TDIU20

Arv, Polymorfi

Eric Ekström

Institutionen för datavetenskap

Handout version

1 Specialisering (Arv)
2 Statisk binding
3 Polymorfi
4 Synlighet
5 UML
6 Typkonvertering

LINKÖPING UNIVERSITY

Specialisering - Två snarlika klasser

```
class Rectangle
{
public:
  Rectangle(int x, int y,
            int w, int h);

  float area() const;
  void print_pos() const;

private:
  int xpos;
  int ypos;
  int w;
  int h;
};
```

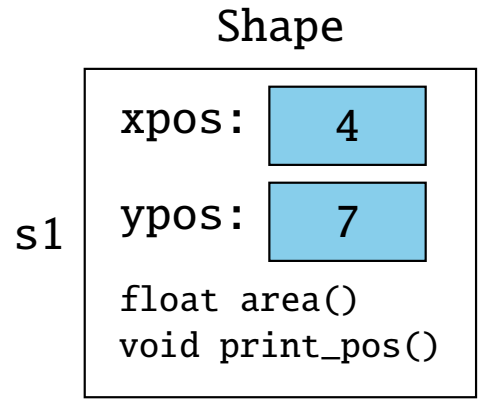
```
class Circle
{
public:
  Circle(int x, int y,
         float r);

  float area() const;
  void print_pos() const;

private:
  int xpos;
  int ypos;
  float r;

};
```

Dåliga alternativ:

- Kopiera koden från `Rectangle`
- Lägg till den nya koden direkt i `Rectangle`
- Gör `Rectangle` till en medlem i `Circle`

Specialisering - Basklass

```
class Shape
{
public:
  Shape(int x, int y)
    : xpos {x}, ypos {y}
  {}

  float area() const;
  void print_pos() const;

private:
  int xpos;
  int ypos;
};
```



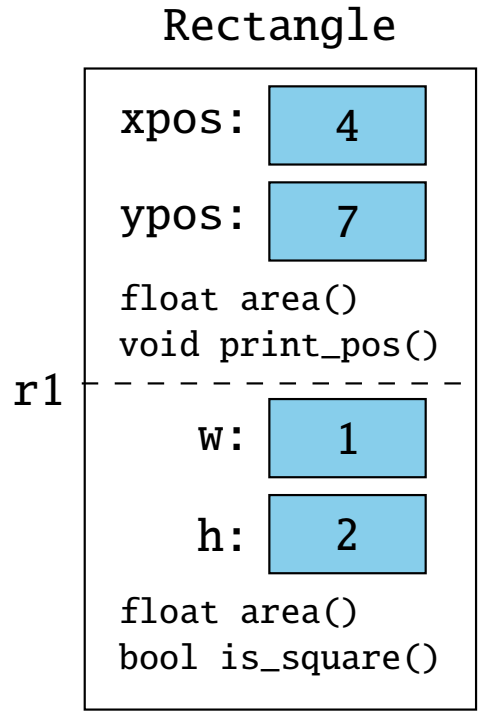
Allt som var gemensamt för Rectangle och Circle lägger vi istället i klassen Shape. Shape blir en basklass.

```
int main()
{
  Shape s1 {4, 7};
}
```

Specialisering - Basklass

```
class Rectangle : public Shape
{
public:
  Rectangle(int x, int y,
            int w, int h)
    : Shape {x, y}, w {w}, h {h}
  {}

  float area() const;
  bool is_square() const;

private:
  int w;
  int h;
};
```

```
int main()
{
  Rectangle r1 {4, 7, 1, 2};
}
```



`Rectangle` ärver från `Shape` och blir då en härledd klass.
Alla medlemmar som fanns i `Shape` är nu också medlemmar i `Rectangle`.
Funktioner i `Rectangle` kan ersätta implementationer från basklassen.

Specialisering - Härledd klass

- Härledda klassen ska alltid initiera sin basklassdel genom att anropa basklassens konstruktor

```
Rectangle(int x, int y, int w, int h)
  : Shape {x, y}
{}
```

- Vi kan göra explicita anrop till basklassens version av en funktion.

```
Shape::area()
```

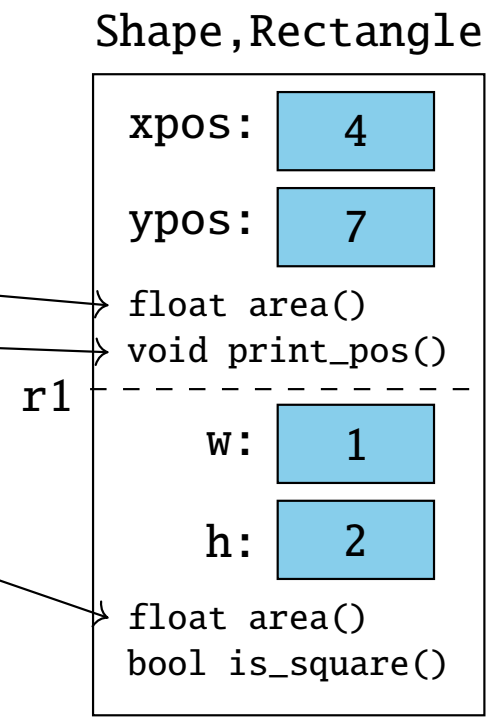
- Basklassens privata medlemmar går inte att komma åt från den härledda klassen.

1 Specialisering (Arv)
2 Statisk binding
3 Polymorfi
4 Synlighet
5 UML
6 Typkonvertering

Statisk bindning

Hur vet kompilatorn vilken funktion som ska anropas?

```
Rectangle r1 {4, 7, 1, 2};

Shape& s1 {r1};

cout << s1.is_square() error
     << s1.area()
     << r1.is_square()
     << r1.print_pos()
     << r1.area();
```

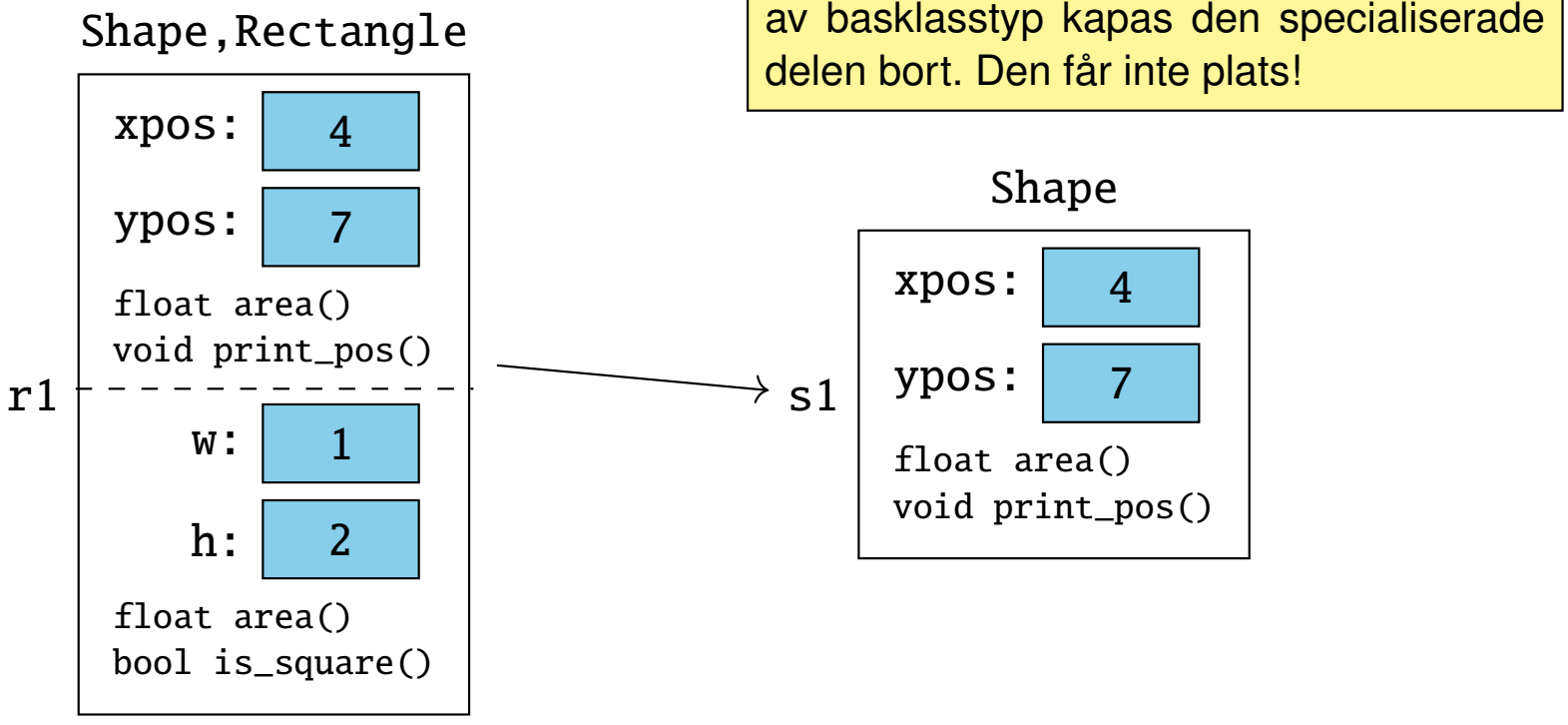


- Vilken funktion som anropas avgörs vid kompilering genom att titta på objektets deklaration i koden.
- Det spelar ingen roll vilken typ av objekt som faktiskt ligger i minnet.
- Standard i C++ om inget annat anges.

Slicing

```
Rectangle r1 {4, 7, 1, 2};

Shape s1 {r1}; // Kopia!
```

När ett härlett objekt kopieras till en varabel av basklasstyp kapas den specialiserade delen bort. Den får inte plats!



1 Specialisering (Arv)
2 Statisk binding
3 Polymorfi
4 Synlighet
5 UML
6 Typkonvertering

Härledda klasser

Vilken funktion kommer anropas (med statisk bindning)?

```
vector<Shape*> v {};

v.push_back(new Shape{...});
v.push_back(new Rectangle{...});
v.push_back(new Circle{...});

for (Shape* s : v)
{
  cout << s->area() << endl;
}
```

Polymorfi

Vi vill att varje härledd klass ska ha sin egen specialiserade implementation av en funktion.

Vi vill att den härledda klassens implementation anropas automatiskt istället för basklassens.

Dynamisk bindning

```
class Shape
{
public:
  ...

  virtual float area() const
  {

  }
};
```

```
class Rectangle : public Shape
{
public:
  ...

  float area() const override
  {
    return x * y;
  }
};
```

Lösning: Slå på dynamisk bindning!

- Deklarera funktionen som `virtual` i basklassen.
- Deklarera funktionen som `override` i härledda klassen.

Vid anrop kontrolleras typen av objektet som faktiskt finns i minnet. Nyckelordet virtual ger dynamisk bindning för just den funktionen.

Härledda klasser

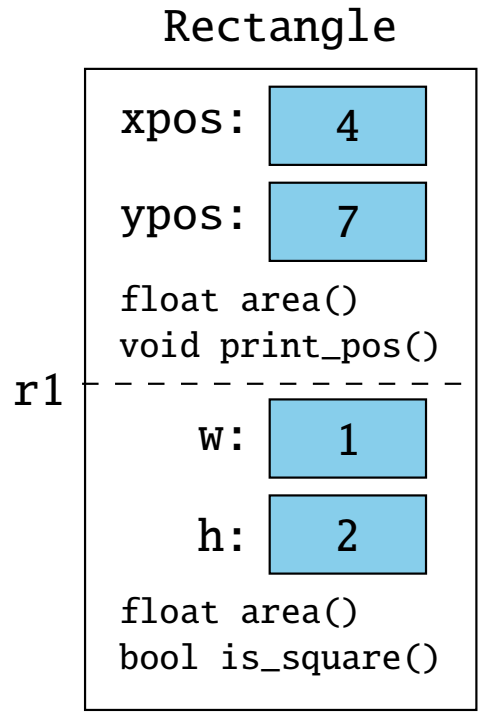
Vilken funktion kommer anropas (nu med dynamisk bindning)?

```
vector<Shape*> v {};

v.push_back(new Shape{...});
v.push_back(new Rectangle{...});
v.push_back(new Circle{...});

for (Shape* s : v)
{
  cout << s->area() << endl;
}
```

Virtuell destruktor

```
Shape*     s {new Rectangle{...}};
Rectangle* e {new Rectangle{...}};

delete s;
delete e;
```

```
class Shape
{
public:
  ...
  virtual ~Shape() = default;
  ...
};
```



Utan virtuell destruktor i basklassen körs destruktorn för pekartypens objekt och dess basklasser.
Med virtuell destruktor i basklassen körs respektive destruktor för alla objektets delar oavsett deklaration.

Abstrakt klass

Problem:

- Ibland har en basklass ingen rimlig implementation av en funktion.

Lösning:

- Sätt implementationen i basklassen till noll (pure virtual).
- En härledd klass måste implementera funktionen.
- Klassen är nu abstrakt. Det går inte att skapa instanser av en abstrakt klass.

```
class Shape
{
public:
  Shape(int x, int y);

  virtual double get_area() const = 0;
  {
    // ???
  }

private:
  int x, y;
};
```

Interface

- En abstrakt klass med endast “pure virtual”-funktioner.
- Ett interface är som att ärva en designspecifikation, eftersom härledda klasser måste implementera alla “pure virtual”-funktioner.
- Samma princip som en abstrakt datatyp.

```
class Stack_Interface
{
public:
  virtual int top() const = 0;
  virtual void pop() = 0;
  virtual void push(int i) = 0;
  virtual int size() const = 0;
  virtual bool is_empty() const = 0;
};
```

using och delete

Det går att välja vilka medlemsfunktioner från basklassen som ska finnas i den härledda klassen.

- using - använd en implementation från basklassen.
- delete - ta bort en implementation.

```
class Point : public Shape
{
public:
  using Shape::Shape;

  float area() const = delete;
};
```

Exempel

- `std::ostream` är i själva verket basklassen till
  - `std::ostringstream`
  - `std::ofstream`
- `std::istream` är i själva verket basklassen till
  - `std::istringstream`
  - `std::ifstream`
- Möjliggör att återanvända samma kod för olika typer av strömmar.

Läs mer på https://en.cppreference.com/w/cpp/io

1 Specialisering (Arv)
2 Statisk binding
3 Polymorfi
4 Synlighet
5 UML
6 Typkonvertering

LINKÖPING UNIVERSITY

Synlighet

I en klass kan vi sätta synlighet på medlemmarna.

- public - tillgänglig utanför klassen
- private - endast tillgänglig inom klassen.
- protected - som private men tillgänglig från härledda klasser.

Hur blir det med arv?

Ibland vill vi att härledda klasser ska komma åt medlemmar, men ingen utanför klasshierarkin ska komma åt dem.

Synlighet

```
class Person
{
public:

  Person(string const& n,
         string const& p);
  string get_phone() const;
  void print_info(ostream& os) const;

protected:
  string name;
  string phone;

};
```

```
class Employee : public Person
{
public:

  Employee(string const& n,
           string const& p,
           string const& w,
           int s);

  string get_phone() const
  {
    return phone + work_phone;
  }

private:
  string work_phone;
  int salary;

};
```

Synlighet

Varför behövs `public` vid arv?

```
class Employee : public Person
```

Vad händer om vi skriver något annat?

- `public` - medlemmar i basklassen behåller deklarerat skydd i härledd klass.
- `protected` - publika medlemmar blir skyddade i härledd klass.
- `private` - alla medlemmar i basklassen blir privata i härledd klass.

Om inget deklareras väljs `private`.

1 Specialisering (Arv)
2 Statisk binding
3 Polymorfi
4 Synlighet
5 UML
6 Typkonvertering

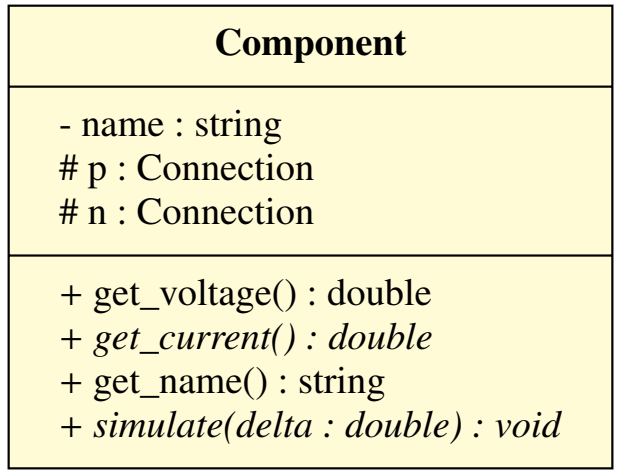
LINKÖPING UNIVERSITY

UML-diagram

- Visuell representation av projektets design
- Oberoende av programmeringsspråk
- Standardiserad representation
- Innehåller:
  - Klasser med alla medlemmar
  - Relationer mellan klasser

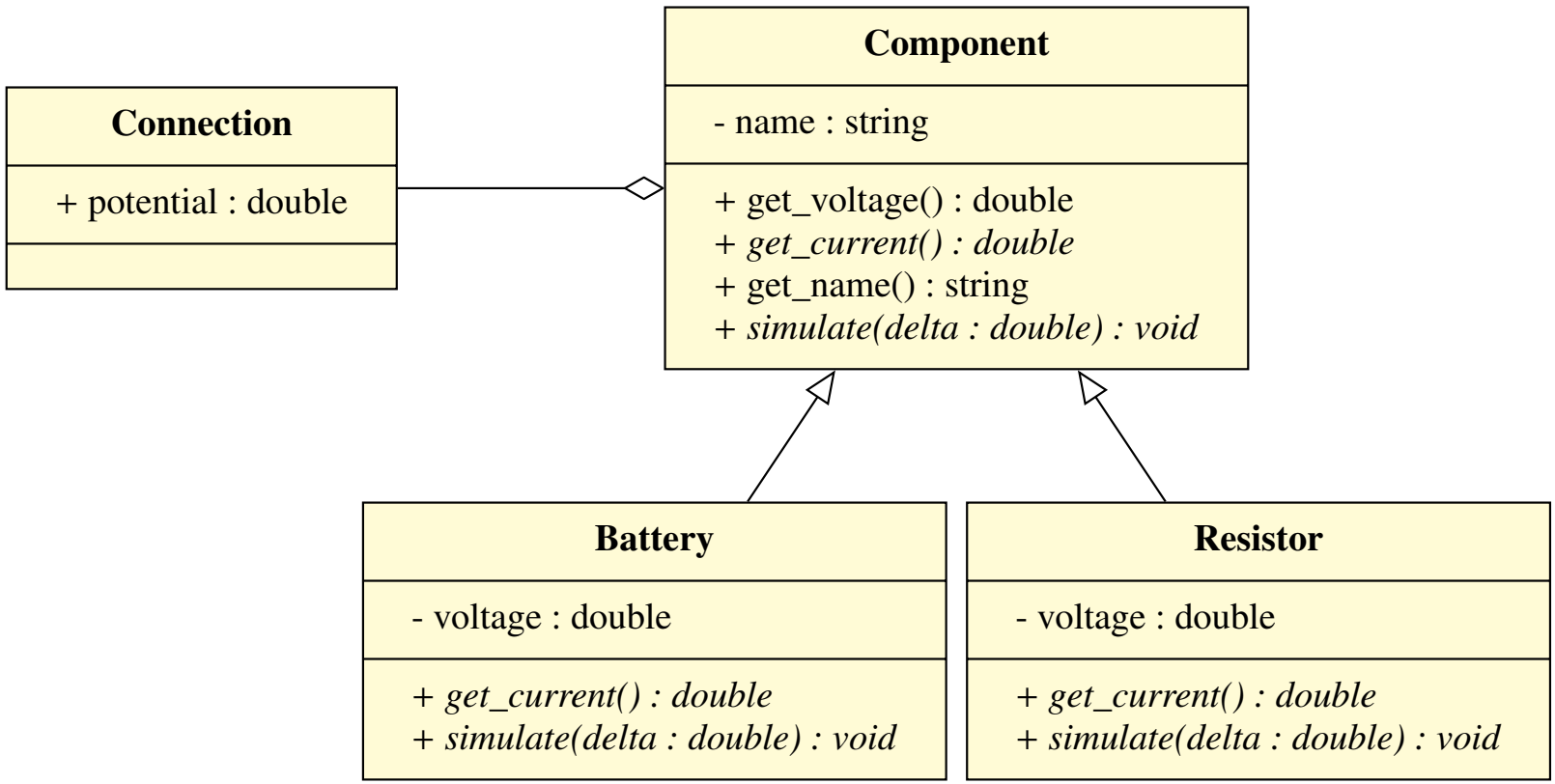
UML-diagram

Hur representeras en klass?

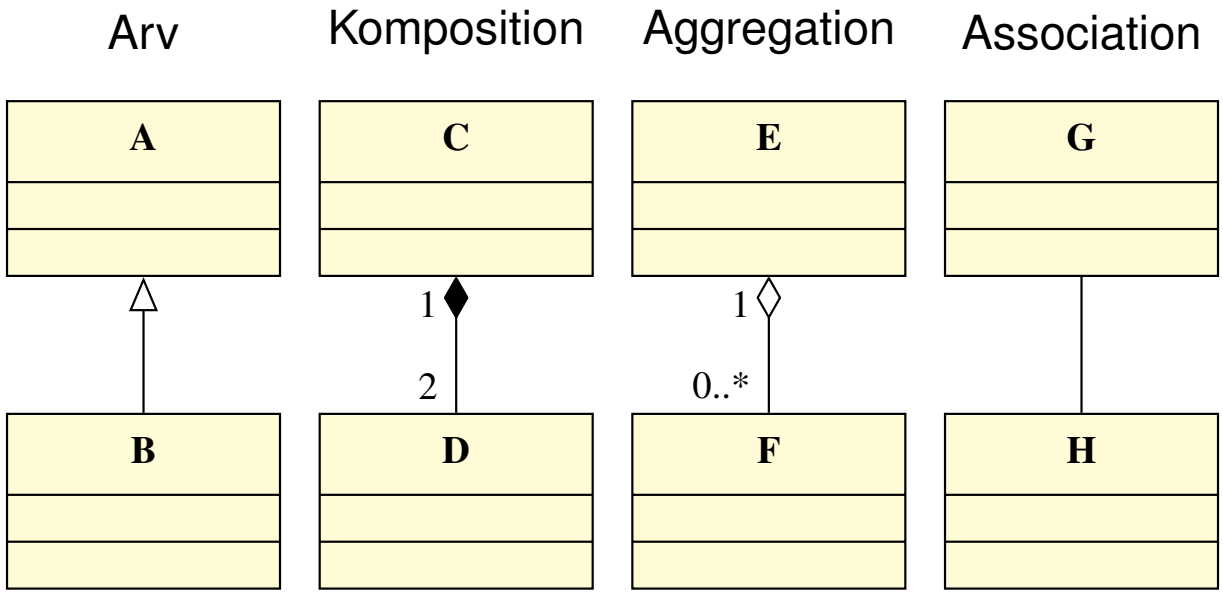


- + public
- – private
- # protected

UML-diagram


Component
- name : string
+ get_voltage() : double
+ get_current() : double
+ get_name() : string
+ simulate(delta : double) : void
Connection
+ potential : double
Battery
- voltage : double
+ get_current() : double
+ simulate(delta : double) : void
Resistor
- voltage : double
+ get_current() : double
+ simulate(delta : double) : void

UML-diagram



“B är en A”
“C består av två D”
“E har av noll eller flera F”
“G känner till H”

UML-diagram i kod

```
class Component
{
public:
  Component() = default;

private:
  vector<Connection*> connections; // Aggregation
  std::string name;                // Komposition
};

class Battery : public Component   // Arv
{
  //...
};
```

1 Specialisering (Arv)
2 Statisk binding
3 Polymorfi
4 Synlighet
5 UML
6 Typkonvertering

LINKÖPING UNIVERSITY

Explicit typkonvertering i C++

- `static_cast`
- `dynamic_cast`
- `const_cast`
- `reinterpret_cast`
- (C-style cast)

- static_cast använder kända konverteringar för att konvertera en variabel till en annan typ (tex float till int genom att ta bort decimalerna)
- dynamic_cast används för att konvertera en basklasspekare till en pekare till en härledd klass.
- const_cast används för att ta bort const på varibler man vet inte faktiskt är const.
- reinterpret_cast tolkar om bitarna i minnet som en annan typ.

Statisk typkonvertering

```
int main()
{
  char c {'i'};
  int i { static_cast<int>(c) };

  float f { 3.14 };
  double d { static_cast<double>(f) };
}
```

Fungerar endast om det finns en känd konvertering mellan datatyperna. Detta kontrolleras under kompilering.

Dynamisk typkontroll

När du behöver komma åt en medlemsfunktion som enbart finns i en viss härledd klass.

Funktionen är olämplig att konvertera till en virtuell funktion i basklassen.

Vi kan kontrollera om en basklasspekare i själva verket pekar på ett objekt av en härledd typ.

```
vector<Shape*> v {
  new Rect   {1,2,3,4},
  new Circle {1,2,5},
  new Rect   {1,1,2,2}
};

for (Shape* s : v)
{
  Rect* r { dynamic_cast<Rect*>(s) };
  if (r != nullptr)
  {
    cout << r->is_square() << endl;
  }
}
```

C-style cast

```
float f {};
int i { (int) f };
```

Använd ej!!!!!

Använd inte C-style casts!

För ett skräckexempel av c-style casts, fundera på om du kan använda dem för att plocka bort `const` på en variabel.

Typkonverterande konstruktorer

En konstruktor som endast tar ett argument kan användas för typkovertering.

```
class Time
{
public:
  explicit Time(std::string const& str);
};

void foo(Time const& t)
{
  std::cout << "En typkonvertering hände!";
}

int main()
{
  std::string str {};
  foo(str); // kompilerar ej!
}
```

Typkonverterande operator

```
class Time
{
public:
  operator int()
  {
    return 5;
  }
};

void bar(int i)
{
  std::cout << "En annan typkonvertering hände!";
}

int main()
{
  Time t {};
  bar(t);
}
```

www.ida.liu.se/~TDIU20/