Uke 3,
Forelesning 1

- Essensen i faget: Effektive algoritmer
- Matematiske forutsetninger
  - Logaritmer, regneregler for logaritmer
  - Eksponenter, regneregler for eksponenter
  - Rekker og summer
  - Bevis
- Begreper/teknikker: Pseudo-kode; Måle reel tid eller beregne/estimere (teoretisk) tid

Uke 1.1

- Introduksjon til metodekall og rekursjon
- Introduksjon til kombinatoriske søk, kombinasjoner og permutasjoner
- Introduksjon til dronning oppgaven

Uke 1.2

- Hvordan en kan GENERERE PERMUTASJONER
- Introduksjon til ANALYSE av ALGORITMER

Uke 2.1

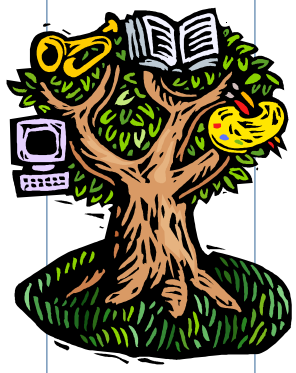
- Avrunding
- Gjennomgang av matematikse grunnlaget

Uke 2.2

OVERSIKT – *Uke 3, Forelesning 1 (W3.L1)*

- Denne uken: LISTER, STABLER og KØER.
- I DAG (W3.L1):
  - TEMA #1: Introduksjon til abstrakte datatyper (ADT'er)
  - TEMA #2: Lister
- NESTE FORELESNING (W3.L2):
  - TEMA #3: Stabler (Engelsk: Stacks, Norsgelsk: Stakker)
  - TEMA #4: Køer

TEMA #1



Introduksjon til Abstrakte Datatyper

ADT – *En kort introduksjon*

- **ADT** = Abstrakt datatype
  (Engelsk: Abstract Data Type)

- ADT definerer **hva** en ny datatype er og skal gjøre, **ikke hvordan** datatypen skal implementeres.
  - Det kan være mange mulige implementasjoner (både matematiske og programmatiske, dvs. måter å skrive kode) som gir oss en og samme datatype
  - Hva som er beste implementasjon må avgjøres etter hvilke bruk vi har

- ADT er en abstraksjon av en (mye brukt) datatype
- ADT er en modell av en (mye brukt) struktur og mekanismer/atferd tilknyttet strukturen

ADT – *Som en modell*

- ADT er en modell av en (mye brukt) struktur og mekanismer/atferd

- Hver ADT har:
  - En tilknyttet struktur
  - En semantikk (betydning)
  - Operasjoner (grensesnitt)

- For hver ADT skal vi se på ADT'ens struktur, semantikk og operasjoner.
- I tillegg skal vi se på
  - Tidsforbruket til operasjonene
  - Eksempler på bruk

Lister

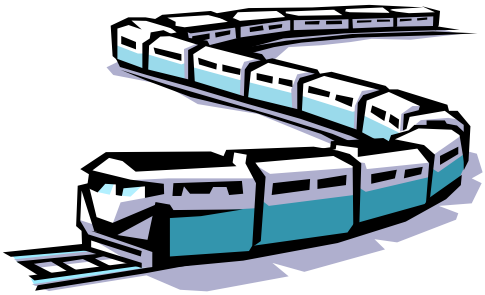
- LISTE-ADT'en modellerer det de fleste forbinder med begrepet liste, nemlig en liste av elementer:

  $\mathbf{A_1, A_2, \ldots, A_n}$.

- Begrepet er del av det mere generelle begrepet "samling" (Engelsk: Collections).
- De 5 vanlige samlinger er:
  - Sets (mengder),
  - Bags (sekker ?),
  - Lists (lister),
  - Arrays (tabeller ?),
  - Dictionaries (ordbøker)
- Forskjellene er om de er ordnede eller ikke, og om gjentakelse er tillatt.

LISTER – *Begrepsapparatet #2*

- I forhold til andre samlingsbegreper...
  En liste impliserer ORDEN (rekkefølge):
  - At noe kommer før eller etter noe,
  - At det har et hode og en hale (en først og sist)...
- Det er som et tog med liste-elementer som vogner!



LISTER – *Begrepsapparatet #3*

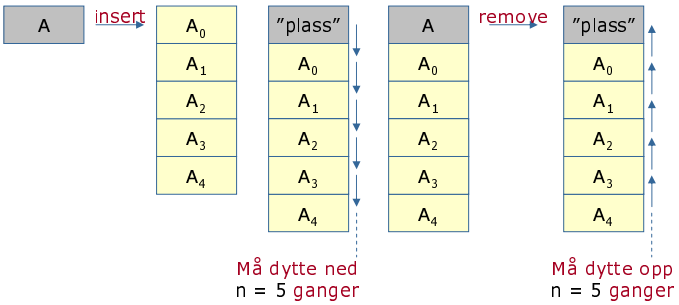
- Fordi liste-ADT'en er "abstrakt":
  - Elementene i listen kan være hva som helst – som personer, biler og varer.
  - I vår liste-ADT legger vi selvfølgelig inn *modeller* av elementene. Dette kan være vilkårlig komplekse objekter eller ganske enkelt navn, bilnummer og varebetegnelser.
  - Vi kan lage mange forskjellige ADT'er for lister avhengig av hvilket grensesnitt vi definerer for den.
  - Grensesnittet (dvs. ADT'en) definerer hvilke operasjoner vi kan utføre på lister, men sier ingenting om hvordan disse operasjonene blir utført.

LISTER – *Mulige operasjoner (grensesnitt)*

```
public interface ListeInterface
{ // Sette inn et element på en gitt plass
   void insert(Object x, int posisjon);
   // Slette et gitt element fra listen
   void remove(Object x);
   // Sjekke om et element finnes i listen
   boolean find(Object x);
   // Få tak i elementet på en angitt plass
   Object findKth(int k);
   // Skrive ut alle elementene i listen
   void printList();
   // Sjekke om listen er tom
   boolean isEmpty();
   // Tømme (nullstille) listen
   void makeEmpty();
}
```


LISTER – *Array implementasjon av lister #1*

- insert: $O(n)$.
  I verste fall: Innsetting først i listen føre til at vi må flytte alle de n-1 andre elementene ett hakk ”nedover” i array’en.



- remove: $O(n)$.
  Som for insert men må flytte alle de n-1 andre elementene ett hakk ”oppover” i array’en.

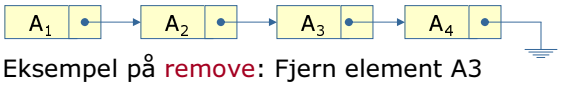
I tillegg til insert og remove som "i verste fall var $O(n)$...

- find: $O(n)$ — så bra som man kan forvente.
- findKth: $O(1)$ — positivt!
- printList: $O(n)$.
- isEmpty: $O(1)$.
- makeEmpty: $O(1)$.

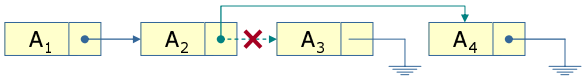
- **Problem**:

  Array'er kan ikke vokse dynamisk etter behov — størrelsen må bestemmes senest i det øyeblikket array'en opprettes.

- Alternativet til array-implementasjon er en kjede av elementer der et element peker til neste element

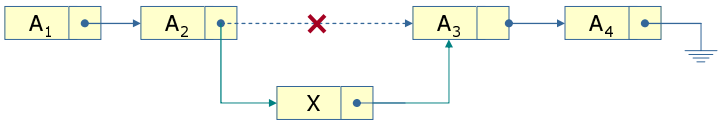


- Eksempel på remove: Fjern element A3



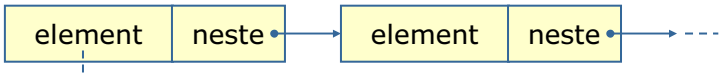
- De logiske trinnene:
  - Husk hvor A_3 er: $X \leftarrow A_2.neste$.
    NB! Ikke alltid nødvendig. Kun når søppel samles manuelt, eller om A_3 skal brukes til noe annet osv...
  - La A_2 nå peke til A_4: $A_2.neste \leftarrow A_4$.
    NB! Dette trinnet er den egentlige "remove" operasjonen
  - La A_3 nå peke til "intet" : $A_3.neste \leftarrow null$.
    NB! Ikke alltid nødvendig.

- Eksempel på insert: Sett inn element X



- De logiske trinnene:
  - Husk hvor A_3 er (eller hva A_2 peker til): $Y \leftarrow A_2.neste$.
    NB! Ikke nødvendig hvis A_3 er tilgjengelig uansett.
  - La A_2 nå peke til X: $A_2.neste \leftarrow X$.
    og
    La X peke til A_3: $X.neste \leftarrow A_3$ (eller $X.neste \leftarrow Y$).
    NB! Dette trinnet er den egentlige "insert" operasjonen NB!
    Ikke alltid nødvendig.

- Datastrukturen, som i diagrammet, er en "Node" med en referanse (peker) til en annen – i vårt tilfelle "neste" – node.



objektet (selve elementet)

```
class Node
{ Object element;   // Selve elementet
  Node neste;       // Ref til "neste" element

  public Node(Object x, Node n)
  {  element = x;
     neste = n;
  }
}
```

LISTER – *Tider for pekerkjede implementasjon av lister*

- insert: $O(1)$ dersom vi allerede har funnet stedet der elementet skal settes inn.
- remove: $O(1)$ (tilsvarende som for insert).
- find: $O(n)$.
- findKth: $O(n)$ — må gå gjennom k-1 elementer for å komme til element k.
- printList: $O(n)$.
- isEmpty: $O(1)$.
- makeEmpty: $O(1)$.
- Dersom vi inkluderer tiden vi bruker på å finne riktig sted, blir innsetting og sletting $O(n)$, men med svært liten konstant.
- MERK: Innsetting og sletting blir veldig raske i gjennomsnitt dersom vi som oftest setter inn først/tidlig i listen.

LISTER – *Implementasjon av pekerkjedelister #1*

```
public class PekerListe
{ // NB! Vi bruker Node slik klassen er definert tidligere.
  Node liste = null;

  // Skriver ut hele listen (alle elementene i listen).
  public void printList()
  { Node n = liste;
    while (n != null)
    { n.element.print();
      n = n.neste;
    }
  }

  // Metoder på de neste foliene skal settes inn her!

}
```

```
public class PekerListe
{  //  Flere metoder. Fortsetter fra tidligere foil...

    //Tømmer listen
    public void makeEmpty()
    { liste = null;
    }

    //Tester om listen er tom
    public boolean isEmpty()
    { return (liste == null);
    }

    //Metoder på de neste foliene skal settes inn her!

}
```



```
public class PekerListe
{   //    Flere metoder. Fortsetter fra tidligere foil...

    // insert...
    // Antar at posisjon ikke er større enn listelengde pluss en.
    public void insert(Object x, int posisjon)
    {  if (posisjon == 1)
       {    liste = new Node(x, liste);
       }
       else
       {    Node n = liste;
            for (int i = 2; i < posisjon; i++)
            {   n = n.neste;
            }
        n.neste = new Node(x, n.neste);
       }
    }

    //  Metoder på de neste foliene skal settes inn her!

}
```

```
public class PekerListe
{   //    Flere metoder. Fortsetter fra tidligere foil...

      // remove...
      public void remove(Object x)
      {  Node n = liste;
         if (n != null)
         {   while (n.neste != null && !n.neste.element.equals(x))
             {   n = n.neste;
             }
             if (n.neste != null)
             {   n.neste = n.neste.neste;
             }
         }
      }

      // Metoder på de neste foliene skal settes inn her!

}
```

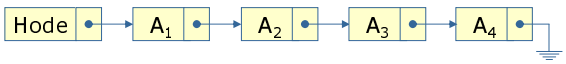


```
public class PekerListe
{   //    Flere metoder. Fortsetter fra tidligere foil...

      // find...
      public boolean find(Object x)
      { Node n = liste;
        while (n != null && !n.element.equals(x))
        {   n = n.neste;
        }
        return (n != null);
      }

      // Metoder på de neste foliene skal settes inn her!

}
```

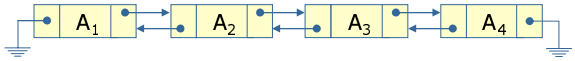
```
public class PekerListe
{  //   Flere metoder. Fortsetter fra tidligere foil...

     // find k^th...
     // Antar at listen består av minst k elementer.
     public Object findKth(int k)
     {  Node n = liste;
        for (int i = 2; i <= k; i++)
        {   n = n.neste;
        }
         return n;
     }

     // Klassen avslutter her!

}
```


Alternative liste-implementasjoner:

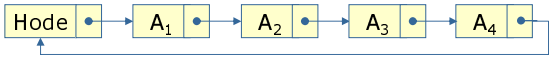
- Pekerkjede med hode:



- Toveis pekerkjede:



- Sirkulær pekerkjede (med hode):



- Toveis pekerkjede med hode og hale, toveis sirkulær pekerkjede...

Variant: sortert liste

- Find blir fortsatt $O(n)$ hvis vi bruker pekerkjede, men $O(\log n)$ hvis vi bruker array og binærsøk.

Neste gang skal vi…

- Fortsette med lister (og avslutte lister):
  1. Sorterte lister; Radix-sort og bøtter…
  2. Implementasjonseksempel av pekerkjedelister med hode + siste-peker.
  3. Implementasjonseksempel av radix-sort.

- Begynne med stabler og køer.