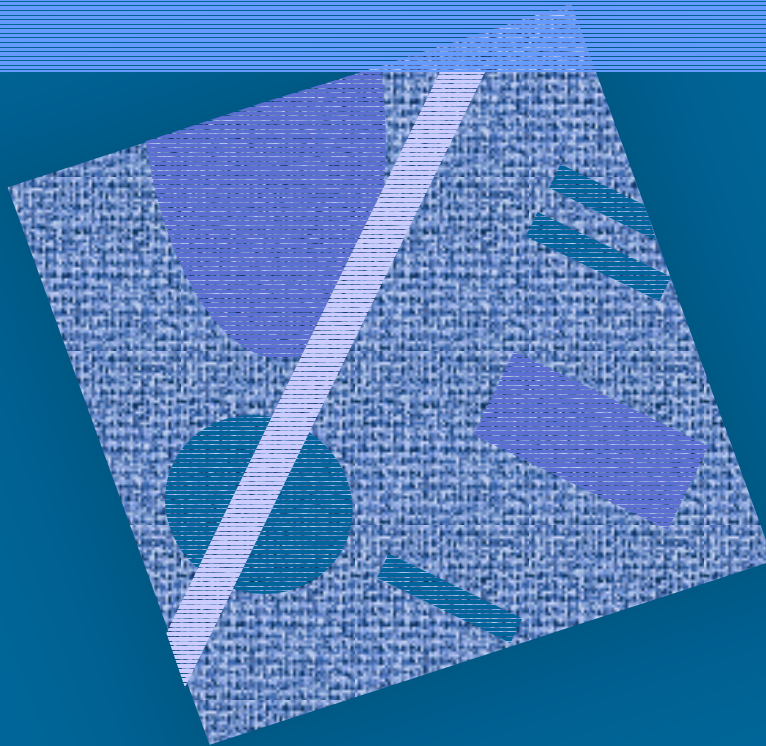


Luento 9

Järjestelmän ulkoinen muisti



Muistihierarkia
Kiintolevyt
Muut pyörivät levyt
I/O:n toteutus

Muistihierarkia (4)

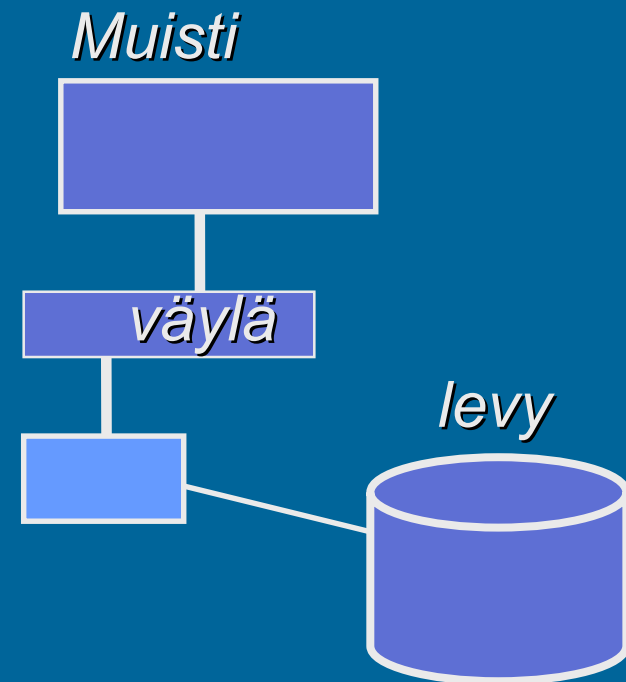
ks. Fig. 4-1 [Stal99]

- Ulkoinen muisti on halvempaa toteuttaa per tavu
- Ulkoinen muisti on hyvin paljon hitaampaa kuin sisäinen muisti
- Aika/tila optimointi
 - suuret tietomäärät täytyy (kannattaa) kustannussyistä pitää ulkoisessa muistissa
 - pienet tietomäärät täytyy (kannattaa) tehokkuussyistä pitää sisäisessä muistissa
- Kaiken viitatus tiedot tulee suoritusaikana olla sisäisessä muistissa!



Virtuaalimuisti (3)

- Osa muistihierarkiaa
- Vastaus ongelmaan
 - miten tehdä suoritusajaisesta muistista ”yhtä suuri” kuin levymuisti ja ”yhtä nopea” kuin keskusmuisti?
- Kaksitasoinen:
 - keskusmuistissa kulloinkin käytössä olevat alueet
 - levyllä kaikki tiedot
 - kopiointi tarvittaessa



Virtuaalimuistin toteutus (4)

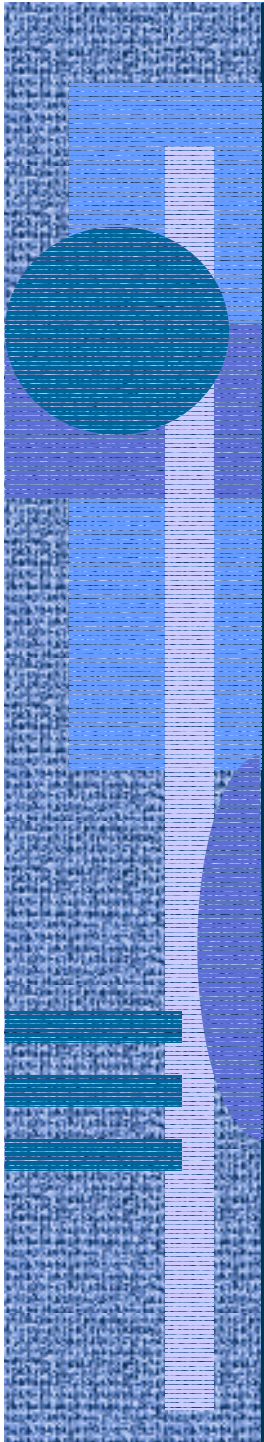
- Toteutustavat
 - kanta- ja rajarekisterit
 - sivutus
 - (segmentointi ja sivuttava segmentointi)
- Pääosa toteutuksesta ohjelmistotasolla
- Laitteistotuki
 - MMU – muistinhallintayksikkö
 - nopeuttaa viitatus muistipaikan todellisen osoitteen laskentaa
 - rakenne ja toiminta vaihtelee virtuaalimuistin toteutustavan mukaan

Lisää
tietoa?



Tieto-
koneen
rakenne

Käyttö-
järj.-
I ja II



26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

Tiedostojärjestelmä (5)

- KJ:n osa, hallitsee kaikkia tiedostoja
- Valvoo oikeuksia tiedostoa avattaessa
- Muuntaa tiedostonimet fyysisiksi osoitteiksi
- Ylläpitää taulukoita, joista näkee mitä kohtaa mistäkin tiedostosta kukin prosessi on käsittelemässä
- Tiedostojärjestelmä lukee ja kirjoittaa tiedostoja suurina kerralla käsiteltävinä lohkoina (0.5-8 KB?)
 - käyttäjätason prosessit käsittelevät tiedostoja tavuittain eikä niiden tarvitse tietää tiedoston todellista fyysistä rakennetta (laiteajuri huolehtii siitä)

Levymuisti ⁽⁹⁾

ks. Fig 5.3 [Stal99]

- Levykkö

150 MB-181GB/levykkö

- pyörii nopeasti (koko ajan?)

~ 3600-10800 rpm

- luku/kirjoituspäätt liikkuvat kaikki yhtä aikaa?

- monta levyä

~ 1-16 levyä/levykkö

- Levypinta

ks. Figs 5.3, 5.4 [Stal99]

- 2 per levy (tai 1)

~ 2000-3000 uraa/pinta

- ura

~ 20-100 sektoria/ura

- sektori: pienin kerralla osoitettavissa oleva alue

~ 0.5-8KB/sektori

- sylinteri: päällekkäin olevat urat, luku/kirj. pää samalla kohtaa

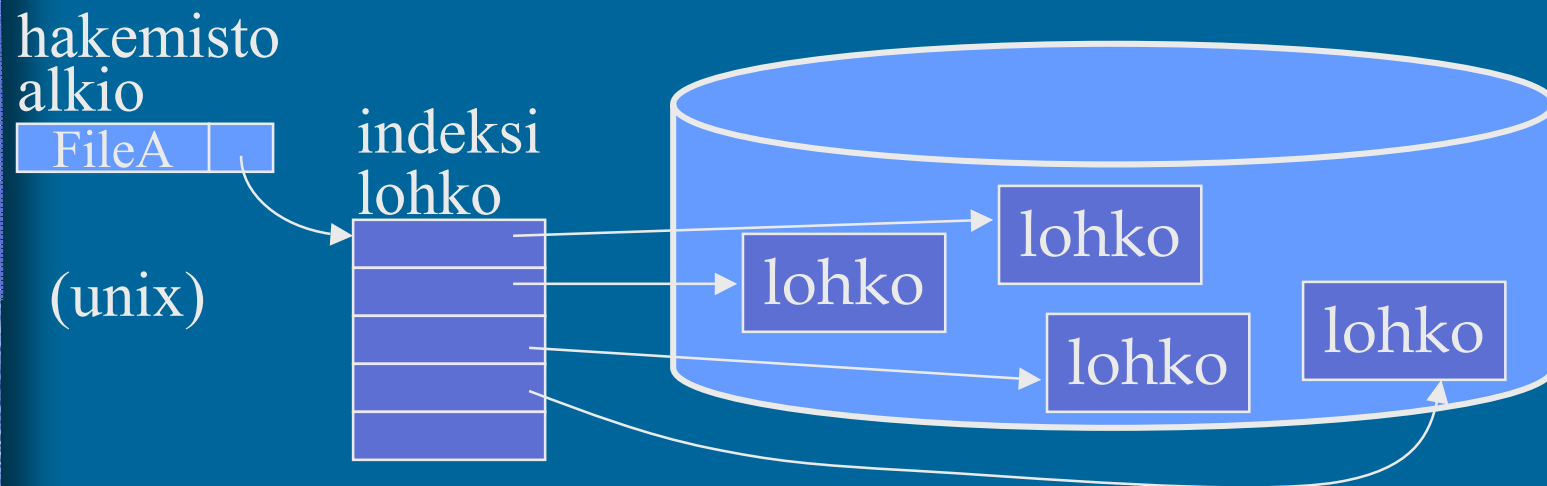
~ 1-32 uraa/sylinteri

Levymuistin saantiaika ⁽⁵⁾

- Tiedon osoite: levypinta + ura + sektori
 - laiteajuri etsii KJ-taulukoista loogisen osoitteen perusteella ks. Fig 5.4 [Stal99]
- Saantiaika:
 - hakuvarren siirtoaika (seek time)
Esim: aver 6.3 ms, min-max 2-15 ms?
 - odota kunnes sektori kohdalla (rotational delay)
Esim: pyörähdysviive kun 3600 rpm: 8.33 ms
(keskim. puolen kierroksen aika)
 - siirrä sektorin verran tietoa (data transfer time)
Esim: pyör.aika / sekt. lkm = 0.42 ms

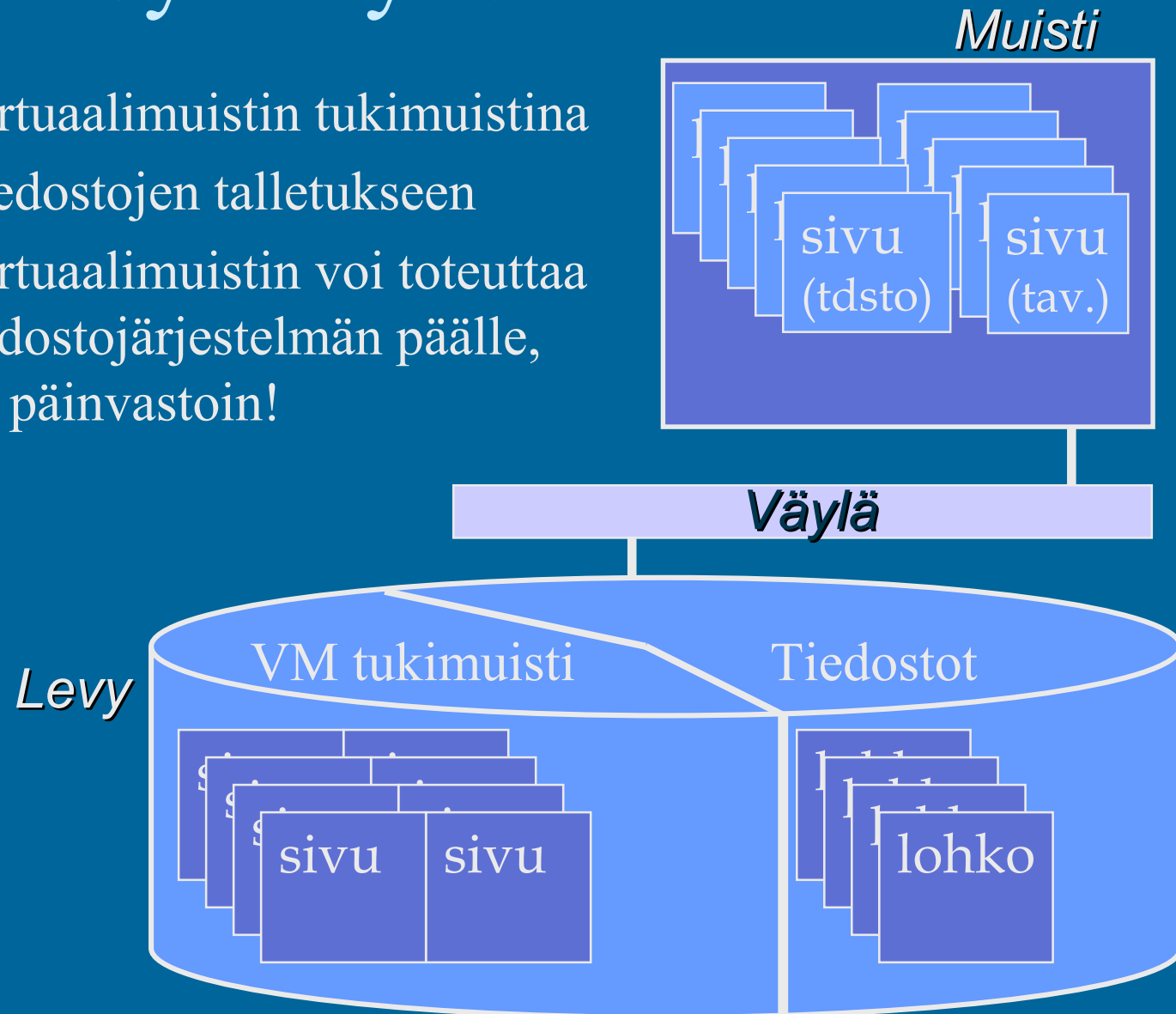
Tiedoston talletus levyille (2)

- Tiedosto koostuu useista lohkoista
 - lohko per sektori (lohko per usea sektori?)
- Levyn hakemistossa on tieto kunkin tiedoston käyttämistä lohkoista
 - luetaan lohkot annetussa järjestyksessä



Levyn käyttö

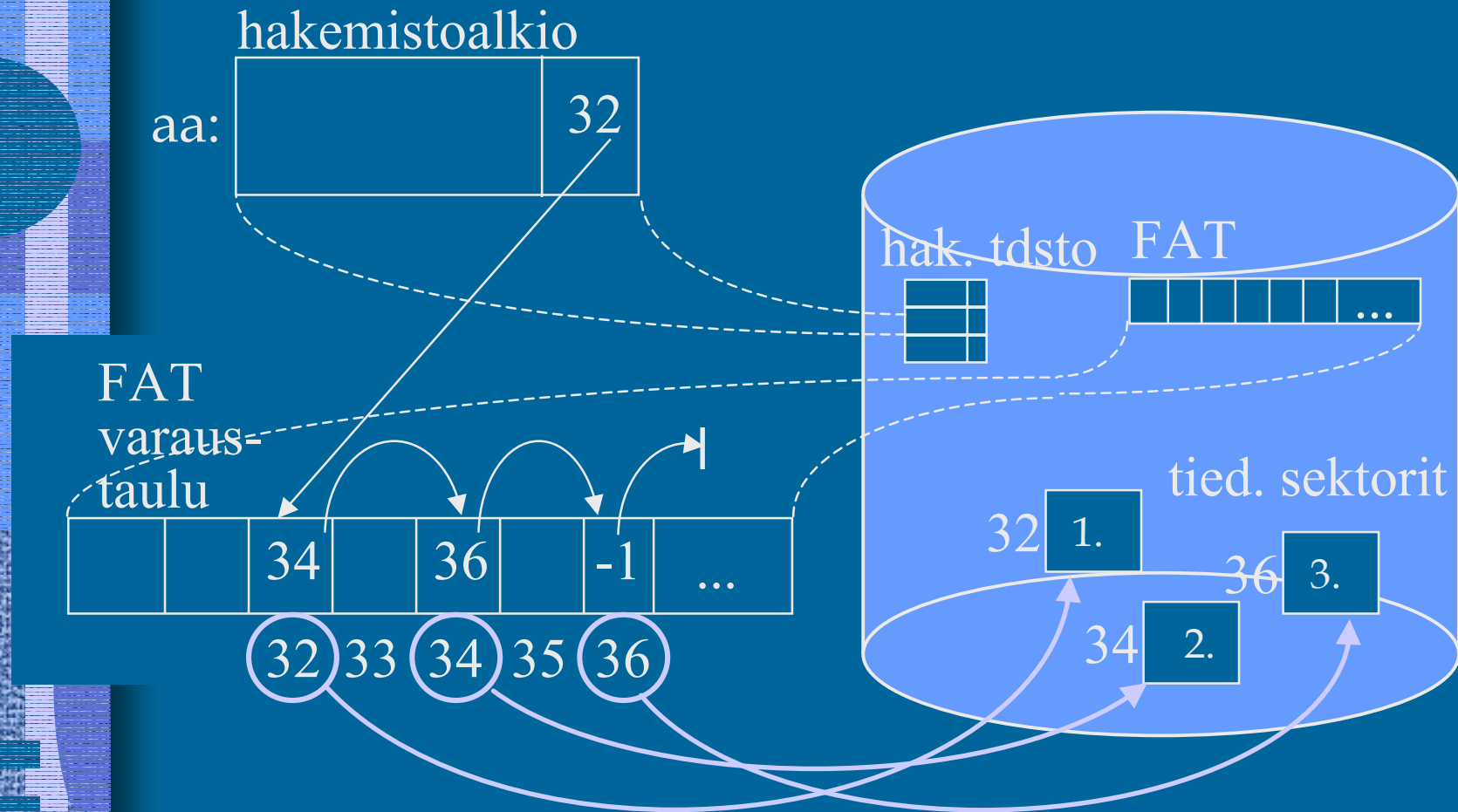
- Virtuaalimuistin tukimuistina
- Tiedostojen talletukseen
- Virtuaalimuistin voi toteuttaa tiedostojärjestelmän päälle, tai päinvastoin!



DOS-levykkeen rakenne (2)

- FAT – File Allocation Table
 - kertoo, mitkä sektorit ovat vapaana
 - kertoo, mitkä sektorit ovat käytössä millekin tiedostolle
 - kiinteä paikka levykkeellä, 2 kopiota
- Hakemisto
 - erikoistyyppinen tiedosto
 - sisältää hakemistoalkion joka tiedostolle
 - nimi, tyyppi, koko, muutos pvm ja kellonaika
 - attribuutit (invisible, read-only, ...)
 - linkki ensimmäiseen sektoriin FAT:ssä

FAT - File Allocation Table (DOS)



DOS levykkeet: 1.44MB, lohko 512 B, 2.9K lohkoa
entä: 1 GB, lohko 64 KB, 64K lohkoa OK?

Mikä on hyvä levylohkon koko?

- Mihin käyttöön?
- Videokuvan talletus/playback?

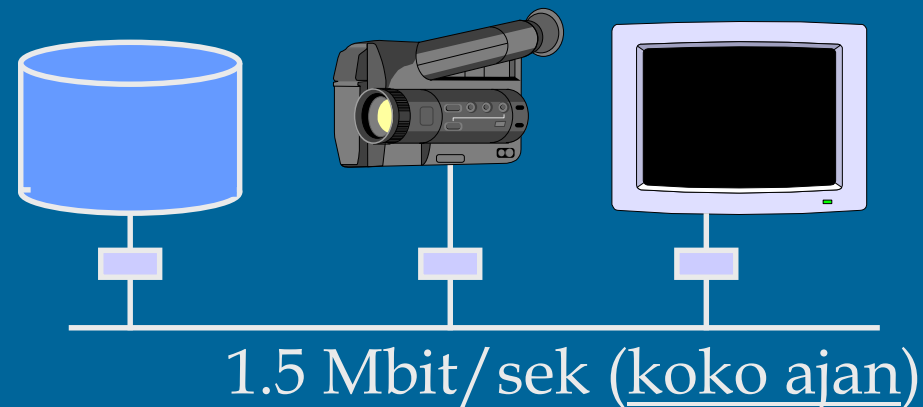
- 1 minuutti
- 12.3 MB

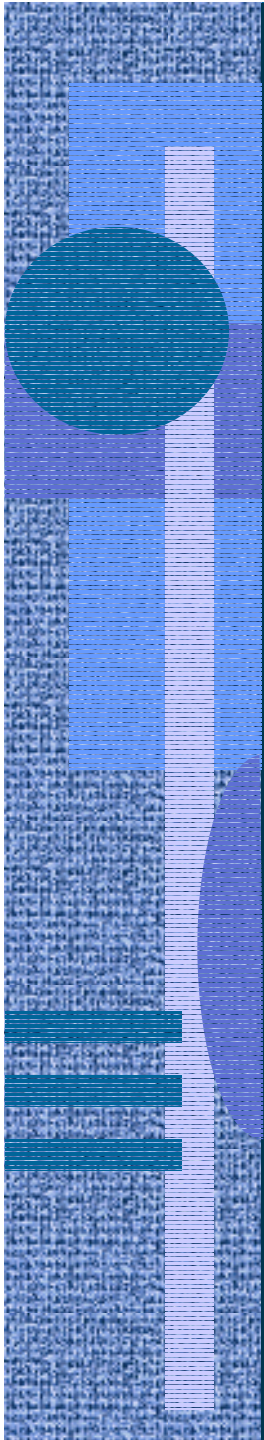
- lohko 4KB?
osoitetaulu?

- epäsuorat viittaukset?

- riittääkö levyn/väylän/ohjaimien nopeus?

- entä jos 1 tunti? riittääkö levyn kapasiteetti?



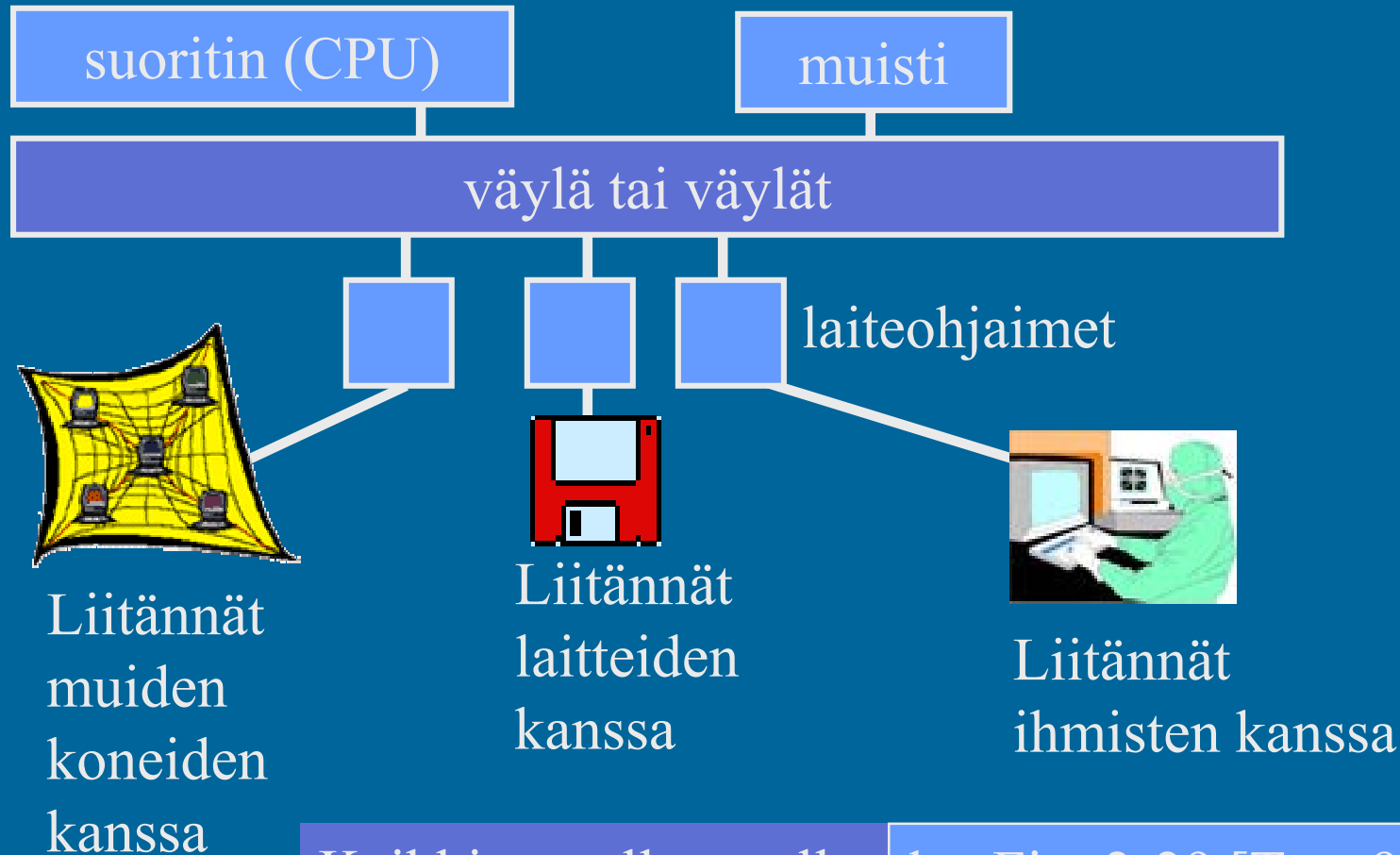


26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

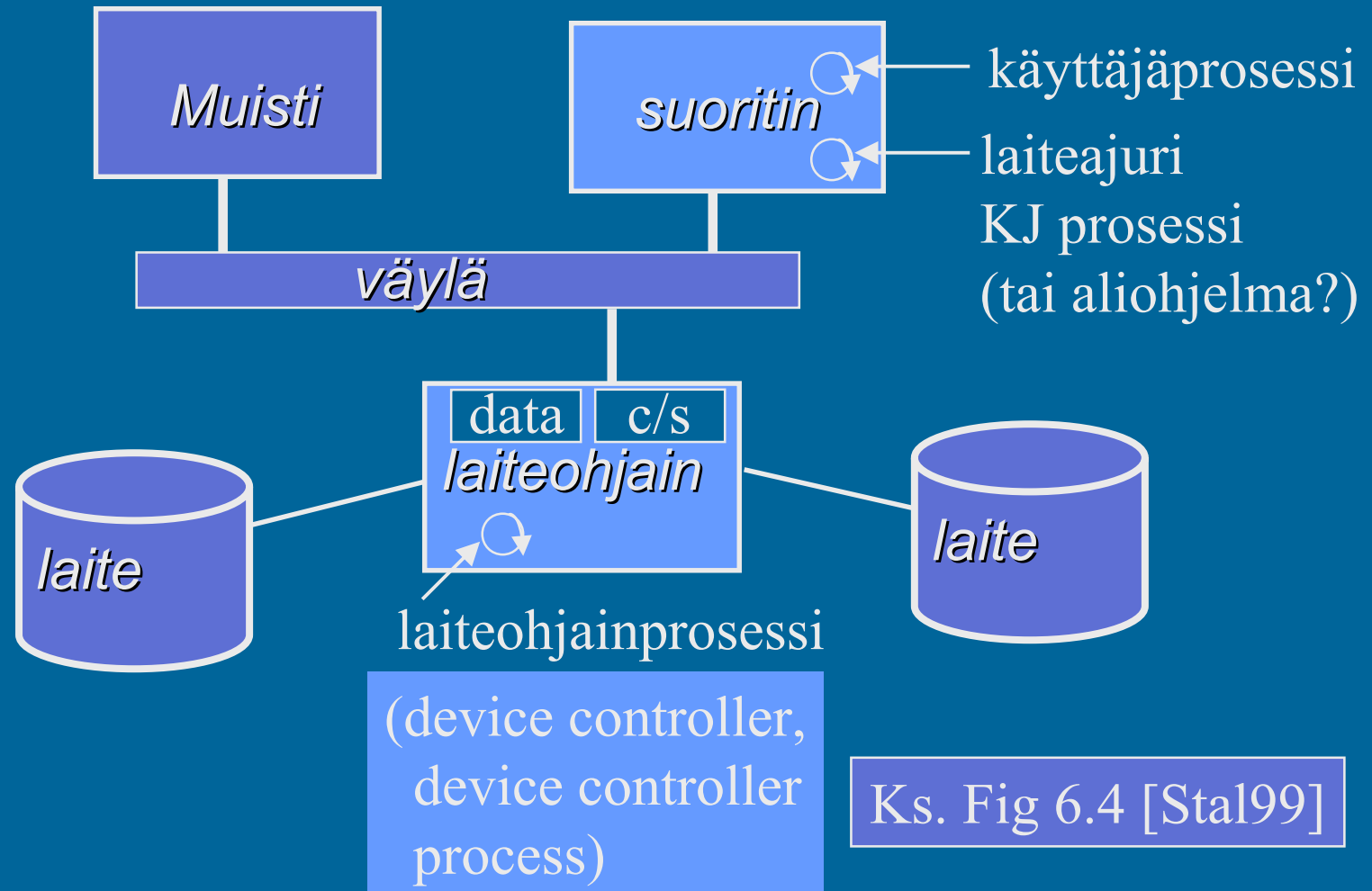
14

Laitteiden liittäminen järjestelmään (4)



Kaikki samalla tavalla: ks. Fig. 2-29 [Tane99]

Laiteohjain (I/O Moduuli)



Laitteiden käytön toteutus ⁽⁵⁾

ks. laiteohjainkuva (ed. kalvo)

- Käyttäjäohjelma kutsuu käyttöjärjestelmän laiteajuria tekemään I/O:n. Laiteajuri suoritetaan samalla suorittimella kuin käyttöohjelmakin.
- Laiteajuri ohjaa laitteen toimintaa laitteen laiteohjaimella olevien kontrollirekisterien (muistialue ”c”) avulla
- Laiteajuri voi lukea laitteen tilatietoa laiteohjaimella olevien statusrekisterien (muistialue ”s”) avulla
- Laiteajuri voi lukea (kirjoittaa) laitteen lukemaa (laitteelle kirjoitettavaa) tietoa laiteohjaimella olevien datarekistereiden (muistialue ”data”) avulla
- Kontrolli-, status- ja datarekisteri kolmikko muodostaa ”I/O portin” suorittimen näkökulmasta

Laiteohjaimen rekistereihin viittaaminen ⁽⁵⁾

- Ongelma: miten suorittimella suorittavan laiteajuri viittaa eri kortilla oleviin rekistereihin? ks. laiteohjainkuva
- Ratkaisu 1: omat I/O-konekäskyt tätä tarkoitusta varten
 - käskyssä annetaan laiteohjaimen identifikaatio ja rekisterin nro (I/O osoiteavaruus)
 - vaikea laajentaa käyttöä uusiin laitteisiin, joilla ”laiterekisterit” voivat olla hyvinkin erilaisia
 - suorittimen konekäskyjä ei voi muuttaa

x86: IN, OUT
INS, OUTS

KOKSI:
IN, OUT

ks. Minix esimerkin
port_out [Tane87]

Ratkaisu 2: muistiinkuvattu I/O ⁽⁵⁾

ks. laiteohjainkuva

- Laiteajuri lukee/kirjoittaa laiteohjaimella olevia rekistereitä (data, status/kontrolli) tavallisilla muistin luku/kirjoitus käskyillä
 - ei tarvita erillisiä I/O-konekäskyjä! `load R1,=DiskRd`
`store R2, DiskCtr`
 - laiteohjaimella olevat ”laiterekisterit” ovat samanlaista viitattavaa muistia kuin ”normaali muisti”
 - muistisoitteen ensimmäiset bitit valitsevat, mille laitteelle (vai tavallisen muistiin) viittaus kohdistuu `DiskCtr EQU 0x80000001`
 - voidaan käyttää rinnan I/O käskyjen kanssa (laiterekistereihin voi siis viitata sekä I/O-käskyillä että muistiinkuvatun I/O:n avulla) `esim. Intelin arkkitehtuurit`

I/O tyypit (2)

ks. laiteohjainkuva

- **Suora I/O:** laiteajuri odottaa tiukassa silmukassa, kunnes laiteohjaimen statusrekisteri ilmoittaa I/O-pyyntöön valmistuneen (direct I/O)
 - laiteajuri siirtää tietoa muistin ja datarekisterin välillä
- **Epäsuora I/O:** I/O:n odotusaikana suorittimella suoritetaan jotain muuta ohjelmaa (indirect I/O interrupt driven I/O)
 - Kun I/O-pyyntö valmistuu, laiteohjain antaa keskeytyksen (laitekeskeytys, I/O interrupt) suorittimelle, joka (jonkin ajan kuluttua) jatkaa kesken jäänyttä I/O-pyyntöön esittänyttä ohjelmaa.
 - laiteajuri siirtää tietoa muistin ja datarekisterin välillä

I/O tyypit (jatkoa) ⁽⁴⁾

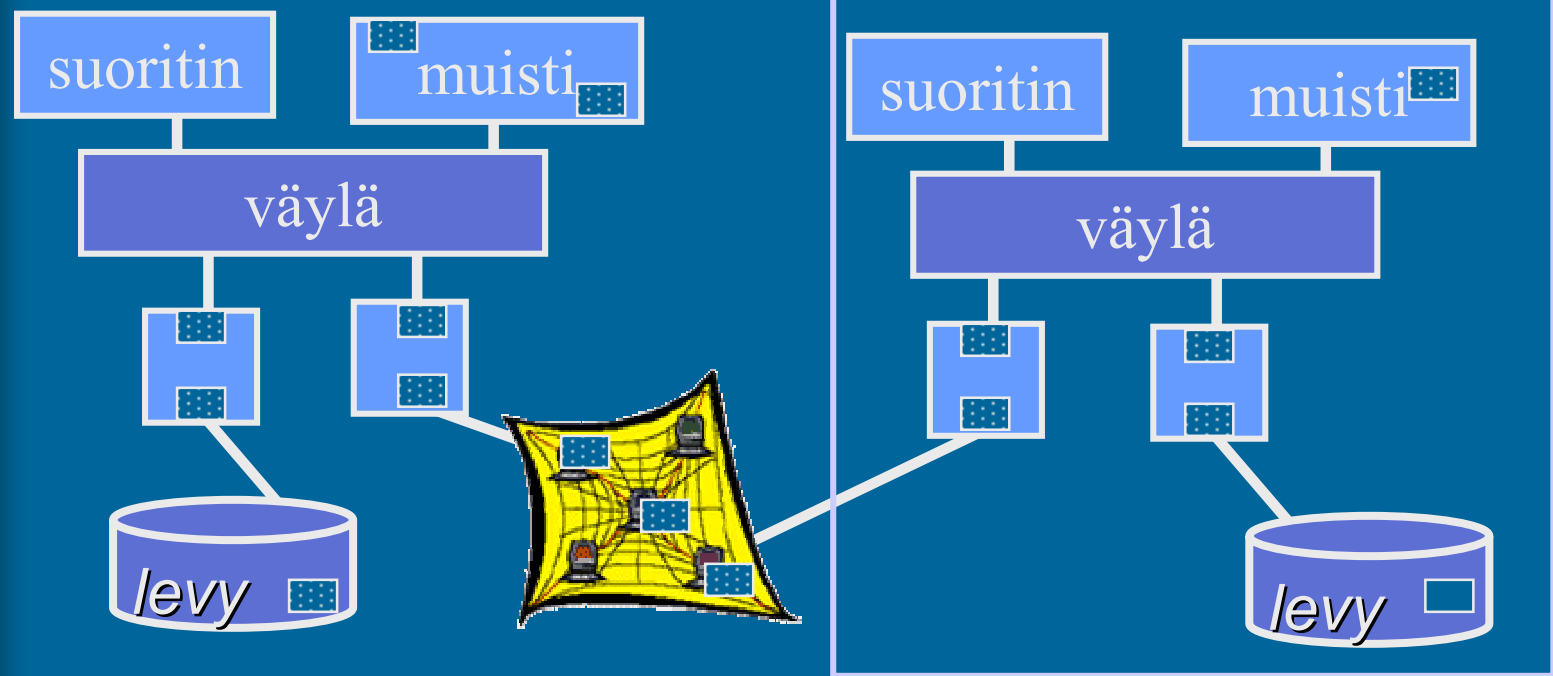
ks. laiteohjainkuva

- **DMA - Direct Memory Access**
 - älykkäämpi laiteohjain
 - laiteohjain voi suoraan kopioida tiedot keskusmuistiin
 - laiteajurin ei tarvitse laiterekistereitä käyttäen siirtää tietoa muistin ja datarekisterin välillä
 - laiteohjain tekee paljon suuremman määrän työtä itsenäisesti (kuin epäsuorassa I/O:ssa) ennen suorittimelle annettavaa laitekeskeytystä

Tiedostopalvelin

- (Lähi)verkossa oleva palvelin
- Käytettäessä tiedoston (osien) kopio on muistissa (ja ehkä myös paikallisella levyllä)

■ orig. tiedsto
■ tiedston kopio?



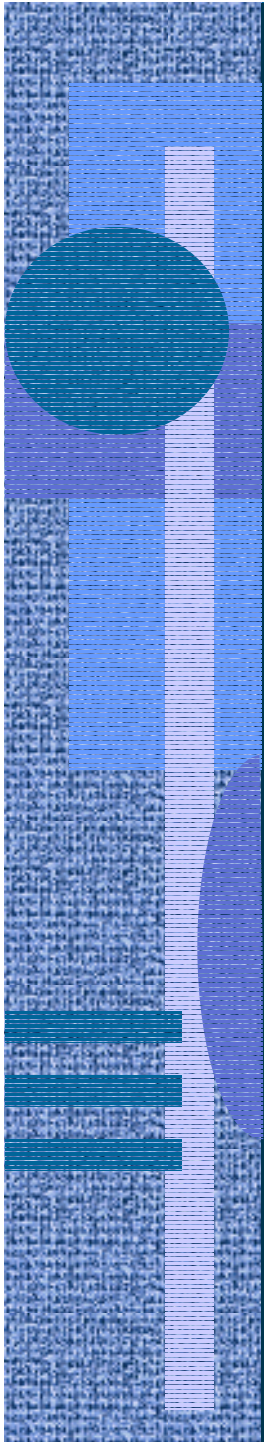
Tiedostopalvelin (4)

- Käytetään kuten paikallista levyä oman systeemin KJ:n liitospalikan avulla
- Paljon hitaampi kuin paikallinen levy
- Tiedostovälimuistit (file cache)
(muistipuskurit tai levypuskurit)
nopeuttavat toimintaa käytännössä
 - omassa järjestelmässä
 - palvelimella
 - 50% oman järjestelmän keskusmuistista voi olla varattu tiedostovälimuistille
 - tiedon päivitys tiedoston kirjoituksen yhteydessä?

Lisää tietoa?



KJ kurssit



26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

24

Esimerkki: kirjoittimen laiteajuri ttk-91 koneelle ⁽⁵⁾

- Laitteella voi tulostaa kokonaislukuja yksi kerrallaan

- Muistiinkuvattu I/O, suora I/O

- Laiteportti

- kontrollirekisteri muistipaikka 1048576 = 0x80000
- tilarekisteri muistipaikka 1048577 = 0x80001
- datarekisteri muistipaikka 1048578 = 0x80002

- Laiteajuri toimii etuoikeutetussa tilassa

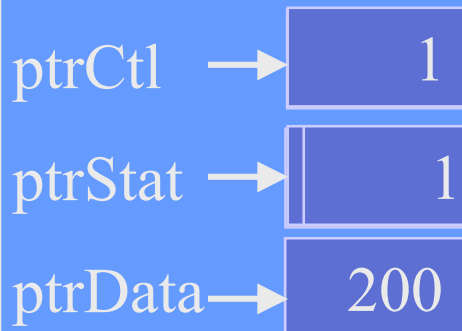
- Kutsu:

```
PUSH SP, =0      ; space for return value
PUSH SP, X       ; parameter to print
SVC  SP, =Print  ; returns Success/Failure
POP  SP, R1
JNZER R1, TakeCareOfTrouble
```

Esim: laiteajurin toteutus (12)

```
ptrCtr   DC 1048576 ; control register address
ptrStat  DC 1048577 ; status register address
ptrData  DC 1048578 ;
retVal   EQU -3
parData  EQU -2
```

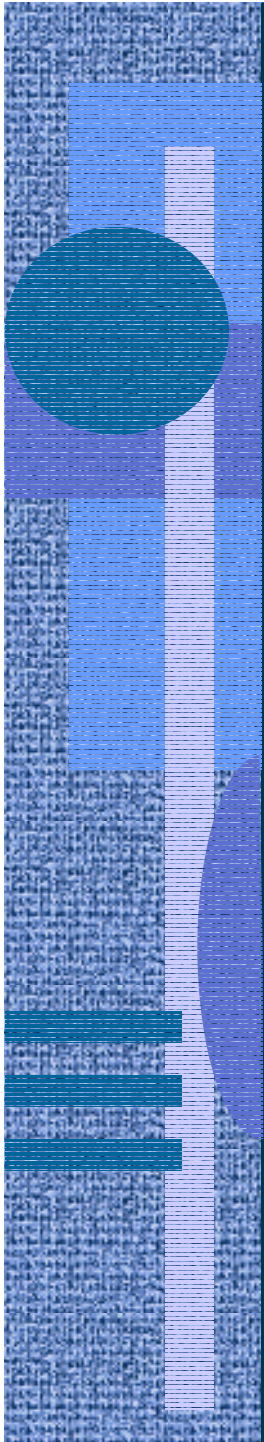
Oleta: SVC:n ja IRET:n
toteutus samalla tavalla
kuin CALL ja EXIT



See: driver.k91

Solution with no timeout

```
Print    PUSHR SP                ;save regs
         LOAD  R1, parData(FP)
         STORE R1, @ptrData ; data to print
         -----
         LOAD  R1, =0
         STORE R1, @ptrStat ; init (clear) state register
         -----
         LOAD  R1, =1
         STORE R1, @ptrCtr ; give command to print
         -----
Wait     LOAD  R1, @PtrStat ; check state register
         JNZER R1, Done
         JUMP  Wait          ; wait until I/O done
         -----
Done     LOAD  R1, =0          ; return "Success"
         STORE R1, retVal(FP)
         POPR  SP              ; recover regs
         IRET  SP, =1
```



26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

27

Erilaisia levyjä

- Kiintolevy
- ZIP levyke
- Levyke
- CD-ROM, CD-R, CD-RW
- DVD
- ...?...

Kiintolevy

- Kiinteä, ei vaihdettavissa oleva levy
- Tila: 0.150-181 GB (v. 2000)
- Haku aika: 5-15 ms
- 1-10 levyä
- Pyörimisnopeus: 4500-10800 rpm
- Siirtonopeus: 5-50 MB/sec



16 g

43 x 36 x 5 mm



Zip & Jaz levykeasemat



- Vaihdeettava levyke
- Tila: 0.1-2 GB
- Hakuaika: 10-30 ms
- Pyörimisnopeus: 3000-5400 rpm
- Siirtonopeus: 1-6 MB/sec

Levykeasema

- Vaihdeettava levyke
- Tila: 1.44 MB
- Hakuaika 90 ms
- Pyörimisnopeus 300 rpm
- Siirtonopeus 0.05 MB/sec



CD - Compact Disc

- Vaihdelevy
- CD-R (Recordable)
- CD-RW (Rewritable)
- Yksi pitkä spiraalimainen ”ura”
- Tila: 650 MB
- Haku-aika 90 ms
- Pyörimisnopeus 200-9000 rpm
- Siirtonopeus 0.1-2 MB/sec



DVD - Digital Versatile Disk

- Vaihdettava levyke
- DVD-ROM
- DVD-R (Recordable)
- DVD-RAM
 - kuten tavallinen kovalevy
- Tila: 4.7-17 GB
- Haku-aika 100-180 ms
- Pyörimisnopeus 2000-8000 rpm
- Siirtonopeus 2-8 MB/sec
 - hitaampi kuin kovalevy



-- Luennon 9 loppu --

Fig. 5.47 from
Hennessy-Patterson,
Computer Architecture

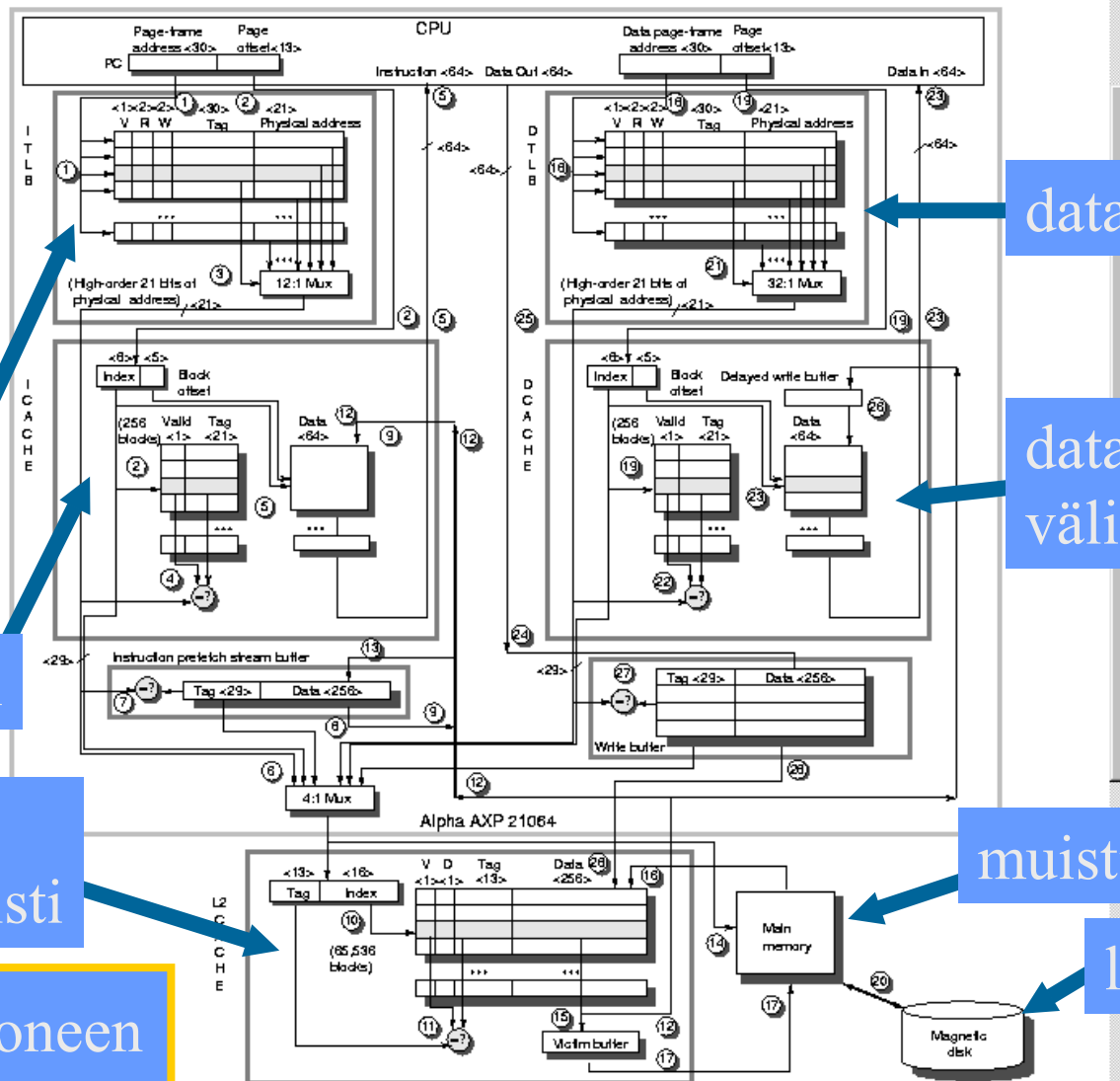
Alpha AXP 21064
memory hierarchy

käsky TLB
(virt.muistin tueksi)

käskyvälimuisti

Käskyjen ja datan
yhteinen L2 välimuisti

Lisää
tietoa?  Tietokoneen
rakenne



data TLB

data-
välimuisti

muisti

levy