammenligne objekter (Comparable)
  - Å gå gjennom alle elementer i en beholder (Iterator)

- Neste uke: Rekursjon med Eyvind Wersted Axelsen