C++

- bred användning inom programvaruindustrin
  - tillgängligt överallt
  - generellt
  - effektiv kod
  - god kontroll över minnesanvändning
- ny standard 2011 – C++11
  - mindre revision planerad till senare delen av 2014 – C++14
  - större revision planerad till 2017 – C++1y
  - stort fokus på ytterligare generalisering och förenklad användning

Imperativ programmering (Fö 1–2)

Imperativ programmering är i många språk grunden för kodning av algoritmer – även i objektorienterade programmeringsspråk.

- *variabler* – används för att lagrar värden

```
int x{ 0 };                int x = 0;
```

  - deklareras med *namn* och *datatyp* – *deklarationssats*
  - datatypen bestämmer *värdemängd* och tillåtna *operationer*
  - en *konstant* kan ses som en variabel som måste *initieras* och sedan inte kan ändras
  - även variabler och konstanter av enkel typ kallas *objekt* i C++
- *tilldelning* – den grundläggande imperativa operationen

```
x = 1;
```

  - ger en variabel ett nytt värde – *tilldelningsuttryck*, *tilldelningssats*
  - inte tillåtet för konstanter
- *sats* – den minsta fristående konstruktionen i ett program
- de tre *strukturprimitiverna* – med dessa kan alla slags sekventiella program konstrueras
  - *sekvens* **{** sammansatt sats; block **}**
  - *val* (**if**, **switch**)
  - *repetition* (**while**, **do**, **for**)
- *funktion* – grundläggande konstruktion för att strukturera och återanvända programkod
- *in- och utmatning* – typisk *standardbiblioteksprogramvara*

Ett första programexempel

```
// Det klassiska C-programmet i C++-tappning

#include <iostream>                          // inkluderingsdirektiv

int main()                                   // funktionen main finns i alla C++-program
{
    std::cout << "Hello, world" << std::endl;

    return 0;
}
```

- stort standardbibliotek
  - åtkomst genom inkludering av de delar som programmet utnyttjar
  - alla standardbiblioteksnamn kapslas i standardnamnrymden `std`
- Översättningsmodell:

  källkod -> preprocessor -> kompilator -> länkare -> körbart program (a.out)

  ```
  g++ hello.cc
  ```

Enkel in- och utmatning – strömbiblioteket

```
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;                                    // öppna standardnamnrymden std

int main()
{
   int  i;

   cout << "Skriv ett heltal < 1000: ";

   cin >> i;

   cout << "Det var " << setw(3) << i << endl;
}
```

- strömbiblioteket kan hantera in- och utmatning av alla grundläggande datatyper samt strängar
- standardströmmar – `cin` och `cout` samt `cerr` och `clog` för speciella syften
- funktioner för in- och utmatning – de formaterande operatorerna >> och <<
- olika möjligheter att formatera utskrifter – *manipulatorer*

Programstruktur

Ett enkelt C++-program består av en eller flera funktioner.

```
#include <iostream>
using namespace std;

int max(int x, int y)
{
   return (x > y ? x : y);
}

int main()
{
   int  i, j;

   cout << "Skriv två heltal: ";
   cin >> i >> j;

   auto m = max(i, j);

   cout << m << " var störst.\n";

   return 0;
}
```

Uppdelning på filer – ”file as module”

Program kan delas upp på flera filer, typiskt inkluderingsfiler med datatypdefinitioner och funktionsdeklarationer (*.h) tillhörande implementeringfiler (*.cc, *.cpp, …) med exempelvis funktionsdefinitioner

```
// Fil: max.h
#ifndef MAX_H
#define MAX_H

int max(int, int);

#endif
```

```
// Fil: max.cc
#include "max.h"

int max(int x, int y)
{
   return (x > y ? x : y);
}
```

- inkluderingsfilen max.h innehåller det som behövs för att kompilera max.cc
- en *inkluderingsgard* ska alltid finnas i en inkluderingsfil – skyddar mot upprepad inkludering
  - en *deklaration* kan förekommer flera gånger – genererar ingen kod
  - en *definition* som förekommer mer än en gång ger kompileringsfel (gäller ej mallar, template)

Uppdelning på filer – ”file as module” (forts.)

```
// Fil: test.cc

#include <iostream>
#include "max.h"

using namespace std;

int main()
{
    …
    auto  m = max(i, j);
    …
}
```

- inkluderingsfilerna iostream och max.h innehåller det som behövs för att kompilera max.cc
- för att skapa det körbara programmet behövs även definitionen för max – kompilering:

```
g++ test.cc max.cc
```

eller stegvis:

```
g++ -c test.cc
g++ -c max.cc
g++ test.o max.o
```

Datatyper i C++

Variabler och *konstanter* används för att hantera värden – fungerar som behållare för värden.

Deklareras med namn och en datatyp – traditionell syntax:

```
char c;                          // teckenvariabel c
int i = 1 ;                      // heltalsvariabel i som initieras till 1
const double PI = 3.14;          // flyttalskonstant PI
```

Alternativ syntax i C++11 för att initiera – den mest generella syntaxen:

```
int i{1};
const double PI{3.14};
```

Ytterligare en variant från C++98 – ibland måste denna användas för klasser med lite speciella konstruktorer:

```
int i(1);
const double PI(3.14);
```

Två huvudkategorier av datatyper:

- *grundläggande datatyper* (”fundamental types”)
  - exempelvis **int**, **double**, **char**, **bool** och lite speciella **void**
- *sammansatta datatyper* (”compound types”)
  - exempelvis *klasstyper* (**struct**, **class**), *fält* (”array”), *pekare*, *referenser* och *funktioner*

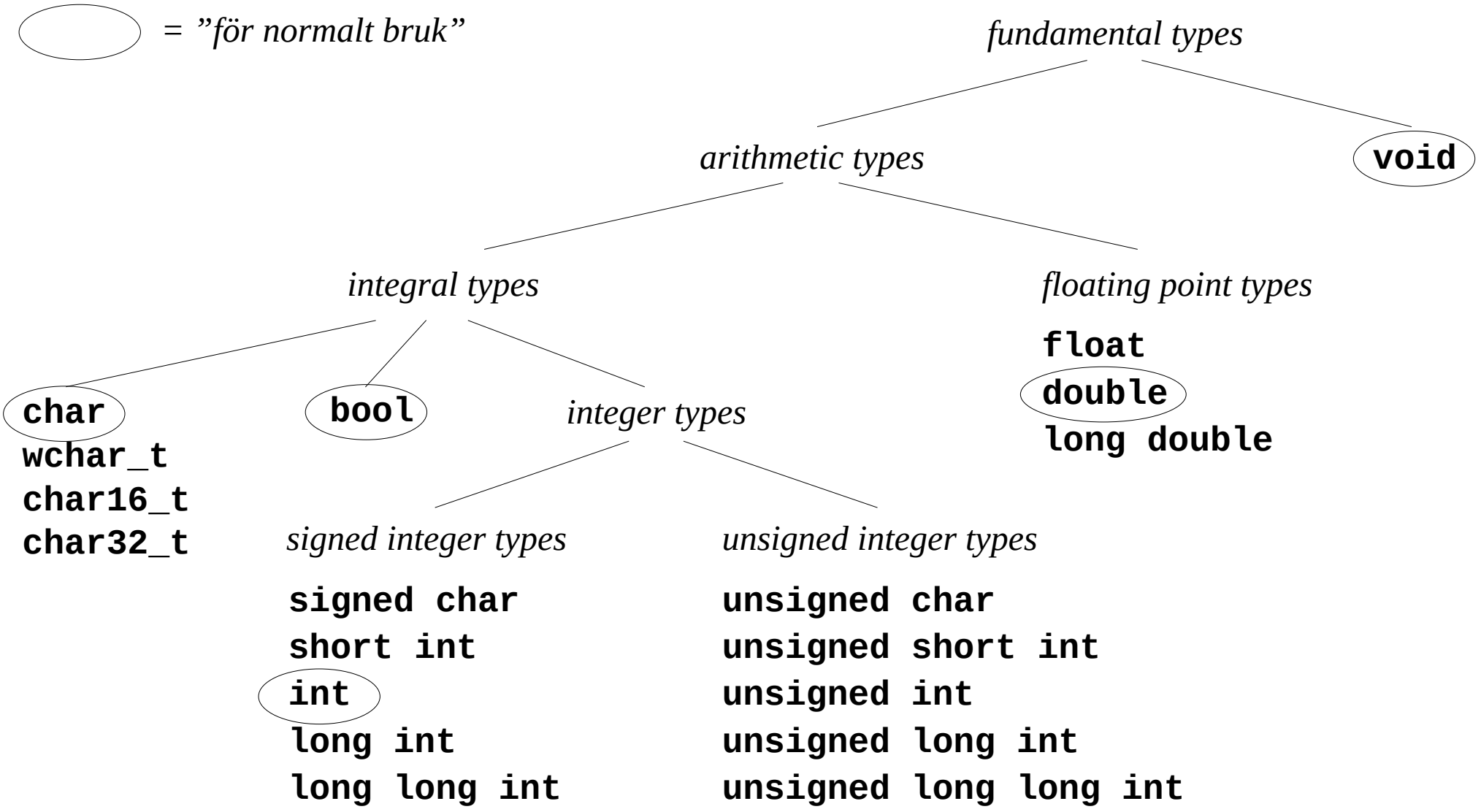
Variabel- och konstantdeklarationer

```
const double  PI{3.1415};                    // konstant på filnivå – ”global” (undvik)

void print_area(double r)                    // funktionsparameter – initieras av argumentet
{
   const string text{"Arean = "};            // lokal konstant

   cout << text << PI * r * r << endl;
}

int main()
{
   double  radius;                           // lokal variabel

   cout << "Ge en cirkelradie: ";
   cin >> radius;

   print_area(radius);                       // funktionsanrop, parameteröverföring
}
```

- variabler som deklareras på filnivå initieras alltid – numeriska variabler nollställs automatiskt om ingen initierare anges
- lokala variabler initieras inte – `radius` har ett odefinierat initialvärde

Anm. Datamedlemmar i klasser återkommer vi till.

Översikt grundläggande typer



Datatypning

Typlikhet och typomvandling är viktiga egenskaper hos ett programmeringsspråk.

- C++ är ett starkt typat språk
- varje objekt/uttryck har en specifik typ, som ej kan ändras

”Uppluckring” – värden av grundläggande typ kan typomvandlas automatiskt i många sammanhang:

- ”*conversions*” – omvandlingar som kan leda till problem om man inte är medveten om vad man gör (**int** –> **short int**)
- ”*promotions*” – säkra omvandlingar (**short int** –> **int**)

Uttrycklig typomvandling kan göras med *typomvandlingsoperatorer*:

`static_cast``<`*till-typ*`>(`*x*`)` till relaterad typ (t.ex. mellan olika aritmetiska typer)
`reinterpret_cast``<`*till-typ*`>(`*x*`)` till ej relaterad typ (t.ex. heltal till pekare)
`dynamic_cast``<`*till-typ*`>(`*x*`)` inom en polymorf klasshierarki (t.ex. från basklasspekare till subklasspekare)
`const_cast``<`*till-typ*`>(`*x*`)` tar *bort* **`const`**-het

- dessa kan inte användas hur som helst – kompilatorn kontrollerar!

Uttryck och operatorer

Möjligheterna att konstruera uttryck är omfattande. Några enkla exempel

`x = 21`	*tilldelningsuttryck*
`2 * PI * r`	*multiplikation, sammansatt uttryck*
`-x`	*negation*
`x < y`	*relationsuttryck*
`line[21]`	*indexeringsuttryck (t.ex.* `vector`, *fält)*
`sin(pi)`	*funktionsanrop*
`name.length`	*medlemsval (***`class`**, **`struct`**, **`union`**`)`
`p->length`	*medlemsval när ett klassobjekt refereras av pekare*
`&x`	*adresstagning*
`*p`	*avreferering av pekare*
`static_cast<int>(x)`	*typomvandling*

Sammansatta uttryck – prioritet – beräkningsordning

Då sammansatta uttryck beräknas inverkar flera regler i språket.

- alla operatorer är inordnade i en prioritetshierarki (17-19 nivåer)
- en operator med högre prioritet har företräde jämfört med en operator med lägre prioritet

```
a + b * c          beräknas        a + (b * c)
```

- då operatorerna i ett sammansatt uttryck har samma prioritet gäller den aktuella nivåns beräkningsriktning, *associativitet* (*höger –>vänster* eller *vänster–>höger*)

```
a + b - c + d      beräknas        ((a + b) - c) + d

x = y = z = 0      beräknas        x = (y = (z = 0))
```

- parenteser kan användas för att ge en annan beräkningsordning

```
(a + b) * c
```

- beräkningsordningen för *operander* är i de flesta fall ospecificerad, liksom beräkningsordningen för funktionsargument

```
x + y - fun()
```

  – se upp med funktioner som har sidoeffekter (fun kanske ändrar på x och y i det fördolda)

Satser

Det finns ett flertal olika slags satser:

- sammansatt sats, blocksats – `{…}`
- deklarationssatser
- uttryckssatser – *uttryck*;

```
{                           // sammansatt sats
    int  i ;                    // deklarationssatser
    int  j{0};

    i = j + 1;              // uttryckssats (tilldelningsuttryck följt av semikolon)
    …
}
```

- selektionssatser – **if**, **switch**
- repetitionssatser (iterationssatser) – **while**, **do**, **for**
- hoppsatser – **return**, **break**, **continue**, **goto**

If-satsen

Villkorsstyrt val av alternativa programavsnitt.

```
int main()
{
   int  x, y;

   cout << "Ge två heltal: ";
   cin >> x >> y;

   cout << "Det största värdet är ";

   if (x > y)
      cout << x << endl;
   else
      cout << y << endl;
}
```

- *styrvillkoret* mellan parenteserna beräknas först, **true** eller **false**
- om värdet är **true** utförs satsen mellan **`if`** och **`else`**
- om värde är **false** utförs satsen efter **`else`**
- **`else`**-grenen är valfri (används endast vid behov) – enkel **`if`**-sats
- om uttrycket inte är ett **bool**-uttryck kan automatisk typomvandling komma att ske

```
if (x = y) …          // en klassiskt felskrivning
```

Blocksats – om mer än en sats ska finnas där syntaxen säger ”sats”

```
if (top > 0)
{
   top = top - 1;
   return stack[top];
}
else
{
   cout << "Stacken är tom\n";
   throw stack_error;                    // ett undantag kastas – en passande hanterare letas upp
}
```

- satserna inom ett block utgör en *sekvens* – de utförs i den ordning de skrivits
- behovet av blocksatsen gäller för samtliga styrsatser
- man bör alltid använda block i villkors- och iterationssatser

Switch-satsen

Ett *mångförgrenat* val styrt av ett *heltalsuttryck*.

```
int main()
{
   char  c;

   cout << "Välj j = JA, n = NEJ: ";
   cin >> c;

   switch (c)
   {
      case 'j':
      case 'J':
         cout << "Du har valt JA";
         break;
      case 'n':
      case 'N':
         cout << "Du har valt NEJ";
         break;
      default:
         cout << "Fel val!";
         break;
   }
}
```

Switch-satsen, forts.

- *styruttrycket* beräknas
  - ska vara ett **int**-kompatibelt uttryck – **char** omvandlas automatiskt till **int**
- om det finns en **`case`** med samma värde fortsätter exekveringen efter denna **`case`**
- om ingen **`case`** passar utförs **default**
  - **default** behöver inte placeras sist men det är mest logiskt så
- **break** avbryter exekveringen av **switch**, liksom om exekveringen når avslutande `'}'`
- varning för ”fall-through”!

While-satsen

While-satsen är en *förtestad*, *villkorsstyrd* repetition.

```
int main()
{
    int  sum{0};
    int  x;

    while (cin >> x)
    {
        sum = sum + x;
    }

    cout << "summa = " << sum << endl;
}
```

- styruttrycket beräknas först
  - om **true** utförs satsen/satsblocket, varefter styruttrycket åter beräknas
  - **`while`**-satsen avbryts då styruttrycket blir **false**

Do-satsen

Do-satsen är en *eftertestad*, *villkorsstyrd* repetition.

```
int main()
{
   int  x;

   do
   {
      cout << "Skriv ett heltal: ";
      cin >> x;
      cout << "Du skrev " << x << endl;
   }
   while (x > 0);
}
```

- satsen/satsblocket mellan **`do`** och **`while`** utförs
- styruttrycket mellan parenteserna efter **`while`** beräknas
  - om styruttrycket är *falskt* avbryts **`do`**-satsen och satsen efter utförs
  - om styruttrycket är *sant*, upprepas från första punkten ovan

For-satsen

Den ”vanliga” for-satsen är en *förtestad*, *villkorsstyrd* repetition.

```
int main()
{
    int  sum{0};

    for (int i = 1; i <= 10; ++i)
    {
        sum = sum + i;
    }

    cout << "Summan av 1, 2,… 10 är " << sum << endl;
}
```

- *initieringssatsen* beräknas – variabeln `i` deklareras och nollställs
- *styrvillkoret* beräknas – om *falskt* avslutas **`for`**-satsen
- satsen/satserna som hör till **`for`**-satsen utförs
- sista uttrycket i **`for`**-satsens styrdel utförs – `i` räknas upp med 1 – varefter styrvillkoret åter beräknas
- konstruktionen av styrningen ovan kan kategoriseras som en ”räknarstyrd repetition”

Intervallstyrd for-sats

Om det man vill iterera över är någon form av **intervall** – *container*, *fält*, *initierarlista*, …

```
int x[]{ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 };          // fält med 9 initierade element

for (auto i : x)                               // motsvarar: for (int i : x)
{
   cout << i << '\n';                          // i är en kopia av ett element i x
}

for (auto& i : x)                              // motsvarar: for (int& i : x)
{
   i = 2 * i;                                  // i är en referens till ett element i x
}
```

Om x är

- ett *fält* (som ovan) kommer **for**-satsen att stega från första till (förbi) sista elementet
- av *klasstyp* ska medlemsfunktionerna begin() och end() finnas som returnerar pekare/iteratorer till första resp. förbi sista elementet
- av annan typ ska det finnas vanliga funktioner begin() och end() som returnera pekare/ iteratorer till första resp. förbi sista elementet

Semantiskt hanteras styrvariabeln `i` som en lokal variabel *inuti* satsdelen

- återskapas och initieras i varje varv
- nödvändigt för fallet då `i` är en *referens* – en referens måste alltid initieras då den skapas och kan inte tilldelas nytt värde

Hoppsatser

Det finns fyra former av hoppsatser i C++:

- **`goto`**
  - innebär hopp till ett namngivet läge i programmet
  - undantagshantering (exception) har eliminerat en klassisk användning av **goto**
- **`return`**
  - returnerar från funktion
  - **`return`** *uttryck* för funktioner som ska returnera ett objekt
  - enbart **`return`** för funktioner som returnerar **`void`**
  - en funktion som når sitt slut utan att passera en **return**-sats returnerar automatiskt – fatalt om ett värde ska returneras!
- **`break`**
  - avbryter **`for`**, **`while`**, **`do`** och **`switch`**
  - exekveringen fortsätter efter satsen ifråga
  - nödvändig i **switch**
  - använd med omdöme i repetitionssatser – bör medföra en påtaglig förenkling
- **`continue`**
  - medför att hopp till slutet av satsdelen i en **`for`**, **`while`** eller **`do`**
  - för en **`while`**- eller **`do`**-sats innebär det att exekveringen hoppar till styruttrycket
  - för en **`for`**-sats innebär det att exekveringen hoppar till det tredje delen i styrhuvudet och sedan till styruttrycket
  - använd med omdöme

Funktionsdefinition och funktionsdeklaration

- Funktionsdefinition

```
double mean(double x, double y)
{
   return ((x + y) / 2);
}
```

  - kod genereras
  - det får bara finnas en definition

- Funktionsdeklarationer

```
double mean(double x, double y);

double mean(double, double);
```

  - ingen kod genereras – anger bara att mean ska vara namnet på en funktion med en viss signatur
  - det får finnas flera sådana deklarationer
  - kan användas av kompilatorn för att kontrollera funktionsanrop
  - definitionen (i kompilerad form) måste finnas tillgänglig vid länkningen

Parameteröverföring

Värdeöverföring – ”call by value” – argumentets *värde* kopieras till parametern

```
int max(int x, int y)
{
    return (x > y ? x : y);
}
```

Referensöverföring – ”call by reference” – parametern kommer att referera till (vara ett annat namn för) argumentet

– *lvalue reference*

```
void swap(int& x, int& y)
{
    const int old_x{x};
    x = y;
    y = old_x;
}
```

– *rvalue reference* – parameterns innehåll kan ”stjälas" (flyttsemantik), argumentet nollställs

```
void fun(vector<int>&& v);
```

Överföring som konstant referens – för att undvika onödig kopiering av objekt av komplicerad typ

```
void print(const vector<int>& v);
```

Defaultargument för funktionsparametrar

Används om inget motsvarande argument ges i ett anrop.

```
int increment(int value, int amount = 1)
{
   return value + amount;
}
```

Anrop:

```
cout << increment(5, 2) << endl;     // 7

cout << increment(7) << endl;        // 8
```

Överlagring av funktioner

Flera funktioner kan ges samma namn.

```
void print(int value);

void print(double value);

void print(const string& s);
```

Kompilatorn väljer den överlagring som passar argumenttypen bäst.

```
print(4711);     // 4711 är int
```

Överlagring som alternativ till defaultargument (se exemplet på föregående sida)

```
int increment(int value)
{
   return value + 1;
}

int increment(int value, int amount)
{
   return value + amount;
}
```

- två nästan identiska definitioner – i detta fall är defaultargument att föredra

Sammansatta datatyper

Sammansatta datatyper kan konstrueras på många sätt – några exempel:

- *fält* (”*array*”) är indexerade datatyper bestående av objekt av samma typ – använd hellre `std::vector` eller `std::array`

```
int a[100]
```

Typen för a justeras ibland till `int*`

- *pekare* till objekt av en viss typ

```
int* p
```

- *referens* till objekt av en viss typ – den med ett & kallas *lvalue-referens* – vi väntar med *rvalue-referens* (&&)

```
int& r
```

- *klass* (**`class`** och **`struct`**) som består av objekt av olika typ, även funktioner

```
struct point
{
   int x;
   int y;
};
```

- *funktioner* har parametrar av olika typer och returnerar **`void`** (inget) eller ett objekt av en viss typ

```
int max(int x, int y)
```

Typ: `int (int, int)`

Sammansatta datatyper kan kombineras på olika sätt för att konstruera komplexa datatyper och datastrukturer.

Pekare – `*`

Pekarobjekt kan innehålla minnesadresser till andra objekt.

```
int   i{4711};                  // Heltalsvariabel
int*  p{&i};                    // Pekare till heltal – adressoperatorn
```

Användning:

```
cout << i << endl;                          // 4711
cout << p << " -> " << *p;                  // 0xefffff828 -> 4711
```

Med adressoperatorn & kan man bl.a. få adressen till

- en variabel eller konstant, ett element i ett fält, en komponent i en post, …

Avrefereringsoperatorn `*` är dess ”invers”, ”avrefererar” en pekare

- uttrycket ger det objekt som en pekare/adress anger

Pekare är viktiga komponenter för att skapa dynamiska datastrukturer – mer om det senare.

Referenser

Det finns två slags referenser i C++ – *lvalue-referenser* (&) och *rvalue-referenser* (&&).

```
int   i{4711};

int&  ir{i};              // referens till heltal – ir blir ett alternativt namn på i
```

En referens måste *alltid* initieras då den definieras och kan sedan inte ändras.

Möjlig användning (kanske inte så realistiskt):

```
ir = 11147;                           // i princip tilldelning av i

cout << ir << "==" << i << endl;      // implicit avreferering
```

En form av *alias* – främsta användning är som typ för funktionsparametrar och funktionsreturvärden.

```
void add(int& x, int y)
{
   x = x + y;
}

add(i, 21);
```

Undvik jämförelse med pekare – skillnaderna är stora, likheterna små!

Poststrukturer – struct

Den grundläggande användningen av **struct** är att definiera, framför allt enkla, *posttyper* (inga medlemmar som behöver skyddas)

```
struct Person
{
   string name;
   int    age;
};

Person  p{ "Per Post", 21 };              // initiering med initierarlista
```

Punktoperatorn används för att referera till komponenter:

```
p.age = p.age + 1;

cout << p.name << " är " << p.age << " år.\n";
```

Det kommer mera längre fram …

Containrar – vector

Containrar är datastrukturer för att lagra element av en viss typ – array, deque, forward_list, list och vector är sekventiella containrar.

- `vector` har dynamisk kapacitet som utökas vid behov av operationen `push_back`(), som sätter in sist.
- indexerbar
- har iteratorer – objekt som kan pekar på element i en vector och ”vet” hur det tar sig till nästa/föregående element

```
#include <vector>

vector<int>  v;      // initialt tom
int          x;

while (cin >> x)
   v.push_back(x);                          // sätt in sist – kapaciteteten ökas vid behov

for (unsigned i = 0; i < v.size(); ++i)     // stegning med traditionell indexering
   v[i] = v[i] + 1;

for (auto it = v.begin(); it != v.end(); ++it)   // stegning med iterator – fungerar som pekare
   *it = *it + 1;

for (auto x : v)                            // intervallstyrd – elementens värden ska inte ändras
   cout << x << '\n';

for (auto& x: v)                            // intervallstyrd – elementens värden ska ändras
   x = 2 * x + 1;
```

Exempel på operationer på vector

```
vector<int>  v1;          // defaultinitiering – v1 är tom från början
vector<int>  v2(100);     // initierar v2 med 100 defaultinitierade element av typen int – () måste användas här!
vector<int>  v3{v2};      // kopieringsinitiering – initierar v3 som en kopia av v2
```

v`.front()`	returnerar det första elementet i *v*
v`.back()`	returnerar det sista elementet i *v*
v`[`*i*`]`	returnerar elementet i indexposition *i*
v`.pop_back()`	tar bort sista elementet i *v*, returnerar inget
v`.insert(`*it*, *x*`)`	sätter in *x* direkt före iteratorpositionen *it*, returnerar interator till det nya elementet
v`.erase(`*it*`)`	raderar elementet i iteratorpositionen *it*, returnerar interator till elementet som följer efter det raderade elementet
v`.clear()`	raderar samtliga element i *v*
v`.empty()`	returnerar **true** om *v* är tom
v`.size()`	returnerar antalet element som lagras i *v* (storleken)
v1 = v2	tilldelning, innehållet i *v1* ersätts av en kopia av innehållet i *v2*
v1 == v2	returnerar **true** om innehållet i *v1* är lika med innehållet i *v2*; != för att jämföra med avseende på olikhet
v1 < v2	returnerar **true** om elementen i *v1* är lexikografiskt mindre än *v2*; <=, > och >= för analoga jämförelser
v1`.swap(`*v2*`)`	byter innehåll på *v1* och *v2*
`swap(`*v1*, *v2*`)`	byter innehåll på *v1* och *v2*
`begin(v)`	returnerar iterator till första elementet i *v* eller, om *v* är tom, en ”förbi-slutet-iterator”
`end(v)`	returnerar en ”förbi-slutet-iterator”

En del funktioner, som insert och erase, finns i flera varianter.

Exempel: vector med Person-element

```
#include <vector>
#include "Person.h"
using namespace std;

int main()
{
  vector<Person> pv;
  Person         p;

  while (getline(cin, p.name, ';'))        // Inmatningsformat: förnamn efternamn; ålder
  {
     cin >> p.age >> ws;                   // ws för att nästa getline ska börja läsa från rätt plats i indata
     pv.push_back(p);
  }

  for (auto x : pv)
  {
     cout << x.name << " är " << x.age << " år.\n";
  }

  return 0;
}
```

Länkade datastrukturer – länkad lista: **`struct`** *+ pekare*

```
struct List_Node
{
   std::string  name;
   int          age;
   List_Node*   next;
};
```

Dynamisk minnestilldelning görs med operatorn **new**:

```
List_Node* p{ new List_Node{"", 0, nullptr} };      // objektet listinitieras (endast för ”aggregate”)
```

Operatorn -> används för åtkomst till medlemmar:

```
p->name = "Per Post";

p->age = 21;                                        // Samma som (*p).age men det används normalt inte
```

Minne skapat med **new** ska återlämnas med **delete**:

```
delete p;                                           // pekaren p oförändrad

p = nullptr;                                        // om p lever vidare bör den alltid tilldelas ett nytt pekarvärde
```

Anm. Ett ”aggregate” är antingen ett *fält* eller en **struct** med endast publika datamedlemmar, inga egendefinierade konstruktorer, inga basklasser, inga virtuella funktioner och inga initierare för datamedlemmarna (NSDMI; tillåtet i C++14). *Fö 3–6.*

Aliasdeklaration

Ett sätt att definiera enkla namn för sammansatta typer.

```
struct List_node
{
   std::string name;
   int         age;
   List_Node*  next;
};

using List = List_Node*;          // aliasdeklaration – att slippa asterisken och få ett enkelt namn: List

List head{nullptr};               // deklaration av personlista – head har typ Person*
```

Det enkla namnet `List` har ofta klara fördelar framför det sammansatta typnamnet `List_Node*`.

```
void insert(List& list, const string& name, int age);              // i.s.f. List_Node*&
```

Ett alternativ till aliasdeklarationen ovan är **typedef**-deklaration (före C++11):

```
typedef List_Node* List;
```

Sätta in sist i lista

```
void append(List& list, const string& name, int age)
{
   auto p = new List_Node{name, age, nullptr};     // typ List_Node*

   if (list == nullptr)  // tom lista
   {
      list = p;
      return;
   }

   //  Det finns minst en nod i listan, sök upp den sista noden och länka in den nya noden efter den sista

   auto last = list;                                // typ List_Node*

   while (last->next != nullptr)
   {
      last = last->next;
   }

   last->next = p;
}
```

Strömbiblioteket †

Ett klassbaserat bibliotek för att läsa och skriva strömmar (sekvenser av element av en viss typ, t.ex. tecken).

- Strömtyper (klasser)
  - inströmmar – `istream`, `ifstream`
  - utströmmar – `ostream`, `ofstream`
  - in- och utströmmar – `iostream`, `fstream`
  - strängströmmar – `istringstream`, `ostringstream`
  - datatyper för att deklarera strömvariabler som kan kopplas till filer för att läsa/skriva sådana
- Operationer för
  - att öppna och stänga strömmar
  - att läsa och skriva strömmar (text, binärt)
  - att testa strömmars tillstånd (filslut, feltillstånd)
  - manipulera textströmmar (in- och utmatningsformat, sätta in radslut, strängslut, etc.)

† Sidorna 37–46 gås inte igenom på föreläsning – ingår för kort sammanfattning av grundläggande egenskaper hos strömmar.

Användning av strömbiblioteket †

Det finns flera inkluderingar som hör till strömbiblioteket, t.ex.

`#include <iostream>`

- strömklasserna `istream`, `ostream` och `iostream`
- de fördefinierade standardströmmarna `cin`, `cout`, `cerr` och `clog`
- manipulatorer utan parametrar, t.ex. `endl`, `noskipws`, `oct`

`#include <iosfwd>`

- i stället för `<iostream>` om man bara använder typdefinitioner i `<iostream>`
- man kan deklarera exempelvis funktionsparametrar av typ `ostream&` men inte använda t.ex. `cin` och `cout`

`#include <fstream>`

- strömklasserna `ifstream`, `ofstream` och `fstream`
- för att hantera filer som strömmar
- fstream inkluderar i sin tur `iostream`

`#include <sstream>`

- strängströmsklasserna `istringstream` och `ostringstream`

`#include <iomanip>`

- parametriserade manipulatorer, t.ex. `setw(10)`, `setprecision(2)`

Skriv- och läsoperatorerna << och >> †

Kan användas på standardströmmarna, filströmmar och strängströmmar för formaterad in- och utmatning.

```
cout << x;
```

- används för att *skriva* grundläggande datatyper och strängar på utströmmar
- omvandling från intern representation till textrepresentation

```
cin >> x;
```

- används för att *läsa* grundläggande datatyper och strängar från inströmmar
- läsning sker på ”fritt format”
  - inledande ”vita tecken” läses förbi
  - läser sedan tecken så länge tecknet kan ingå i värdet för den typ av variabel inläsningen sker till
  - om inget tecken kan läsas sätts en felflagga (failbit) i strömmen och strömmen låses för vidare läsning (kan låsas upp)
- omvandling från text till interna representation

Funktioner för att läsa och skriva tecken †

```
char  c;
```

```
is.get(c);
```

– läs nästa tecken (ingen förbiläsning av blanka) från inströmmen `is` till variabeln `c`

```
is.putback(c);
```

– lägg tillbaka tecknet i variabeln `c` i inströmmen `is`

```
c = is.peek();
```

– hämta nästa tecken i inströmmen `is` *utan* att ta ut det

```
is.ignore(255, '\n')
```

– läs förbi maximalt 255 tecken i inströmmen `is` eller till radslut om det inträffar dessförinnan

```
os.put('A');
```

– skriv tecknet `'A'` i utströmmen `os`

Funktioner för att läsa och skriva strängar †

```
string  s;

getline(cin, s);
```

C-strängar

```
char buf[80];
```

`is.read(buf, 80);`

- läs 80 tecken från `is` och lagra i `buf`

`os.write(buf, 20);`

- skriv de 20 första tecknen i `buf` på `os`

`is.getline(buf, 80);`

- läs `is` till *radslut*, eller max 80 tecken (eventuella inledande vita tecken läses normalt förbi)

`is.getline(buf, 80, ';');`

- läs `is` tills ett semikolon dyker upp, dock max 80 tecken

Formatering †

Används för att ange önskat dataformat vid utskrifter. Några exempel:

`os.width(`*n*`);`

– sätter fältvidden för nästa, men endast nästa, utskrift på utströmmen `os` till *n* teckens bredd

`os.fill(`*c*`);`

– sätter utfyllnadstecknet till *c* för `os` (mellanrumstecken är standard)

`os.precision(`*p*`);`

– sätter önskad precision (antalet decimaler för flyttal) till *p* för strömmen `os`

För var och en av dessa finns en motsvarande parametriserad *manipulator*.

Manipulatorer †

Det finns två kategorier av manipulatorer.

- Utan parametrar – direkt tillgängliga genom inkludering av `iostream`, exempel:

```
ws      endl      right      oct        dec        hex
```

- Parametriserade – kräver att även `iomanip` inkluderas, exempel:

```
setbase(b)

setw(n)

setfill(c)

setprecision(p)
```

Används med läs- och skrivoperatorer, t.ex.:

```
cin >> ws >> x;                                  // läs förbi eventuella vita tecken innan x läses

cout << setw(20) << right << x << endl;          // x ska skrivas ut högerjusterat i fält om 20 positioner
```

Vissa manipulatorers effekt gäller endast för närmast efterföljande strömoperation.

Statusinformation för strömmar †

Operationer för att kontrollera och hantera tillstånd hos strömmar.

`!s` – *returnerar sant om strömmen* `s` *är i feltillstånd*

```
if (!cin)
{
   cerr << "Fel i cin" << endl;
   exit(1);
}
```

`s.eof()` **true** om filslut inträffat för strömmen s

`s.fail()` **true** om ett mindre allvarligt fel inträffat för strömmen `s` – `s` ska kunna återställas `med s.clear()`

`s.bad()` **true** om ett allvarligt fel inträffat för strömmen `s`

`s.good()` **true** om inga fel inträffat för strömmen `s`

`s.clear()`återställer strömmen `s` till normaltillstånd – ska kunna göras efter `s.fail()`

Inströmmar kan fås att kasta undantag då något går fel, i stället för att tyst gå i lås:

```
cin.exceptions(ios_base::failbit | ios_base::badbit);
```

Efter detta kommer undantaget `ios_base::failure` att kastas om man t.ex. matar in något som ej stämmer med vad som förväntas.

Filströmmar †

Används för att läsa och skriva filer på sekundärminne.

- `ifstream` – för filströmmas som enbart ska *läsas*
- `ofstream` – för filströmmas som enbart ska *skrivas*
- `fstream` – för filströmmas som ska både *läsas* och *skrivas*
- operationer
  - öppna filström
  - stänga filström
  - positionering i filström
  - allmäna strömoperationer för läsning och skrivning
- inkludera `<fstream>`

Öppna och stänga filströmmar †

Två möjligheter att öppna en fil.

- öppna filen direkt i samband med att ett filströmobjekt deklareras.

```
ifstream  input("DATA.TXT");

if (! input)
{
   cout << "filen DATA.TXT kunde inte öppnas\n";
   return 1;
}
```

- deklarera först filströmmen och öppna sedan filen med operationen `open()`

```
ifstream  input;
...

input.open("DATA.TXT");
```

En filström stängs med operationen close()

```
input.close();
```