Symboltabellen – I

- Programmeringsspråk har
  - Deklarasjoner, som definerer navn
    - Konstant-deklarasjon
    - Type-deklarasjon
    - Variabel-deklarasjon
    - Prosedyre-deklarasjon
    - Klasse-deklarasjon
  - Bruksforekomster av navn, f.eks. i uttrykk
    - Skal bindes opp til en deklarasjon av samme navn
- Symboltabellen
  - Holder orden på de deklarasjons-navn som gjelder på det stedet man er i programmet
  - Har funksjonen 'lookup(bruks-navn), som gir den deklarasjon, som navnet skal bindes til (og hvis dette ikke lykkes: udeklarert)

Symboltabellen – II

- To hovedfilosofier
  - Tradisjonell tabell
    - lookup(id)
    - insert(id)
    - delete(id)

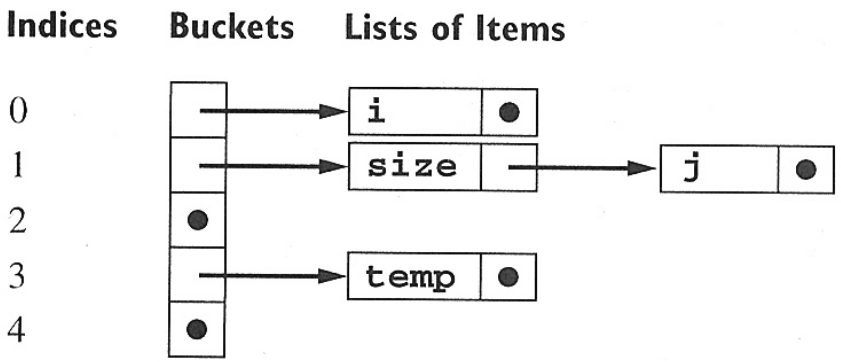
Brukes til oppdatere tabellen ved passering av dekl. og ved inngang/utgang av blokker

```
{ int i; ... double d;
  void p(...)
  { int i;
    ...
  }
  int j
}
```

  - Selve syntakstreet
    - Look-up blir da en lete-prosess
    - Insert/delete blir implisitte (etter hvordan man flytter seg i treet)
    - Kan være vanskelig å få lookup effektiv

Ved bruk av tradisjonell tabell

- Søkestruktur
  - Lister
  - Søketrær
  - Hash-tabeller
- Hashing: Gir tilnærmet konstant tid for både oppslag, innsetting og sletting




```
{
   int temp;
   int j;
   real i
   void size(...)
      { ...
      }
}
```

- I pakkene: også info om deklarasjonen

Blokkstruktur

- { … }, funksjoner
- funksjoner i funksjoner
- klasser i klasser
- metoder i klasser
- metoder i metoder

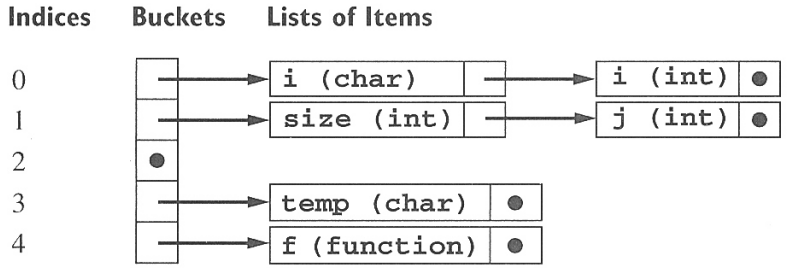
```
int i,j;

int f(int size)
{ char i, temp;
  ...
  { double j;
    ...
  }
  ...
  { char * j;
    ...
  }
}
```

```
program Ex;
var i,j: integer;

function f(size: integer): integer;
var i,temp: char;

  procedure g;
  var j: real;
  begin
    ...
  end;

  procedure h;
  var j: ^char;
  begin
    ...
  end;

begin (* f *)
  ...
end;

begin (* main program *)
  ...
end.
```

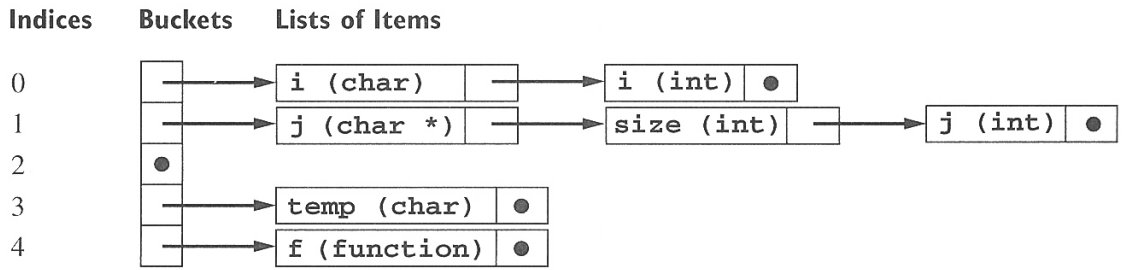
Hashing

- med stakk for blokkstruktur og tradisjonell tabell

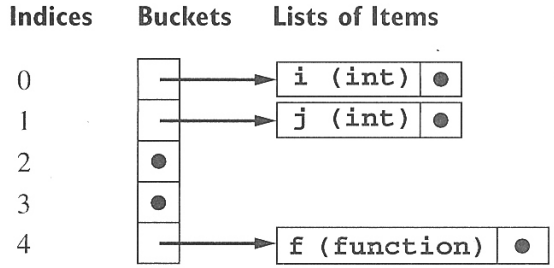
```
int i,j;

int f(int size)
{ char i, temp;
   ...
   { double j;
      ...
   }
   ...
   { char * j;
      ...
   }
}
```



(a) After processing the declarations of the body of f



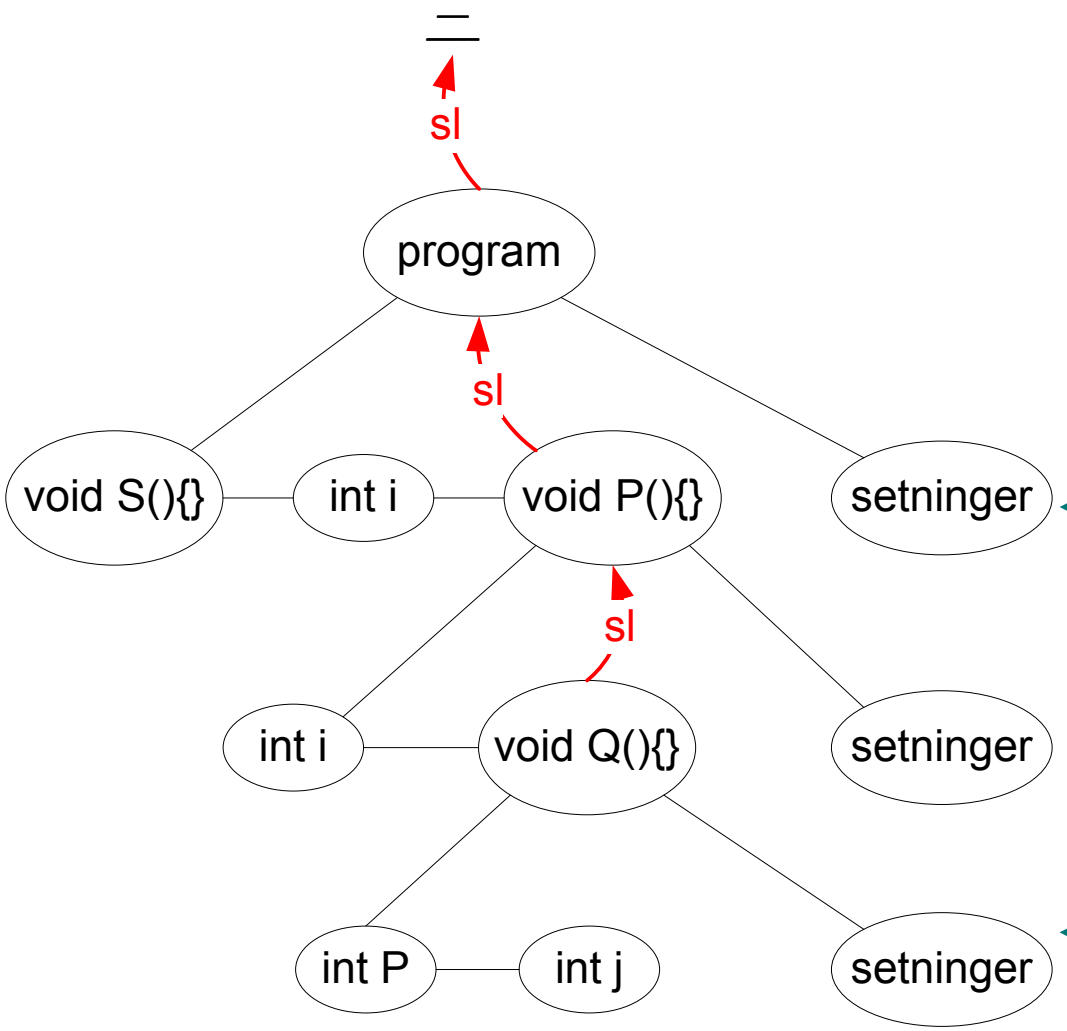
(b) After processing the declaration of the second nested compound statement within the body of f



(c) After exiting the body of f (and deleting its declarations)

Bruk av syntakstre til lookup

```
lookup(n){
  k=nåværende blokk
  do
    {let etter n i
     dekl. til
     blokk k};
    k=k.sl
  until funnet eller
        k==none
}
```



her brukes i, P

her brukes i, P,Q

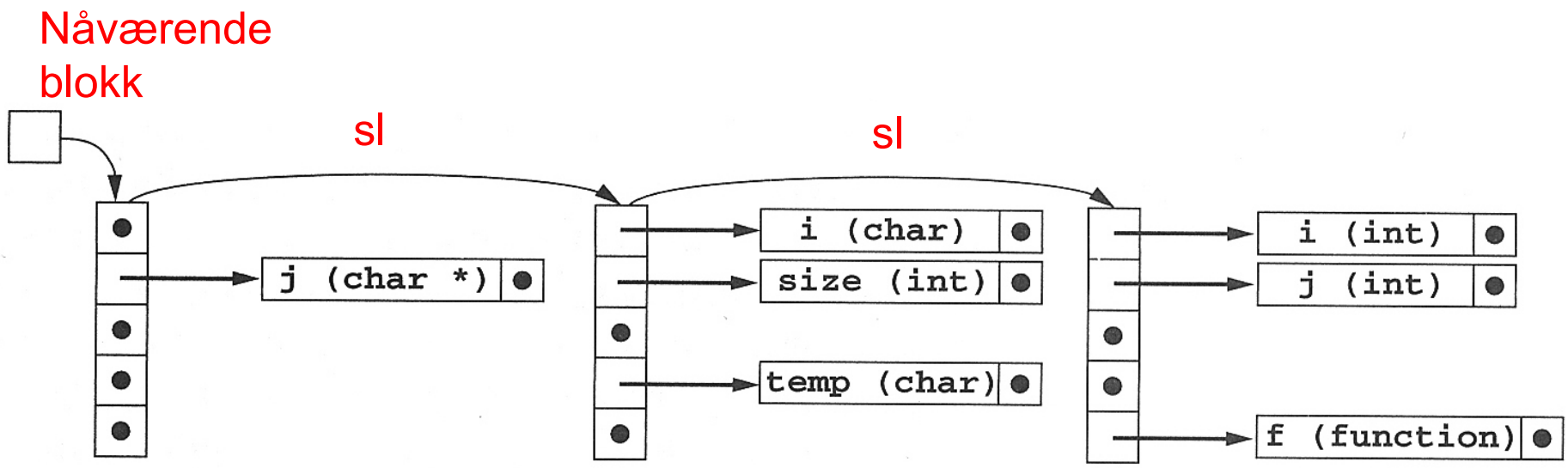
her brukes i, P, Q, j

Ved bruk av syntakstre til lookup

- Ved deklarasjon før bruk
  - Man gjør oppslagene etter hvert som treet bygges opp
  - Ett gjennomløp
- Ellers
  - Bygg ferdig hele treet i ett gjennomløp
  - Gå gjennom treet en gang til og gjør lookup for hver bruksforekomst (ut fra det stedet forekomsten er)

En mellomløsning

- Samler deklarasjonene i hver blokk i hver sin tabell
- Bruker hashing innenfor hver tabell
- Bruker statisk link pekere, og implementerer lookup ved leting



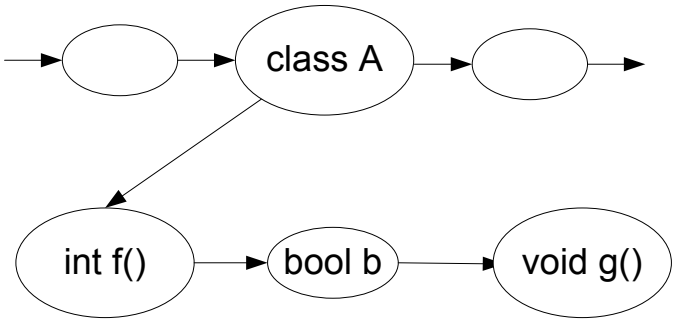
Definisjoner utenfor skop

```
class A
{ ... int f();...}; // f is a member function

A::f() // this is the definition of f in A
{ ... }
```

- For å implementere dette (og lignende ting, som f.eks. remote aksess) må man ha deklarasjonene for hver blokk i egne tabeller

```
A a;
...
a.f();
...
```

```
class A{
  int f({...};
  bool b;
  void g(){...}
}
```



Scope – problemstillinger

```
typedef int i;
int i;
```

```
int gcd(int n, int m)
{ if (m == 0) return n;
  else return gcd(m,n % m);
}
```

```
int i = 1;

void f(void)
{ int i = 2, j = i+1;
  ...
}
...
```

```
void f(void)
{... g() ...}

void g(void)
{... f() ...}
```

Sequential <> Collateral

Scope - problemstillinger forts

```
void g(void); /* function prototype
                          declaration */

void f(void)
{... g() ...}

void g(void)
{... f() ...}
```

Dynamisk skop: binde navn via dynamisk link

- Bokens eksempel

```
#include <stdio.h>

int i = 1;

void f(void)
{ printf("%d\n",i);}

void main(void)
{ int i = 2;
  f();
  return 0;
}
```

```
void Y(){
  int i;
  void p(){
    int i;
    ...
    Q();
    ...
  }
  void Q(){
    ...
    i = 5;
    ...
  }
  ...
  P();
  ...
}
```

hvilken 'i'
i
'i = 5'?

Større eksempel – kapittel 6.3.5

- Attributtgrammatikk - definere statisk semantikk, ikke implementasjon

$S \rightarrow exp$
$exp \rightarrow$ `(` exp `)` $\mid exp$ `+` $exp \mid$ **`id`** $\mid$ **`num`** $\mid$ `let` $dec\text{-}list$ `in` exp
$dec\text{-}list \rightarrow dec\text{-}list$ `,` $decl \mid decl$
$decl \rightarrow$ **`id`** `=` exp

```
let x = 2, y = 3 in
  (let x = x+1, y=(let z=3 in x+y+z)
   in (x+y)
  )
```

1. Ikke samme navn på to i samme let-blokk

```
let x=2,x=3 in x+1
```

2. Navne må deklareres

```
let x=2 in x+y
```

3. 'Innermost' binding

```
let x=2 in (let x=3 in x)
```

Større eksempel – kapittel 6.3.5

- Attributtgrammatikk - definere statisk semantikk, ikke implementasjon

1. Ikke samme navn på to i samme let-blokk

```
let x=2,x=3 in x+1
```

2. Navne må deklareres

```
let x=2 in x+y
```

3. 'Innermost' binding

```
let x=2 in (let x=3 in x)
```

4. 'sequential' deklarasjon

```
let x=2,y=x+1 in (let x=x+y,y=x+y in y)
```

Større eksempel – kapittel 6.3.5

- Attributtgrammatikk - definere statisk semantikk, ikke implementasjon

$S \rightarrow exp$
$exp \rightarrow$ `(` exp `)` $\mid exp$ `+` $exp \mid$ **`id`** $\mid$ **`num`** $\mid$ `let` $dec\text{-}list$ `in` exp
$dec\text{-}list \rightarrow dec\text{-}list$ `,` $decl \mid decl$
$decl \rightarrow$ **`id`** `=` exp

Attributter

exp: symtab — arvet
nestlevel — arvet
err — syntetisert

declist: intab — arvet

decl: outtab — syntetisert
nestlevel — arvet

Funksjoner

- insert(tab, name, l) — leverer ny tabell
- isIn(tab, name) — ja/nei
- lookup(tab, name) — gir nivået

Regler

1. Ikke samme navn på to i samme let-blokk

```
let x=2,x=3 in x+1
```

2. Navne må deklareres

```
let x=2 in x+y
```

3. 'Innermost' binding

```
let x=2 in (let x=3 in x)
```

4. 'sequential' deklarasjon

```
let x=2,y=x+1 in (let x=x+y,y=x+y in y)
```

Grammar Rule	Semantic Rules
$S \rightarrow exp$	$exp.symtab = emptytable$ $exp.nestlevel = 0$ $S.err = exp.err$
$exp_1 \rightarrow exp_2$ **+** exp_3	$exp_2.symtab = exp_1.symtab$ $exp_3.symtab = exp_1.symtab$ $exp_2.nestlevel = exp_1.nestlevel$ $exp_3.nestlevel = exp_1.nestlevel$ $exp_1.err = exp_2.err$ **or** $exp_3.err$
$exp_1 \rightarrow$ **(** exp_2 **)**	$exp_2.symtab = exp_1.symtab$ $exp_2.nestlevel = exp_1.nestlevel$ $exp_1.err = exp_2.err$
$exp \rightarrow$ **id**	$exp.err =$ **not** $isin(exp.symtab,$**id**$.name)$
$exp \rightarrow$ **num**	$exp.err =$ **false**
$exp_1 \rightarrow$ **let** $dec\text{-}list$ **in** exp_2	$dec\text{-}list.intab = exp_1.symtab$ $dec\text{-}list.nestlevel = exp_1.nestlevel + 1$ $exp_2.symtab = dec\text{-}list.outtab$ $exp_2.nestlevel = dec\text{-}list.nestlevel$ $exp_1.err = (decl\text{-}list.outtab = errtab)$ **or** $exp_2.err$

2

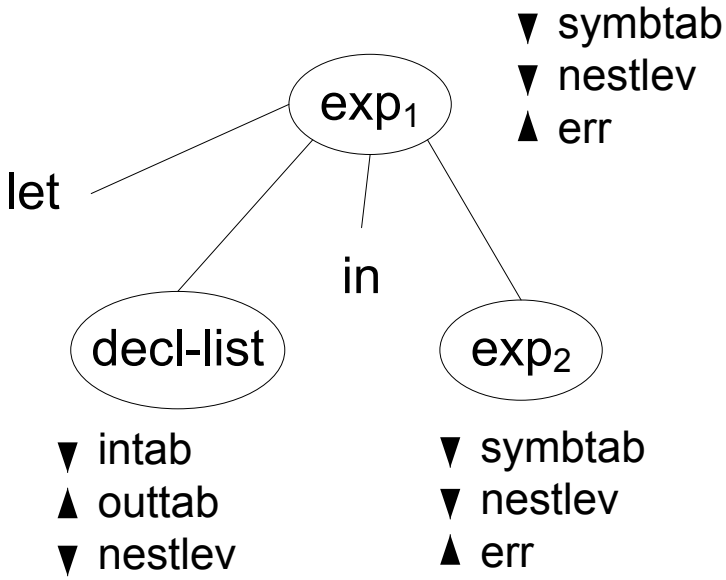
3

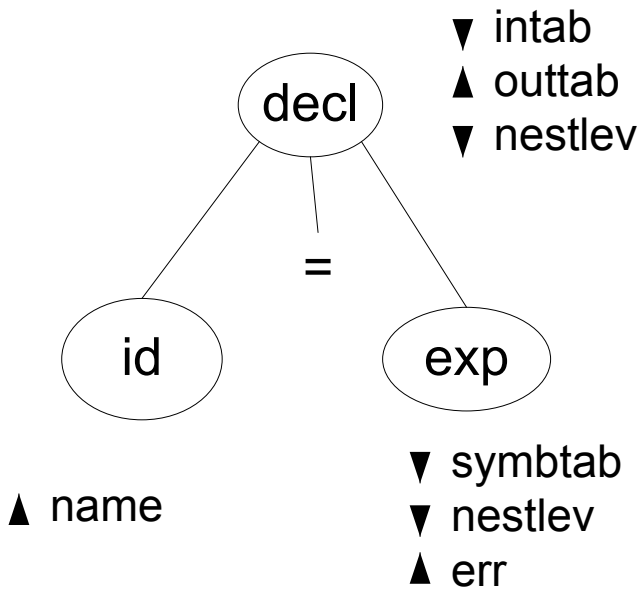
$dec\text{-}list_1 \rightarrow dec\text{-}list_2$ **,** $decl$	$dec\text{-}list_2.intab = dec\text{-}list_1.intab$ $dec\text{-}list_2.nestlevel = dec\text{-}list_1.nestlevel$ $decl.intab = dec\text{-}list_2.outtab$ $decl.nestlevel = dec\text{-}list_2.nestlevel$ $dec\text{-}list_1.outtab = decl.outtab$
$dec\text{-}list \rightarrow decl$	$decl.intab = dec\text{-}list.intab$ $decl.nestlevel = dec\text{-}list.nestlevel$ $dec\text{-}list.outtab = decl.outtab$
$decl \rightarrow$ **id** **=** exp	$exp.symtab = decl.intab$ $exp.nestlevel = decl.nestlevel$ $decl.outtab =$ **if** $(decl.intab = errtab)$ **or** $exp.err$ **then** $errtab$ **else if** $(lookup(decl.intab,$ **id** $.name) =$ $decl.nestlevel)$ **then** $errtab$ **else** $insert(decl.intab,$ **id** $.name, decl.nestlevel)$

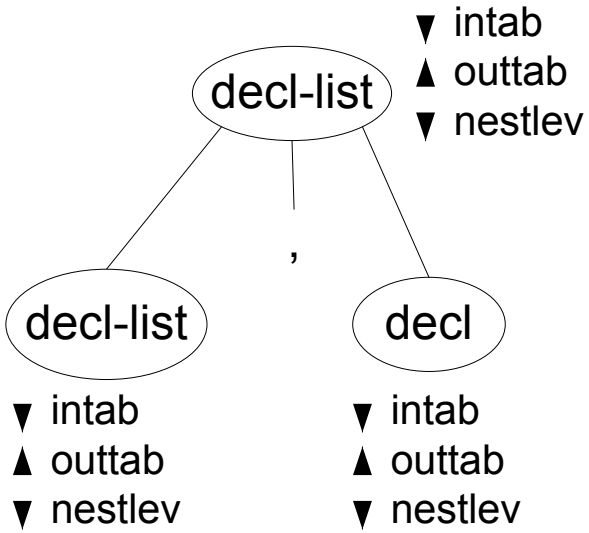
4

4

1


▼ symbtab
▼ nestlev
▲ err
exp1
let
in
decl-list
exp2
▼ intab
▲ outtab
▼ nestlev
▼ symbtab
▼ nestlev
▲ err


▼ intab
▲ outtab
▼ nestlev
decl
=
id
exp
▲ name
▼ symbtab
▼ nestlev
▲ err


▼ intab
▲ outtab
▼ nestlev
decl-list
,
decl-list
decl
▼ intab
▲ outtab
▼ nestlev
▼ intab
▲ outtab
▼ nestlev

Noen siste punkter omkring symboltabellen

- Implisitte deklarasjoner (Fortran)
- Navnebinding i kompilatoren gir ikke endelig dynamisk binding
- Kan man ha samme navn på f.eks. variabel og type?
- Overloading
  - Får lov å bruke samme navn på flere ting (også i samme blokk)
  - Må da kunne skille på noe annet, gjerne antall/type av parametre

```
i + j          integer +
r + s          real +

void f(int i)
void f(int i, int j)
void f(double r)
```