# Ohjelmistoarkkitehtuurit

Arkkitehtonisista tyyleistä ja ratkaisumalleista



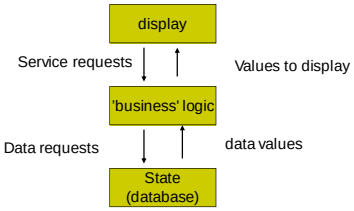
## Arkkitehtonisista tyyleistä ja ratkaisumalleista

- Taylor:n määritelmän mukainen arkkitehtoninen ratkaisumalli (architectural pattern) on otettavissa käyttöön kun mallissa olevat parametroidut komponentit korvataan sovelluskohtaisilla. Spesifejä ratkaisutapoja suhteellisen rajattuun joukkoon ongelmia.
- Arkkitehtoninen tyyli on yleisluonteisempi ratkaisuperiaate eikä ole yhtä suoraviivaisesti otettavissa käyttöön.
  - Periaateratkaisuja, joilla kuitenkin omat sovellusalueensa.
  - Sovellusalue voi olla laaja
- Raja tyylin ja ratkaisumallin välillä ei ole selvä
  - eri lähteissä on erilaisia tulkintoja ja määritelmiä
  - esim. Koskimies & Mikkonen rinnastaa käsitteet ja käyttää niistä termiä arkkitehtuurityyli.



## Esimerkkejä arkkitehtonisista ratkaisumalleista

- Kolmitasoarkkitehtuuri
  - Three-tier / state-logic-display






## Esimerkkejä arkkitehtonisista ratkaisumalleista (MVC)

*Model-View-Controller* (MVC) [malli-näkymä-ohjain]

- Sovellusalue: monimuotoisia käyttöliittymänäkymiä sisältävät interaktiiviset järjestelmät
- Motivaatio:
  - Ohjelmistolla on erilaisia käyttäjiä ja näillä erilaisia tarpeita käyttöliittymään liittyen
  - Samaa informaatiota pitää pystyä esittämään ja käsittelemään eri muodoissa
  - Käyttöliittymän tulisi olla helposti muutettavissa
- Krasner, G., Pope S: Cookbook for Using the Model-View-Controller User Interface Paradigm in Smalltalk-80, *JOOP* Aug./Sep.,1988.

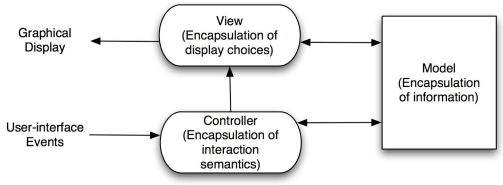


## Esimerkkejä arkkitehtonisista ratkaisumalleista (MVC)

- Kolmenlaisia komponentteja
  - ***Malli***-komponentit ovat vastuussa laskentaan liittyvän tiedon (tai tilan) säilytyksestä
  - ***Näkymä***-komponentit ovat vastuussa tiedon esittämisestä käyttäjälle
  - ***Ohjain***-komponentit ovat vastuussa käyttäjän ja järjestelmän välisen vuorovaikutuksen ohjaamisesta
    - *Ottavat esimerkiksi vastaan hiiren näpäyksiä, näppäimen painamisia jne. ja muuntavat nämä mallikomponenttien tilaan vaikuttaviksi operaatioiksi*
- Malli-komponentit eivät riipu mistään (tietystä) näkymä- tai ohjain-komponentista
- Muutokset malli-komponenteissa välitetään näkymille Tarkkailija-suunnittelumallin mukaisesti (eli niille näkymille, jotka ovat ilmaisseet kiinnostuksensa muutoksiin)

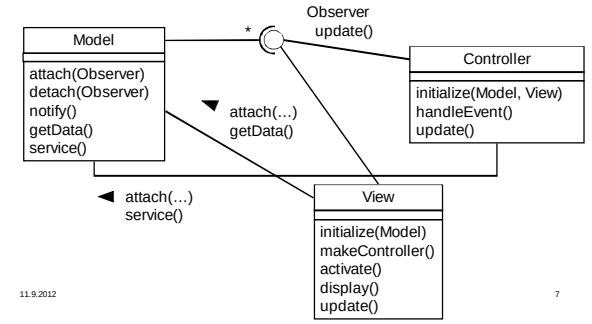


## Esimerkkejä arkkitehtonisista ratkaisumalleista (MVC)



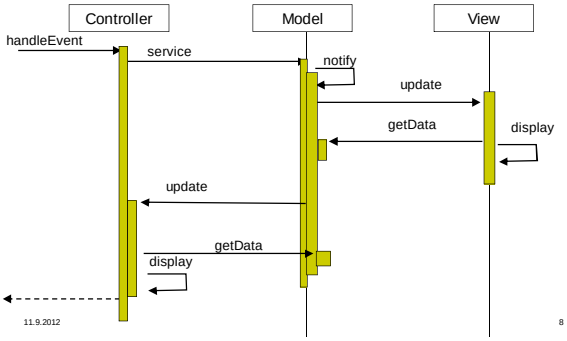
## Esimerkkejä arkkitehtonisista ratkaisumalleista (MVC)

Eräs variaatio MVC-mallista (Buschman: Architectural patterns):






## Esimerkkejä arkkitehtonisista ratkaisumalleista (MVC)






## Esimerkkejä arkkitehtonisista ratkaisumalleista (MVC)

- Etuja:
  - Useita näkymiä samaan tietoon
  - Näkymiä on helposti lisättävissä jopa dynaamisesti
  - Ohjaimen voi helposti vaihtaa
  - Voi toimia perustana sovelluskehykselle (Smalltalk)
- Ongelmia:
  - Lisää mutkikkuutta
  - Yksinkertainen käyttäjätoimenpide saattaa aiheuttaa monia päivityksiä näkymään (päivityksen laajuutta voi olla vaikea kontrolloida)



## Esimerkkejä arkkitehtonisista ratkaisumalleista (MVC)

- Monesti ei ole tarpeen erottaa ohjainta ja näkymää
  - Erityisesti, jos kullakin näkymällä olisi joka tapauksessa oma ohjain, jonka kautta voidaan suoraan manipuloida näkymää
  - → Päivitys näkymään (ja malliin)
  - → Malli ilmoittaa muutoksesta (muille) näkymille
- Ts. komponentti voi toimia sekä näkymä- että ohjainkomponenttina. Yhteen malliin voi liittyä monta <näkymä, ohjain> -paria.



## Arkkitehtonisista tyyleistä

- Yleiskäyttöisiä periaatteita
- Voivat määrittää koko järjestelmän rakennetta tai jonkin osa-alueen rakennetta
- Erilaisia luokitteluja tyyleille
- Tyylit kokemuspohjaisia tilanteeseen hyviksi havaittuja ratkaisuperiaatteita
- Yleisiä | sovellusaluekohtaisia | yrityskohtaisia
- Yksinkertaisia - monimutkaisia



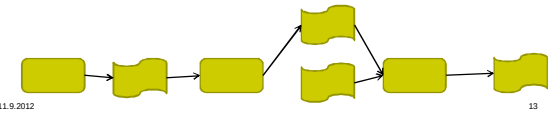
## Arkkitehtonisista tyyleistä

- Eri lähteet luokittelevat tyylejä eri tavoin
- Seuraavassa noudatetaan Taylorin luokitusta (ei mitenkään kattava - luokat eivät pistevieraita)
- Tarkastellaan vain muutamaa esimerkkiä eri luokista
  - Tietovuopohjaiset
  - Kerrosrakenteiset
  - Tulkkaavat
  - Epäsuoran aktivointiin perustuvat

## Tietovuopohjaiset tyylit

- Data flow styles
- Pääpaino siinä miten tieto liikkuu riippumattomien komponenttien välillä

- Erätöiden sarja (batch sequential)
  - Perinteinen eräajosovellus
  - Tiedon käsittely jakautuu vaiheisiin,
  - Lopputulos valmis kun kaikki vaiheet on suoritettu
  - Ei rinnakkaisuutta





## Tietovuopohjaiset tyylit

- Erätöiden sarja jatkuu:
  - Tieto liikkuu kokonaisuuksina vaiheelta toiselle esimerkiksi ajastetusti, vuonohjauskielen tai käyttäjän ohjaamana
  - Vaiheelle voi tulla useita syöttöaineistoja ja se voi tuottaa useita tulosaineistoja
  - Vaihe käsittelee syöttöaineistot kokonaisuudessaan ennen tulosaineiston luovutusta eteenpäin seuraavalle vaiheelle
  - Sovellusalueita:
    - *Monivaiheiset tiedonjalostusprosessit, jossa aineistoa ei voi käsitellä osina*
    - *XML-muunnokset käyttäen dokumenttipuuta*



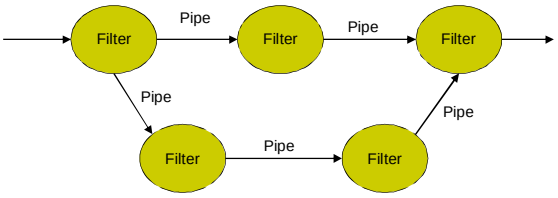
## Tietovuopohjaiset tyylit

- Väylät ja suodattimet (pipes and filters)
  - Koostuu ***prosessointiyksiköistä*** (filters) ja niitä yhdistävistä tietovirtaa kuljettavista ***väylistä*** (pipes)
  - Prosessointiyksiköt käsittelevät aktiivisesti tietoa
  - Väylät siirtävät tietoa eteenpäin passiivisesti
  - Prosessointiyksiköt ovat (”puhtaassa tapauksessa”) täysin itsenäisiä
    - *Lukevat syötevirtaa ja tekevät sen perusteella laskentaa → lähettävät eteenpäin muokatun syötevirran*



## Tietovuopohjaiset tyylit

Väylät ja suodattimet jatkuu…






## Tietovuopohjaiset tyylit

- Väylät ja suodattimet jatkuu…

- Kukin prosessointiyksikkö pitää voida toteuttaa itsenäisenä entiteettinä
  - Ei jaettua tilatietoa
  - Prosessointiyksikkö riippuu ainoastaan oman syötteensä muodosta
- Prosessointi tapahtuu yhdessä vaiheessa pala kerrallaan:
  - tietoalkion (esimerkiksi tekstirivin) prosessointi ei saisi riippua jonkin tulevan tietoalkion prosessoinnista
    - *tällöin suodattimet voivat toimia rinnakkain*
    - *Unix-väyliin kytketyt käsittelyvaiheet ovat usein sellaisia, että rinnakkaisuus estyy – käsittely voi edetä vasta kun koko aineisto saatu, esim järjestäminen suodattimena*
  - Tietoa voidaan puskuroida, mutta laajamittainen puskurointi rikkoo arkkitehtuurin perusajatuksen, ja vaikeuttaa esimerkiksi syötteen rinnakkaista prosessointia

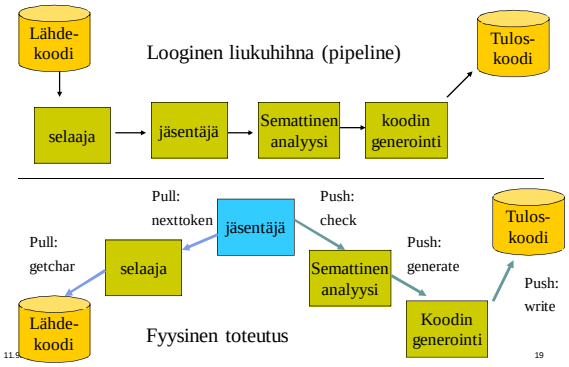


## Tietovuopohjaiset tyylit

- Väylät ja suodattimet jatkuu…

- ***Liukuhihna*** (pipeline architecture )
  - Erikoistapaus väylät ja suodattimet mallista: Ei haarautumisia
  - Helppo synkronoida, voi edetä
    - *työntämällä (push)*
      - *prosessointiyksikkö kutsuu seuraavan yksikön palvelua ja välittää tietoa eteenpäin (alkaa alusta)*
    - *tai vetämällä (pull)*
      - *prosessointiyksikkö kutsuu edellisen yksikön palvelua (rekursiivisesti).*

## Tietovuopohjaiset tyylit






## Kerrosarkkitehtuurit

- Layered architectures
  - Kerrosarkkitehtuuri koostuu tasoista, jota on järjestetty jonkin abstrahointiperiaatteen mukaan nousevaan järjestykseen
  - Usein abstrahointi tapahtuu akselilla ihminen-laite
  - Usein kerrokset ovat luonteeltaan niin teknisiä, että eri abstraktiotasojen nimeäminen ja erottaminen käsitteellisesti toisistaan on hankalaa



## Kerrosarkkitehtuurit

- Virtuaalikoneet (virtual machines)
- Perusajatus:
  - Taso toimii virtuaalikoneena, joka tarjoaa palveluita ylemmän tason korkeamman abstraktion virtuaalikoneelle. Ylemmän tason tarjoamat palvelut toteutetaan välittömästi alemman tason palveluita hyväksikäyttäen.
  - Ajatus toteutuu vain ***puhtaassa (strict) kerrosarkkitehtuurissa***
- Käytännössä puhtaasta kerrosarkkitehtuurista voi olla kahdenlaisia poikkeamia:
  - Palvelukutsuja tehdään alemmasta kerroksesta ylempään kerrokseen
  - Palvelukutsu ohittaa kerroksia kulkiessaan ylhäältä alaspäin (→ ***avoin kerrosarkkitehtuuri***)
- Kerrosten ohittaminen on tarpeen useimmiten tehokkuussyistä (tai sitten välissä oleva kerros ei toteuta tiettyä palvelua, joka löytyy alemmalta kerrokselta)



## Kerrosarkkitehtuurit

- Kerroksen ohittamisesta aiheutuva ongelma:
  - Tietty kerros tulee riippuvaiseksi myös muista kuin suoraan sen alapuolella olevasta kerroksesta
    → Kerroksen vaihtaminen hankalaa
- Palvelukutsun tekeminen alemmasta kerroksesta ylempään päin voi olla merkki vakavasta ongelmasta arkkitehtuurissa
  - Alempi kerros saattaa olla riippuvainen ylemmästä



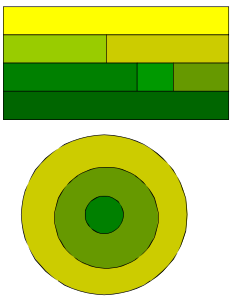
## Kerrosarkkitehtuurit

- Joskus alemman kerroksen on kuitenkin tarpeen kutsua ylemmän kerroksen koodia
  - Alemman kerroksen täytyy mukauttaa toimintaansa ylemmän kerroksen mukaan
  - Jotta alempi kerros ei tulisi (liian) riippuvaiseksi ylemmästä kerroksesta, voidaan hyödyntä ***takaisinkutsuperiaatetta*** (callback)
    - *Alempi kerros tarjoaa rekisteröintioperaation, jonka avulla ylempi kerros rekisteröi takaisinkutsussa kutsuttavan koodin alemman kerroksen käyttöön*

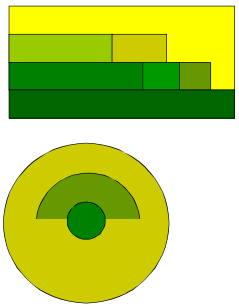


## Kerrosarkkitehtuurit

Ei ohiteta kerroksia:



Ohitetaan kerroksia:

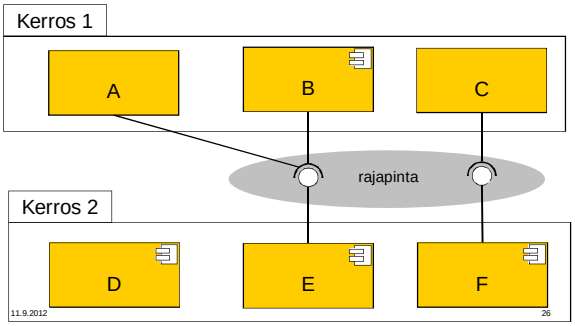


## Kerrosarkkitehtuurit

- Kun kerrosten väliset rajapinnan on selkeästi määritelty, kerros voidaan vaihtaa toiseksi ilman, että se vaikuttaa muuhun järjestelmään
- rajapintojen/ kerrosten toimintojen ***standardointi*** lisää vaihdettavuutta

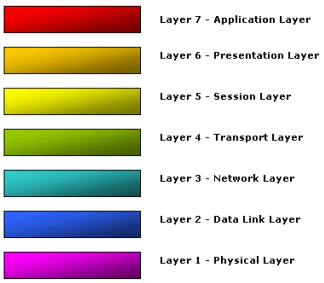
11.9.2012 25

## Kerrosarkkitehtuurit



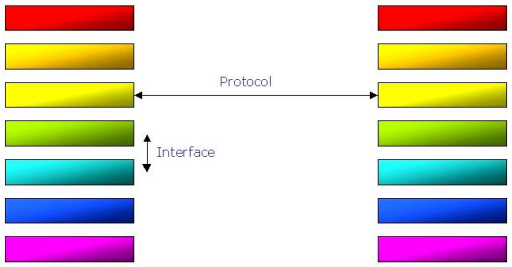

11.9.2012 26

## Virtuaalikone esimerkki - OSI malli




11.9.2012 27

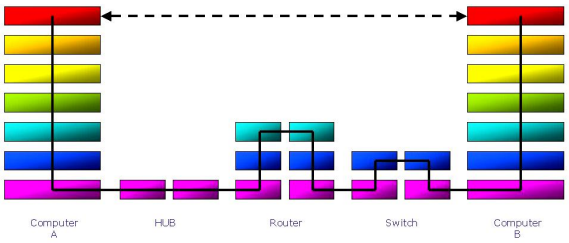
## Virtuaalikone esimerkki - OSI malli




Vastinkerrokset kommunikoivat samalla abstraktiotasolla (yhteisellä protokollalla)

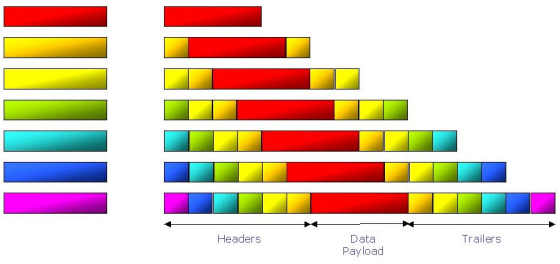
## Virtuaalikone esimerkki - OSI malli

Kokonaiskuva




11.9.2012 29

## Virtuaalikone esimerkki - OSI malli




Jokainen kerros lisää oman palansa viestiin sen kulkiessa kerrosten läpi

11.9.2012 30

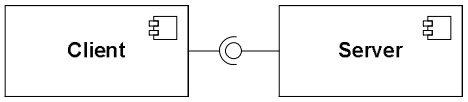
## Virtuaalikone esimerkkejä

- Virtuaalikoneella rajapinta tai kieli (esim. Java bytecode), jonka avulla konetta käytetään
  - kätkee toteutuksen, mahdollistaa useita alustoja
- Sovellusrajapinnat palveluihin (API, application programming interface)
  - Esimerkiksi käyttöjärjestelmillä, luokkakirjastoilla → kätkee yksityiskohdat, parantaa siirrettävyyttä
- Asiakas-palvelin arkkitehtuuri
  - 2-tasoinen kerrosarkkitehtuuri
  - etäproseduurikutsut kommunikoinnissa



## Asiakas-palvelin

- Asiakas-palvelin
- Yksi yleisimmistä tyyleistä hajautetuissa järjestelmissä
- Komponentit ovat joko ***asiakkaita*** (client) tai ***palvelimia*** (server)
  - Sovelluslogiikka on jaettu asiakkaiden ja palvelimien kesken (kaksi kerrosta → "2-tiered architecture")
  - Esim: asiakkaat hoitavat tiedon esittämisen ja palvelin hoitaa liiketoimintalogiikan ja tiedon pysyvän talletuksen






## Asiakas-palvelin

- Käyttökelpoinen melkein aina kun sovelluksen logiikka on tarpeen jakaa kahteen kerrokseen
- Palvelin tarjoaa palveluita asiakkaille, mutta ei pyydä palveluita asiakkaalta
- Asiakkaat tarvitsevat palvelimen tarjoamia palveluita
- Palvelin ei tiedä ennalta asiakkaiden määrää eikä asiakkaiden identiteettejä
- Asiakkaat tietävät palvelimen identiteetin (esim. IP-osoite ja portti)
- Asiakkaat ja palvelin sijaitsevat usein eri laitteilla (tai ainakin eri säikeissä)
- Asiakkaiden ja palvelimen välinen kommunikointi toteutettu etäproseduurikutsuna



## Asiakas-palvelin

- Palvelin ***kapseloi*** hallitsemansa ***resurssin*** siten, että asiakkaiden ei tarvitse huolehtia resurssin käyttöön liittyvistä teknisistä ongelmista (esim. rinnakkaisuus)
- Asiakasta varten luodaan tyypillisesti ***istunto***, jonka puitteissa kommunikointi palvelimen kanssa tapahtuu
  - Tilatieto: esimerkiksi avoimet "kahvat", joiden kautta palvelimen resurssia käytetään
  - Transaktiot (varmistetaan, että tapahtumat suoritetaan kokonaisuudessaan tai ei ollenkaan)
  - Resurssien vapautus istunnon päättyessä
- Säikeistys:
  - Palvelimen tehostamiseksi jokaista saapuvaa asiakasta varten voidaan luoda oma palvelinsäie

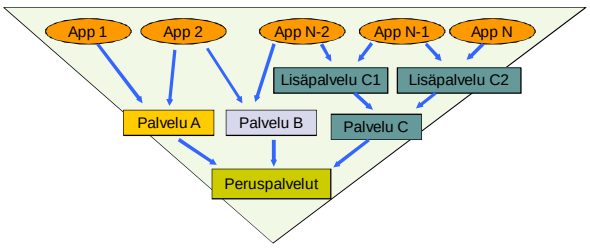


## Asiakas-palvelin

- Etuja
  - Selkeä työnjako asiakkaan ja palvelimen välillä
  - Palvelin ei ole riippuvainen asiakkaista (mitä tapahtuu, jos asiakas kaatuu?)
  - Asiakas ei ole suoraan riippuvainen palvelimesta (voi mahdollisesti toipua, vaikka palvelin kaatuisi)
- Ongelmia
  - Etäkutsut (esim. RMI) ovat ***huomattavasti*** hitaampia/tehottomampia kuin paikalliset metodikutsut
  - Toiminnan tehokkuus saattaa riippua ulkoisista tekijöistä (lähinnä asiakkaan ja palvelimen välisen kommunikaatioväylän kuormituksesta)



## Kerrosarkkitehtuurit




•Kerrosmaiset arkkitehtuurit muodostavat usein ikään kuin kärjellään seisovan pyramidin
•Tyypillisesti lähempänä sovellustasoa on enemmän ja erikoistuneempia palveluja kuin lähellä laitteistotasoa

## Kerrosarkkitehtuurit

- Etuja:
  - Kerrosarkkitehtuuri on yleinen malli, jota voidaan soveltaa lähes kaikissa järjestelmissä pienessä tai isossa mittakaavassa
  - Jakaa järjestelmän korkealla tasolla osiin, joiden muodostamana kokonaisuutena järjestelmä on helppo ymmärtää
  - Intuitiivinen, helposti ymmärrettävä → voidaan käyttää kommunikointiin hyvin erilaisten sidosryhmien välillä
  - Ohjaa ohjelmiston riippuvuuksien minimointiin → muutosten paikallisuus → helppo ylläpidettävyys, muutettavuus, vaihdettavuus, ***standardoitavuus***
  - Kerrosarkkitehtuuri tukee ohjelmiston uudelleenkäyttöä
    - *Kukin kerros toteuttaa tietyn abstraktion →pohja työn jakamiselle → tasokohtaista erikoistumista*



## Kerrosarkkitehtuurit

- Ongelmia:
  - Tehokkuushäviö
    - *Palvelukutsu ei välity suoraan palvelun toteuttavalle kerrokselle, vaan kulkee välissä olevien kerrosten kautta*
    - *Palvelukutsun parametrit mahdollisesti muutetaan joka kerroksen välillä uuteen esitysmuotoon*
  - Toteutustaakka: periaatteessa jokainen palvelu on toteutettava joka tasolla (vaikkakin osa toteutuksesta delegoidaan alemmalle kerrokselle)
  - Oikean (toimivan) tasojaon keksiminen on hankalaa
    - *Mihin kerrokseen tietty palvelu pitäisi liittää?*



## Kerrosarkkitehtuurit

- ***Ongelmia:***
  - ***Poikkeusten käsittely***
  - Kutsu ylemmältä kerrokselta →

    *poikkeus kerrosrakenteen pohjalla →*

    *palataan kutsupinossa taaksepäin kunnes löytyy käsittelijä poikkeukselle →*

    *poikkeuksen käsittely ylemmällä tasolla kuin missä poikkeus tapahtui →*

    *käsittelijä ei välttämättä pysty korjaamaan tilannetta*
  - Ääritapaus: poikkeus palaa käyttäjälle saakka antaen mystisen virheilmoituksen
  - Miksei sitten poikkeuksia käsitellä aina siellä missä ne syntyvät?



## Kerrosarkkitehtuurin suunnittelu

- Määrittele perusteet tasojaolle (esim. etäisyys laitteistosta, operaatioiden luonne,…)
- Määrää tasojen lukumäärä
- Nimeä tasot ja niiden tehtävät
- Määrittele tasoille palvelut
- Iteroi edellisiä vaiheita ja korjaa puutteet
- Määrittele tasojen rajapinnat
- Määrittele tason sisäinen rakenne
- Määrittele tasojen välinen kommunikointi
- Huolehdi tasojen riippumattomuudesta
  - Ongelmat: alempi kerros riippuu ylemmästä, sykliset riippuvuudet
- Suunnittele poikkeustilanteiden käsittely
  - Tavoite: poikkeuskäsittely samalla tasolla kuin poikkeus