

# Ohjelmistotuotanto

Matti Luukkainen ja ohjaajat Kalle Ilves, Silva Perander, Topias Pyykönen, Jussi Laisi, Petrus Peltola, Kristian Krok

syksy 2020

Luento 5

9.11.2020

# Miniprojektit lähestyvät

- ▶ 16.11. alkavalla viikolla
- ▶ ilmoittautuminen alkanut, päättyy perjantaina
- ▶ pakollinen, jos et hyväksilue

# Ohjelmistojen laadunhallinta

- ▶ Laadunhallinnan kaksi oleellista kysymystä
  - ▶ verifiointi: *are we building the product right*
  - ▶ validointi: *are we building the right product*

# Ohjelmistojen laadunhallinta

- ▶ Laadunhallinnan kaksi oleellista kysymystä
  - ▶ verifiointi: *are we building the product right*
  - ▶ validointi: *are we building the right product*
- ▶ Verifiointissa varmistetaan, että ohjelmisto toteuttaa vaatimusmäärittelyn aikana asetetut vaatimukset
  - ▶ Testataan toiminnalliset ja ei-toiminnalliset vaatimukset

# Ohjelmistojen laadunhallinta

- ▶ Laadunhallinnan kaksi oleellista kysymystä
  - ▶ verifiointi: *are we building the product right*
  - ▶ validointi: *are we building the right product*
- ▶ Verifioinnissa varmistetaan, että ohjelmisto toteuttaa vaatimusmäärittelyn aikana asetetut vaatimukset
  - ▶ Testataan toiminnalliset ja ei-toiminnalliset vaatimukset
- ▶ Validointi: varmistetaan, että ohjelmisto täyttää käyttäjän odotukset
  - ▶ Vaatimusmäärittelyn aikana kirjatut vaatimukset eivät ole aina se mitä käyttäjä todella tarvitsee

# Verifiointi ja Validointi

- ▶ Tavoitteena on varmistaa että ohjelma on “riittävän hyvä” käyttötarkoitukseensa
  - ▶ Hyvyys on suhteellista ja riippuu ohjelman käyttötarkoituksesta
  - ▶ Ohjelman ei yleensä tarvitse olla virheetön ollakseen riittävän hyvä käytettäväksi

# Verifiointi ja Validointi

- ▶ Tavoitteena on varmistaa että ohjelma on “riittävän hyvä” käyttötarkoitukseensa
  - ▶ Hyvyys on suhteellista ja riippuu ohjelman käyttötarkoituksesta
  - ▶ Ohjelman ei yleensä tarvitse olla virheetön ollakseen riittävän hyvä käytettäväksi
- ▶ Verifiointin ja validoinnin suorittamista käytetään yleisesti nimitystä *laadunhallinta* (engl. quality assurance, QA)
- ▶ Jos laadunhallinta on erillisen tiimin vastuulla, käytetään tästä usein nimitystä *QA-tiimi*



# Verifioinnin ja Validoinnin tekniikat

- ▶ Verifioinnissa käytetään kahta erilaista tekniikkaa
  - ▶ Katselmointeja
  - ▶ Testausta

# Verifioinnin ja Validoinnin tekniikat

- ▶ Verifioinnissa käytetään kahta erilaista tekniikkaa
  - ▶ Katselmointeja
  - ▶ Testausta
- ▶ Katselmoinneissa (review) käydään läpi tuotantoprosessin aikana tehtyjä dokumentteja ja ohjelmakoodia, ja etsitään näistä ongelmia

# Verifioinnin ja Validoinnin tekniikat

- ▶ Verifioinnissa käytetään kahta erilaista tekniikkaa
  - ▶ Katselmointeja
  - ▶ Testausta
- ▶ Katselmoinneissa (review) käydään läpi tuotantoprosessin aikana tehtyjä dokumentteja ja ohjelmakoodia, ja etsitään näistä ongelmia
- ▶ Katselmointi on *staattinen tekniikka*, suorituskelpoista ohjelmakoodia ei tarvita
  - ▶ Jos katselmoinnin kohteena on ohjelmakoodi, ei sitä katselmoinnissa suoriteta

# Verifioinnin ja Validoinnin tekniikat

- ▶ Verifioinnissa käytetään kahta erilaista tekniikkaa
  - ▶ Katselmointeja
  - ▶ Testausta
- ▶ Katselmoinneissa (review) käydään läpi tuotantoprosessin aikana tehtyjä dokumentteja ja ohjelmakoodia, ja etsitään näistä ongelmia
- ▶ Katselmointi on *staattinen tekniikka*, suorituskelpoista ohjelmakoodia ei tarvita
  - ▶ Jos katselmoinnin kohteena on ohjelmakoodi, ei sitä katselmoinnissa suoriteta
- ▶ Testaus on *dynaaminen tekniikka*, joka edellyttää ohjelmakoodin suorittamista
  - ▶ tarkkaillaan miten ohjelma reagoi annettuihin testisyötteisiin

# Vaatimusten validointi

- ▶ Ohjelmistolle määritellyt vaatimukset on validoitava:
  - ▶ varmistettava, että määrittelydokumentti määrittelee oikeanlaisen ohjelmiston

# Vaatimusten validointi

- ▶ Ohjelmistolle määritellyt vaatimukset on validoitava:
  - ▶ varmistettava, että määrittelydokumentti määrittelee oikeanlaisen ohjelmiston
- ▶ Vesiputousmallissa määrittelydokumentin kirjattujen vaatimusten validointi suoritetaan *katselmoimalla*

# Vaatimusten validointi

- ▶ Ohjelmistolle määritellyt vaatimukset on validoitava:
  - ▶ varmistettava, että määrittelydokumentti määrittelee oikeanlaisen ohjelmiston
- ▶ Vesiputousmallissa määrittelydokumentin kirjattujen vaatimusten validointi suoritetaan *katselmoimalla*
- ▶ Vaatimusmäärittelyn lopuksi asiakas tarkastaa vastaako määrittelydokumentti mielikuvaa tilattavasta järjestelmästä

# Vaatimusten validointi

- ▶ Ohjelmistolle määritellyt vaatimukset on validoitava:
  - ▶ varmistettava, että määrittelydokumentti määrittelee oikeanlaisen ohjelmiston
- ▶ Vesiputousmallissa määrittelydokumentin kirjattujen vaatimusten validointi suoritetaan *katselmoimalla*
- ▶ Vaatimusmäärittelyn lopuksi asiakas tarkastaa vastaako määrittelydokumentti mielikuvaa tilattavasta järjestelmästä
- ▶ Katselmoinnin jälkeen määrittelydokumentti jäädytetään ja sen muuttaminen vaatii yleensä monimutkaista prosessia



# Vaatimusten ketterä validointi

- ▶ Ketterässä ohjelmistotuotannossa vaatimusten validointi tapahtuu sprinttien päättävien demonstraatioiden yhteydessä

# Vaatimusten ketterä validointi

- ▶ Ketterässä ohjelmistotuotannossa vaatimusten validointi tapahtuu sprinttien päättävien demonstraatioiden yhteydessä
- ▶ Asiakkaalle näytetään ohjelman toimivaa versiota

# Vaatimusten ketterä validointi

- ▶ Ketterässä ohjelmistotuotannossa vaatimusten validointi tapahtuu sprinttien päättävien demonstraatioiden yhteydessä
- ▶ Asiakkaalle näytetään ohjelman toimivaa versiota
- ▶ Asiakas voi itse verrata onko lopputulos haluttu
- ▶ Jos ei, on seuraavassa sprintissä mahdollista ottaa korjausliike

- ▶ Koodin katselmointi eli lukeminen jonkun muun kuin ohjelmoijan toimesta on tehokas keino laadun parantamisessa

# Koodin katselmointi

- ▶ Koodin katselmointi eli lukeminen jonkun muun kuin ohjelmoijan toimesta on tehokas keino laadun parantamisessa
- ▶ Voidaan havaita koodista ongelmia, joita testaus ei havaitse
  - ▶ noudattaako koodi sovittua tyyliä
  - ▶ onko koodi ylläpidettävää
  - ▶ onko koodissa tietoturvan kannalta vaarallisia piirteitä

# Koodin katselmointi

- ▶ Koodin katselmointi eli lukeminen jonkun muun kuin ohjelmoijan toimesta on tehokas keino laadun parantamisessa
- ▶ Voidaan havaita koodista ongelmia, joita testaus ei havaitse
  - ▶ noudattaako koodi sovittua tyyliä
  - ▶ onko koodi ylläpidettävää
  - ▶ onko koodissa tietoturvan kannalta vaarallisia piirteitä
- ▶ Perinteisesti käyty läpi onko koodissa tiettyjä checklisteissä listattuja riskialttiita piirteitä

|    |   |
|----|---|
| V1 | Variables are lower case words separated by underscores ( <code>this_is_a_var</code> )  |
| V2 | Constants are upper case words separated by underscores. ( <code>THIS_IS_A_CONST</code> )   |
| V3 | No <b>int</b> declarations. (Use <b>uint8</b> , <b>int8</b> , <b>uint16</b> , <b>int16</b> , <b>uint32</b> , <b>int32</b> instead.) |
| V4 | One declaration per line. (Exception: Highly coupled variables, i.e. <code>width</code> and <code>height</code> .)                  |
| V5 | All declarations have a comment after them explaining the variable.   |
| V6 | Units are declared when appropriate.  |
| V7 | No hidden variables. That is, a variable defined in an inner block may not have the same name as variable in an outer block.        |
| V8 | Never use "O" (Capital O) or "l" (lower case "l") for variable or constant names.   |

- Joissakin kielissä, esim. Javassa kääntäjän tuki tekee osan näistä tarkistuksista turhaksi

# Staattinen analyysi

- ▶ Nykyään on tarjolla katselmointia automatisoivia *staattista analyysiä* tekeviä työkaluja
  - ▶ Javalla Checkstyle
  - ▶ Javascriptilla ESLint



# Staattinen analyysi

- ▶ Nykyään on tarjolla katselmointia automatisoivia *staattista analyysiä* tekeviä työkaluja
  - ▶ Javalla Checkstyle
  - ▶ Javascriptilla ESLint
- ▶ Myös pilvipalveluna toimivia työkaluja kuten Codeclimate
  - ▶ Suorittavat tarkastukset aina kun uutta koodia pushataan GitHubiin
  - ▶ Huomaavat koodin laadun muutoksista, esim. jos koodin kompleksisuus kasvaa muutosten yhteydessä

# Koodin katselmointi: GitHub ja pull requestit

- ▶ GitHubin *pull requestit* tarjoavat hyvän työkalun koodikatselmointiin

# Koodin katselmointi: GitHub ja pull requestit

- ▶ GitHubin *pull requestit* tarjoavat hyvän työkalun koodikatselmointiin
- ▶ Työn kulku on seuraava
  - ▶ Sovelluskehittäjä forkkaa repositorin itselleen, tekee muutokset omaan repositorioon ja tekee pull requestin
  - ▶ Joku, esim. *senior developer* tekee katselmoinnin pull requestille
  - ▶ Jos koodi ei ole riittävän hyvää, annetaan pull requestin tekijälle parannusehdotuksia
  - ▶ Muutosten ollessa hyväksyttäviä, pull request mergetään päärepositorioon

# Pullrequest TMC:hen

 testmycode / tmc-server

 Unwatch ▾ 8

## Course participants #201

 **Open** kennyhei wants to merge 9 commits into `testmycode:master` from `rage:course-participants`

 Conversation 24

 Commits 9

 Files changed 13



kennyhei commented on Oct 27, 2014

Implementing [#185](#)



kennyhei added some commits on Oct 21, 2014



 Course JSON with participants

9287e10



 Course knows its students through submissions and vice versa

e3e7c03



 Prettier JSON

b1b5dd7

lib/course\_info.rb

[View full changes](#)



```
@@ -31,6 +32,17 @@ def course_data(course)
```

31  
32  
33

32  
33  
34

```
})  
end
```

```
+ # Course JSON with participants  
+ def course_participants_data(course)  
+   participants = course.users  
+  
+   data = {  
+     :id => course.id,  
+     :name => course.name,  
+     :participants => participants.map {|participant| participant_data(participant)}
```



mpartel added a note on Oct 29, 2014

Owner



On my desktop, with the mooc production DB dump, this takes around 30 seconds for the k2014-mooc course. I'd really like to avoid adding more really slow queries to TMC.

Would the following make sense?

- Let this only return a list of participants and their newest submission IDs.
- Load a user's exercise statuses on demand, and cache them either on your side or maybe in TMC until the submission ID changes.
- Consider having the per-user URL support [ETags](#).

# Koodin katselmointi ketterissä menetelmissä

- ▶ Toisin kuin Scrum, eXtreme Programming eli XP määrittelee useita sovelluskehityksen käytänteitä
- ▶ Suuri osa XP:n käytänteistä on hyvin tunnettuja *best practiseja*, vietyinä äärimmäiseen (extreme) muotoon

# Koodin katselmointi ketterissä menetelmissä

- ▶ Toisin kuin Scrum, eXtreme Programming eli XP määrittelee useita sovelluskehityksen käytänteitä
- ▶ Suuri osa XP:n käytänteistä on hyvin tunnettuja *best practiseja*, vietyinä äärimmäiseen (extreme) muotoon
- ▶ Osa käytänteistä tähtää laadun maksimoimiseen, kolmen voidaan ajatella olevan katselmoinnin äärimmäinen muoto

- ▶ *Pariohjelmoinnissa* (pair programming) kaksi ohjelmoijaa työskentelee yhdessä samalla koneella



- ▶ *Pariohjelmoinnissa* (pair programming) kaksi ohjelmoijaa työskentelee yhdessä samalla koneella
- ▶ Koodia kirjoittava osapuoli toimii *ohjaajana* (driver) ja toinen *navigoijana* (navigator)
  - ▶ Roolia vaihdetaan sopivin väliajoin

- ▶ *Pariohjelmoinnissa* (pair programming) kaksi ohjelmoijaa työskentelee yhdessä samalla koneella
- ▶ Koodia kirjoittava osapuoli toimii *ohjaajana* (driver) ja toinen *navigoijana* (navigator)
  - ▶ Roolia vaihdetaan sopivin väliajoin
- ▶ Navigoija tekee koodiin jatkuvaa katselmointia

- ▶ Parantaa ohjelmoijien kuria ja työhön keskittymistä

# Pariohjelmoinnin etuja

- ▶ Parantaa ohjelmoijien kuria ja työhön keskittymistä
- ▶ Hyvä oppimisen väline
  - ▶ ohjelmoijat oppivat toisiltaan erityisesti noviisit kokeneimmilta, järjestelmän tietyn osan tuntee aina useampi ohjelmoija

# Pariohjelmoinnin etuja

- ▶ Parantaa ohjelmoijien kuria ja työhön keskittymistä
- ▶ Hyvä oppimisen väline
  - ▶ ohjelmoijat oppivat toisiltaan erityisesti noviisit kokeneimmilta, järjestelmän tietyn osan tuntee aina useampi ohjelmoija
- ▶ Todettu vähentävän bugien määrää 15-50%, kokonaisresurssin kulutus nousee hieman

- ▶ Pariohjelmointi tai useamman ihmisen versio siitä, *mob-programming* on melko yleistä
- ▶ “Määritelmän” mukaista systemaattista pariohjelmointia tehdään aika harvassa paikassa aamusta iltaan

- ▶ Pariohjelmointi tai useamman ihmisen versio siitä, *mob-programming* on melko yleistä
- ▶ “Määritelmän” mukaista systemaattista pariohjelmointia tehdään aika harvassa paikassa aamusta iltaan
- ▶ Yleensä ohjelmoidaan yksin, mutta spontaania pariutumista ja ryhmäytymistä tapahtuu
  - ▶ erityisesti teknisesti haasteellisissa koodin osissa
  - ▶ tai jos kyse itselle tuntemattomasta osasta koodia

# Koodin katselmointi ketterissä menetelmissä

- ▶ *Koodin yhteisomistajuus* (collective code ownership): kukaan yksittäinen ohjelmoija ei hallitse yksin mitään kohtaa koodista
  - ▶ Kaikilla lupa tehdä muutoksia mihin tahansa kohtaan koodia



# Koodin katselmointi ketterissä menetelmissä

- ▶ *Koodin yhteisomistajuus* (collective code ownership): kukaan yksittäinen ohjelmoija ei hallitse yksin mitään kohtaa koodista
  - ▶ Kaikilla lupa tehdä muutoksia mihin tahansa kohtaan koodia
- ▶ Pariohjelmointi tukee yhteisomistajuutta
- ▶ Yhteisomistajuudessa on riskinsä: koodia tuntematon voi saada pahaa jälkeä aikaan
  - ▶ XP eliminoi riskejä testauksiin liittyvillä käytänteillä

# Koodin katselmointi ketterissä menetelmissä

- ▶ *Koodin yhteisomistajuus* (collective code ownership): kukaan yksittäinen ohjelmoija ei hallitse yksin mitään kohtaa koodista
  - ▶ Kaikilla lupa tehdä muutoksia mihin tahansa kohtaan koodia
- ▶ Pariohjelmointi tukee yhteisomistajuutta
- ▶ Yhteisomistajuudessa on riskinsä: koodia tuntematon voi saada pahaa jälkeä aikaan
  - ▶ XP eliminoi riskejä testauksiin liittyvillä käytänteillä
- ▶ *Ohjelmointistandardi* (coding standards): tiimi määrittelee koodityylin, johon kaikki ohjelmoijat sitoutuvat
  - ▶ Tyyllillä tarkoitetaan nimeämiskäytäntöä, koodin muotoilua ja myös tiettyjä ohjelman rakenteeseen liittyviä seikkoja

# Koodin katselmointi ketterissä menetelmissä

- ▶ *Koodin yhteisomistajuus* (collective code ownership): kukaan yksittäinen ohjelmoija ei hallitse yksin mitään kohtaa koodista
  - ▶ Kaikilla lupa tehdä muutoksia mihin tahansa kohtaan koodia
- ▶ Pariohjelmointi tukee yhteisomistajuutta
- ▶ Yhteisomistajuudessa on riskinsä: koodia tuntematon voi saada pahaa jälkeä aikaan
  - ▶ XP eliminoi riskejä testauksiin liittyvillä käytänteillä
- ▶ *Ohjelmointistandardi* (coding standards): tiimi määrittelee koodityylin, johon kaikki ohjelmoijat sitoutuvat
  - ▶ Tyyllillä tarkoitetaan nimeämiskäytäntöä, koodin muotoilua ja myös tiettyjä ohjelman rakenteeseen liittyviä seikkoja
- ▶ Noudattamista kontrolloidaan katselmoimalla sekä automaattisesti staattisen analyysin työkaluilla kuten checkstylellä

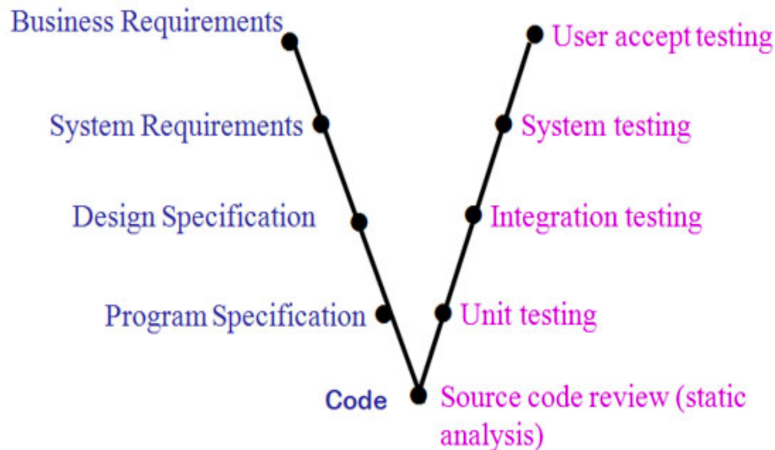
- ▶ Ohjelmien osoittaminen virheettömäksi on mahdotonta

- ▶ Ohjelmien osoittaminen virheettömäksi on mahdotonta
- ▶ Testauksen tarkoituksena vakuuttaa asiakas ja kehittäjät siitä, että ohjelmisto on *tarpeeksi hyvä* käytettäväksi

- ▶ Ohjelmien osoittaminen virheettömäksi on mahdotonta
- ▶ Testauksen tarkoituksena vakuuttaa asiakas ja kehittäjät siitä, että ohjelmisto on *tarpeeksi hyvä* käytettäväksi
- ▶ Testauksella on kaksi eriävää tavoitetta
  - ▶ osoittaa, että ohjelmisto täyttää sille asetetut vaatimukset
  - ▶ löytää ohjelmistosta virheitä

- ▶ Ohjelmien osoittaminen virheettömäksi on mahdotonta
- ▶ Testauksen tarkoituksena vakuuttaa asiakas ja kehittäjät siitä, että ohjelmisto on *tarpeeksi hyvä* käytettäväksi
- ▶ Testauksella on kaksi eriävää tavoitetta
  - ▶ osoittaa, että ohjelmisto täyttää sille asetetut vaatimukset
  - ▶ löytää ohjelmistosta virheitä
- ▶ Tähtää ohjelman *ulkoisen laadun* (external quality) eli käyttäjän kokeman laadun parantamiseen
  - ▶ External Quality is the fitness for purpose of the software.
  - ▶ It's most obvious measure is the Functional Tests,
  - ▶ and some measure of the bugs that are still loose when the product is released.

# Testauksen tasot





- ▶ *Yksikkötestaus* (unit testing)
  - ▶ Yksittäisten luokkien, metodien ja moduulien testaus erillään muusta kokonaisuudesta

- ▶ *Yksikkötestaus* (unit testing)
  - ▶ Yksittäisten luokkien, metodien ja moduulien testaus erillään muusta kokonaisuudesta
- ▶ *Integraatiotestaus* (integration testing)
  - ▶ Yksittäin testattujen komponenttien liittäminen yhteen eli integrointi ja kokonaisuuden testaus

- ▶ *Yksikkötestaus* (unit testing)
  - ▶ Yksittäisten luokkien, metodien ja moduulien testaus erillään muusta kokonaisuudesta
- ▶ *Integraatiotestaus* (integration testing)
  - ▶ Yksittäin testattujen komponenttien liittäminen yhteen eli integrointi ja kokonaisuuden testaus
- ▶ *Järjestelmätestaus* (system testing)
  - ▶ Toimiiko ohjelmisto vaatimuksiin kirjatulla tavalla?
  - ▶ Tutkii järjestelmää kokonaisuudessaan: *end to end -testaus*
  - ▶ Jakautuu useisiin alalajeihin

- ▶ *Yksikkötestaus* (unit testing)
  - ▶ Yksittäisten luokkien, metodien ja moduulien testaus erillään muusta kokonaisuudesta
- ▶ *Integraatiotestaus* (integration testing)
  - ▶ Yksittäin testattujen komponenttien liittäminen yhteen eli integrointi ja kokonaisuuden testaus
- ▶ *Järjestelmätestaus* (system testing)
  - ▶ Toimiiko ohjelmisto vaatimuksiin kirjatulla tavalla?
  - ▶ Tutkii järjestelmää kokonaisuudessaan: *end to end -testaus*
  - ▶ Jakautuu useisiin alalajeihin
- ▶ *Käyttäjän hyväksymistestaus* (user acceptance testing)
  - ▶ Loppukäyttäjän tuotteelle suorittama testaus

# Järjestelmätestaus

- ▶ Tarkoitus varmistaa, että järjestelmä toimii vaatimuksiin kirjatulla tavalla
- ▶ Kehittäjäorganisaatio suorittaa järjestelmätestauksen

# Järjestelmätestaus

- ▶ Tarkoitus varmistaa, että järjestelmä toimii vaatimuksiin kirjatulla tavalla
- ▶ Kehittäjäorganisaatio suorittaa järjestelmätestauksen
- ▶ Testaus tapahtuu yleensä ilman tietoa järjestelmän sisäisestä rakenteesta eli kyseessä *black box* -testaus

# Järjestelmätestaus

- ▶ Tarkoitus varmistaa, että järjestelmä toimii vaatimuksiin kirjatulla tavalla
- ▶ Kehittäjäorganisaatio suorittaa järjestelmätestauksen
- ▶ Testaus tapahtuu yleensä ilman tietoa järjestelmän sisäisestä rakenteesta eli kyseessä *black box* -testaus
- ▶ Testataan järjestelmää saman rajapinnan kautta, jonka kautta järjestelmää käytetään

# Järjestelmätestaus

- ▶ Tarkoitus varmistaa, että järjestelmä toimii vaatimuksiin kirjatulla tavalla
- ▶ Kehittäjäorganisaatio suorittaa järjestelmätestauksen
- ▶ Testaus tapahtuu yleensä ilman tietoa järjestelmän sisäisestä rakenteesta eli kyseessä *black box* -testaus
- ▶ Testataan järjestelmää saman rajapinnan kautta, jonka kautta järjestelmää käytetään
- ▶ Järjestelmätestit tarkastelevat koko sovelluksen toiminnallisuutta, yleensä sen kaikilla tasoilla käyttöliittymästä sovelluslogiikkaan ja tietokantaan
  - ▶ Tämän takia käytetään myös nimitystä *End to End* -testaus



- ▶ Perustuu järjestelmän potentiaalsiin käyttöskenaarioihin
  - ▶ user storyinä olevista vaatimuksista helppo muotoilla testejä
  - ▶ jos storyillä hyväksymiskriteeriot, tilanne on vieläkin parempi

# Järjestelmätestaus

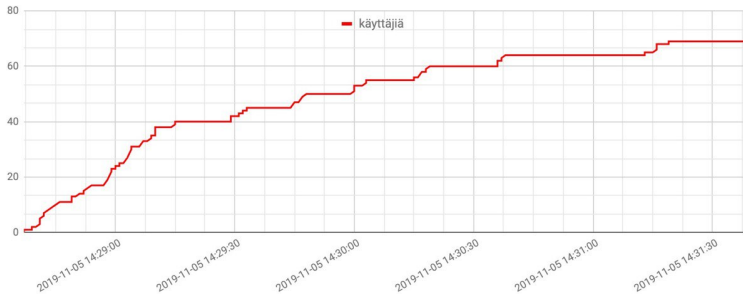
- ▶ Perustuu järjestelmän potentiaalsiin käyttöskenaarioihin
  - ▶ user storyinä olevista vaatimuksista helppo muotoilla testejä
  - ▶ jos storyillä hyväksymiskriteeriot, tilanne on vieläkin parempi
- ▶ Kutsutaan myös *toiminnallisiksi testeiksi* (functional test)

# Järjestelmätestaus

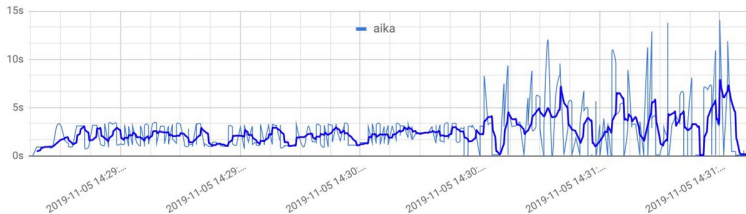
- ▶ Perustuu järjestelmän potentiaaliin käyttöskenaarioihin
  - ▶ user storyinä olevista vaatimuksista helppo muotoilla testejä
  - ▶ jos storyillä hyväksymiskriteeriot, tilanne on vieläkin parempi
- ▶ Kutsutaan myös *toiminnallisiksi testeiksi* (functional test)
- ▶ Toiminnallisen testauksen lisäksi järjestelmätestaukseen kuuluu
  - ▶ Käytettävyystestaus
  - ▶ Suorituskykytestaus
  - ▶ Kuormitustestaus
  - ▶ Tietoturvan testaus

# Kuormitustestaus: ennen

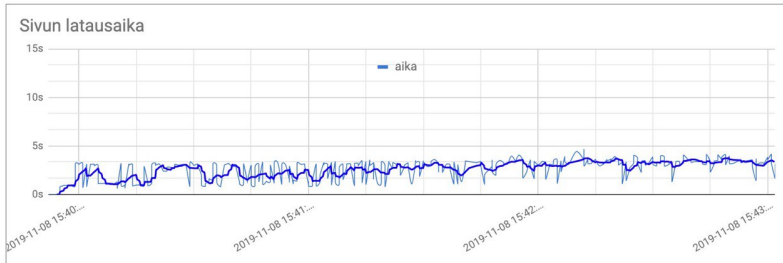
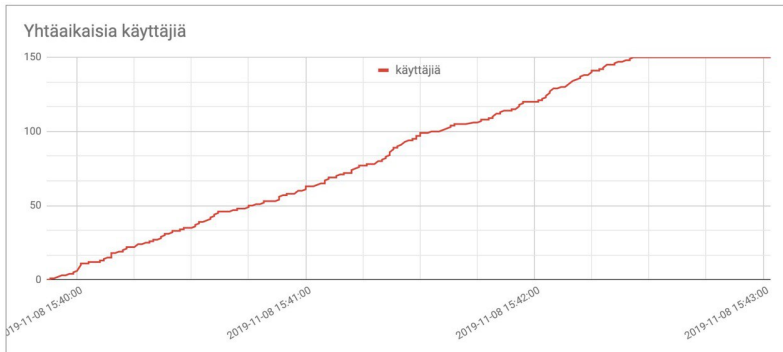
Yhtäaikaisia käyttäjiä



Sivun latausaika



# Kuormitustestaus: jälkeen



# Testitapausten valinta

- ▶ Kattava testaaminen on mahdotonta ja testaus työlästä
- ▶ Oleellista löytää kohtuullisen kokoinen *testitapausten joukko*, jonka avulla löytyy mahdollisimman suuri määrä virheitä

# Testitapausten valinta

- ▶ Kattava testaaminen on mahdotonta ja testaus työlästä
- ▶ Oleellista löytää kohtuullisen kokoinen *testitapausten joukko*, jonka avulla löytyy mahdollisimman suuri määrä virheitä
- ▶ Yksi *Testitapaus* testaa toiminnallisuutta joillakin syötteillä
- ▶ Useat syötteen ohjelmiston toiminnan kannalta samanlaisia
  - ▶ nämä muodostavat *ekvivalenssiluokan*

# Testitapausten valinta

- ▶ Kattava testaaminen on mahdotonta ja testaus työlästä
- ▶ Oleellista löytää kohtuullisen kokoinen *testitapausten joukko*, jonka avulla löytyy mahdollisimman suuri määrä virheitä
- ▶ Yksi *Testitapaus* testaa toiminnallisuutta joillakin syötteillä
- ▶ Useat syötteen ohjelmiston toiminnan kannalta samanlaisia
  - ▶ nämä muodostavat *ekvivalenssiluokan*
- ▶ Jaetaan syötteen ekvivalenssiluokkiin ja tehdään yksi testitapaus kutakin ekvivalenssiluokkaa
- ▶ Erityisen kiinnostavia syötearvoja ovat ekvivalenssiluokkien väliset *raja-arvot*



# Testitapausten valinta

- ▶ Kattava testaaminen on mahdotonta ja testaus työlästä
- ▶ Oleellista löytää kohtuullisen kokoinen *testitapausten joukko*, jonka avulla löytyy mahdollisimman suuri määrä virheitä
- ▶ Yksi *Testitapaus* testaa toiminnallisuutta joillakin syötteillä
- ▶ Useat syötteen ohjelmiston toiminnan kannalta samanlaisia
  - ▶ nämä muodostavat *ekvivalenssiluokan*
- ▶ Jaetaan syötteen ekvivalenssiluokkiin ja tehdään yksi testitapaus kutakin ekvivalenssiluokkaa
- ▶ Erityisen kiinnostavia syötearvoja ovat ekvivalenssiluokkien väliset *raja-arvot*
- ▶ Henkilötietoja käsittelevä järjestelmä: henkilön iän ekvivalenssiluokat?
  - ▶ 06, 7-17, 18-65, 66-

# Testisyötteiden valinta

- ▶ Mitä testitapauksia kannattaisi valita *tekstiv:n sivun valintaikkunan* testaamiseen?
  - ▶ Tekstiv:n sivu vastaa lukua väliltä 100-899
  - ▶ Osaa välin luvuista vastaavaa sivua ei ole olemassa

# Testisyötteiden valinta

- ▶ Mitä testitapauksia kannattaisi valita *tekstiv:n sivun valintaikkunan* testaamiseen?
  - ▶ Tekstiv:n sivu vastaa lukua väliltä 100-899
  - ▶ Osaa välin luvuista vastaavaa sivua ei ole olemassa
- ▶ Testisyötteiden ekvivalenssiluokkia olisivat ainakin seuraavat
  - ▶ Olemassa olevaa sivua vastaavat luvut: 235
  - ▶ Validit luvut jotka eivät vastaa mitään sivua: ???
  - ▶ Liian pienet ja liian suuret luvut: 99, 900, 1000
  - ▶ Syötteet jotka sisältävät kiellettyjä merkkejä: 10X, 100X
  - ▶ Tyhjä syöte

# Tekstiv:n testitapaukset

[Edellinen sivu](#) | [Edellinen alasivu](#) | [Seuraava alasivu](#) | [Seuraava sivu](#)

Teksti-TV

[yle.fi/tekstiv](#)    [199 PÄÄHAKEMISTO](#)

[106](#) Taksisääntelyn purkaminen etenee

[107](#) Tieto irtisanoo lähes [180](#)

[162](#) Reuters: Kreikan kasvu yllätti

[651](#) MM-karsinta: Turkki nujersi Suomen

[221](#) Janne Keränen jälleen KalPa-sankari

|                      |          |                     |        |                         |           |
|----------------------|----------|---------------------|--------|-------------------------|-----------|
| <a href="#">101</a>  | UUTISET  | <a href="#">160</a> | TALOUS | <a href="#">190</a>     | ENGLISH   |
| <a href="#">201</a>  | URHEILU  | <a href="#">350</a> | RADIOT | <a href="#">470</a>     | VEIKKAUS  |
| <a href="#">300</a>  | OHJELMAT | <a href="#">400</a> | SÄÄ    | <a href="#">575</a>     | TEKSTI-TV |
| <a href="#">799</a>  | SVENSKA  | <a href="#">500</a> | ALUEET | <a href="#">890</a>     | KALENTERI |
| Sää paikkakunnittain |          |                     |        | <a href="#">406-408</a> |           |
| Nopea piiras         |          |                     |        | <a href="#">811</a>     |           |

[Edellinen sivu](#) | [Edellinen alasivu](#) | [Seuraava alasivu](#) | [Seuraava sivu](#)

[Kotimaa](#) | [Ulkomaat](#) | [Talous](#) | [Urheilu](#) | [Svenska sidor](#) | [Teksti-TV](#) [Yle.fi](#) [YLE Uutiset](#)

Sivun valinta:  OK

- ▶ Kohteena siis yksittäiset metodit ja luokat

- ▶ Kohteena siis yksittäiset metodit ja luokat
- ▶ Testattavan koodin rakenne otetaan huomioon testejä laatiessa, *lasilaatikkotestausta* (white box testing)
- ▶ *Developer testing*: sovelluskehittäjien vastuulla

- ▶ Kohteena siis yksittäiset metodit ja luokat
- ▶ Testattavan koodin rakenne otetaan huomioon testejä laatiessa, *lasilaatikkotestausta* (white box testing)
- ▶ *Developer testing*: sovelluskehittäjien vastuulla
- ▶ Pää tarkoitus *sisäisen laadun* (internal quality) kontrollointi
  - ▶ onko virheiden jäljitys ja korjaaminen helppoa
  - ▶ onko koodia helppo laajentaa ja jatkokehittää
  - ▶ pystytäänkö koodin toiminnallisuuden oikeellisuus varmistamaan muutoksia tehtäessä

- ▶ Iteratiivisessa kehityksessä sisäisellä laadulla suuri merkitys (ohjelmistoa laajennetaan koko ajan)



# Yksikkötestaus

- ▶ Iteratiivisessa kehityksessä sisäisellä laadulla suuri merkitys (ohjelmistoa laajennetaan koko ajan)
- ▶ Edesauttaa myös ulkoista eli asiakkaan kokemaa laatua
  - ▶ Yksikkötestit voivat eliminoida joitain asiakkaalle näkyviä virheitä, joita järjestelmätestauksen testitapaukset eivät löydä

# Yksikkötestaus

- ▶ Iteratiivisessa kehityksessä sisäisellä laadulla suuri merkitys (ohjelmistoa laajennetaan koko ajan)
- ▶ Edesauttaa myös ulkoista eli asiakkaan kokemaa laatua
  - ▶ Yksikkötestit voivat eliminoida joitain asiakkaalle näkyviä virheitä, joita järjestelmätestauksen testitapaukset eivät löydä
- ▶ Bugit on taloudellisesti edullista paikallistaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa
  - ▶ yksikkötestauksessa löydetty bugi on halvempi ja nopeampi korjata kuin järjestelmä- tai integraatiotestauksessa löytyvä

# Yksikkötestaus

- ▶ Iteratiivisessa kehityksessä sisäisellä laadulla suuri merkitys (ohjelmistoa laajennetaan koko ajan)
- ▶ Edesauttaa myös ulkoista eli asiakkaan kokemaa laatua
  - ▶ Yksikkötestit voivat eliminoida joitain asiakkaalle näkyviä virheitä, joita järjestelmätestauksen testitapaukset eivät löydä
- ▶ Bugit on taloudellisesti edullista paikallistaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa
  - ▶ yksikkötestauksessa löydetty bugi on halvempi ja nopeampi korjata kuin järjestelmä- tai integraatiotestauksessa löytyvä
- ▶ Koska yksikkötestejä joudutaan ajamaan moneen kertaan, tulee niiden suorittaminen ja testien tulosten raportointi *automatisoida*

# Mitä tulisi testata yksikkötestein?

- ▶ JUnitin kehittäjän Kent Beckin vastaus:
  - ▶ “Do I have to write a test for everything?”
  - ▶ “No, just test everything that could reasonably break”

# Mitä tulisi testata yksikkötestein?

- ▶ JUnitin kehittäjän Kent Beckin vastaus:
  - ▶ “Do I have to write a test for everything?”
  - ▶ “No, just test everything that could reasonably break”
- ▶ Optimitilanteessa testitapaukset
  - ▶ kaikkien metodit ja niiden kutsukombinaatiot hyväksyttävillä parametrien arvoilla
  - ▶ ja virheellisillä parametrien arvoilla

# Mitä tulisi testata yksikkötestein?

- ▶ JUnitin kehittäjän Kent Beckin vastaus:
  - ▶ “Do I have to write a test for everything?”
  - ▶ “No, just test everything that could reasonably break”
- ▶ Optimitilanteessa testitapaukset
  - ▶ kaikkien metodit ja niiden kutsukombinaatiot hyväksyttävillä parametrien arvoilla
  - ▶ ja virheellisillä parametrien arvoilla
- ▶ Ekvivalenssiluokat ja niiden raja-arvot kannattaa huomioida
- ▶ Koska yksikkötestejä tehtäessä ohjelmakoodi on nähtävillä, testien parametrien ekvivalenssiluokat ja raja-arvot pääteltävissä koodista

## Ohtuvarasto, ekvivalenssiluokat: tyhjä, puolitäysi, täysi

```
public class Varasto {  
    private double tilavuus;  
    private double saldo;  
  
    public double otaVarastosta(double maara) {  
        if (maara < 0) return 0.0;  
  
        if (maara > saldo) {  
            double kaikkiMitaVoidaan = saldo;  
            saldo = 0.0;  
            return kaikkiMitaVoidaan;  
        }  
  
        saldo = saldo - maara;  
        return maara;  
    }  
}
```

- ▶ Yksikkötestien (ja toki myös muunkinlaisten testien) hyvyyttä voidaan mitata *testauskattavuuden* (test coverage) käsitteellä



# Testauskattavuus

- ▶ Yksikkötestien (ja toki myös muunkinlaisten testien) hyvyyttä voidaan mitata *testauskattavuuden* (test coverage) käsitteellä
- ▶ Muutamaa eri tyyppiä
  - ▶ rivikattavuus
  - ▶ haarautumakattavuus
  - ▶ ehtokattavuus
  - ▶ polkukattavuus

# Testauskattavuus

- ▶ Yksikkötestien (ja toki myös muunkinlaisten testien) hyvyttä voidaan mitata *testauskattavuuden* (test coverage) käsitteellä
- ▶ Muutamaa eri tyyppiä
  - ▶ rivikattavuus
  - ▶ haarautumakattavuus
  - ▶ ehtokattavuus
  - ▶ polkukattavuus
- ▶ Rivi- ja haarautumakattavuudelle hyvä työkalutuki, esim JaCoCo

| Element                 | Missed Instructions | Cov. | Missed Branches | Cov. | Missed | Cxty | Missed | Lines | Missed | Methods |
|-------------------------|---------------------|------|-----------------|------|--------|------|--------|-------|--------|---------|
| Varasto(double, double) |                     | 0%   |                 | 0%   | 4      | 4    | 10     | 10    | 1      | 1       |
| toString()              |                     | 0%   |                 | n/a  | 1      | 1    | 1      | 1     | 1      | 1       |
| otaVarastosta(double)   |                     | 62%  |                 | 50%  | 2      | 3    | 4      | 8     | 0      | 1       |
| lisaaVarastoon(double)  |                     | 77%  |                 | 50%  | 2      | 3    | 2      | 6     | 0      | 1       |
| Varasto(double)         |                     | 82%  |                 | 50%  | 1      | 2    | 1      | 6     | 0      | 1       |
| paljonkoMahtuu()        |                     | 100% |                 | n/a  | 0      | 1    | 0      | 1     | 0      | 1       |
| getSaldo()              |                     | 100% |                 | n/a  | 0      | 1    | 0      | 1     | 0      | 1       |
| getTilavuus()           |                     | 100% |                 | n/a  | 0      | 1    | 0      | 1     | 0      | 1       |
| Total                   | 66 of 126           | 47%  | 11 of 16        | 31%  | 10     | 16   | 18     | 34    | 2      | 8       |

- Epäkattavasti testattu haarautumiskohta esim. if ilmaistaan keltaisella

```

51.     public void lisaaVarastoon(double maara) {
52.         ♦ if (maara < 0) // virhetilanteessa voidaan tehdä
53.         {
54.             return; // tällainen pikapoistuminenkin!
55.         }
56.         ♦ if (maara <= paljonkoMahtuu()) // omia aksessoreita voi kutsua
57.         {
58.             saldo 1 of 2 branches missed.++; // ihan suoraan sellaisinaan
59.         } else {
60.             saldo = tilavuus; // täyteen ja ylimäärä hukkaan!
61.         }
62.     }
63.

```

# Mutaatiotestaus

- ▶ Pelkkä kattavuus ei kerro paljoa testien laadusta

# Mutaatiotestaus

- ▶ Pelkkä kattavuus ei kerro paljoa testien laadusta
- ▶ Hyvien testien pitäisi huomata (ts. mennä rikki) jos ohjelmaan tulee bugi

# Mutaatiotestaus

- ▶ Pelkkä kattavuus ei kerro paljoa testien laadusta
- ▶ Hyvien testien pitäisi huomata (ts. mennä rikki) jos ohjelmaan tulee bugi
- ▶ Mutaatiotestaus (engl. mutation testing) tutkii testien hyvyyttä generoimalla koodiin *mutantteja* eli pieniä “bugeja” ja tarkastamalla hajoavatko testit
- ▶ Erilaisia mutanttityyppejä:

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <code>if ( x&lt;0 )</code>     | <code>if (x &lt;= 0) tai if (true)</code> |
| <code>x += 1</code>            | <code>x-= 1</code>                        |
| <code>return x</code>          | <code>return true</code>                  |
| <code>olio = new Olio()</code> | <code>olio = null</code>                  |

# Mutaatiotestaus

- ▶ Pelkkä kattavuus ei kerro paljoa testien laadusta
- ▶ Hyvien testien pitäisi huomata (ts. mennä rikki) jos ohjelmaan tulee bugi
- ▶ Mutaatiotestaus (engl. mutation testing) tutkii testien hyvyttä generoimalla koodiin *mutantteja* eli pieniä “bugeja” ja tarkastamalla hajoavatko testit
- ▶ Erilaisia mutanttityyppejä:

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <code>if ( x&lt;0 )</code>     | <code>if (x &lt;= 0) tai if (true)</code> |
| <code>x += 1</code>            | <code>x-= 1</code>                        |
| <code>return x</code>          | <code>return true</code>                  |
| <code>olio = new Olio()</code> | <code>olio = null</code>                  |

- ▶ Ongelmana on mutaatioiden suuri määrä ja ns. ekvivalentit mutantit
  - ▶ tulos vaatii aina ihmisen tulkintaa

- ▶ Järjestelmän yksittäiset, erillään yksikkötestatut luokat tulee integroida toimivaksi kokonaisuudeksi
- ▶ Integroinnin yhteydessä tai sen jälkeen suoritetaan integrointitestaus
  - ▶ Toimivatko komponentit yhdessä?



# Ohjelmiston integraatio

- ▶ Järjestelmän yksittäiset, erillään yksikkötestatut luokat tulee integroida toimivaksi kokonaisuudeksi
- ▶ Integroinnin yhteydessä tai sen jälkeen suoritetaan integrointitestaus
  - ▶ Toimivatko komponentit yhdessä?
- ▶ Kaksi lähestymistapaa: rakenteisiin perustuva ja toiminnallisuuksiin perustuva

# Rakenteeseen perustuva integraatio

- ▶ *Rakenteeseen perustuvassa* integraatiossa keskitytään kerrallaan sovelluksen yksittäisten arkkitehtuurillisten komponenttien integrointiin

# Rakenteeseen perustuva integraatio

- ▶ *Rakenteeseen perustuvassa* integraatiossa keskitytään kerrallaan sovelluksen yksittäisten arkkitehtuurillisten komponenttien integrointiin
- ▶ Verkkokaupassa integroitaisiin sovelluslogiikan luokat, käyttöliittymän luokat ja tietokantarajapinta ensin omina kokonaisuuksinaan

# Rakenteeseen perustuva integraatio

- ▶ *Rakenteeseen perustuvassa* integraatiossa keskitytään kerrallaan sovelluksen yksittäisten arkkitehtuurillisten komponenttien integrointiin
- ▶ Verkkokaupassa integroitaisiin sovelluslogiikan luokat, käyttöliittymän luokat ja tietokantarajapinta ensin omina kokonaisuuksinaan

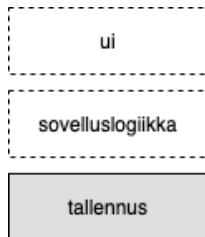
ui

sovelluslogiikka

tallennus

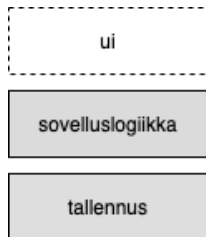
# Rakenteeseen perustuva integraatio

- ▶ *Rakenteeseen perustuvassa* integraatiossa keskitytään kerrallaan sovelluksen yksittäisten arkkitehtuurillisten komponenttien integrointiin
- ▶ Verkkokaupassa integroitaisiin sovelluslogiikan luokat, käyttöliittymän luokat ja tietokantarajapinta ensin omina kokonaisuuksinaan



# Rakenteeseen perustuva integraatio

- ▶ *Rakenteeseen perustuvassa* integraatiossa keskitytään kerrallaan sovelluksen yksittäisten arkkitehtuurillisten komponenttien integrointiin
- ▶ Verkkokaupassa integroitaisiin sovelluslogiikan luokat, käyttöliittymän luokat ja tietokantarajapinta ensin omina kokonaisuuksinaan



# Rakenteeseen perustuva integraatio

- ▶ *Rakenteeseen perustuvassa* integraatiossa keskitytään kerrallaan sovelluksen yksittäisten arkkitehtuurillisten komponenttien integrointiin
- ▶ Verkkokaupassa integroitaisiin sovelluslogiikan luokat, käyttöliittymän luokat ja tietokantarajapinta ensin omina kokonaisuuksinaan

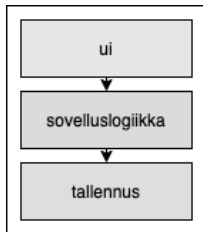
ui

sovelluslogiikka

tallennus

# Rakenteeseen perustuva integraatio

- ▶ *Rakenteeseen perustuvassa* integraatiossa keskitytään kerrallaan sovelluksen yksittäisten arkkitehtuurillisten komponenttien integrointiin
- ▶ Verkkokaupassa integroitaisiin sovelluslogiikan luokat, käyttöliittymän luokat ja tietokantarajapinta ensin omina kokonaisuuksinaan





# Ominaisuuksiin perustuva integraatio

- ▶ *Ominaisuuksiin perustuvassa* integroinnissa liitetään yhteen alikomponentit, jotka toteuttavat järjestelmän loogisen toimintakokonaisuuden

# Ominaisuuksiin perustuva integraatio

- ▶ *Ominaisuuksiin perustuvassa* integroinnissa liitetään yhteen alikomponentit, jotka toteuttavat järjestelmän loogisen toimintakokonaisuuden
- ▶ Esim. integroidaan kerrallaan kaikki storyn *lisää tuote ostoskoriin* toteutukseen liittyvä koodi
  - ▶ Tämän jälkeen integroidaan seuraavan storyn koodi

# Ominaisuuksiin perustuva integraatio

- ▶ *Ominaisuuksiin perustuvassa* integroinnissa liitetään yhteen alikomponentit, jotka toteuttavat järjestelmän loogisen toimintakokonaisuuden
- ▶ Esim. integroidaan kerrallaan kaikki storyn *lisää tuote ostoskoriin* toteutukseen liittyvä koodi
  - ▶ Tämän jälkeen integroidaan seuraavan storyn koodi

ui

sovelluslogiikka

tallennus

# Ominaisuuksiin perustuva integraatio

- ▶ *Ominaisuuksiin perustuvassa* integroinnissa liitetään yhteen alikomponentit, jotka toteuttavat järjestelmän loogisen toimintakokonaisuuden
- ▶ Esim. integroidaan kerrallaan kaikki storyn *lisää tuote ostoskoriin* toteutukseen liittyvä koodi
  - ▶ Tämän jälkeen integroidaan seuraavan storyn koodi



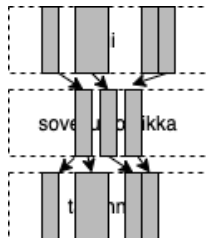
# Ominaisuuksiin perustuva integraatio

- ▶ *Ominaisuuksiin perustuvassa* integroinnissa liitetään yhteen alikomponentit, jotka toteuttavat järjestelmän loogisen toimintakokonaisuuden
- ▶ Esim. integroidaan kerrallaan kaikki storyn *lisää tuote ostoskoriin* toteutukseen liittyvä koodi
  - ▶ Tämän jälkeen integroidaan seuraavan storyn koodi



# Ominaisuuksiin perustuva integraatio

- ▶ *Ominaisuuksiin perustuvassa* integroinnissa liitetään yhteen alikomponentit, jotka toteuttavat järjestelmän loogisen toimintakokonaisuuden
- ▶ Esim. integroidaan kerrallaan kaikki storyn *lisää tuote ostoskoriin* toteutukseen liittyvä koodi
  - ▶ Tämän jälkeen integroidaan seuraavan storyn koodi



# Ohjelmiston integraatio

- ▶ Vesiputuoksen toimintatapa
  - ▶ Yksittäiset komponentit ohjelmoidaan ja yksikkötestataan erikseen
  - ▶ Tämän jälkeen ne integroidaan, yleensä rakenteeseen perustuen, kerralla yhteen

# Ohjelmiston integraatio

- ▶ Vesiputuoksen toimintatapa
  - ▶ Yksittäiset komponentit ohjelmoidaan ja yksikkötestataan erikseen
  - ▶ Tämän jälkeen ne integroidaan, yleensä rakenteeseen perustuen, kerralla yhteen
- ▶ Tämän tyylinen *big bang* -integraatio on osoittautunut todella riskialttiiksi
- ▶ Seurauksena usein ns. integraatiohelvetti



# Ohjelmiston integraatio

- ▶ Vesiputuoksen toimintatapa
  - ▶ Yksittäiset komponentit ohjelmoidaan ja yksikkötestataan erikseen
  - ▶ Tämän jälkeen ne integroidaan, yleensä rakenteeseen perustuen, kerralla yhteen
- ▶ Tämän tyylinen *big bang* -integraatio on osoittautunut todella riskialttiiksi
- ▶ Seurauksena usein ns. integraatiohelvetti
- ▶ Moderni ohjelmistotuotanto suosii ns. *jatkuvaa integraatiota*
  - ▶ Hyvin tiheässä tahdissa tapahtuvaa ominaisuuksiin perustuvaa integrointia

# Regressiotestaus

- ▶ Iteratiivisessa ohjelmistotuotannossa, jokainen iteraatio tuottaa ohjelmistoon uusia ominaisuuksia
- ▶ Tulee huolehtia, että ei rikota jo toimivia osia

# Regressiotestaus

- ▶ Iteratiivisessa ohjelmistotuotannossa, jokainen iteraatio tuottaa ohjelmistoon uusia ominaisuuksia
- ▶ Tulee huolehtia, että ei rikota jo toimivia osia
- ▶ Testit siis on suoritettava uudelleen aina kun ohjelmistoon tehdään muutoksia
- ▶ Tätä käytäntöä sanotaan *regressiotestaukseksi*

# Regressiotestaus

- ▶ Iteratiivisessa ohjelmistotuotannossa, jokainen iteraatio tuottaa ohjelmistoon uusia ominaisuuksia
- ▶ Tulee huolehtia, että ei rikota jo toimivia osia
- ▶ Testit siis on suoritettava uudelleen aina kun ohjelmistoon tehdään muutoksia
- ▶ Tätä käytäntöä sanotaan *regressiotestaukseksi*
- ▶ Regressiotestijoukko koostuu kaikista ohjelmistolle tehdyistä testeistä
  - ▶ sisältää yksikkö-, integraatio- ja järjestelmätesteistä

# Regressiotestaus

- ▶ Iteratiivisessa ohjelmistotuotannossa, jokainen iteraatio tuottaa ohjelmistoon uusia ominaisuuksia
- ▶ Tulee huolehtia, että ei rikota jo toimivia osia
- ▶ Testit siis on suoritettava uudelleen aina kun ohjelmistoon tehdään muutoksia
- ▶ Tätä käytäntöä sanotaan *regressiotestaukseksi*
- ▶ Regressiotestijoukko koostuu kaikista ohjelmistolle tehdyistä testeistä
  - ▶ sisältää yksikkö-, integraatio- ja järjestelmätesteistä
- ▶ Testaus on työlästä ja regressiotestauksen tarve tekee siitä entistä työläämpää
- ▶ *Testaus kannattaa automatisoida* mahdollisimman suurissa määrin