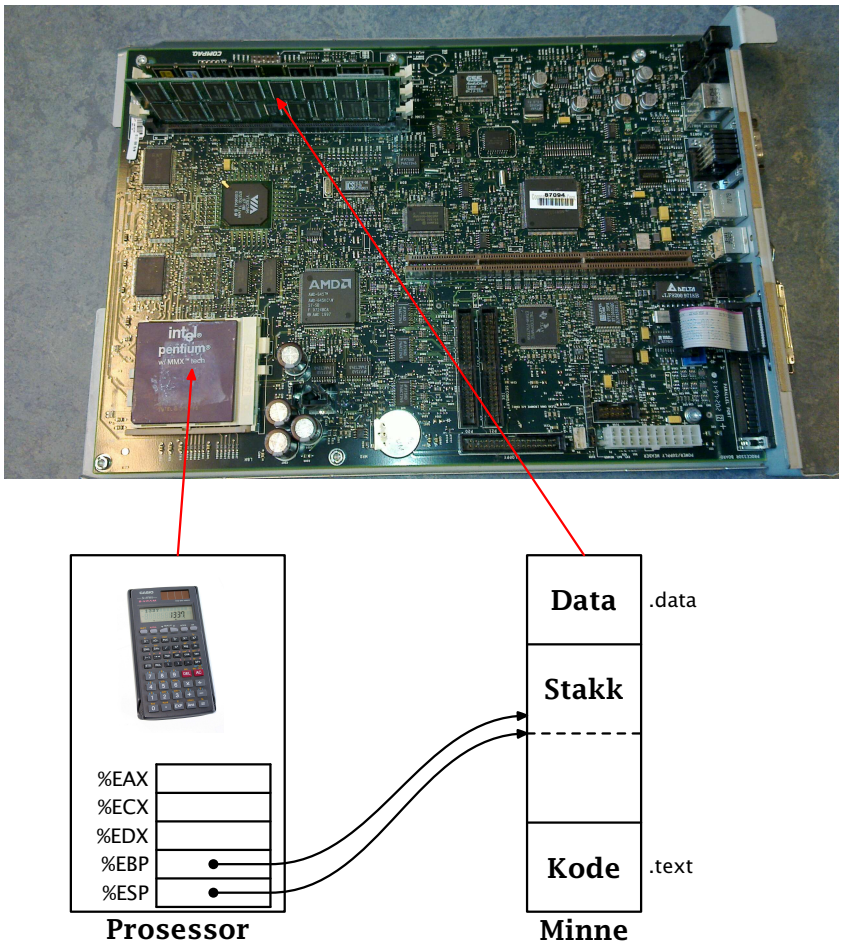
Det viktigste i en moderne datamaskin er *hovedkortet* («motherboard»):

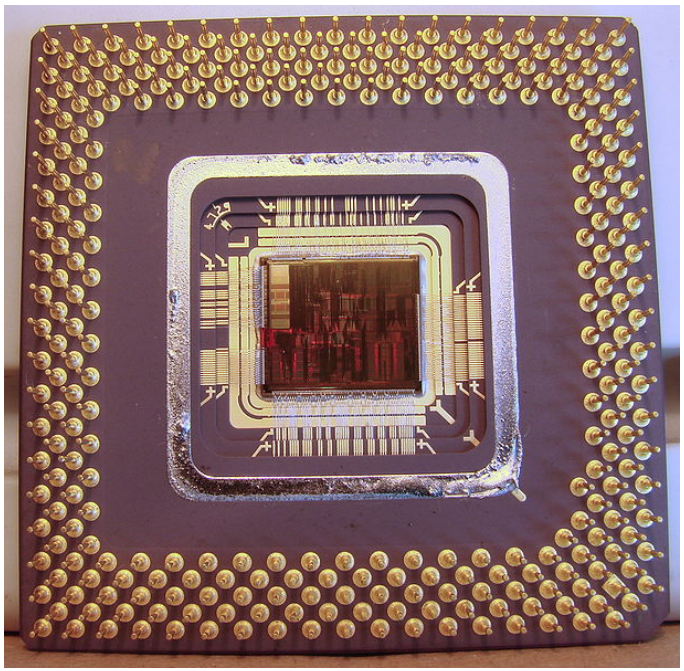


Grovt sett inneholder et hovedkort

- En prosessor
- Minne (for både program og data)
- Klokke
- Kontrollere for periferutstyr.

Prosessoren

Prosessoren er «selve datamaskinen».



Det finnes mange ulike prosessorer fra ulike produsenter. I dette kurset skal vi se på **IA-32** (= **x86**) fra *Intel*, en 32-bits prosessor.

Det finnes en hel familie med x86-prosessorer fra Intel og andre, fra Intels 8086 (fra 1987) til dagens AMD Bulldozer. Vi skal konsentrere oss om **Pentium 4** fra 2000.

Prosessoren

En prosessor inneholder:

- En ALU («Arithmetic and Logic Unit») eller flere
- Registre
- Kontrollogikk

(I dag ligger det også coprosessorer, *cache* og mye annet på prosessorbrikken, men dette er logisk sett ikke del av prosessoren.)

Registre

En x86-prosessor har følgende registre:

Mer eller mindre generelle 32-bits

Spesielle 16-bits

%CS
%DS
%ES
%FS
%GS
%SS

Spesielle 32-bits

%EFLAGS
%EIP

Assembler-programmering

Denne lille C-funksjonen returnerer verdien 19:

nineteen.c

```
int nineteen (void)
{
  return 19;
}
```

Denne assembler-funksjonen gjør det samme:

nineteen.s

```
        .globl  nineteen
nineteen:
        movl    $19, %eax
        ret
```

Den legger verdien 19 i register %EAX der alle funksjoner legger resultatverdien, og returnerer.

Et testprogram

Dette programmet kan teste funksjonen:

test-nineteen.c

```
#include <stdio.h>

extern int nineteen (void);

int main (void)
{
  printf("nineteen() = %d\n", nineteen());
  return 0;
}
```

Programmet gcc kan håndtere både C-kompilering og assemblering:

```
$ gcc -m32 test-nineteen.c nineteen.s -o test-nineteen
```

NB!

Ikke glem opsjonen **-m32**!

Det ferdige programmet kan nå kjøres:

```
$ ./test-nineteen
nineteen() = 19
```

Maskinkode kontra assemblerkode

Programmet ligger lagret som *maskinkode*, dvs bit-mønstre.[1]

nineteen.list

```
GAS LISTING nineteen.s                                  page 1


   1                                    .globl  nineteen
   2                            nineteen:
   3 0000 B8130000                      movl    $19, %eax
   3      00
   4 0005 C3                            ret
```

Siden numeriske koder er vanskelige å huske, brukes *assemblerkode* som bare er huskekoder.

[1] Ved å skrive gcc -m32 -Wa,-a -c minfil.s >minfil.list kan vi få se hvordan maskinkoden ser ut.

Assemblerkode kontra høynivåprogrammering

Det er stor forskjell på assemblerkode og høynivåspråk:

Kompilering av høynivåspråk

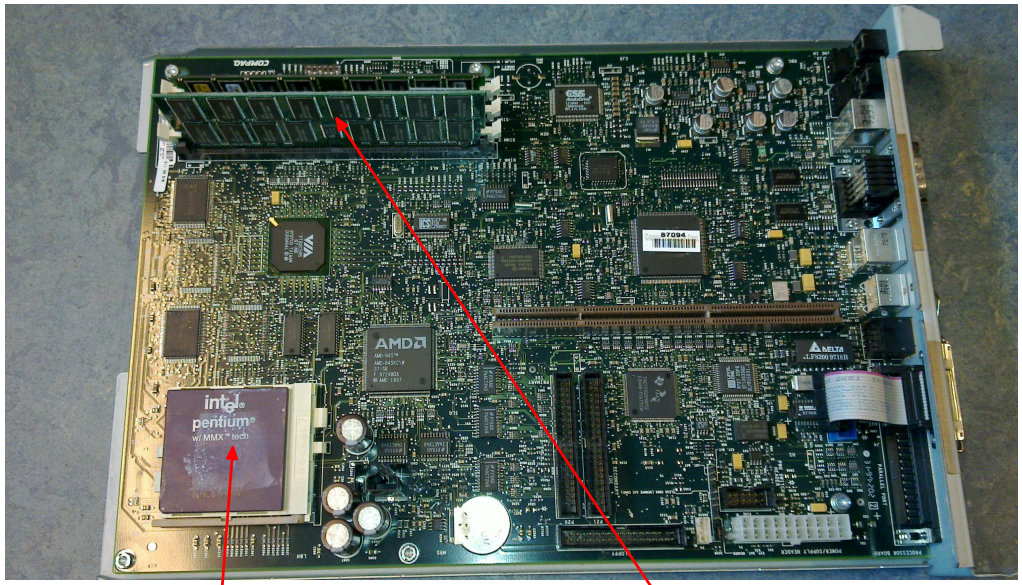
- Vi vet ikke hvilke maskininstruksjoner som genereres (men er ikke interessert).
- Programmet kan (stort sett) flyttes uendret til en annen datamaskin uansett fabrikat eller operativsystem.

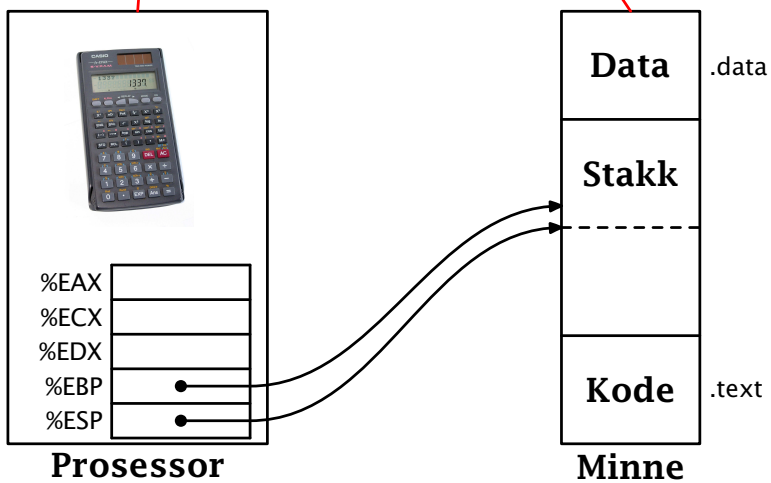
Assemblering

- Vi vet nøyaktig hvilke maskininstruksjoner som genereres.
- Programkoden kan ikke flyttes til datamaskiner med annet instruksjonssett eller operativsystem.

Parametre

Parametre ligger på *stakken* så man får tak i dem med «**4(%esp)**», «**8(%esp)**», . . .





incr.s

```
        .globl incr
incr:
        movl    4(%esp),%eax
        incl    %eax
        ret
```

test-incr.c

```
#include <stdio.h>

extern int incr (int n);

int main (void)
{
  int i;

  for (i = 10;  i <= 14;  ++i)
    printf("incr(%d) = %d\n", i, incr(i));
  return 0;
}
```

Resultatet av kjøringen:

```
incr(10) = 11
incr(11) = 12
incr(12) = 13
incr(13) = 14
incr(14) = 15
```

Et eksempel til

Denne funksjonen har to parametre:

add.s

```
        .globl add
add:
        movl    4(%esp),%eax
        addl    8(%esp),%eax
        ret
```

test-add.c

```
#include <stdio.h>

extern int add (int a, int b);

int tab[] = {1, 17, -3};

int main (void)
{
  int tab_length = sizeof(tab)/sizeof(int);
  int i1, i2;

  for (i1 = 0;  i1 < tab_length;  ++i1) {
    for (i2 = 0;  i2 < tab_length;  ++i2) {
      int a1 = tab[i1], a2 = tab[i2];

      printf("add(%d,%d) = %d\n", a1, a2, add(a1,a2));
    }
  }
  return 0;
}
```

```
add(1,1) = 2
add(1,17) = 18
add(1,-3) = -2
add(17,1) = 18
add(17,17) = 34
add(17,-3) = 14
add(-3,1) = -2
add(-3,17) = 14
add(-3,-3) = -6
```

Oppsummering

Vi kjenner nå til følgende instruksjoner:

movl	Flytt en verdi
addl	Adder en verdi til en annen
subl	Subtraher
incl	Øk en verdi med 1
decl	Senk en verdi med 1
ret	Returner fra funksjon

Operander kan være:

$17	Konstanter
%eax	Registeret %EAX
4(%esp)	Parametre (på stakken)