Ohjelmistotekniikan menetelemät

Matti Luukkainen

Helsingin Yliopisto, TKTL

Syksy 2016

Kurssi on johdantoa ohjelmistotuotantoon

Wikipedian mukaan ohjelmistotuotanto

- on yhteisnimitys niille työnteon ja työnjohdon menetelmille, joita käytetään, kun tuotetaan tietokoneohjelmia sekä monista tietokoneohjelmista koostuvia tietokoneohjelmistoja.
- laajasti ymmärrettynä kattaa kaiken tietokoneohjelmistojen valmistukseen liittyvän prosessinhallinnan sekä kaikki erilaiset tietokoneohjelmien valmistamisen menetelmät.
- kattaa siis kaikki aktiviteetit, jotka tähtäävät tietokoneohjelmien tai -ohjelmistojen valmistukseen.

Mallintaminen

- Ohjelmistotuotantoon liittyy **mallintaminen**, eli kyky tuottaa erilaisia kuvauksia, joita tarvitaan ohjelmiston kehittämisen yhteydessä
- Mallit toimivat kommunikoinnin välineinä
- *Mitä ollaan tekemässä, miten ollaan tekemässä, mitä tehtiin?*
- Kurssi oli aiemmin nimeltään *Ohjelmistojen mallintaminen*, painopiste on hieman muuttunut, mutta mallintaminen on edelleen vahvasti mukana

Kurssista

- **Aikataulu ja kurssimateriaali:**
  - `https://github.com/mluukkai/OTM16`
- **Laskarit:**
  - Aloitetaan jo ensimmäisellä viikolla
  - Yhteensä 6kpl, 3h per tilaisuus
- **Arvostelu:**
  - Kurssin kokonaispistemäärä on 36p
  - Kurssikoe 22p
  - Laskareista 14p, jotka koostuvat
    - Paikanpäällä tehtävistä 7p (1p per kerta)
    - Etukäteen tehtävistä 7p (90% $\rightarrow$ 7p)
  - Noin 32p $\rightarrow$ arvosana 5
  - Läpipääsy vaatii puolet kurssikokeen pisteistä ja puolet laskaripisteistä, eli ainakin 18p

Laskarit

- **Etukäteen tehtävät:**
  - viikoilla 2-7
  - Keskimäärin 6 tehtävää viikossa
  - Tehdään etukäteen niin, että vastauksia voidaan tarkastella ryhmissä, eli tulostettuna, läppärillä tai verkossa
- **Paikanpäällä tehtävät:**
  - Ryhmätyöskentelyä (myös ensimmäisellä viikolla!)
  - Tehdään niin paljon kuin ehtii, mutta työskennellään aktiivisesti
  - Laskarit eivät ole paja, **paikalla on oltava alusta loppuun**
- **Laskariajat**
  - Ryhmä 1: ke 9-12 B221 Valtteri Lakaniemi
  - Ryhmä 2: ke 14-17 B221 Atte Lassila
  - Ryhmä 3: to 9-12 B221 Matti Luukkainen
  - Ryhmä 4: to 14-17 B221 Olli-Pekka Mehtonen
  - Ryhmä 5: pe 9-12 B221 Valtteri Lakaniemi
  - Ryhmä 6: pe 12-15 B221 Atte Lassila

Ohjelmistotuotantoprosessi

Miksi prosessi kun voi vain tehdä?

- Pienissä itselle tehtävissä projekteissa voidaan ohjelmoida noudattamatta mitään systematiikkaa
  - Voidaan helposti häkätä kasaan sovellus, joka *"toimii"*
- Tämä menetelmä ei toimi isommille, monen hengen projekteissa asiakasta varten tuotetuille ohjelmille
  - Työn jakaminen tekijätiimiläisten kesken on hankalaa
  - Jää epäselväksi toimiiko sovellus niin kuin alunperin haluttiin?
  - Ohjelman rakenteesta tulee epämääräinen ja sen takia laajennettavuus ja ylläpidettävyys on vaikeaa
- Ratkaisuksi on kehitelty lukuisia erilaisia menetelmiä ohjelmistotuotantoprosessin systematisoimiseksi [1]
- Mitä menetelmää tulisi käyttää? Hyvä kysymys!

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_software_development_philosophies

Ohjelmistotuotantoprosessin vaiheet

Käytetystä menetelmästä riippumatta ohjelmistotuotantoprosessissa tapahtuu seuraavia aktiviteettejä

1. **Vaatimusmäärittely**
   - Mitä halutaan?
2. **Suunnittelu**
   - Miten tehdään?
3. **Toteutus**
   - Ohjelmoidaan
4. **Testaus**
   - Varmistetaan että toimii niin kuin halutaan
5. **Ylläpito**
   - Korjataan bugeja ja laajennetaan ohjelmistoa

Ohjelmistotuotantoprosessin vaiheet

Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittelyssä kartoitetaan ja dokumentoidaan **mitä asiakas haluaa**

- Selvitetään sovelluksen **toiminnalliset vaatimukset**
  - Mitä toimintoja ohjelmistolla tulisi olla?
- ja toimintaympäristön asettamat **rajoitteet**
  - Toteutusympäristö
  - Suorituskykyvaatimukset
  - Luotettavuusvaatimukset
  - Tietoturva
  - Käytettävyys
- Ei vielä puututa siihen miten järjestelmä tulisi toteuttaa
- Ei oteta kantaa ohjelman sisäisiin teknisiin ratkaisuihin, ainoastaan siihen miten toiminta näkyy käyttäjälle

Ohjelmistotuotantoprosessin vaiheet

Vaatimusmäärittely

Esim: Yliopiston kurssinhallintajärjestelmä

- Toiminnallisia vaatimuksia:
  - Opetushallinto voi syöttää kurssin tiedot järjestelmään
  - Opiskelija voi ilmoittautua valitsemalleen kurssille
  - Opettaja voi syöttää opiskelijan suoritustiedot
  - Opettaja voi tulostaa kurssin tulokset
- Toimintaympäristön rajoitteita:
  - Kurssien tiedot talletetaan jo olemassa olevaan tietokantaan
  - Järjestelmää käytetään www-selaimella
  - Toteutus Javalla
  - Kyettävä käsittelemään vähintään 100 ilmoittautumista minuutissa

Ohjelmistotuotantoprosessin vaiheet

Vaatimusmäärittely

Toinen esimerkki: Reittiopas

- Toiminnallisia vaatimuksia:
  - Käyttäjä voi etsiä kahden osoitteen välisiä liikenneyhteyksiä
  - Käyttäjä voi etsiä nykyisen sijaintinsa ja jonkun osoitteen välisiä liikenneyhteyksiä
  - Käyttäjä voi valita minkä tyyppisiä kulkuneuvoja haluaa liikkuessaan käyttää
  - HSL:n virkailija voi ylläpitää kulkuneuvojen aikataulutietoja
- Toimintaympäristön rajoitteita:
  - Järjestelmää voi käyttää web-selaimella
  - Järjestelmää voi käyttää mobiililaitteelle asennetulla applikaatiolla
  - Mobiiliapplikaatiot on toteutettu natiivitekniikalla
  - Järjestelmän kyettävä käsittelemään vähintään 10000 kyselyä minuutissa

Ohjelmistotuotantoprosessin vaiheet

Vaatimusmäärittely

- Jotta toteuttajat ymmärtäisivät mitä pitää tehdä, joudutaan ongelma-aluetta analysoimaan
  - Esimerkiksi jäsennetään ongelma-alueen käsitteistöä
  - Tehdään ongelma-alueesta *malli* eli yksinkertaistettu kuvaus
- Vaatimusmäärittelyn päätteeksi yleensä tuotetaan **määrittelydokumentti**
  - Kirjaa sen mitä ohjelmalta halutaan
  - Käytetään ohjeena suunnitteluun ja toteutukseen
  - Testatessa varmistetaan, että järjestemä toimii määrittelydokumentin kirjaamalla tavalla
- Määrittelydokumentin sijaan määrittely (tai ainakin sen osa) voidaan myös ilmaista ns. hyväksymiskriteereinä tai -testeinä.
  - Tällöin ohjelma toimii "määritelmänsä mukaisesti", jos se läpäisee kaikki määritellyt hyväksymiskriteerit

Ohjelmistotuotantoprosessin vaiheet

Ohjelmiston suunnittelu

Miten saadaan toteutettua määrittelydokumentissa vaaditulla tavalla toimiva ohjelma?

Suunnittelussa on useimmiten kaksi vaihetta

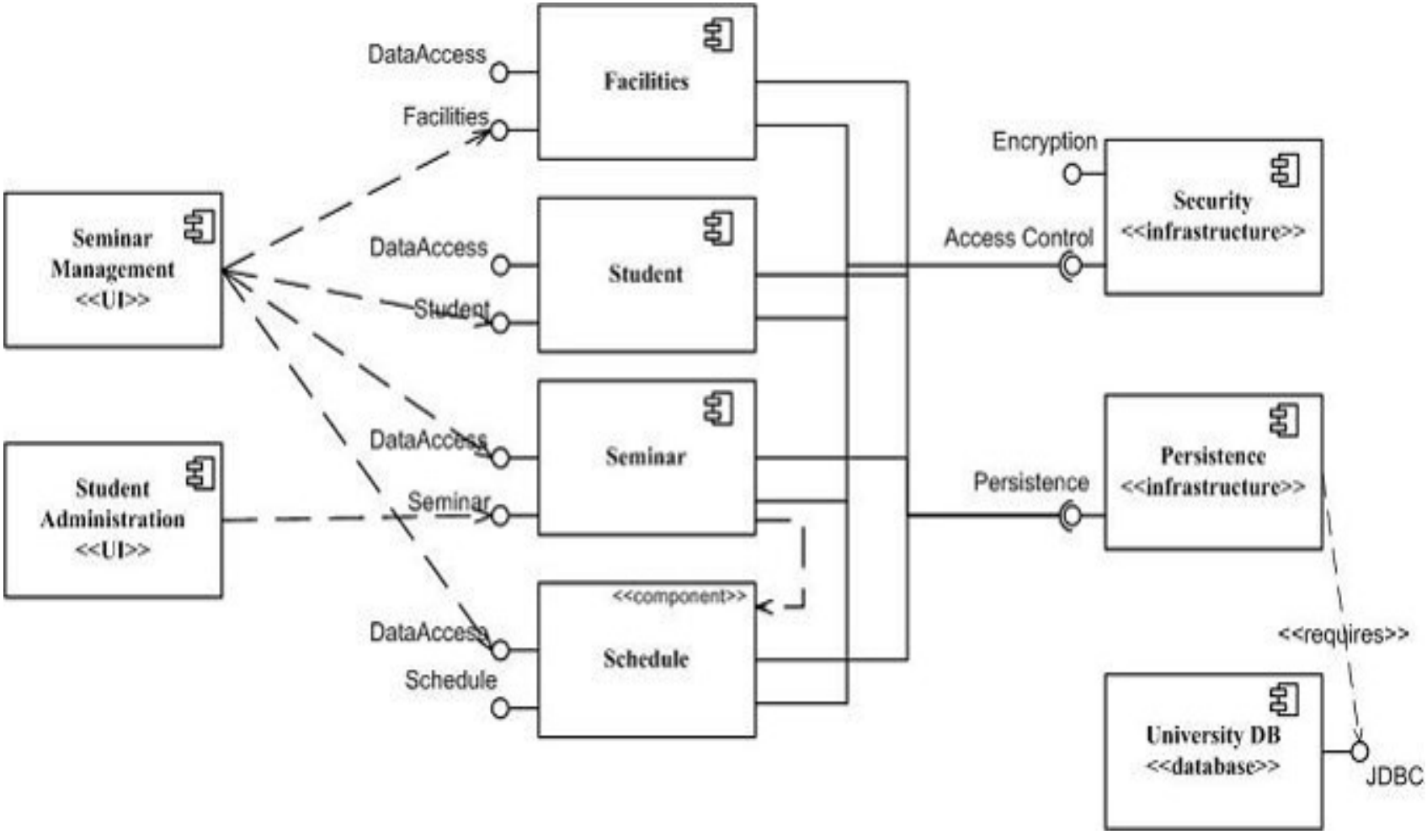
1. **Arkkitehtuurisuunnittelu**
   - Määritellään ohjelman rakenne karkealla tasolla
   - Mistä suuremmista rakennekomponenteista ohjelma koostuu?
   - Miten komponentit yhdistetään, eli komponenttien väliset rajapinnat
   - Mitä riippuvuuksia ohjelmalla on esim. tietokantoihin ja ulkoisiin rajapintoihin
2. **Oliosuunnittelu**
   - yksittäisten komponenttien suunnittelu
   - minkälaisisista luokista komponentti koostuu
   - miten luokat kutsuvat toistensa metodeja
   - mitä apukirjastoja luokat käyttävät

Suunnittelun lopputuloksena on yleensä suunnitteludokumentti

Ohjelmistotuotantoprosessin vaiheet

Ohjelmiston suunnittelu

- **Suunnitteludokumentti**
  - Ohje toteuttajille
  - Joskus/usein suunnittelu- ja ohjelmointivaihe ovat niin kiinteästi sidottuna toisiinsa, että tarkkaa suunnitteludokumenttia ei tehdä
  - Joskus koodi toimii dokumenttina
- **Mallit liittyvät vahvasti suunnitteluun!**
  - Seuraavalla sivulla erään ohjelman *arkkitehtuurikuvaus*, joka visualisoi
    - järjestelmän alikomponentit ja
    - komponenttien väliset rajapinnat


Facilities
DataAccess
Facilities
Seminar Management
<<UI>>
Student
DataAccess
Student
Student Administration
<<UI>>
Seminar
DataAccess
Seminar
<<component>>
Schedule
DataAccess
Schedule
Security
<<infrastructure>>
Encryption
Access Control
Persistence
<<infrastructure>>
Persistence
<<requires>>
University DB
<<database>>
JDBC

Ohjelmistotuotantoprosessin vaiheet

Toteutus, testaus ja ylläpito

- Suunnittelun mukainen järjestelmä toteutetaan valittuja tekniikoita käyttäen
- Toteutuksen yhteydessä ja sen jälkeen testataan että järjestelmä on riittävän virheetön ja sisältää käyttäjän haluaman toiminnallisuuden
- Sen jälkeen kun ohjelma on saatu käyttöön, alkaa ylläpitovaihe
  - korjataan käytössä löydettyjä virheitä ja laajennetaan ohjelmaa uusilla toiminnallisuuksilla
  - on tyypillistä että ylläpitovaihe kestää vuosia, varsinkin nykyään, kun trendinä on saada ohjelmasta nopeasti käyttöön perustoiminnallisuus

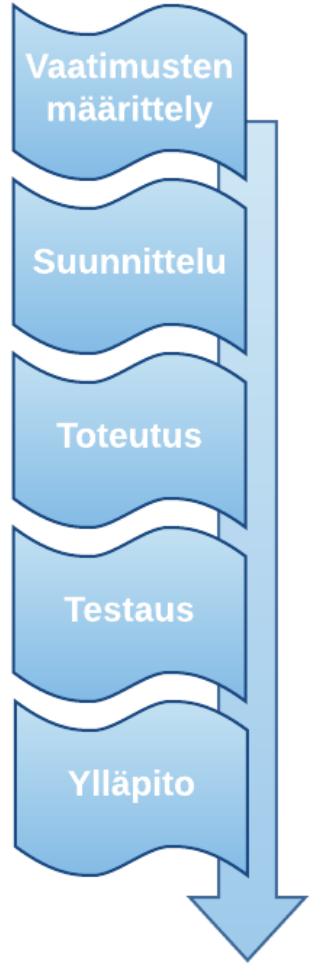
Tämän kurssin painopiste on vaatimusmäärittelyssä, suunnittelussa ja testaamisessa

Ohjelmistotuotantoprosessi käytännössä

Vesiputousmalli

Vesiputousmalli on vaiheittainen ohjelmistotuotantoprosessi, jossa suunnittelu- ja toteutusprosessi etenee vaihe vaiheelta alaspäin kuin vesiputouksessa.

- Tuotantoprosessin vaiheet etenevät peräkkäin
- Vaiheen valmistuttua siirrytään seuraavaan vaiheeseen
- Eri vaiheet ovat tyypillisesti eri henkilöiden tai tiimien suorittamia
- Jokaisen vaiheen lopputulos dokumentoidaan tyypillisesti erittäin tarkasti
- **Perinteinen tapa tehdä ohjelmistoja**



Ohjelmistotuotantoprosessi käytännössä

Vesiputousmalli

Vesiputousmallissa on kuitenkin ongelmia:

- Järjestelmää testataan kokonaisuudessaan vasta kun "kaikki"on valmiina
  - Suunnitteluvaiheen virheet saattavat paljastua vasta testauksessa
- Perustuu oletukselle, että käyttäjä pystyy määrittelemään ohjelmalta halutun toiminnallisuuden heti projektin alussa
  - Näin ei yleensä kuitenkaan tapahdu, asiakas osaa sanoa mitä todella tarvitsee vasta kun näkee lopputuotteen
  - ja koska projekti voi kestää pitkään, vaatimuksien voivat muuttua projektin aikana

Ohjelmistotuotannon yksi perustavanlaatuisimmista ongelmista on asiakkaan ja toteuttajien välinen kommunikointi!

Ohjelmistotuotantoprosessi käytännössä

Ketterä ohjelmistokehitys (Agile software development)

- Lähdetään olettamuksesta, että asiakkaan vaatimukset muuttuvat ja tarkentuvat projektin kuluessa
  - Ei siis yritetäkään kirjoittaa alussa määrittelydokumenttia, jossa on kirjattuna tyhjentävästi kaikki järjestelmältä haluttu toiminnallisuus
- Tuotetaan järjestelmä **iteratiivisesti**, eli pienissä paloissa
  - Ensimmäisen iteraation aikana tuotetaan pieni osa järjestelmän toiminnallisuutta
    - määritellään vähän, suunnitellaan vähän, toteutetaan ja testataan
  - Lyhyitä iteraatioita - tyypillisesti muutaman viikon
    - iteraatioita kutsutaan usein *sprinteiksi*
  - Asiakas antaa palautetta jokaisen iteraation päätteeksi $\rightarrow$ suuntaa on mahdollista korjata
  - Seuraavassa iteraatiossa toteutetaan taas hiukan uutta toiminnallisuutta asiakkaan toiveiden mukaan

Jokaisen iteraation päätteeksi lopputuloksena ohjelmisto, jossa on mukana toiminnallisuutta.

Ohjelmistotuotantoprosessi käytännössä

Ketterä ohjelmistokehitys (Agile software development)

Asiakkaan kanssa jatkuva kommunikaatio on olennainen osa ketteryyttä

- Asiakkaan palaute on välitön
  - Vaatimuksia voidaan tarkentaa ja muuttaa
- Asiakas valitsee jokaisen iteraation aikana toteutettavat lisäominaisuudet
  $\rightarrow$ Todennäköisempää että aikaansaannos on asiakkaan toiveiden mukainen
- Iteraation sisällä määrittely, suunnittelu, toteutus ja testaus eivät välttämättä etene peräkkäin (usein jatkuvaa!)
  - Ketterissä menetelmissä dokumentoinnin rooli on yleensä kevyempi kun vesiputousmallissa
- Ketterässä ohjelmistotuotannossa periaattena on se, että sama tiimi vastaa määrittelystä, suunnuttelusta, toteutuksesta ja testaamisesta
  - Tämä vähentää dokumentaation tarvetta

Ohjelmistotuotantoprosessi käytännössä

Ketterä ohjelmistokehitys (Agile software development)

Virheellinen johtopäätös on ajatella, että kaikki ei-perinteinen tapa tuottaa ohjelmistoja on ketterien menetelmien mukainen

- Häkkerointi siis ei ole ketterä menetelmä
- Ketteryys ei tarkoita ettei ole sääntöjä
- Monissa ketterissä menetelmissä (kuten eXtreme Programming) on päinvastoin erittäin tarkasti määritelty miten ohjelmien laatua hallitaan
  - Pariohjelmointi, jatkuva integraatio, automatisoitu testaus, Testaus ensin -lähestymistapa (TDD, Test Driven Development), ...
- Eli myös ketteryys vaatii kurinalaisuutta, joskus jopa enemmän kuin perinteinen vesiputousmalli

Testaus

- Tarkastellaan seuraavaksi tarkemmin ohjelmien tastaamista
- Testausvaiheessa siis tarkoitus varmistaa, että järjestelmä on riittävän laadukas käytettäväksi
- Testauksella on kaksi hieman erilaista tavoitetta
  - osoittaa, että järjestelmällä on käyttäjän haluamat vaatimukset
    - käytännössä tämä tarkoittaa vaatimusdokumenttiin/vaatimuksiin kirjattujen asioiden toteutumisen demonstroimista
  - osoittaa, että järjestelmä on riittävän virheetön

Testaustasot

Testaus jakautuu useisiin erilaisiin aktiviteetteihin tai *testaustasoihin* sen mukaan mihin testaus kohdistuu

- **Yksikkötestaus**
  - Toimivatko yksittäiset metodit ja luokat kuten halutaan?
- **Integraatiotestaus**
  - Varmistetaan komponenttien eli yksittäisten luokkien ja niiden muodostavien kokonaisuuksien yhteentoimivuus
  - Jos sovellus käyttää tietokantaa tai verkossa olevia rajapintoja, voi niiden käytön oikeellisuuden varmistaminen kuulua integraatiotestauksen piiriin
- **Järjestelmä/hyväksymistestaus**
  - Toimiiko kokonaisuus niin kuin vaatimusdokumentissa sanotaan?
  - Testataan sovellusta sen käyttöliittymän kautta
  - Kutsutaan hyväksymätestaukseksi jos loppukäyttäjän suorittama

Testaustasot

- **Regressiotestaus**
  - *regressio* $\approx$ palautuminen, taantuminen, takautuminen
  - järjestelmälle muutosten ja bugikorjausten jälkeen ajettavia testejä, jotka varmistavat että muutokset eivät riko mitään
  - regressiotestit koostuvat yleensä yksikkö-, integraatio- ja järjestelmätesteistä
  - tärkeässä roolissa ketterissä menetelmissä, missä ohjelmistoa rakennetaan valmiiksi pala palalta
- Manuaalinen testaus on aikaavievää, nykyinen trendi onkin tehdä testeistä automaattisesti suoritettavia
- Yksikkö- ja integraatiotestit ja jossain määrin myös järjestelmätestit ovat yleensä sovelluskehittäjien tekemiä
  - Testaamisesta hyötyvät loppukäyttäjän lisäksi myös sovelluskehittäjät, ilman kattavia, automatisoituja testejä, ohjelman jatkokehittäminen muuttuu virhealttiiksi, hitaaksi ja stressaavaksi

Yksikkötestaus - JUnit

- Yksikkötesteillä siis testataan toimivatko ohjelman yksittäiset luokat ja niiden metodit oikein
- Yksikkötestit ovat nykyään aina automatisoituja, sovelluskehittäjän kirjoittamia testejä
- Javalla ohjelmoitaessa testit tehdään useimmiten *JUnit*-testauskirjaston avulla
- Yhtä loogista kokonaisuutta (esim. luokkaa) testaavat testitapaukset sijoitetaan yhden testiluokan sisälle
- Yksittäiset testit eli testitapaukset toteutetaan testiluokan sisälle metodeina, jotka on annotoitu eli merkitty avainsanalla @Test avainasanalla
- Yksittäisessä testitapauksessa kannattaa yleensä testata ainoastaan yhtä "asiaa", esim:
  - saako maksukortti alussa oikean saldon
  - väheneekö maksukortin saldo oikein ostettaessa edullinen lounas
  - maksukortin saldo ei voi mennä negatiiviseksi

JUnit-esimerkki

```
public class MaksukorttiTest {

    @Test
    public void konstruktoriAsettaaSaldonOikein() {
        Maksukortti kortti = new Maksukortti(10);

        String vastaus = kortti.toString();

        assertEquals("Kortilla on rahaa 10.0 euroa", vastaus);
    }

    @Test
    public void syoEdullisestiVahentaaSaldoaOikein() {
        Maksukortti kortti = new Maksukortti(10);

        kortti.syoEdullisesti();

        assertEquals("Kortilla on rahaa 7.5 euroa", kortti.toString());
    }
```

JUnit

- Yksittäinen testitapaus luo ensin testattavan olion, kutsuu oliolle testattavaa metodia ja lopulta varmistaa että metodi toimii halutulla tavalla
- Jokainen yksittäinen testimetodi suoritetaan toisistaan täysin riippumattomana. Testien kirjoitusjärjestyksellä ei siis ole mitään merkitystä. Jokainen testi on kuin pieni oma pääohjelma, joka testaa luokan toimintaa yksittäisessä tilanteessa

- Yksittäiset testimetodit sisältävät usein toistoa, esim. testattavan olion luominen voi tapahtua monessa testissä samalla tavalla
- Useiden testien yhteiset osat voidaan eristää, siirtämäällä yhteiset osat avainsanalla *@Before* annotoituun metodiin
  - @Before-metodi suoritetaan ennen jokaisen metodin suoritusta
  - testattavat oliot tulee sijoittaa testausluokan oliometodeihin, jotta ne näkyvät @Before:n ja testimetodien sisällä

JUnit-esimerkki

```
public class MaksukorttiTest {

    Maksukortti kortti;

    @Before
    public void setUp() {
        kortti = new Maksukortti(10);
    }

    @Test
    public void konstruktoriAsettaaSaldonOikein() {
        assertEquals("Kortilla on rahaa 10.0 euroa", kortti.toString());
    }

    @Test
    public void syoEdullisestiVahentaaSaldoaOikein() {
        kortti.syoEdullisesti();
        assertEquals("Kortilla on rahaa 7.5 euroa", kortti.toString());
    }

    @Test
    public void syoMaukkaastiVahentaaSaldoaOikein() {
        kortti.syoMaukkaasti();
        assertEquals("Kortilla on rahaa 6.0 euroa", kortti.toString());
    }
```

Hyvät testit

- Hyvät testit ovat kattavat eli testaavat kaiken koodin monipuolisesti
- Normaalien syötteiden lisäksi on testeissä erityisen tärkeää tutkia testattavien metodien toimintaa virheellisillä syötteillä
  - mitä tapahtuu jos kortin saldo ei riitä ostokseen
  - mitä tapahtuu jos kortille yrittää ladata negatiivisen määrän rahaa
- Erityisen tärkeää on testata koodin toimintaa erilaisilla *raja-arvoilla*
  - voiko maksukortilla ostaa lounaan jos kortilla on rahaa täsmälleen lounaan verran
- Testien kattavuutta voidaan myös mitata erilaisten työkalujen avulla
  - *rivikattavuus* (line coverage) kuvaa sitä, kuinka monta prosenttia luokan koodista testit suorittavat

Palaamme yksikkötesteihin laskareissa ja muihin testauksen tasoihin (integraatiotestaus ja järjestelmätestaus) myöhemmin kurssilla