

581305-6

# Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)

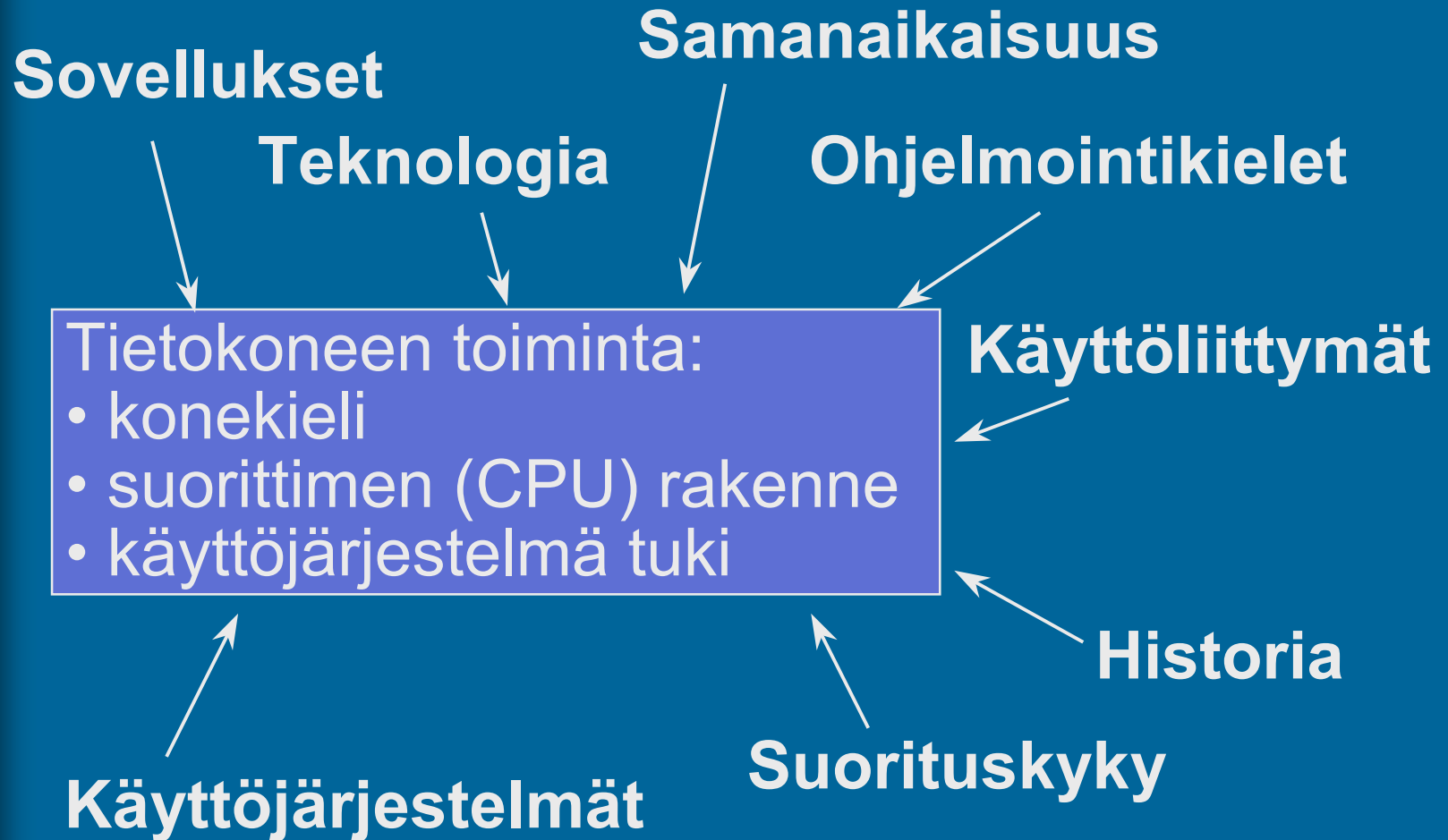


Teemu Kerola  
Helsingin yliopisto  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Kevät 2002

Muuntokoulutettavien erikoiskurssi

# Aihepiiri



# Tavoitteet

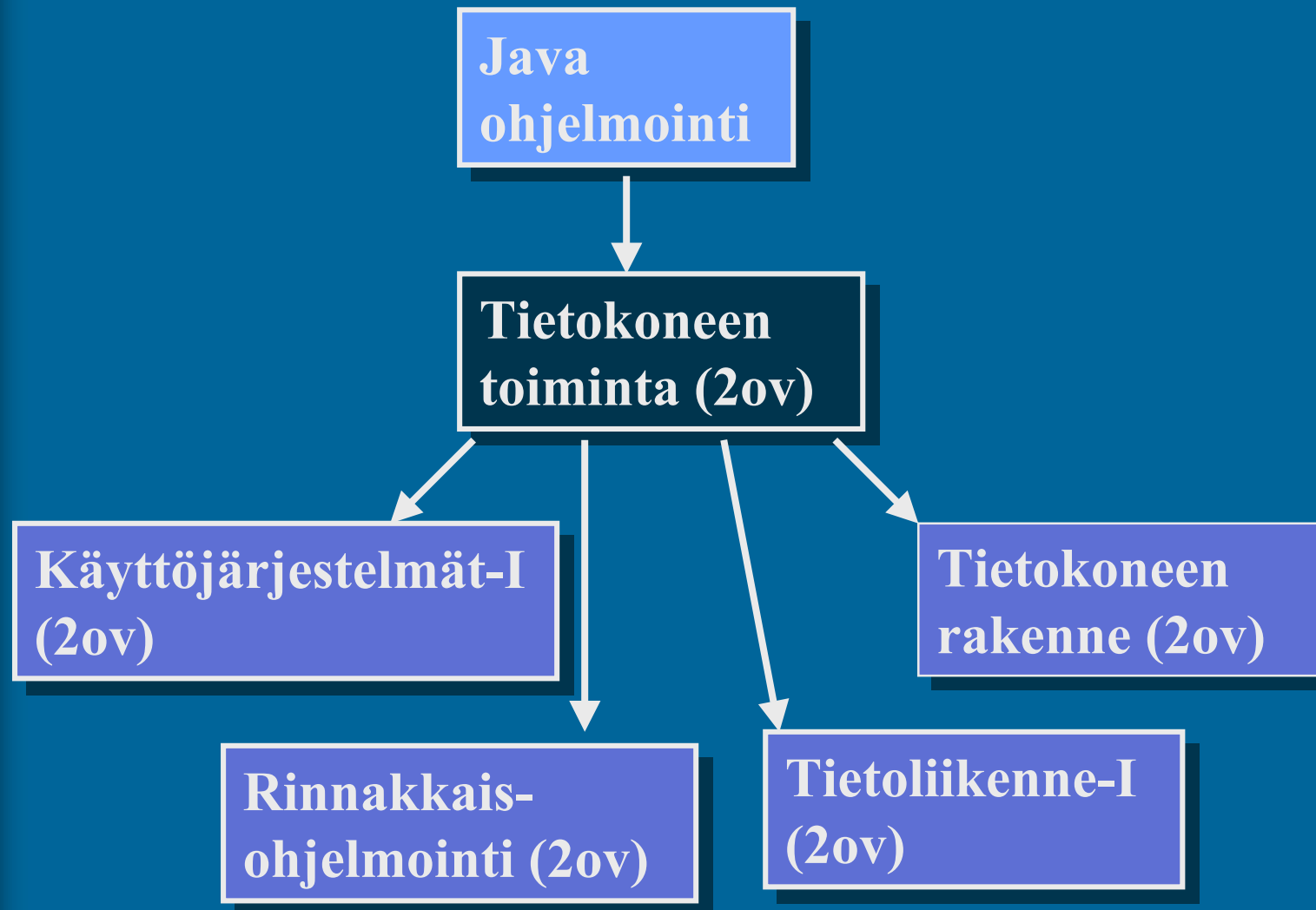
- Ymmärtää tietokonejärjestelmän keskeiset piirteet sillä suoritettavan ohjelman näkökulmasta
- Miten tietokonejärjestelmä suorittaa sille annettua ohjelmaa?
- Minkälaista koodia suoritin ymmärtää?
- Mikä on käyttöjärjestelmän rooli?

# Mitä hyötyä tästä on? <sup>(3)</sup>

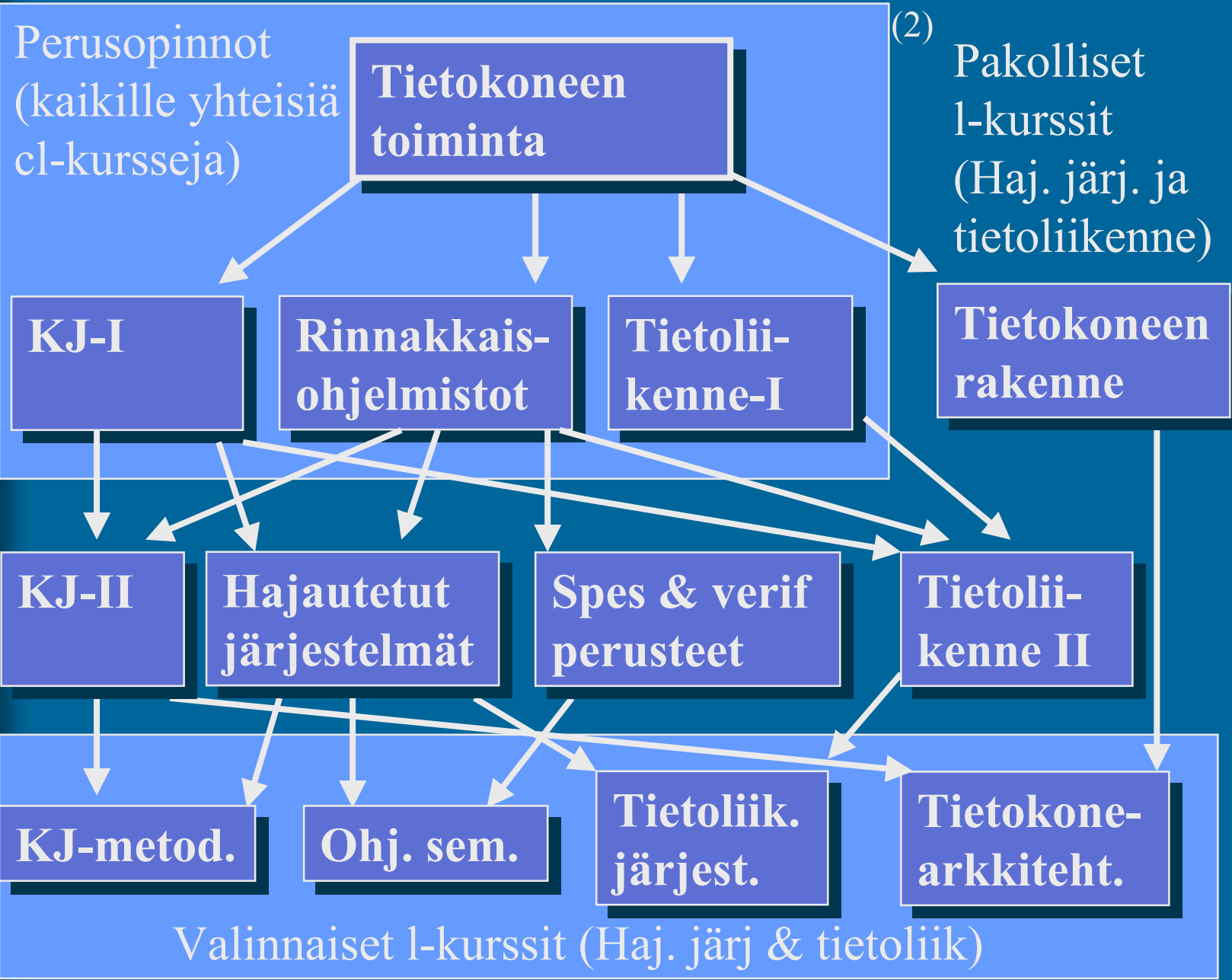
- Ohjelman suoritusnopeus perustuu suorittimen (CPU) suorittamiin konekäskyihin, ei pelkästään ohjelman korkean tason esitysmuotoon
- Ylemmän tason asioiden ymmärtäminen on helpompaa (mahdollista), kun ymmärtää alemman tason asiat

Miksi Java ohjelma (byte koodi) kannattaisi käntää?  
Mitä Java ohjelmien käntäminen tarkoittaa?  
Mitä Java ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?  
Mitä C ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?

# Kurssien välisiä riippuvuuksia







# TiTo (2ov), suoritusmuodot <sup>(2)</sup>

- Luentokurssi
  - luennot, luentokalvot
  - luentomoniste, kirjat, laskuharjoitukset
  - kurssikuulustelu (luentojen jälkeen)
    - vain luentokurssiin aktiivisesti osallistujille
- Erilliskoe
  - kirjoista [Stal99 ja Tane99] kurssikuvauksessa mainitut osat
  - ohjelmointi TTK-91 symbolisella konekielellä

Tämä kurssi

# Tavanomaisen luentokurssin suoritus <sup>(6)</sup>

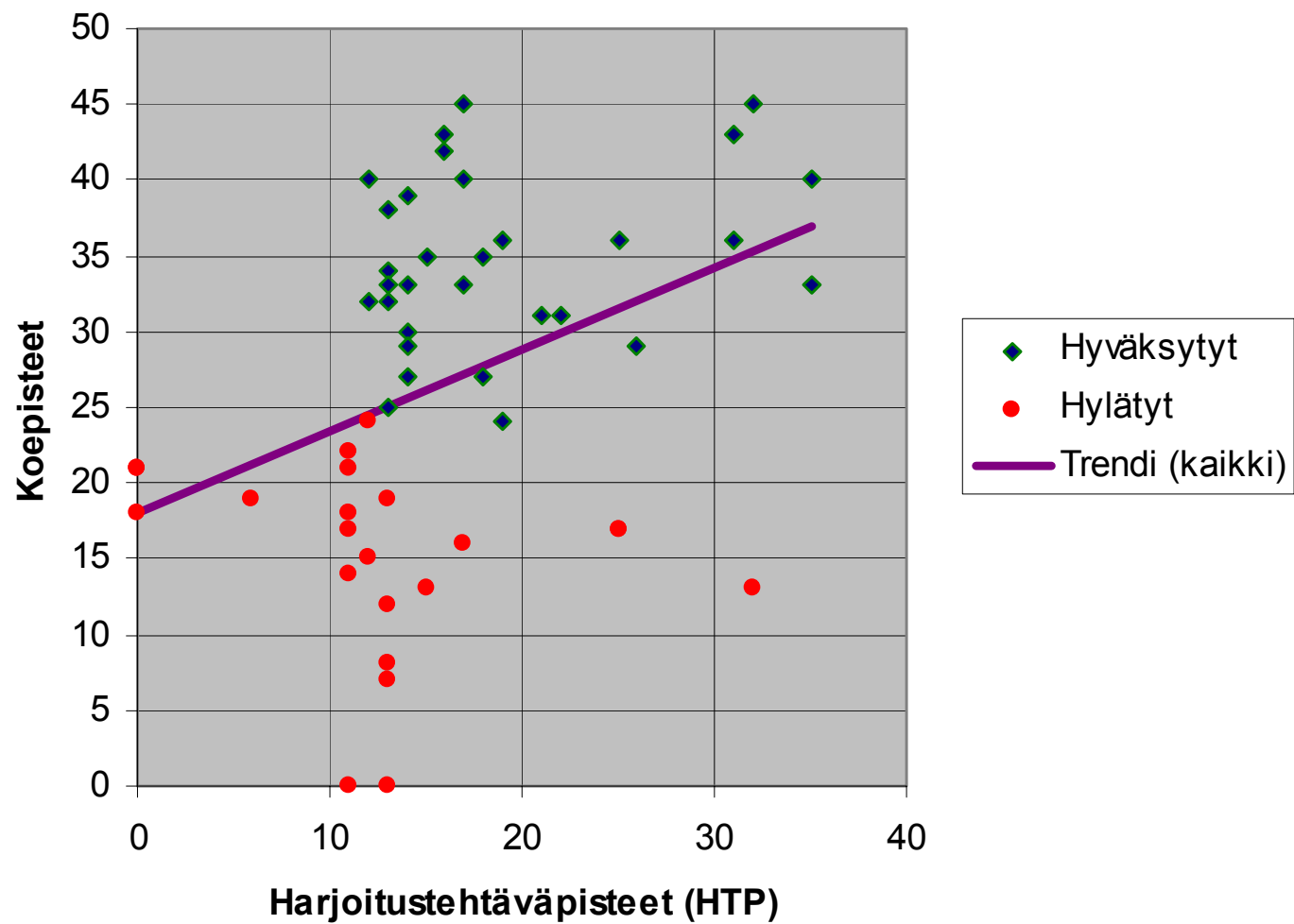
- Luennot 4t / vk
  - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
  - opi perusasiat kunnolla luennolla
- Lue kirjasta samat asiat 6t / vk ?
  - vähän eri tavalla esitettynä
- Tee laskuharjoitukset
- Osallistu laskuharjoitukseen 2t / vk
- Lue ja harjoittele itsenäisesti 8t ?
- Osallistu kurssikokeeseen



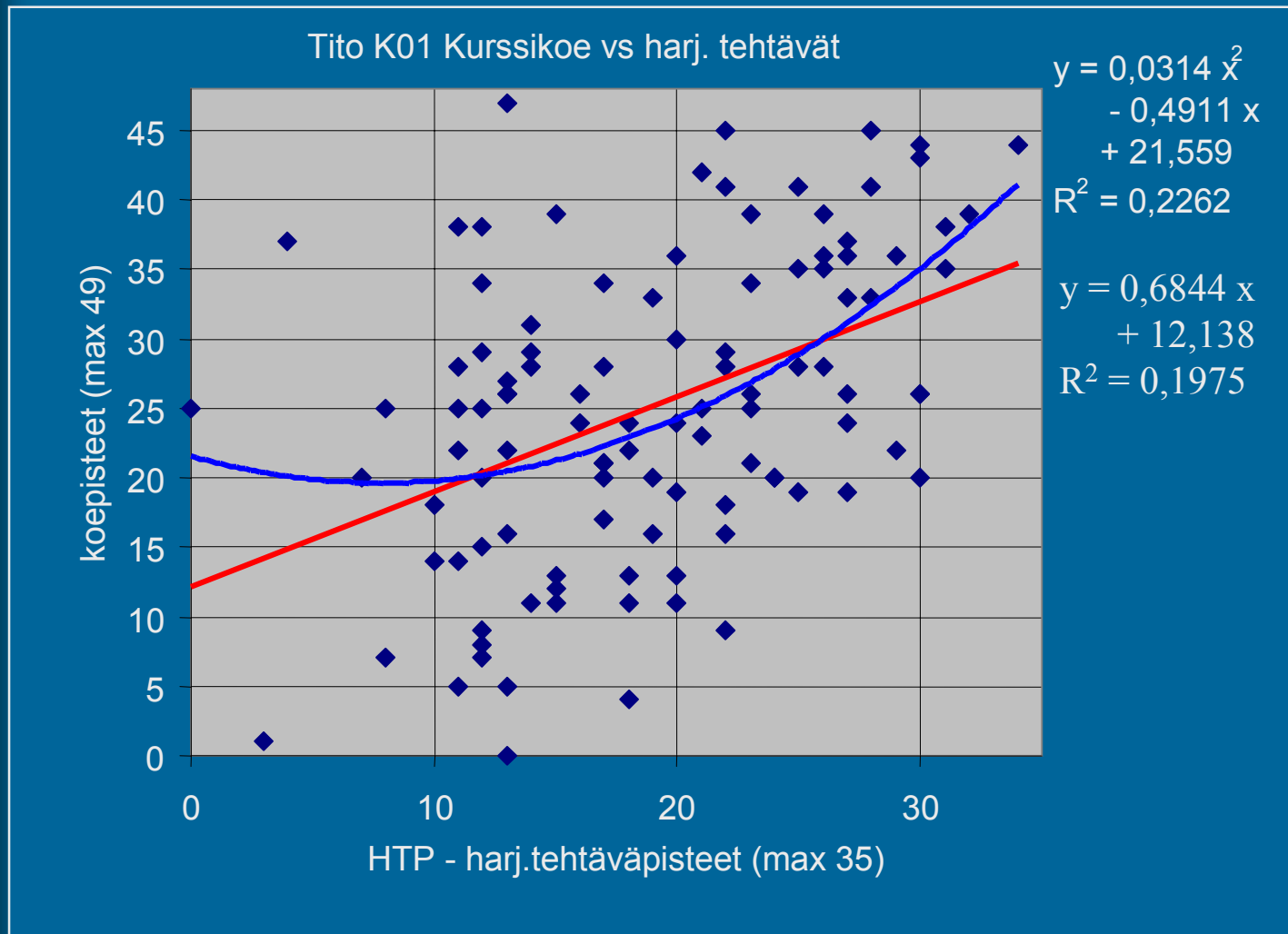
# Tämän tiivistetyn (2x) luentokurssin suoritus

- Luennot 8t / vk
  - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
  - opi perusasiat kunnolla luennolla
- Lue kirjasta samat asiat 4-12t / vk ?
  - vähän eri tavalla esitettynä
- ~~Tee laskuharjoitukset~~
- Osallistu (lasku)harjoitukseen 4t / vk
- Lue ja harjoittele itsenäisesti 8-32t ?
- Osallistu kurssikuulusteluun

## Tito S2000 koe vs LH



# Kevät 2001 kurssikuulustelu vs. HTP



# Oppimateriaali

- Kurssimoniste:
  - Auvo Häkkinen, Tietokoneen toiminta, opetusmoniste D390, TKTL, 30.1.1998 (pääpiirteittäin luvut 1-8.2, 10)
    - painos vuoden 1998 jälkeen (Java)
- Stallings: Comp. Org. and Arch, 5th Ed
- Tanenbaum: Struct. Comp. Org., 4th Ed
- KOKSI simulaattori & dokumentit
- Luennot – luentokalvojen kopiot verkossa
- Harjoitukset – tehtävät verkossa

# Huomaa

- Nämä kalvot on tehty luentojen (ja luentomonisteen) tueksi
- Kalvot eivät sisällä kaikkea luennolla ollutta asiaa
- Kalvot eivät korvaa oppikirjaa
- Jos haluat opiskella itsenäisesti, niin lue siihen tarkoitettuja oppikirjoja

Stallings

Tanenbaum

Patterson-Hennessy



## Motto (2)

- “Kunto ei nouse, jos ei tule hiki”  
 (“It is not good exercise,  
if you do not sweat”)
  - Ei tämä silti mikään maratoni ole!

- 4t luentoja, 2t laskareita ja  
6t omaa opiskelua per viikko

–yht. n. 12t/viikko

+ kokeeseen valmistautuminen + koe

–yht. n. 80t / kurssi eli 2 työviikkoa

tavallinen  
luentokurssi

# Motto

- “Kunto ei nouse, jos ei tule hiki”  
 (“It is not good exercise,  
if you do not sweat”)
  - Ei tämä silti mikään maratoni ole!
- 8t luentoja, 4t laskareita ja  
12t omaa opiskelua per viikko
  - yht. n. 24t/viikko, 3 viikkoa  
+ kokeeseen valmistautuminen + koe
  - yht. n. 80t / kurssi eli 2 työviikkoa

tämä  
luentokurssi

# WWW Informaatio (6)

- Kurssin kotisivu

*<http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/>*

- Tämän lukukauden aikataulu

*<.../tito/k2002.muunto/aikataulu.html>*

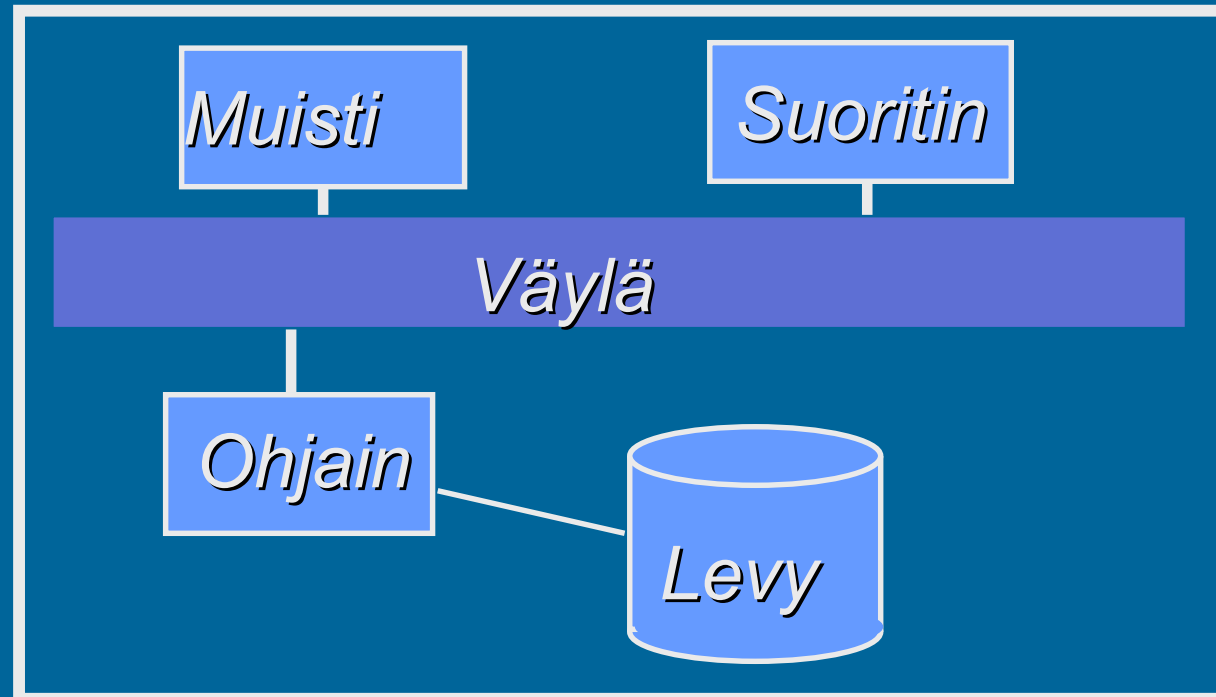
- Luennot *<.../k2002.muunto/luennot/>*

- Laskuharjoitukset

*<.../k2002.muunto/laskuharj/>*

- Vanhat kokeet *<.../tito/kokeet/>*

- Uutisryhmä *<hy.opiskelu.tktl.tito>*



**TiTo:** Mitä systeemissä tapahtuu?

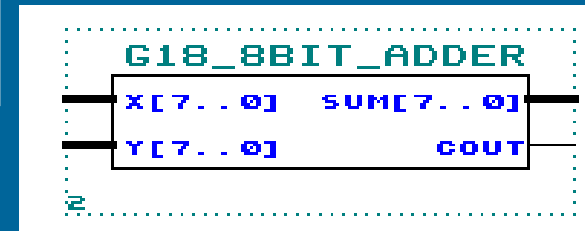
**TiKRä:** Miten CPU ja muisti on toteutettu?  
Miten kellopulssi saa käskyt suoritetuksi?

# Suorittimen toteutushierarkia (7)

- Konekieliarkkitehtuuri
  - ADD R1, R2

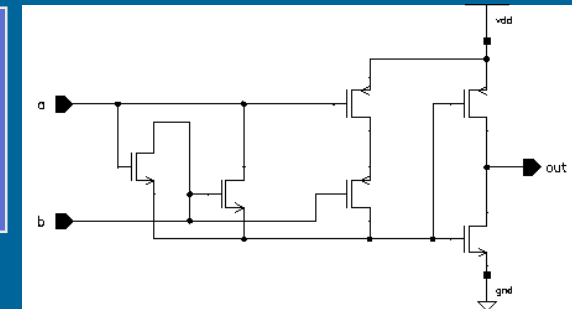
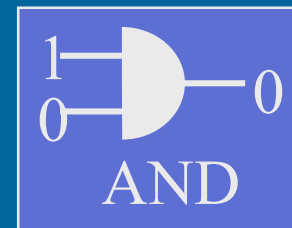


- Moduulit
  - adder, register, ALU

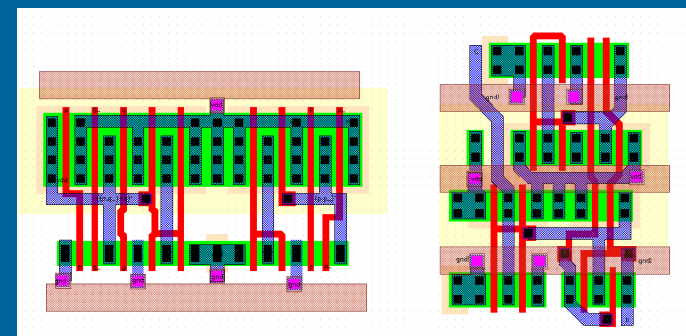


- Loogiset portit
  - and, or

TikRa



- Piirisuunnittelu
  - virrankulutus, ajoitus, piuhojen sijoitus
- Toteutuslaitteisto
  - elektroniputki, transistori, mikropiiri





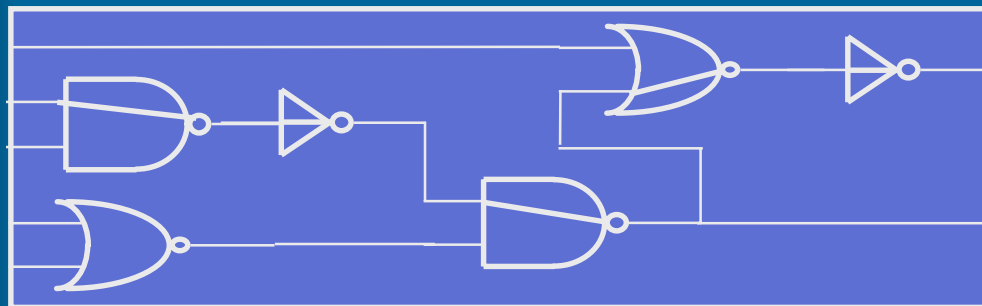
**Tietokoneen  
toiminta  
(TiTo,  
Comp. Org. I)**

`A := B + C;`  
korkean tason kieli



```
MOV AX, B  
ADD AX, C  
MOV A, AX
```

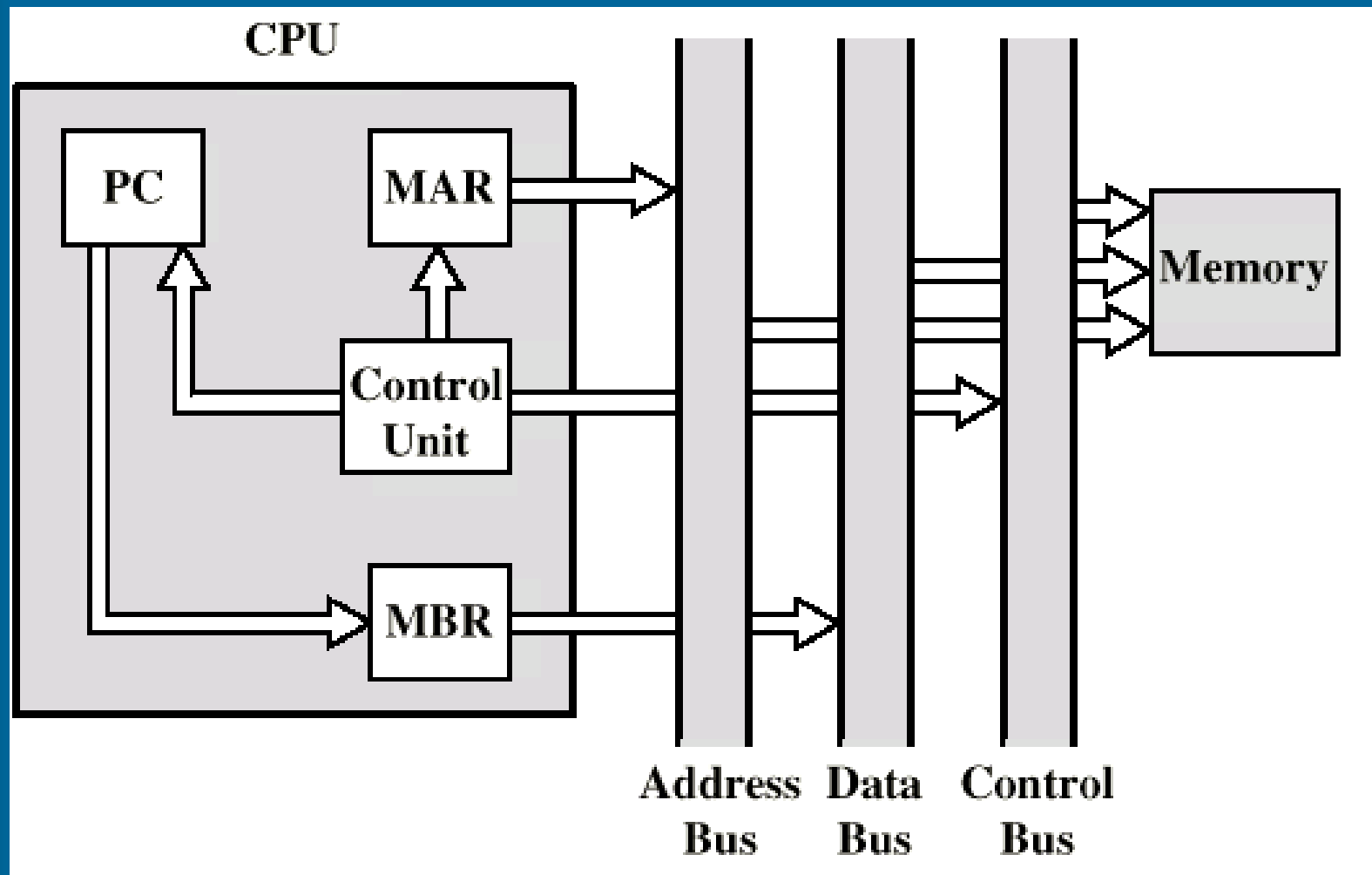
konekieli



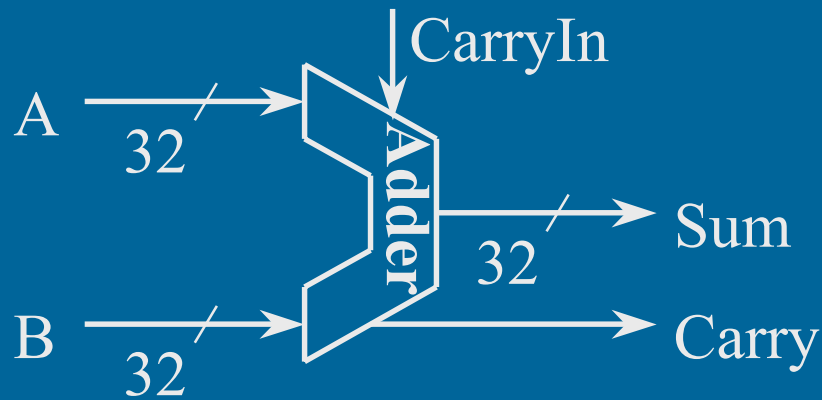
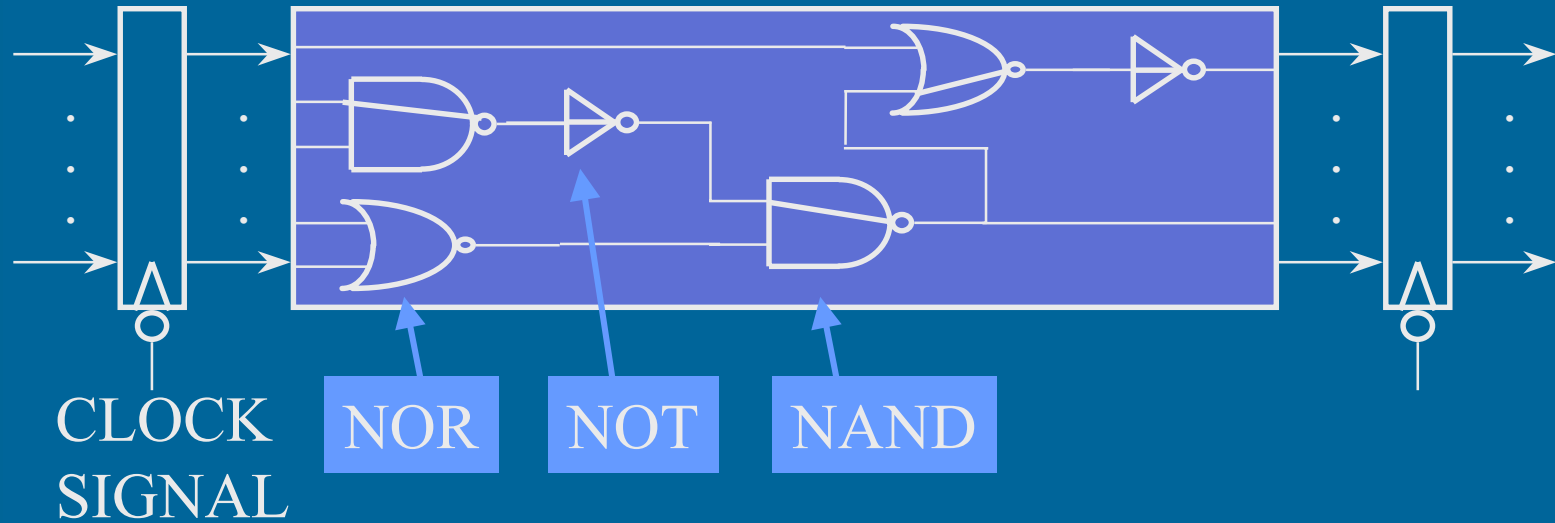
loogiset piirit (porttitasolla)

**Tietokoneen  
rakenne  
(TiKRä,  
Comp. Org. II)**

# Tietokoneen toiminta -kurssin alin esitystaso

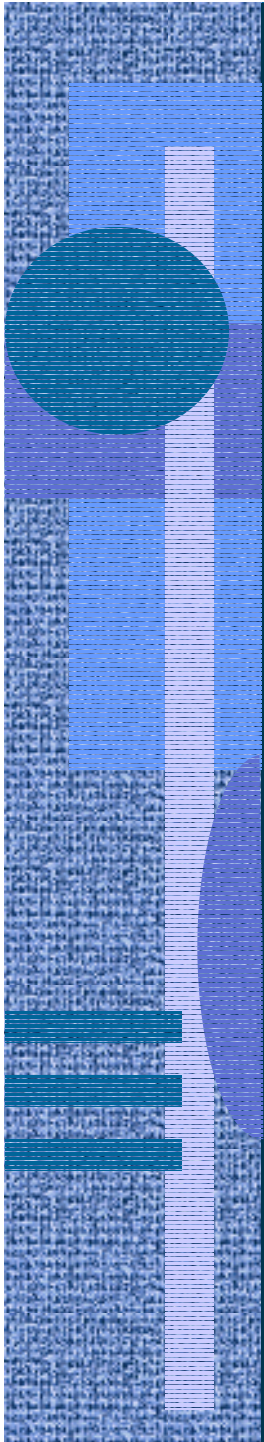


# Tietokoneen rakenne -kurssin alin esitystaso



# Kurssin sisältö (12)

- Luento 1: Johdanto: tietokonejärjestelmän rakenne
- Luento 2: TTK-91 -tietokone ja sen KOKSI simulaattori
- Luento 3: Konekielinen ohjelmointi
- Luento 4: Aliohjelmien toteutus konekielen tasolla
- Luento 5: Suoritin (CPU) ja väylä
- Luento 6: Tiedon esitysmuodot
- Luento 7: Tiedon muuttumattomuus, järj. sis. muisti
- Luento 8: Ohjelman toteutus järjestelmässä
- Luento 9: Ulkoinen muisti, I/O toteutus, I/O laitteet
- Luento 10: Käännös, linkitys, lataus
- Luento 11: Tulkinta ja emulointi (Java ohjelmien suoritus)
- Luento 12: Yhteenveto



12/12/2001

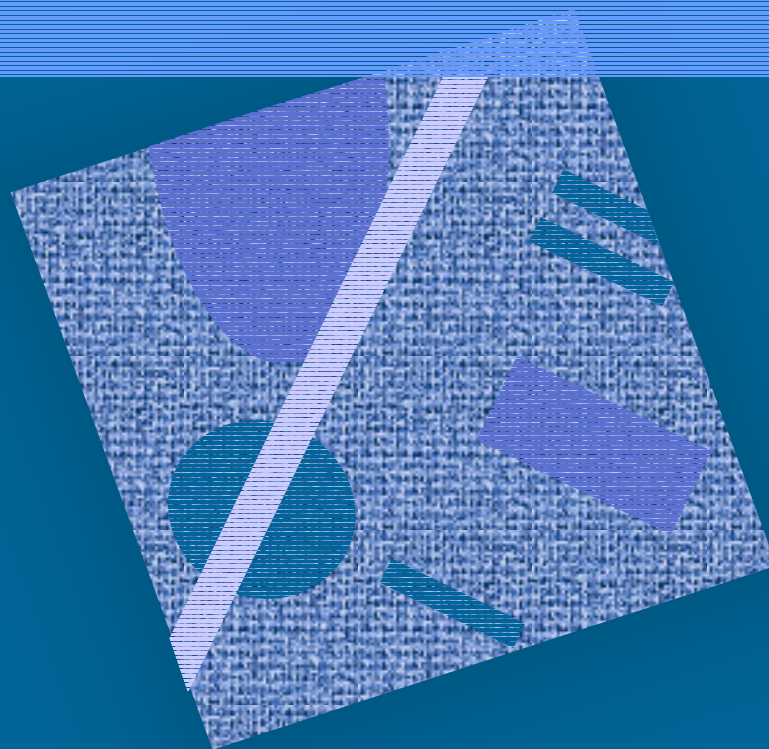
Copyright Teemu Kerola 2002

23



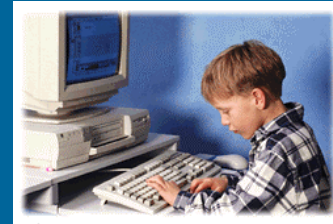
# Luento 1

## Tietokonejärjestelmän rakenne



Järjestelmän eri tasot  
Laitteiston nopeus

# Tietokone- järjestelmä



Käyttäjä

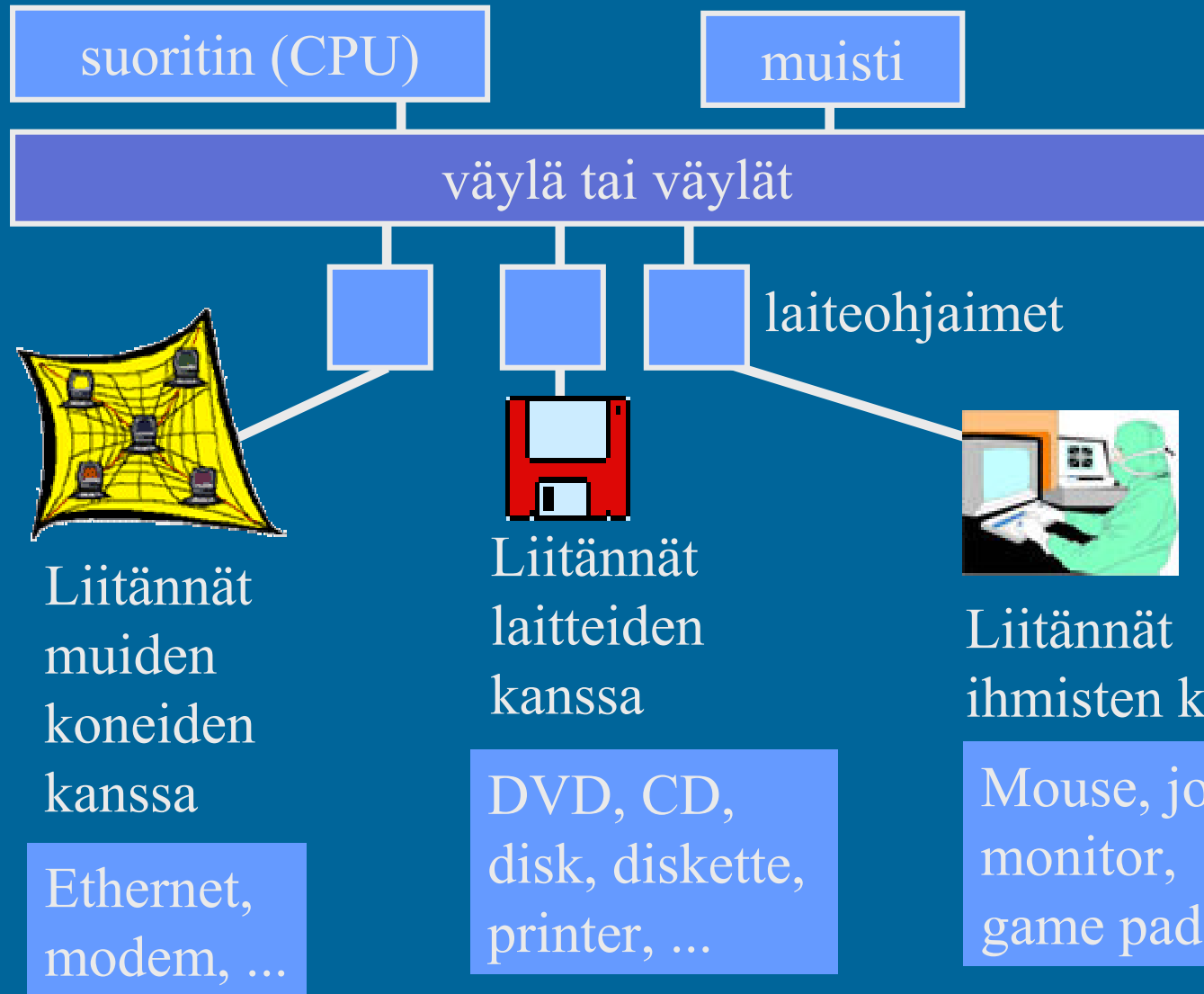
Tietokonelaitteisto

Oheislaitteet  
(peripheral or  
I/O devices)



Tietokone  
(computer)

# Tietokone (3)



# Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (4)

- Käyttäjän kannalta
  - jossain tietokonelaitteistossa
  - jossain muodossa
  - helppo suorittaa
    - napauta ikonia hiirellä
    - anna ohjelman nimi ja parametrit tekstuaaliselle käyttöliittymälle
      - DOS tai UNIX kehotteen jälkeen
    - sijoita CD-levy CD-asemaan





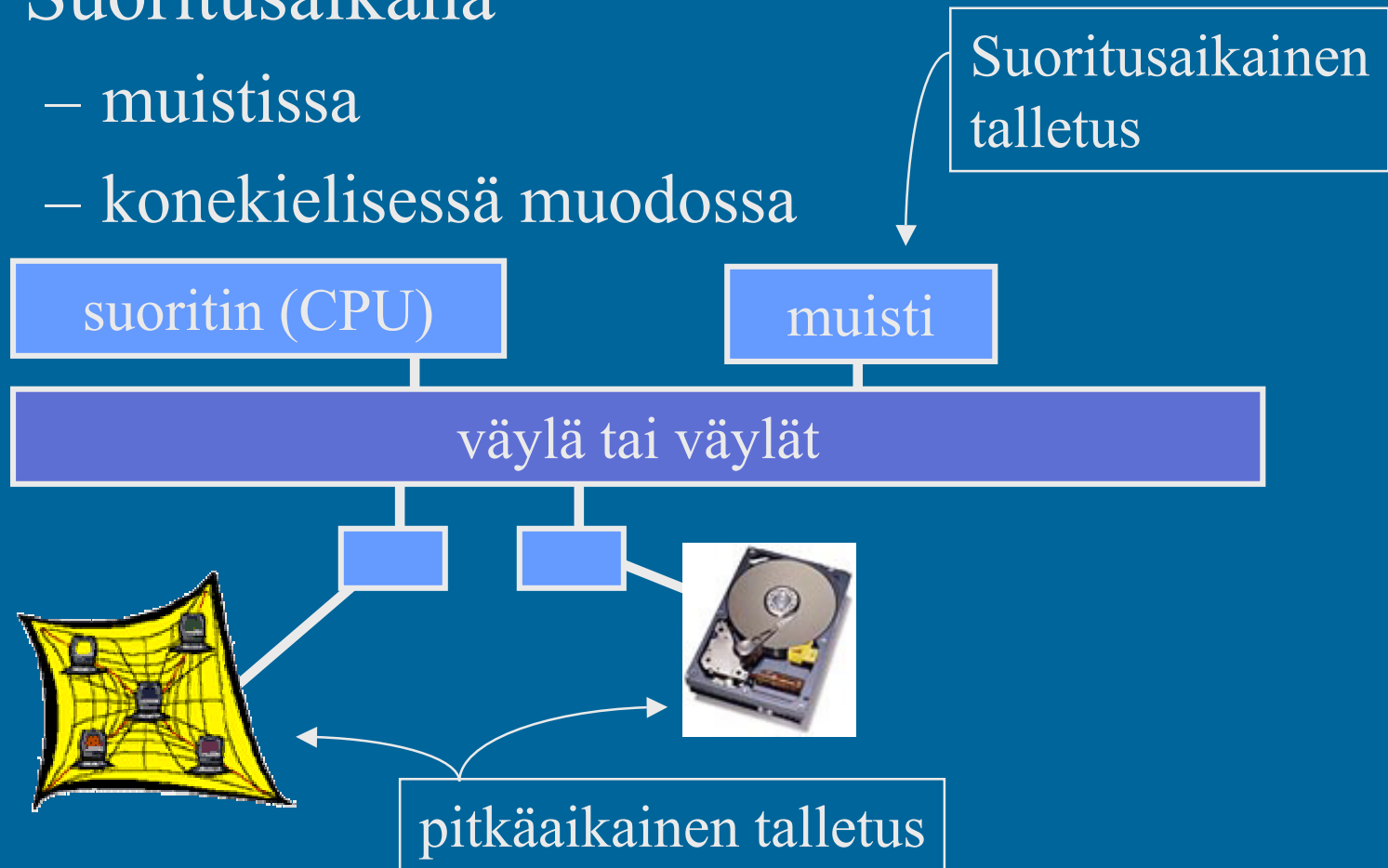
# Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) <sup>(4)</sup>

- Pitkäaikainen talletus
  - jollain laitteella, jossa tieto säilyy myös ilman sähkövirtaa
    - kovalevy, levyke, magneettinauha, CD, DVD
  - jollain kielellä kuvattuna
    - ohjelmointikielet: Java, Fortran, C,
    - tietokannan kuvauskielet: SQL, SQL\*Forms,
    - suorittimen konekieli: x86, MIPS, PA-RISC, ...
  - pakattuna ehkä jollain tavoin
    - zip, tar, gz, ...



# Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) (1)

- Suoritusaikana
  - muistissa
  - konekielisessä muodossa



# Konekieli <sup>(3)</sup>

- Suorittimen konekielen käskykanta määrittelee tietokoneen käskykanta-arkkitehtuurin

- ISA - Instruction Set Architecture

- Kukin käsky on esim. 10-numeroinen kokonaisluku

2234563212  
5437658756

- Usein esitetty symbolisella konekielellä

- käsky jaettu osiin (kenttiin)

LOAD R1,Summa

- joidenkin kenttien arvot kuvattu symboleilla

- helpompi ihmisten lukea ja kirjoittaa

# Symbolinen konekieli

- Yleinen esitystapa konekielisille ohjelmille
  - luettavassa muodossa oleva konekieli
- Helppo muuttaa konekieleksi
  - suora vastaavuus konekieleeseen
  - usein mielletään (vähän väärin, muttei paljon):

symbolinen konekieli  $\approx$  konekieli

129543876		LOAD	R2, Summa	% R2 $\leftarrow$ Mem(Summa)
439874387	$\approx$	ADD	R2, =5	% R2 $\leftarrow$ R2 + 5
544399765		JUMP	Loop	% PC $\leftarrow$ Loop

# Ohjelma vs. konekieli

- Ongelma:

Ohjelma on talletettu ohjelmointikielellä (esim. Java) pitkäaikaismuistiin (esim. kovalevy), mutta suoritusta varten sen tulee olla suoritettavan tietokonelaitteiston prosessorin konekielellä laitteiston muistissa.

- Ratkaisu: esitysmuodon muunnokset

- käännös

ohjelmointikieli → konekieli

- linkitys

paketoidaan kirjasto-ohjelmat mukaan

- lataus

sijoitetaan ohjelma muistiin suoritettavaksi

# Ohjelman esitysmuodot (4)

ks. C-kielinen  
esimerkki  
(2 sivua)

käännös  
eri moduulissa

```
Sum := Sum+1;  
Print (Sum);
```

```
LOAD R1, Sum  
ADD R1,=1  
STORE R1, Sum  
PUSH SP, R1  
CALL IOMod.Print
```

linkitys

```
LOAD R1, 40542  
ADD R1,=1  
STORE R1, 40542  
PUSH SP, R1  
CALL 86488
```

lataus

```
LOAD R1, Sum  
ADD R1, =1  
STORE R1, Sum  
PUSH SP, R1  
CALL PrintRoutine
```

muistissa

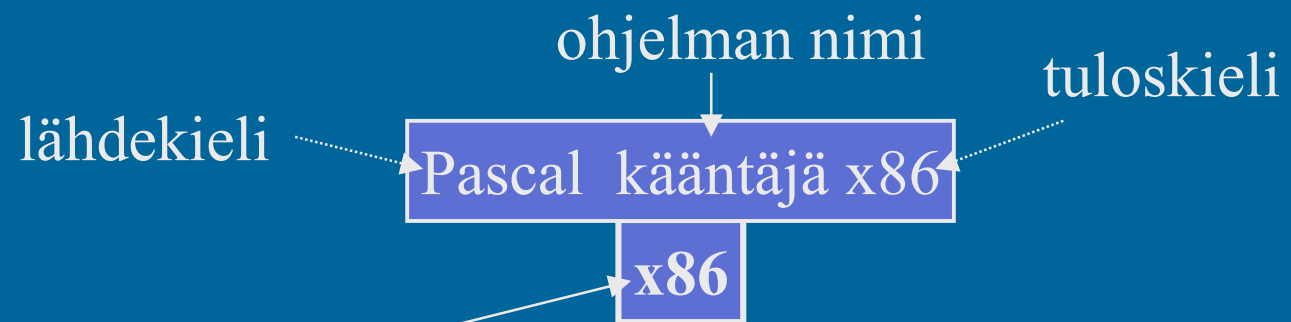
samassa  
moduulissa

levyllä



# Kääntäjä esimerkki <sup>(4)</sup>

- Pascal-kääntäjä kääntää Pascal-kielisen ohjelman (esim.) Intel x86 konekielelle (Pentium PC:lle)
- Pascal-kääntäjä on ohjelma, joka suoritetaan (esim.) Intelin Pentium-prosessori pohjaisessa laitteistossa
- Pascal-kääntäjän esitysmuoto käännoaikana (suoritusajana) täytyy olla Intel x86 konekieli



suoritettavan ohjelman esitysmuoto  
(sopiva Intel x86 suorittimelle)

# Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (2)

- Pascal-kääntäjä on ohjelma, joka on alkuaan kirjoitettu jollain ohjelmointikielellä
  - C-kielellä?
  - Pascal-kielellä?
- Ennen suoritusta myös Pascal-kääntäjä täytyy olla käännettynä laitteiston konekielelle
  - Intel x86, PA-RISC, ...

Pascal kääntäjä x86

C/pascal

Pascal kääntäjä x86

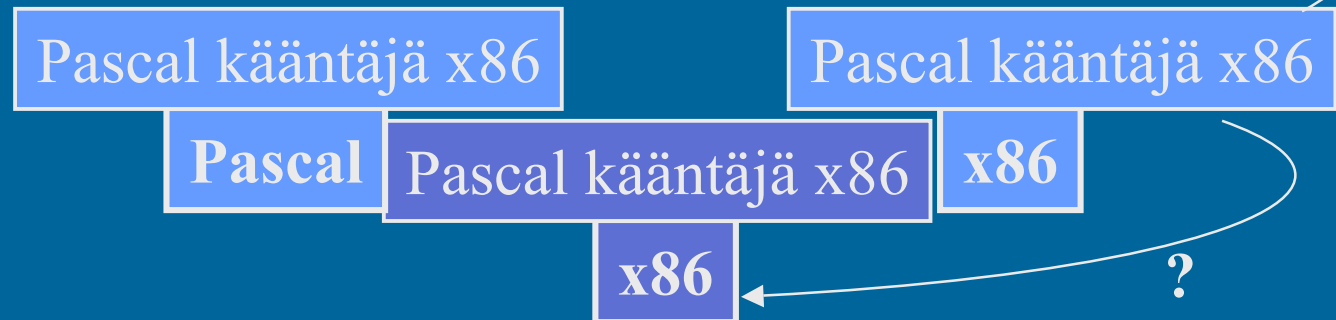
x86

# Kääntäjä esimerkki (jatkuu) <sup>(5)</sup>

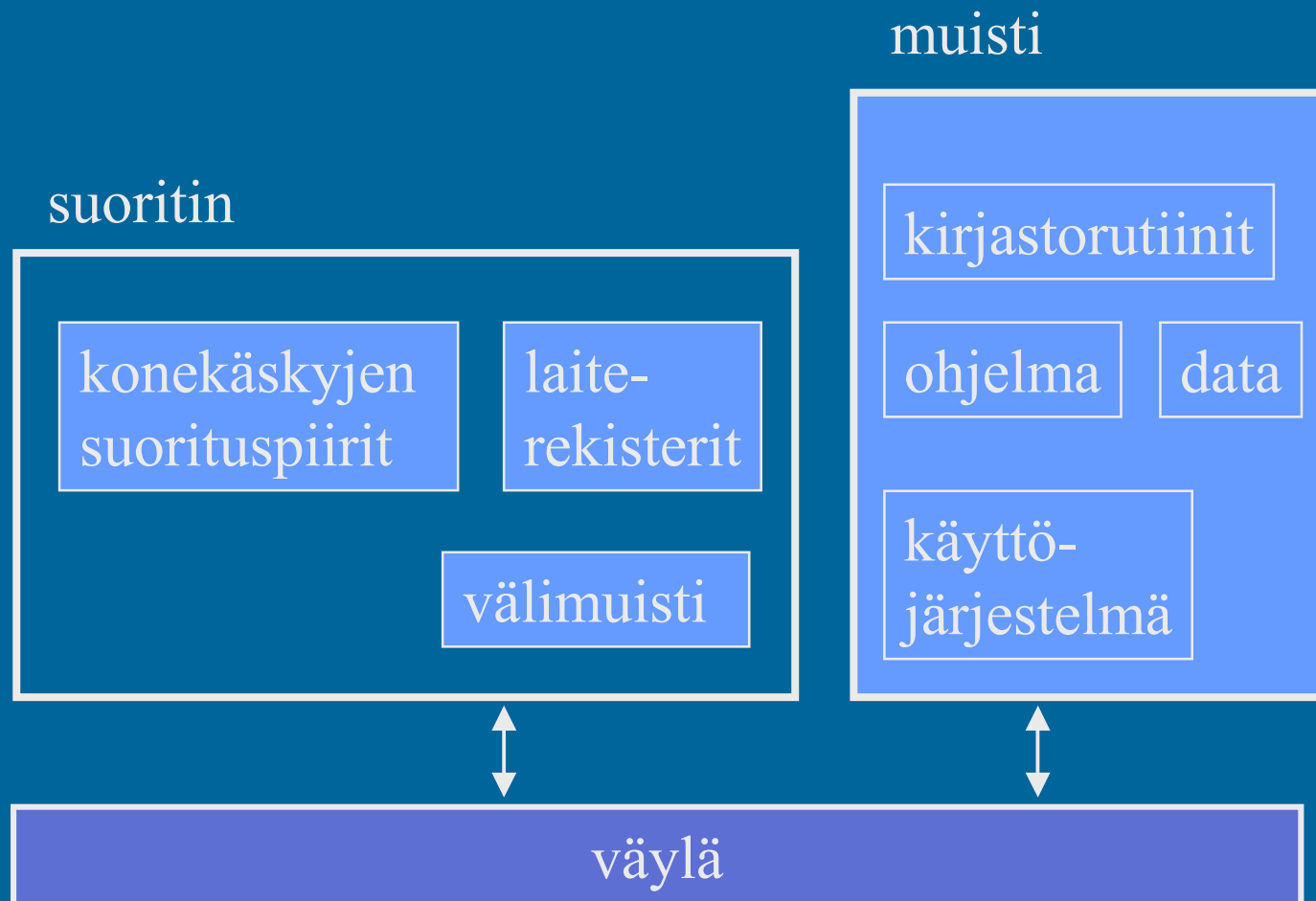
- Käännä ohjelma MyProg Pascalista konekielelle?



- Käännä Pascal kääntäjä Pascalista konekielelle?



# Suorittimen ja muistin sisältö



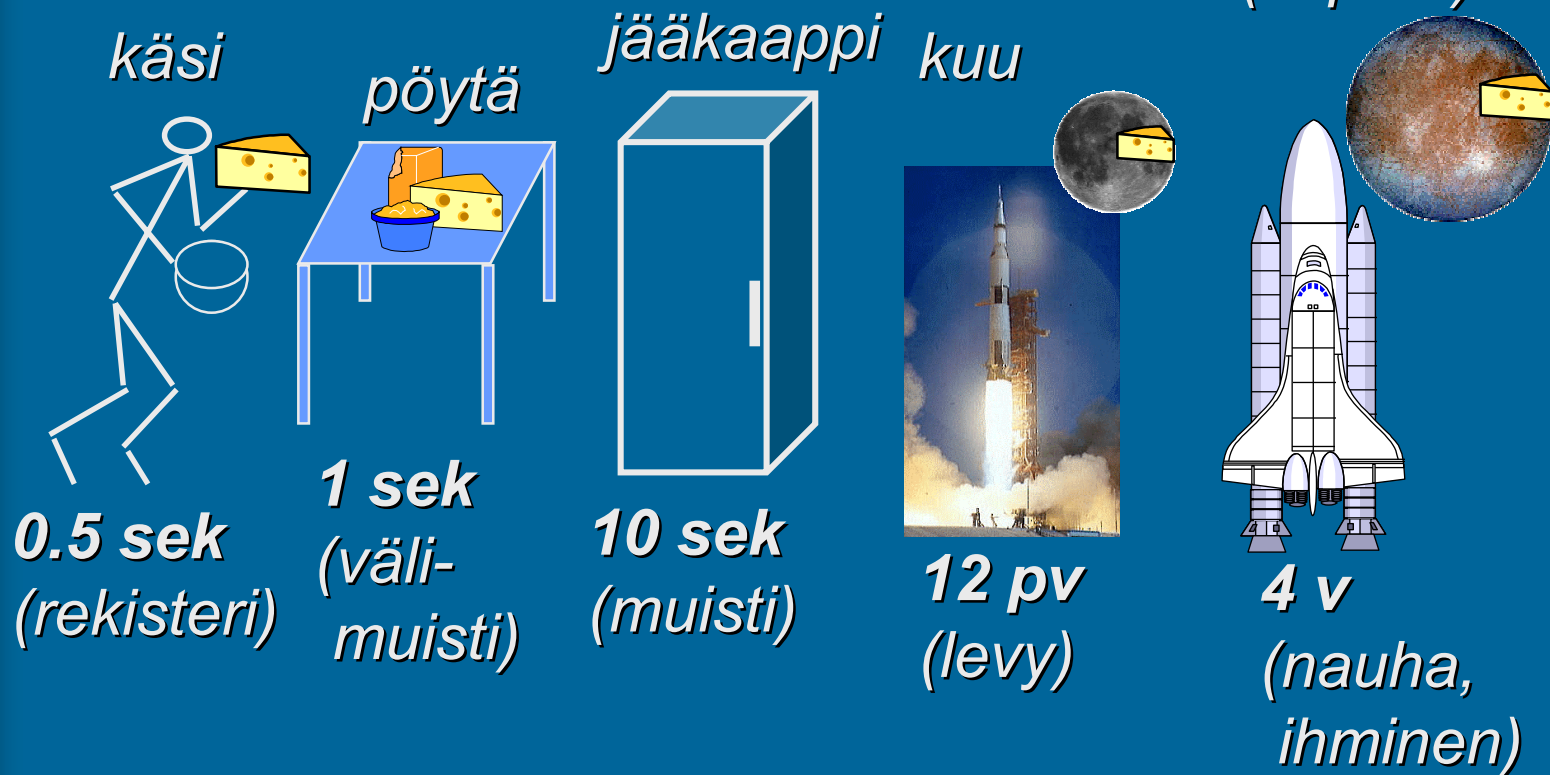
# Laitteiston nopeus (7)

- Järjestelmän eri komponenteilla on suuret nopeuserot
  - laiterekisterit kaikkein nopeimmat
  - välimuisti lähes yhtä nopea
  - muisti jo aika kaukana
  - laitteet hyvin kaukana
  - eräät laitteet todella hyvin kaukana
    - magneettinauha, ihmisen käyttöliittymät
  - muut tietokoneet todella hyvin kaukana



# Teemun juustokakku (5)

Rekisterien, välimuistin, muistin, levymuistin ja magneettinauhan nopeudet suhteutettuna juuston haku aikaan juustokakkuja tehdessä?



# -- Luennon 1 loppu --

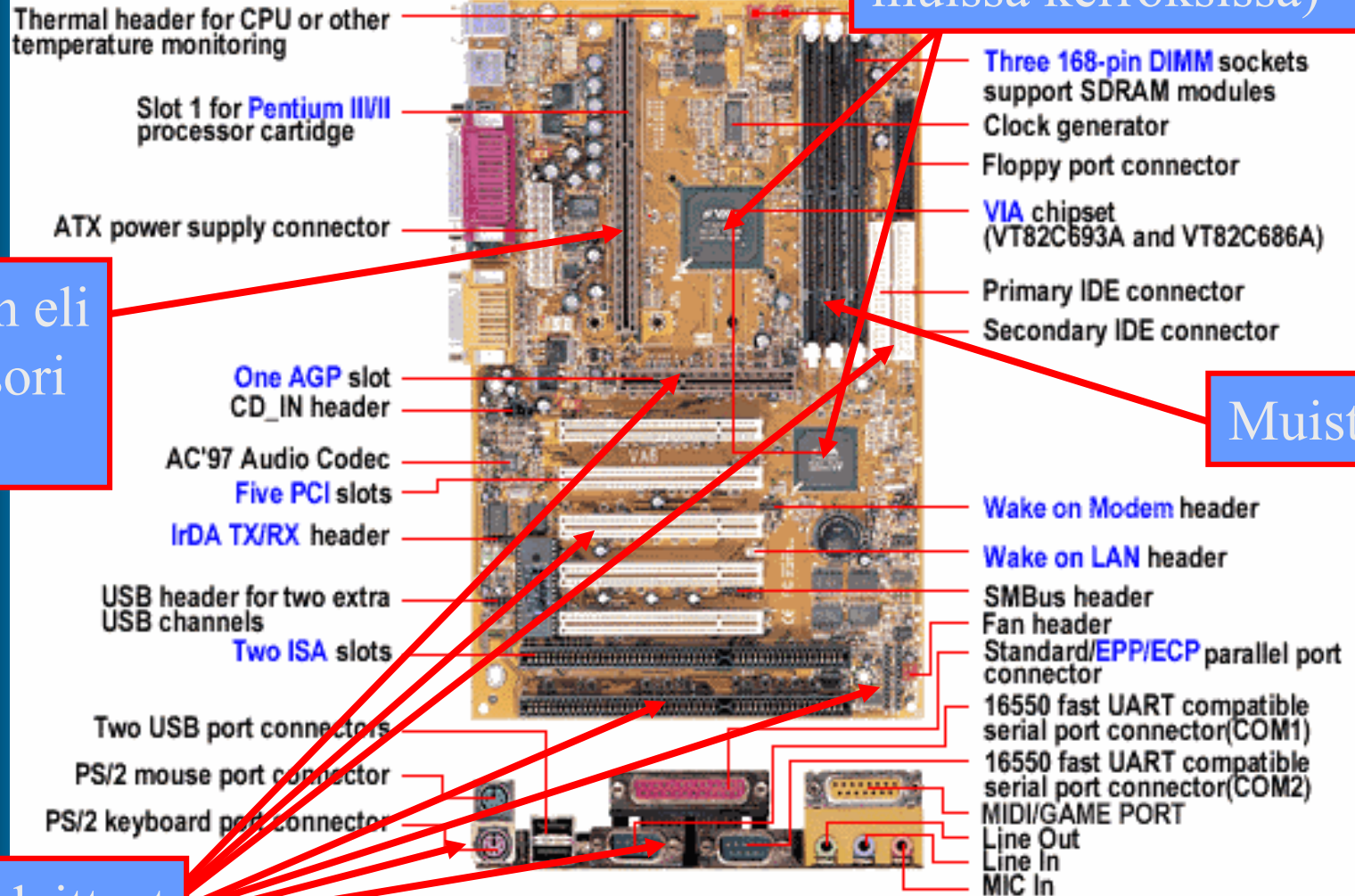
## VA6 - PC133 ATX Mainboard

Väyläkontrolli (chip set), piuhat piilossa muissa kerroksissa)

Suoritin eli prosessori (CPU)

Muisti

I/O-laitteet



<http://www.abit.nl/english/product/>