Käyttöjärjestelmät I

SÄIKEET

Stallings, Luku 4.1

Sisältöä

- **Prosessi vs. säie**
- **Miksi säikeitä?**
- **ULT: Käyttäjätason säikeet**
- **KLT: Säikeiden toteutus ytimessä**
- **Säikeen tilat**

Käyttöjärjestelmät I

PROSESSI

vs

SÄIE

Prosessi perinteisesti

- **Resurssien omistaja, jolle allokoitu**
  - virtuaaliosoiteavaruus, eli suoritusympäristö
    - prosessin kuva (image): PCB, koodi, data, pino
  - resursseja
    - muistia, tiedostoja, I/O-laitteita ...
- **Vuorottajan hallinnoima kokonaisuus - prosessi on ohjelman suoritus koneessa**
  - suoritus limittäin muiden prosessien kanssa
  - prosessiin liittyy tila (Running, …) sekä prioriteetti

Process, task

Prosessi nykyaikaisesti

- **Resurssien kirjanpidon yksikkö, omistaja**
  - virtuaaliosoiteavaruus, jossa prosessin kuva
  - laitteiden varaus
- **Suojauksen yksikkö**
  - muistinsuojaus
  - prosessien välinen kommunikointi
  - tdstot ja niiden pääsyoikeudet

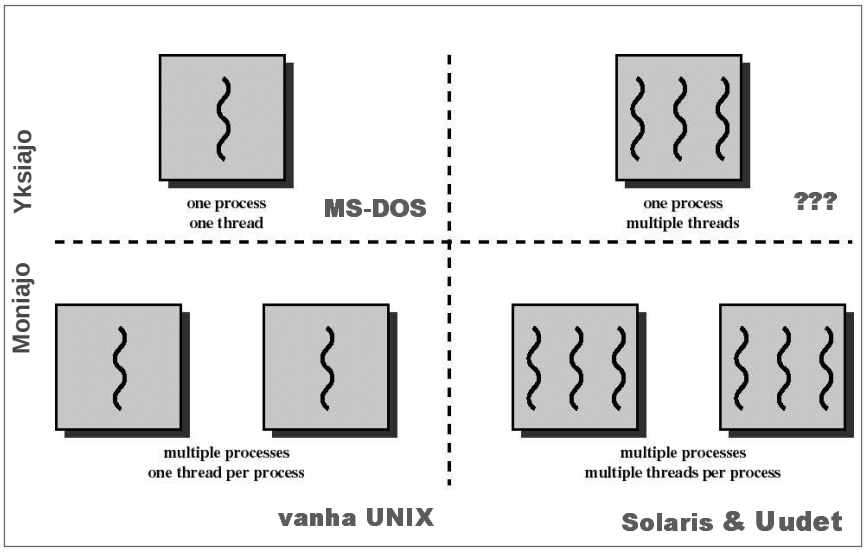
mutta Vuorottamisen yksikkö = Säie

- CPU suorittaa säikeitä, ei prosesseja

- **Yksi koodi + resurssit, monta suoritusta**

Thread, Lightweight process

Prosessi ja säie



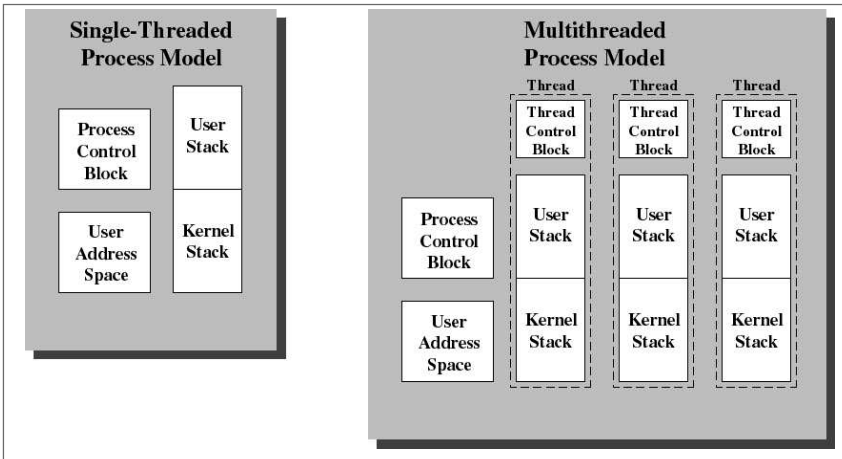
Prosessi voi jakautua säikeisiin

- **... jos KJ:ssä toteutettu säikeet tai = KLT**
- **... jos käytetään säiekirjastoa = ULT**

- **Säikeellä oma tila (Running, Ready...)**
- **Säikeellä oma tallealue rekistereille**
  - mm. omat PC:n ja PSW:n arvot
- **Säikeellä oma pino**
  - aliohjelmakutsuja ja paikallisia muuttujia varten

➔ **Säikeellä oma kuvaaja**
  - TCB, Thread Control Block

Yksi säie vs. Monta säiettä



Säikeen kuvaaja TCB

tallealue rekistereille, prioriteetti, tila, …

Yhteiskäyttöiset resurssit

- **Prosessin säikeet käyttävät yhteistä koodi- ja data-aluetta**
  - viite sivutauluun vain PCB:ssä
  - mutta jokaisella oma suoritusaikainen pino
- **Kun säie muuttaa data-aluetta (muuttujia), muutos näkyy kaikille prosessin säikeille**
- **Säikeen avaama tdsto avoinna myös muille prosessin säikeille**
  - tiedostokuvaajataulu vain PCB:ssä
  - yhteinen luku/kirjoituspositio?

Käyttöjärjestelmät I

MIKSI SÄIKEITÄ?

Miksi säikeitä?

1. **Säikeen luonti (> 10 x) nopeampaa kuin kokonaan uuden prosessin luonti**
2. **Prosessin säikeiden vuorottaminen nopeampaa kuin prosessien vuorottaminen**
3. **Kun säie odottaa, voidaan suorittaa jotain muuta saman prosessin säiettä**
4. **Säikeen lopettaminen nopeampaa kuin prosessin lopettaminen**

Miksi säikeitä?

5. **Resurssien jakaminen säikeiden välillä tehokasta**
   - oletus: yhteiskäyttöisiä
6. **Saman prosessin säikeiden välinen kommunikointi helppoa ja nopeaa**
   - yhteiskäyttöinen data-alue
     - kaikilla pääsy globaaleihin muuttujiin
   - säie hoitaa itse tiedon sovittuun paikkaan, toinen noutaa itse
   - ei tarvita ytimen apua, ei siirtymisiä etuoik. tilaan
7. **Voi helpottaa ohjelmointityötä**

Miksi säikeitä?

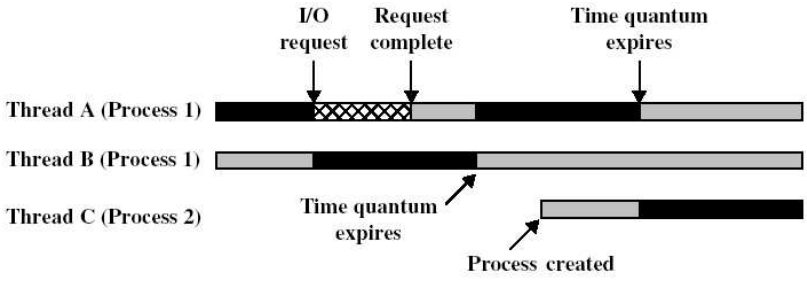
Mutta

- **synkronointi ja poissulkeminen kokonaan ohjelmoijan vastuulla**
  - **esim. Yhteisen tietorakenteen muuttaminen**
    - jos yksi muuttamassa, muut eivät saa käyttää
    - jos väh. yksi käyttää, kukaan ei saa muuttaa
  - **esim. Tuottaja ja kuluttaja**
    - kuluttaja ei saa edetä ennenkuin tuottaja edennyt tiettyyn vaiheeseen

⇨ **RIO-kurssi**

Kuka hyötyy?

Kuva 4.4



Sovellus, jossa selkeästi riippumattomia kokonaisuuksia

- ts. suoritusjärjestyksellä ei väliä
- ts. säikeillä ei synkronointitarvetta
- kukin osa toteutettavissa omana säikeenä

Kuka hyötyy?

Esim: lähiverkon tdstopalvelija

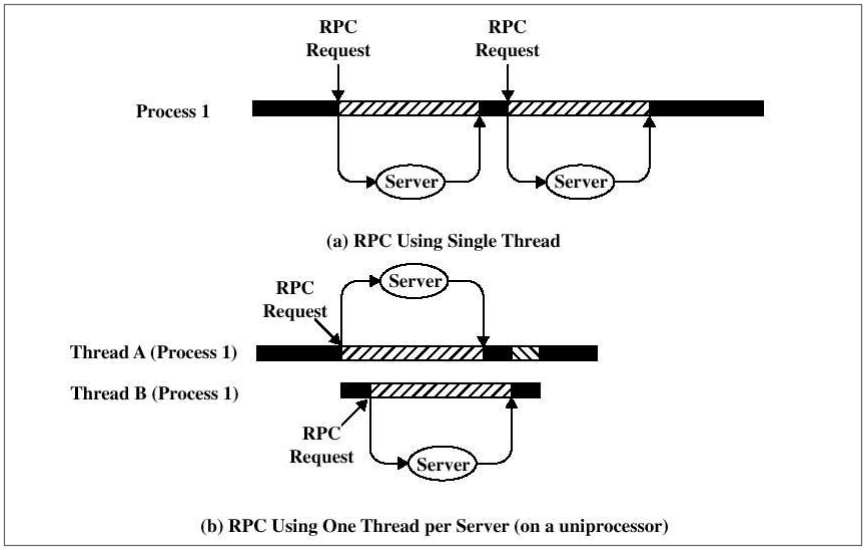
- **Käsiteltävä useita pyyntöjä lyhyessä ajassa**
- **Halvempaa luoda/tappaa kutakin pyyntöä kohden oma säie kuin oma prosessi**
- **SMP: prosessin säikeet voidaan suorittaa aidosti yhtäaikaa eri prosessoreilla**

Esim: komennot valikoista

- **Yksi säie näyttää valikon ja lukee syötteen**
- **Toinen säie suorittaa edellistä komentoa**
- **Helpompi ohjelmoida**

Esimerkki: etäkutsu

Kuva 4.3



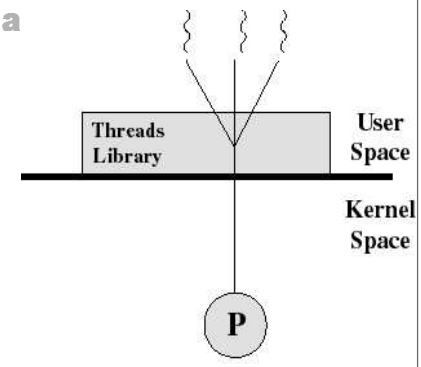
Käyttöjärjestelmät I

KÄYTTÄJÄTASON SÄIKEET

ULT, User Level Threads

Käyttäjätason säikeet

- **Ydin ei tiedä säikeistä**
  - vuorottaa vain prosesseja
- **Sovellus käyttää säikeiden hallintaan säiekirjastoa**
  - kirjanpito, TCB:t
- **Sovellus huolehtii itse säikeidensä vuorottamisen**
  - ohjelmoijan vastuulla
  - ei käytä ytimen koodia
  - ei keskeytysohjattua



Säiekirjaston perusrutiinit

Karkea jako:

- **Säikeen luominen**
  - kirjanpito säikeestä ja sen tilasta
- **Säikeen etenemisen estäminen**
  - rekistereiden tallettaminen
- **Säikeen etenemisen salliminen**
  - rekistereiden palauttaminen
- **Säikeen lopettaminen**

- **Kohdat 2 ja 3 = synkronointi**

POSIX threads (pthreads)

- **pthread-kirjastossa yli 60 funktiota**
- **pthread_create()**
  - parametrina funktio, josta suoritus alkaa
- **pthread_exit()**
  - lopeta säikeen suoritus
- **pthread_join()**
  - odota parametrina annetun säikeen loppumista
- **Synkronointi, poissulkeminen (semaforit)**
  - pthread_mutex_init() / _destroy()
  - pthread_mutex_lock() / _trylock() / _unlock()
- **Ynnä muita funktioita**
  - sched_yield(): luovu vapaaehtoisesti CPU:sta

Esimerkki

```
void main() {
   pthread_t thr1, thr2;
   char *msg1 = "Hello";
   char *msg2 = "World";

   pthread_create(&thr1, pthread_attr_default,
                  (void*)&print_message_function,(void*)msg1);
   pthread_create(&thr2, pthread_attr_default,
                  (void*)&print_message_function,(void*)msg2);
   exit(0);
}
void print_message_function(void *ptr){
   char *message;
   message = (char *) ptr;
   printf("%s ", message);
}
```


Käyttäjätason säikeet

Hyötyjä

- **Vuorottaminen nopeaa**
  - ei KJ:n apua
  - ei keskeytystä
  - ei prosessinvaihtoa!
- **Ohjelmoija voi valita sopivan vuorottamistavan**
  - KJ ei tunne sovelluksen tarpeita
- **Sovellus siirrettävissä helposti ympäristöihin, joissa sama säiekirjasto**

Haittoja

- **Kun säikeen palvelupyyntö aiheuttaa odotusta, kaikki muut saman prosessin säikeet odottavat**
- **Saman prosessin säikeet eivät voi olla suorituksessa usealla prosessorilla yhtäaikaa**
  - Ydin vuorottaa vain prosesseja!

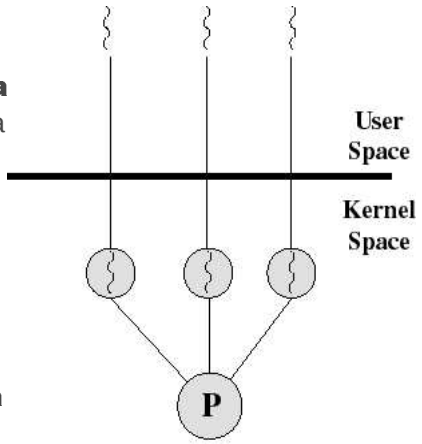
Käyttöjärjestelmät I

YTIMEN SÄIKEET

KLT, Kernel Level Threads

Säikeiden toteutus ytimessä

- **Säikeiden hallinta kokonaan KJ:n ytimessä**
- **Toteutus ei käytä kirjastoa**
  - ohjelmoijalle näkyvä rajapinta voi olla silti sama kuin edellä
  - palvelupyynnöt
- **Ydin tietää säikeistä**
  - prosesseista PCB:t
  - niiden säikeistä TCB:t
- **Vuorottaminen KJ:n heiniä**
  - aikaviipale säikeelle



Säikeiden toteutus ytimessä

Hyötyjä

- **Prosessin säikeitä voi olla yhtäaikaa suorituksessa eri prosessoreilla**
- **Jos säie Blocked- tilaan, muut prosessin säikeet voivat silti jatkaa**
- **Myös KJ-ytimen toteutus voi käyttää säikeitä**

Haittoja

- **Säikeen vaihto vaatii aina 2 vaihetta:**
  - keskeytys + siirtyminen KJ:hin (-> etuoik. tila)
  - vuorottaminen (->kjätila)
- **Vaihto hitaampaa kuin kirjastoa käytettäessä**
  - ks. taulukko 4.1

Operation	User-Level Threads	Kernel-Level Threads	Processes
Null Fork	34	948	11,300
Signal Wait	37	441	1,840

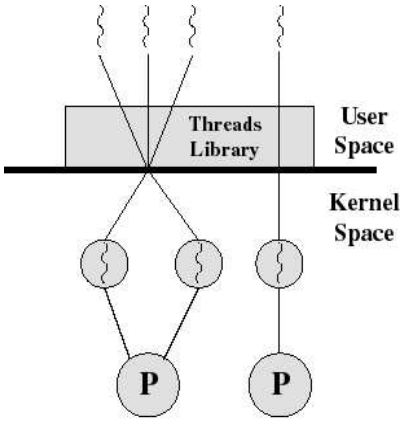
Käyttöjärjestelmät I

KULTAINEN

KESKITIE ?

Solaris

- Yhdistää molempien parhaat piirteet
- Luonti käyttäjätilassa
- Synkronointi käyttäjätilassa
- Pääosa vuorottamisesta käyttäjätilassa
- Ohjelmoija voi *liittää* käyttäjätason säikeet ytimen säikeiksi haluamallaan tavalla



Solaris

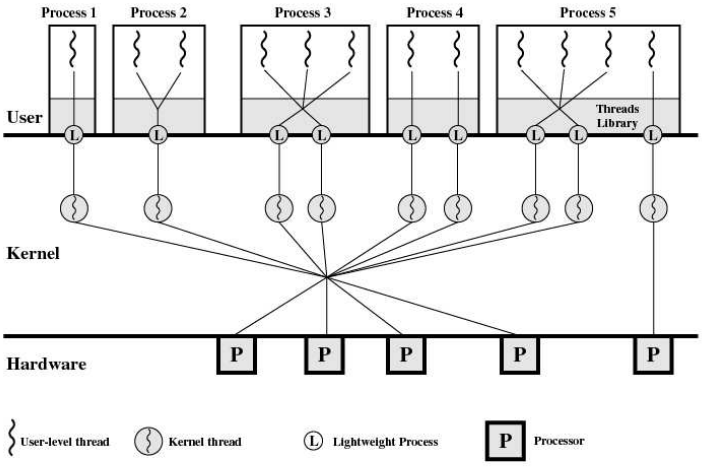


Figure 4.15 Solaris Multithreaded Architecture Example

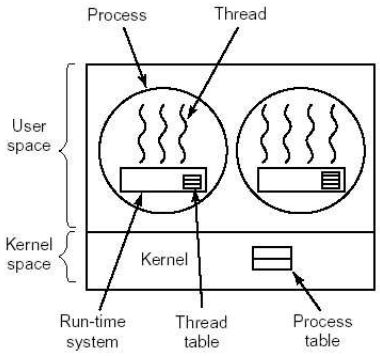
Käyttöjärjestelmät I

SÄIKEEN TILAT

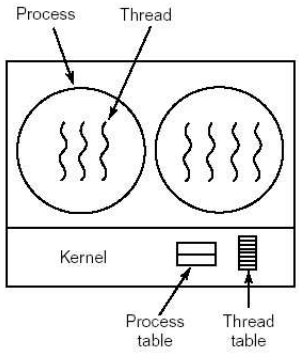
Säikeen tilat

- **Perustilat: Running, Ready, Blocked**
  - kuten prosessilla
- **Suspend-tila koskee aina koko prosessia**
  - liittyy heittovaihtoon
  - osoiteavaruus prosessitason käsite
  - mm. koodialue + globaali data yhteiskäytössä
- **Kun prosessi joutuu Suspend-tilaan, joutuvat kaikki sen säikeet odottamaan**
- **Kun prosessi lopetetaan, poistetaan samalla kaikki sen säikeet**

ULT-säie vs KLT-säie



(a) A user-level threads package.



(b) A threads package managed by the kernel.

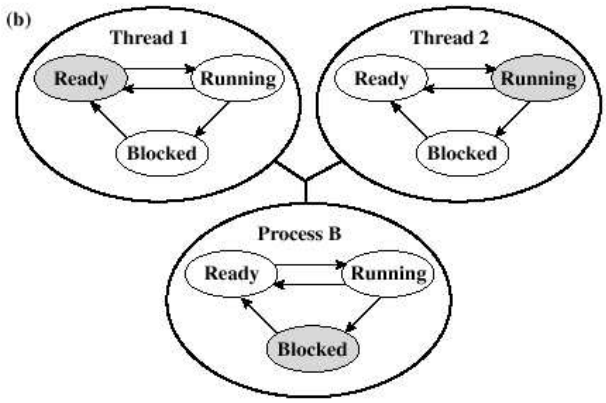
Tan01 kuva 2-13

ULT-säikeen vs Prosessin tila

- **KJ:n ydin ei tiedä ULT-säikeistä**
  - KJ vuorottaa prosessitasolla
    - Ready-jonossa prosesseja
  - aikaviipale prosessille
  - säiekirjasto huolehtii säikeiden vuorottamisesta prosessin aikaviipaleen sisällä
- **Jos ULT-säie odottaa palvelupyynnössä, prosessi joutuu Blocked-tilaan**
- **mutta säiekirjaston kirjanpidossa säie edelleen Running-tilassa**

  ⇨ ULT- säikeen ja prosessin tila erillisiä

ULT-säikeen vs Prosessin tila

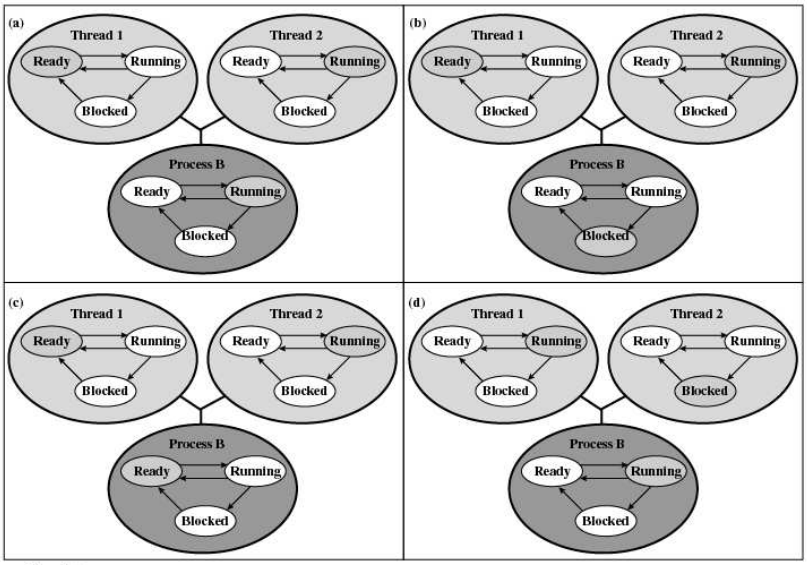


Kuva 4.7

KLT-säikeen vs Prosessin tila

- **KJ tietää säikeiden olemassaolosta**
  - KJ ylläpitää säiekuvaajia
  - KJ vuorottaa säietasolla
    - jos prosessin aikaviipaletta jäljellä, vuorota saman prosessin säikeitä tai
    - koko aikaviipale säikeelle
- **Jos KLT-säie odottaa palvelupyynnössä, prosessin muut säikeet voivat silti jatkaa**

Mahdollisia tilan vaihtoja



Colored state
is current state

Figure 4.7 Examples of the Relationships Between User-Level Thread States and Process States

Kertauskysymyksiä

- **Miten prosessi ja säie eroavat toisistaan?**
- **Mitä yhteistä niillä on?**
- **Mitä hyötyä säikeistä?**
- **Miten ULT ja KLT eroavat toisistaan?**
- **Miksi ULT säikeiden vuorottaminen nopeampaa kuin KLT säikeiden?**
- **Miksi ULT säikeen Blocked-tila vie prosessin Blocked-tilaan, mutta KLT säikeen ei?**

END JOB
EXIT

Käyttöjärjestelmät I

Viimevuotinen kurssikoe

- **1. Pikkujuttuja**
  - Mitä laitteistopiirteitä tarvitaan moniajonjärjestelmän toteuttamiseksi
  - Mitä tietoja on tapana tallettaa tiedostoattribuutteihin
  - Mitä tietoja on tapana tallettaa prosessin kuvaajaan
- **2. Keskeytysmekanismia**
  - Perustele keskeytysmekanismin tarve ja siitä saatavat hyödyt. Kuvaa neljä (erilaista) keskeytystilannetta ja kerro kuinka käyttöjärjestelmä käsittelee kunkin tilanteen (n. yksi virke per tilanne).
  - Miten ja milloin prosessori huomaa keskeytyksen
  - Selitä yksityiskohtaisesti keskeytyskäsittelyn vaiheet. Aloita tilanteesta, jossa keskeytys on juuri huomattu ja päätä tilanteeseen, jossa KJ on käsitellyt keskeytyksen ja prosessori jatkaa joko keskeytyneen prosessin tai jonkun muun prosessin suoritusta (ts. selitä myös mahdollinen prosessin vaihto). Tuo vastauksessani selkeästi esiin, mitkä toiminnoista ovat laitetoimintoja ja mitkä toiminnot KJ hoitaa ohjelmallisesti.

KJ-I S2004 / Tiina Niklander, kalvot Auvo Häkkinen 12 - 38

Viimevuotinen kurssikoe

- **3. Muistinhallintaa**
  - Selitä MMU:n rakenneosat sekä kuinka MMU tekee osoitemuunnoksen, kun
    - ei käytetä virtuaalimuistia ja prosessille on varattu yksi yhteinäinen muistialue
    - muistinhallinta perustuu sivuttavaan virtuaalimuistiin
- **4. Tiedoston käsittelyä**
  - Sovellus avaa tiedoston palvelupyynnöllä OPEN(...) ja lukee sieltä sitten tietoa toistosilmukassa palvelupyynnöllä READ(...). Selitä KJ:n ja I/O-laitteiston toimitaa näiden kahden palvelupyynnön yhteydessä (mm. mitä pitää tehdä, millaisia tietorakenteita, parametrien välitys jne.)

Muita mahdollisia teemoja

- **Prosessit**
  - tilakaavio
  - prosessin kuvaaja
- **Levykirjanpitoa**
- **Siirräntää**
- **Muistinvarausta**
- **(Termejä): paikallisuus, etuoikeutettu tila, ...**
- **...**