

# Ohjelmistotekniikka

Matti Luukkainen, Joakim Joensuu, Riku Honkanen ja 10  
ohjaajaa

10.3.2020

- ▶ Kurssilla tutustutaan ohjelmistokehityksen periaatteisiin sekä menetelmiin ja sovelletaan niitä toteuttamalla pienehkö harjoitustyö

- ▶ Kurssilla tutustutaan ohjelmistokehityksen periaatteisiin sekä menetelmiin ja sovelletaan niitä toteuttamalla pienehkö harjoitustyö
- ▶ Kurssi nykyään osa *aineopintoja*
- ▶ Pakollisina *esitietoina*
  - ▶ Ohjelmoinnin jatkokurssi
  - ▶ Tietokantojen perusteet
- ▶ Hyödyllinen esitieto: Tietokone työvälineenä

- ▶ Kurssilla tutustutaan ohjelmistokehityksen periaatteisiin sekä menetelmiin ja sovelletaan niitä toteuttamalla pienehkö harjoitustyö
- ▶ Kurssi nykyään osa *aineopintoja*
- ▶ Pakollisina *esitietoina*
  - ▶ Ohjelmoinnin jatkokurssi
  - ▶ Tietokantojen perusteet
- ▶ Hyödyllinen esitieto: Tietokone työvälineenä
- ▶ Kurssimateriaali  
<https://github.com/mluukkai/ohjelmistotekniikka-kevat-2020>

- ▶ Kolmella ensimmäisellä viikolla ohjauksessa tai omatoimisesti tehtävät **laskarit**
  - ▶ palautetaan "internetiin"
- ▶ Viikolla 2 aloitetaan itsenäisesti tehtävä **harjoitustyö**
- ▶ Työtä edistetään pala palalta *viikoittaisten tavoitteiden* ohjaamana
- ▶ Kurssilla ei ole koetta

- ▶ Kolmella ensimmäisellä viikolla ohjauksessa tai omatoimisesti tehtävät **laskarit**
  - ▶ palautetaan "internetiin"
- ▶ Viikolla 2 aloitetaan itsenäisesti tehtävä **harjoitustyö**
- ▶ Työtä edistetään pala palalta *viikoittaisten tavoitteiden* ohjaamana
- ▶ Kurssilla ei ole koetta
- ▶ Harjoitustyö tulee tehdä kurssin aikataulujen puitteissa
- ▶ Kesken jäänyttä harjoitustyötä ei voi jatkaa seuraavalla kurssilla (syksyllä 2020)
- ▶ Muista siis varata riittävästi aikaa (10-15h viikossa) koko periodin ajaksi!

# Luento, deadlinet ja ohjaus

- ▶ Kurssilla on vain yksi luento **nyt** eli tänään
- ▶ Laskareiden ja harjoitustyön välitavoitteiden viikoittaiset deadlinet *tiistaina klo 23:59*

# Luento, deadlinet ja ohjaus

- ▶ Kurssilla on vain yksi luento **nyt** eli tänään
- ▶ Laskareiden ja harjoitustyön välitavoitteiden viikoittaiset deadlinet *tiistaina klo 23:59*
- ▶ Paja salissa BK107

alku ma ti ke to pe



10 12 x x x x

14 x x

- ▶ Paja alkaa keskiviikkona 11.3

- ▶ Jaossa 60 pistettä jotka jakautuvat seuraavasti
  - ▶ Viikkodeadlinet 17p
    - ▶ osa viikkopisteistä tulee laskareista
  - ▶ Koodikatselmointi 2p
  - ▶ Dokumentaatio 10p
  - ▶ Testaus 7p
  - ▶ Lopullinen ohjelma 24p
    - ▶ laajuus, ominaisuudet ja koodin laatu
- ▶ Arvosanaan 1 riittää 30 pistettä, arvosanaan 5 tarvitaan noin 55 pistettä.
- ▶ Läpipääsyyn vaatimuksena on lisäksi vähintään 10 pistettä lopullisesta ohjelmasta

TEORIA

# Ohjelmistotuotanto

- ▶ Kun ollaan tekemässä suurempaa ohjelmistoa jonkun muun kuin koodarin itsensä käyttöön, tarvitaan systemaattinen työskentelymenetelmä
  - ▶ muuten riskinä mm. että lopputulos ei vastaa käyttäjän tarvetta

# Ohjelmistotuotanto

- ▶ Kun ollaan tekemässä suurempaa ohjelmistoa jonkun muun kuin koodarin itsensä käyttöön, tarvitaan systemaattinen työskentelymenetelmä
  - ▶ muuten riskinä mm. että lopputulos ei vastaa käyttäjän tarvetta
- ▶ Sovellettavasta menetelmästä riippumatta ohjelmiston systemaattinen kehittäminen, eli *ohjelmistotuotanto* (engl. software engineering) sisältää useita erilaisia aktiviteetteja/vaiheita
  - ▶ *vaatimusmäärittelyssä* selvitetään kuinka ohjelmiston halutaan toimivan
  - ▶ *suunnittelussa* mietitään, miten halutun kaltainen ohjelmisto tulisi rakentaa
  - ▶ *toteutusvaiheessa* määritelty ja suunniteltu ohjelmisto koodataan
  - ▶ *testauksen* tehtävä on varmistaa ohjelmiston laatu
    - ▶ ei ole liian buginen
    - ▶ toimii kuten vaatimusmäärittely sanoo
  - ▶ *ylläpitovaiheessa* ohjelmisto on jo käytössä ja siihen tehdään bugikorjauksia ja mahdollisia laajennuksia

- ▶ Kartoitetaan ohjelman tulevien käyttäjien tai tilaajan kanssa, mitä toiminnallisuutta ohjelmaan halutaan

- ▶ Kartoitetaan ohjelman tulevien käyttäjien tai tilaajan kanssa, mitä toiminnallisuutta ohjelmaan halutaan
- ▶ Ohjelman toiminnalle siis määritellään *asiakkaan vaatimukset*
- ▶ Tämän lisäksi kartoitetaan ohjelman toimintaympäristön ja toteutusteknologian järjestelmälle asettamia rajoitteita

# Vaatimusmäärittely

- ▶ Kartoitetaan ohjelman tulevien käyttäjien tai tilaajan kanssa, mitä toiminnallisuutta ohjelmaan halutaan
- ▶ Ohjelman toiminnalle siis määritellään *asiakkaan vaatimukset*
- ▶ Tämän lisäksi kartoitetaan ohjelman toimintaympäristön ja toteutusteknologian järjestelmälle asettamia rajoitteita
- ▶ Tuloksena on useimmiten jonkinlainen dokumentti, johon vaatimukset kirjataan
- ▶ Dokumentin muoto vaihtelee suuresti, se voi olla paksu mapillinen papereita tai vaikkapa joukko postit-lappuja



# Vaatimusten kirjaaminen

- ▶ On olemassa lukuisia tapoja dokumentoida vaatimuksen
- ▶ Kurssin ennen vuotta 2018 pidetyissä versioissa käyttäjien vaatimukset dokumentointiin *käyttötapauksina* (engl. use case)
  - ▶ tapa on jo vanhahtava ja olemme jo hylänneet sen sen
- ▶ Kurssilla *Ohjelmistotuotanto* tutustumme nykyään yleisesti käytössä oleviin *käyttäjätarinoihin* (engl. user story)

# Vaatimusten kirjaaminen

- ▶ On olemassa lukuisia tapoja dokumentoida vaatimuksen
- ▶ Kurssin ennen vuotta 2018 pidetyissä versioissa käyttäjien vaatimukset dokumentointiin *käyttötapauksina* (engl. use case)
  - ▶ tapa on jo vanhahtava ja olemme jo hylänneet sen sen
- ▶ Kurssilla *Ohjelmistotuotanto* tutustumme nykyään yleisesti käytössä oleviin *käyttäjätarinoihin* (engl. user story)
- ▶ Käytämme tällä kurssilla hieman kevyempää tapaa
- ▶ Kirjaamme järjestelmältä toivotun toiminnallisuuden vapaamuotoisena ranskalaisista viivoista koostuvana feature-listana

# Kurssin referenssisovellus: TodoApp

Osoitteesta <https://github.com/mluukkai/OtmTodoApp> löytyy sovellus, joka havainnollistaa monia kurssin asioita ja toimii myös mallina omalle harjoitustyölle

- ▶ *todoapp* eli sovellus, jonka avulla käyttäjien on mahdollista pitää kirjaa omista tekemättömistä töistä, eli *todoista*

Katsotaan esimerkkinä Todo-sovelluksen vaatimusmäärittelyä

# Kurssin referenssisovellus: TodoApp

Osoitteesta <https://github.com/mluukkai/OtmTodoApp> löytyy sovellus, joka havainnollistaa monia kurssin asioita ja toimii myös mallina omalle harjoitustyölle

- ▶ *todoapp* eli sovellus, jonka avulla käyttäjien on mahdollista pitää kirjaa omista tekemättömistä töistä, eli *todoista*

Katsotaan esimerkkinä Todo-sovelluksen vaatimusmäärittelyä

- ▶ Vaatimusmäärittely aloitetaan tunnistamalla järjestelmän erityyppiset *käyttäjäroolit*
- ▶ Todo-sovelluksesta tunnistetaan kaksi käyttäjäroolia
  - ▶ *normaalit käyttäjät*
  - ▶ laajemmilla oikeuksilla varustetut *ylläpitäjät*

# Kurssin referenssisovellus: TodoApp

Osoitteesta <https://github.com/mluukkai/OtmTodoApp> löytyy sovellus, joka havainnollistaa monia kurssin asioita ja toimii myös mallina omalle harjoitustyölle

- ▶ *todoapp* eli sovellus, jonka avulla käyttäjien on mahdollista pitää kirjaa omista tekemättömistä töistä, eli *todoista*

Katsotaan esimerkkinä Todo-sovelluksen vaatimusmäärittelyä

- ▶ Vaatimusmäärittely aloitetaan tunnistamalla järjestelmän erityyppiset *käyttäjäroolit*
- ▶ Todo-sovelluksesta tunnistetaan kaksi käyttäjäroolia
  - ▶ *normaalit käyttäjät*
  - ▶ laajemmilla oikeuksilla varustetut *ylläpitäjät*
- ▶ Kun sovelluksen käyttäjäroolit ovat selvillä, mietitään mitä toiminnallisuuksia kunkin käyttäjäroolin halutaan pystyvän tekemään sovelluksen avulla

# ToDoApp:in vaatimusmäärittely

- ▶ Todo-sovelluksen *normaalien käyttäjien* toiminnallisuuksia ovat esim. seuraavat
  - ▶ käyttäjä voi luoda järjestelmään käyttäjätunnuksen
  - ▶ käyttäjä voi kirjautua järjestelmään
  - ▶ kirjautumisen jälkeen käyttäjä näkee omat tekemättömät työt eli *todot*
  - ▶ kirjaantunut käyttäjä voi luoda uuden tehtävän eli *todon*
  - ▶ kirjaantunut käyttäjä voi merkitä *todon* tehdyksi, jolloin se häviää listalta

# ToDoApp:in vaatimusmäärittely

- ▶ Todo-sovelluksen *normaalien käyttäjien* toiminnallisuuksia ovat esim. seuraavat
  - ▶ käyttäjä voi luoda järjestelmään käyttäjätunnuksen
  - ▶ käyttäjä voi kirjautua järjestelmään
  - ▶ kirjautumisen jälkeen käyttäjä näkee omat tekemättömät työt eli *todot*
  - ▶ kirjaantunut käyttäjä voi luoda uuden tehtävän eli *todon*
  - ▶ kirjaantunut käyttäjä voi merkitä *todon* tehdyksi, jolloin se häviää listalta
- ▶ *Ylläpitäjän* toiminnallisuuksia esim. seuraavat
  - ▶ ylläpitäjä näkee tilastoja sovelluksen käytöstä
  - ▶ ylläpitäjä voi poistaa normaalin käyttäjätunnuksen

# Vaatimusmäärittely: toimintaympäristön rajoitteet, käyttöliittymä

- ▶ Ohjelmiston vaatimukseen kuuluvat myös *toimintaympäristön rajoitteet*
- ▶ Todo-sovellusta koskevat seuraavat rajoitteet:
  - ▶ ohjelmiston tulee toimia Linux- ja OSX-käyttöjärjestelmillä varustetuissa koneissa
  - ▶ tuteutetaan Java FX -kirjaston avulla
  - ▶ käyttäjien ja todojen tiedot talletetaan paikallisen koneen levyille

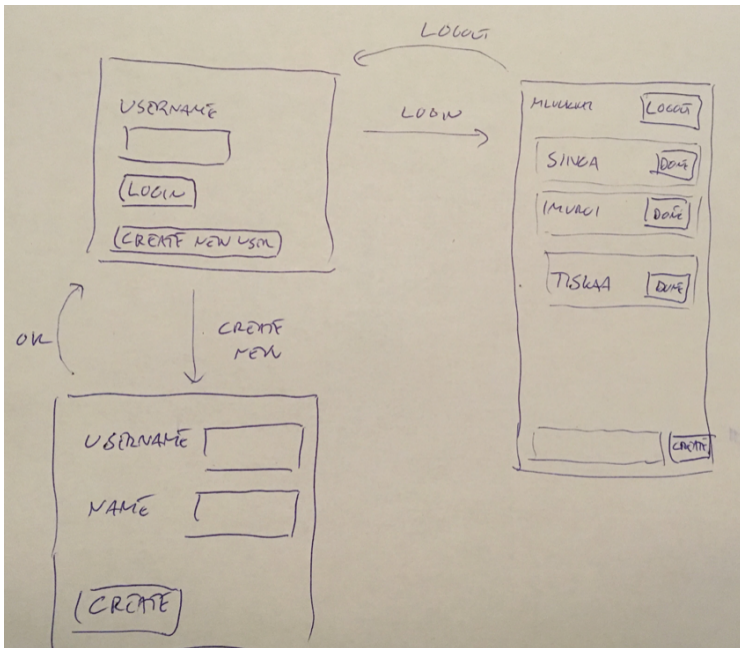


# Vaatimusmäärittely: toimintaympäristön rajoitteet, käyttöliittymä

- ▶ Ohjelmiston vaatimukseen kuuluvat myös *toimintaympäristön rajoitteet*
- ▶ Todo-sovellusta koskevat seuraavat rajoitteet:
  - ▶ ohjelmiston tulee toimia Linux- ja OSX-käyttöjärjestelmillä varustetuissa koneissa
  - ▶ tuteutetaan Java FX -kirjaston avulla
  - ▶ käyttäjien ja todojen tiedot talletetaan paikallisen koneen levyille
- ▶ Vaatimusmäärittelyn aikana hahmotellaan yleensä myös sovelluksen käyttöliittymä

Vaatimusten kirjaamisesta voi ottaa tarkemmin mallia sovelluksen GitHub-repositoriosta [https://github.com/mluukkai/Otm\\_TODOApp](https://github.com/mluukkai/Otm_TODOApp)

# Todo-sovelluksen käyttöliittymäluonnos



# Suunnittelu

- ▶ Ohjelmiston suunnittelu jakautuu yleensä kahteen erilliseen vaiheeseen

- ▶ Ohjelmiston suunnittelu jakautuu yleensä kahteen erilliseen vaiheeseen
- ▶ *Arkkitehtuurisuunnittelussa* määritellään ohjelman rakenne karkealla tasolla
  - ▶ mistä suuremmista rakennekomponenteista ohjelma koostuu
  - ▶ miten komponentit yhdistetään, eli minkälaisia komponenttien väliset rajapinnat ovat
  - ▶ mitä riippuvuuksia ohjelmalla on esim. ohjelmakirjastoihin, tietokantoihin ja ulkoisiin rajapintoihin

- ▶ Ohjelmiston suunnittelu jakautuu yleensä kahteen erilliseen vaiheeseen
- ▶ *Arkkitehtuuru suunnittelussa* määritellään ohjelman rakenne karkealla tasolla
  - ▶ mistä suuremmista rakennekomponenteista ohjelma koostuu
  - ▶ miten komponentit yhdistetään, eli minkälaisia komponenttien väliset rajapinnat ovat
  - ▶ mitä riippuvuuksia ohjelmalla on esim. ohjelmakirjastoihin, tietokantoihin ja ulkoisiin rajapintoihin
- ▶ Arkkitehtuuru suunnittelua tarkoittaa *oliosuunnittelu*, missä mietitään ohjelmiston yksittäisten komponenttien rakennetta
  - ▶ minkälaisista luokista komponentit koostuvat
  - ▶ miten luokat kutsuvat toistensa metodeja sekä mitä apukirjastoja ne käyttävät
- ▶ Myös ohjelmiston suunnittelu, erityisesti sen arkkitehtuuri dokumentoidaan usein jollain tavalla

# Testaus

- ▶ Toteutuksen yhteydessä ja sen jälkeen järjestelmää testataan
- ▶ Testausta on monentasoista
- ▶ *Yksikkötestauksessa* tutkitaan yksittäisten metodien ja luokkien toimintaa.
  - ▶ Yksikkötestauksen tekee usein testattavan komponentin ohjelmoija

# Testaus

- ▶ Toteutuksen yhteydessä ja sen jälkeen järjestelmää testataan
- ▶ Testausta on monentasoista
- ▶ *Yksikkötestauksessa* tutkitaan yksittäisten metodien ja luokkien toimintaa.
  - ▶ Yksikkötestauksen tekee usein testattavan komponentin ohjelmoija
- ▶ Kun erikseen ohjelmoidut luokat yhdistetään, suoritetaan *integraatiotestaus*
  - ▶ varmistetaan erillisten osien yhteentoimivuus
  - ▶ integraatiotestaus tapahtuu useimmiten ohjelmoijien toimesta

# Testaus

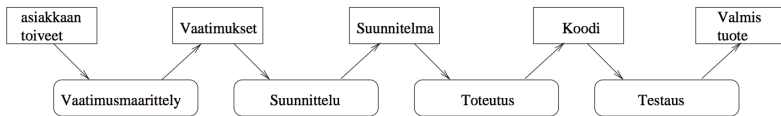
- ▶ Toteutuksen yhteydessä ja sen jälkeen järjestelmää testataan
- ▶ Testausta on monentasoista
- ▶ *Yksikkötestauksessa* tutkitaan yksittäisten metodien ja luokkien toimintaa.
  - ▶ Yksikkötestauksen tekee usein testattavan komponentin ohjelmoija
- ▶ Kun erikseen ohjelmoidut luokat yhdistetään, suoritetaan *integraatiotestaus*
  - ▶ varmistetaan erillisten osien yhteentoimivuus
  - ▶ integraatiotestaus tapahtuu useimmiten ohjelmoijien toimesta
- ▶ *Järjestelmätestauksessa* testataan ohjelmistoa kokonaisuutena ja verrataan, että se toimii vaatimusdokumentissa sovitun määritelmän mukaisesti
  - ▶ järjestelmätestaus suoritetaan ohjelman todellisen käyttöliittymän kautta ja saattaa tapahtua erillisen laadunhallintatiimin toimesta



- ▶ Ohjelmistoja on 70-luvulta asti tehty vaihe vaiheelta etenevän *vesiputousmallin* (engl. waterfall model) mukaan

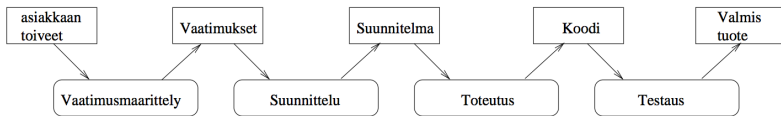
# Vesiputousmalli

- ▶ Ohjelmistoja on 70-luvulta asti tehty vaihe vaiheelta etenevän *vesiputousmallin* (engl. waterfall model) mukaan
- ▶ Vesiputousmallissa edellä esitellyt ohjelmistotuotannon vaiheet suoritetaan peräkkäin



# Vesiputousmalli

- ▶ Ohjelmistojä on 70-luvulta asti tehty vaihe vaiheelta etenevän *vesiputousmallin* (engl. waterfall model) mukaan
- ▶ Vesiputousmallissa edellä esitellyt ohjelmistotuotannon vaiheet suoritetaan peräkkäin



- ▶ Eri vaiheet ovat yleensä erillisten tiimien tekemiä
- ▶ Edellyttää perusteellista ja raskasta dokumentaatiota

# Vesiputousmallin ongelmat

- ▶ Mallin toimivuus perustuu siihen oletukseen, että vaatimukset pystytään määrittelemään täydellisesti etukäteen

# Vesiputousmallin ongelmat

- ▶ Mallin toimivuus perustuu siihen oletukseen, että vaatimukset pystytään määrittelemään täydellisesti etukäteen
- ▶ Näin ei useinkaan ole
  - ▶ On mahdotonta, että asiakkaat osaisivat tyhjentävästi ilmaista kaikki ohjelmistolle asettamansa vaatimukset
  - ▶ Vasta käyttäessään valmista ohjelmistoa asiakkaat alkavat ymmärtää, mitä he haluavat
  - ▶ Vaikka vaatimukset olisivat kunnossa laatimishetkellä, toimintaympäristö voi muuttua ja valmistuessaan ohjelmisto on vanhentunut

# Vesiputousmallin ongelmat

- ▶ Mallin toimivuus perustuu siihen oletukseen, että vaatimukset pystytään määrittelemään täydellisesti etukäteen
- ▶ Näin ei useinkaan ole
  - ▶ On mahdotonta, että asiakkaat osaisivat tyhjentävästi ilmaista kaikki ohjelmistolle asettamansa vaatimukset
  - ▶ Vasta käyttäessään valmista ohjelmistoa asiakkaat alkavat ymmärtää, mitä he haluavat
  - ▶ Vaikka vaatimukset olisivat kunnossa laatimishetkellä, toimintaympäristö voi muuttua ja valmistuessaan ohjelmisto on vanhentunut
- ▶ Toinen suuri ongelma on myöhään aloitettava testaus
  - ▶ Erityisesti integraatiotestauksessa löytyy usein pahoja ongelmia, joiden korjaaminen on hidasta ja kallista

# Ketterä ohjelmistokehitys

- ▶ Vesiputousmallin heikkoudet ovat johtaneet 2000-luvun alun jälkeen *ketterien (engl. agile) menetelmien* käyttöönottoon
- ▶ Ketterä ohjelmistokehityksen alussa kartoitetaan pääpiirteissään ohjelmiston vaatimuksia ja hahmotellaan ohjelmiston alustava arkkitehtuuri

# Ketterä ohjelmistokehitys

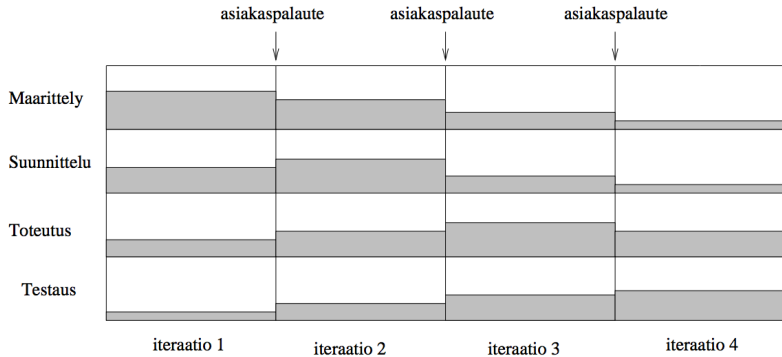
- ▶ Vesiputousmallin heikkoudet ovat johtaneet 2000-luvun alun jälkeen *ketterien* (*engl. agile*) *menetelmien* käyttöönottoon
- ▶ Ketterä ohjelmistokehityksen alussa kartoitetaan pääpiirteissään ohjelmiston vaatimuksia ja hahmotellaan ohjelmiston alustava arkkitehtuuri
- ▶ Tämän jälkeen suoritetaan useita *iteraatioita* (joista käytetään yleisesti myös nimitystä sprintti), joiden aikana ohjelmistoa rakennetaan pala palalta eteenpäin
- ▶ Kussakin iteraatiossa suunnitellaan ja toteutetaan valmiiksi pieni osa ohjelmiston vaatimuksista



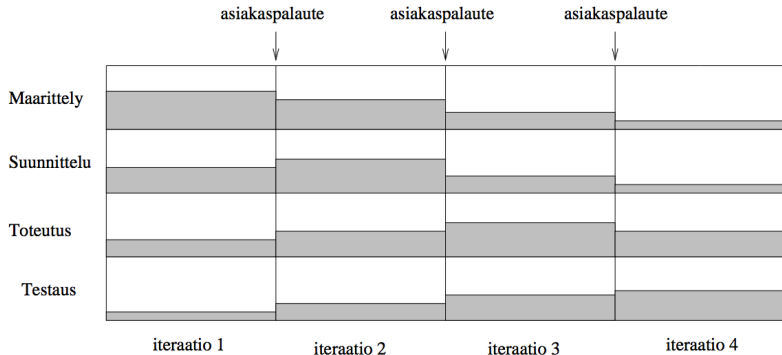
# Ketterä ohjelmistokehitys

- ▶ Vesiputousmallin heikkoudet ovat johtaneet 2000-luvun alun jälkeen *ketterien (engl. agile) menetelmien* käyttöönottoon
- ▶ Ketterä ohjelmistokehityksen alussa kartoitetaan pääpiirteissään ohjelmiston vaatimuksia ja hahmotellaan ohjelmiston alustava arkkitehtuuri
- ▶ Tämän jälkeen suoritetaan useita *iteraatioita* (joista käytetään yleisesti myös nimitystä sprintti), joiden aikana ohjelmistoa rakennetaan pala palalta eteenpäin
- ▶ Kussakin iteraatiossa suunnitellaan ja toteutetaan valmiiksi pieni osa ohjelmiston vaatimuksista
- ▶ Asiakas pääsee kokeilemaan ohjelmistoa jokaisen iteraation jälkeen
- ▶ Voidaan jo aikaisessa vaiheessa todeta, onko kehitystyö etenemässä oikeaan suuntaan
- ▶ Vaatimuksia voidaan tarvittaessa tarkentaa ja muuttaa

# Ketterä ohjelmistokehitys



# Ketterä ohjelmistokehitys



Teemme kurssin harjoitustyötä ketterässä hengessä viikon mittaisilla iteraatioilla

TYÖKALUJA

# Työkaluja

- ▶ Tarvitsemme ohjelmistokehityksessä suuren joukon käytännön työkaluja.
- ▶ Komentorivi ja versionhallinta
  - ▶ olet jo ehkä käyttänyt muilla kursseilla komentoriviä ja git-versionhallintaa
  - ▶ molemmat ovat tärkeässä roolissa ohjelmistokehityksessä
  - ▶ harjoitellaan viikon 1 laskareissa

- ▶ Tarvitsemme ohjelmistokehityksessä suuren joukon käytännön työkaluja.
- ▶ Komentorivi ja versionhallinta
  - ▶ olet jo ehkä käyttänyt muilla kursseilla komentoriviä ja git-versionhallintaa
  - ▶ molemmat ovat tärkeässä roolissa ohjelmistokehityksessä
  - ▶ harjoitellaan viikon 1 laskareissa
- ▶ Maven
  - ▶ Olet todennäköisesti ohjelmoinut Javaa NetBeansilla ja tottunut painamaan “vihreää nappia” tai “mustaa silmää”
  - ▶ tutkimme kurssilla hieman miten Javalla tehdyn ohjelmiston *hallinnointi* tapahtuu NetBeansin “ulkopuolella”
    - ▶ koodin kääntäminen, koodin sekä testin suorittaminen ja koodin paketoiminen NetBeansin ulkopuolella suoritettavissa olevaksi jar-paketiksi
  - ▶ Java-projektien hallinnointiin on olemassa muutamia vaihtoehtoja, käytämme joillekin TiKaPesta tuttua *mavenia*

- ▶ Ohjelmistojen testaus tapahtuu nykyään ainakin yksikkö- ja integraatiotestien osalta automatisoitujen testityökalujen toimesta




- ▶ Ohjelmistojen testaus tapahtuu nykyään ainakin yksikkö- ja integraatiotestien osalta automatisoitujen testityökalujen toimesta
- ▶ Java-maailmassa testausta dominoi lähes yksinvaltiaan tavoin JUnit
- ▶ Tulet kurssin ja myöhempienkin opintojesi aikana kirjoittamaan paljon JUnit-testejä
- ▶ Viikon 2 laskareissa harjoitellaan JUnitin perusteita



- ▶ Automaattisten testien lisäksi koodille voidaan määritellä erilaisia automaattisesti tarkastettavia tyyllillisiä sääntöjä
- ▶ Näiden avulla ylläpidetään koodin luettavuutta ja varmistetaan, että koodi noudateta samoja tyyllillisiä konventioita
- ▶ Käytämme kurssilla tarkoitukseen *Checkstyle*-nimistä työkalua

- ▶ Automaattisten testien lisäksi koodille voidaan määritellä erilaisia automaattisesti tarkastettavia tyyllillisiä sääntöjä
- ▶ Näiden avulla ylläpidetään koodin luettavuutta ja varmistetaan, että koodi noudateta samoja tyyllillisiä konventioita
- ▶ Käytämme kurssilla tarkoitukseen *Checkstyle*-nimistä työkalua
- ▶ Ohjelmoinnin perusteet ja jatkokurssi käyttivät Checkstyleä valvomaan ohjelman sisennystä
- ▶ Kurssilla kontrolloimme mm. muuttujien nimentää, sulkumerkkien sijoittelua ja välilyönnin käytön systemaattisuutta

- ▶ Osa ohjelmiston dokumentointia on lähdekoodin luokkien julkisten metodien kuvaus
- ▶ Javassa lähdekoodi dokumentoidaan käyttäen *JavaDoc*-työkalua
- ▶ Dokumentointi tapahtuu kirjoittamalla koodin yhteyteen sopivasti muotoiltuja kommentteja

```
5  
6
7
8
9  
10
11
12
13  
14
```

```
/**
 * Uuden todon lisääminen kirjautuneena olevalle käyttäjälle
 *
 * @param   content   luotavan todon sisältö
 *
 * @return  true jos todon luominen onnistuu, muuten false
 */

public boolean createTodo(String content) {
    Todo todo = new Todo(content, loggedIn);
}
```

## Sovelluksen JavaDocia voi tarkastella selaimen avulla

All Classes

### Packages

todoapp.dao  
todoapp.domain  
todoapp.ui

### All Classes

FileTodoDao  
FileUserDao  
Main  
Todo  
TodoDao  
TodoService  
User  
UserDao

OVERVIEW
PACKAGE
CLASS
USE
TREE
DEPRECATED
INDEX
HELP

PREV PACKAGE
NEXT PACKAGE
FRAMES
NO FRAMES

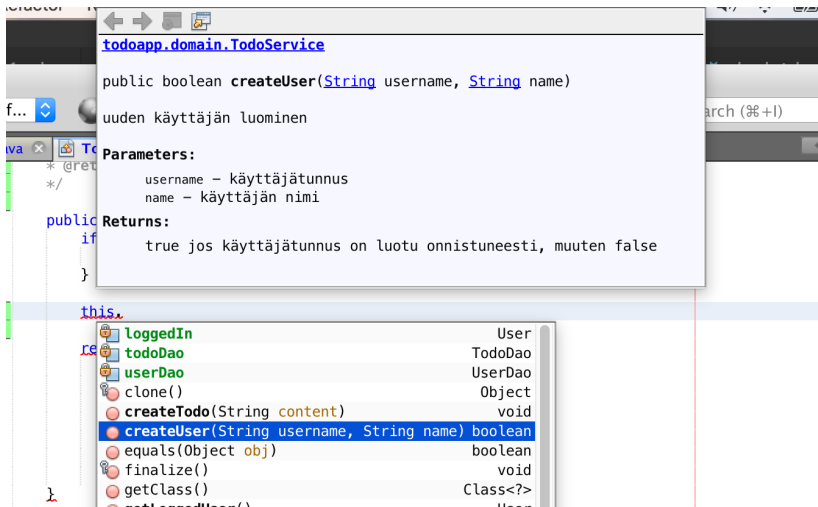
## Package todoapp.domain

Class Summary

Class	Description
<b>Todo</b>	Yksittäistä työtä kuvaava luokka
<b>TodoService</b>	Sovelluslogiikasta vastaava luokka
<b>User</b>	Järjestelmän käyttäjää edustava luokka

OVERVIEW
PACKAGE
CLASS
USE
TREE
DEPRECATED
INDEX
HELP

NetBeans osaa näyttää ohjelmoimissa koodiin määritellyn JavaDocin



UML

- ▶ Ohjelmistojen dokumentoinnissa ja suunnittelun tukena tarvitaan usein jonkinlaisia ohjelman rakennetta ja toimintaa havainnollistavia kaavioita

# UML ja dokumentointi

- ▶ Ohjelmistojen dokumentoinnissa ja suunnittelun tukena tarvitaan usein jonkinlaisia ohjelman rakennetta ja toimintaa havainnollistavia kaavioita
- ▶ *UML* eli *Unified Modeling Language* on 1997 standardoitu olio-ohjelmistojen mallintamiseen tarkoitettu mallinnuskieli
- ▶ UML sisältää 13 erilaista kaaviotyyppiä
- ▶ UML oli aikoinaan todella suosittu, nyt sen suosio on hiipumaan päin, muutama tärkein kaaviotyyppi kannattaa kuitenkin osata



# UML ja dokumentointi

- ▶ Ohjelmistojen dokumentoinnissa ja suunnittelun tukena tarvitaan usein jonkinlaisia ohjelman rakennetta ja toimintaa havainnollistavia kaavioita
- ▶ *UML* eli *Unified Modeling Language* on 1997 standardoitu olio-ohjelmistojen mallintamiseen tarkoitettu mallinnuskieli
- ▶ UML sisältää 13 erilaista kaaviotyyppiä
- ▶ UML oli aikoinaan todella suosittu, nyt sen suosio on hiipumaan päin, muutama tärkein kaaviotyyppi kannattaa kuitenkin osata
- ▶ Käytämme kurssilla luokka-, pakkaus- ja sekvenssikaavioita

# Luokkakaaviot

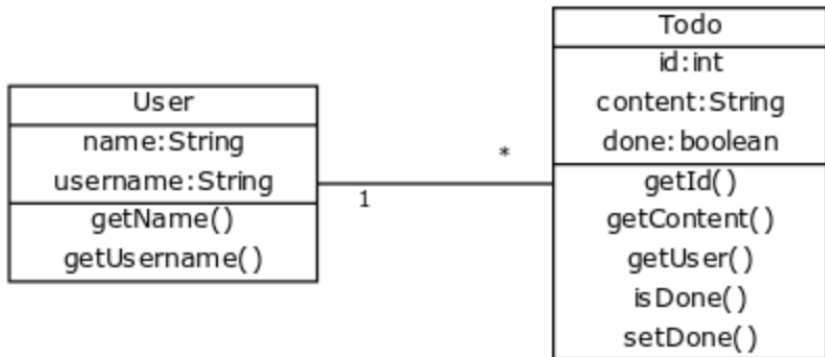
- ▶ Kurssin Tietokantojen perusteet aiemmista versioista tuttujen *luokkakaavioiden* käyttötarkoitus on luokkien ja niiden välisten suhteiden kuvailu
- ▶ Todo-sovelluksen oleellista tietosisältöä kuvaavat luokat

```
public class User {  
    private String name;  
    private String username;  
    // ...  
}
```

```
public class Todo {  
    private int id;  
    private String content;  
    private boolean done;  
    private User user;  
    // ...  
}
```

# Todo-sovelluksen tietosisällön luokkakaavio

- ▶ Yhdellä käyttäjällä voi olla montaa Todoa
- ▶ Todo liittyy aina yhteen käyttäjään



# Todo-sovelluksen tietosisällön luokkakaavio

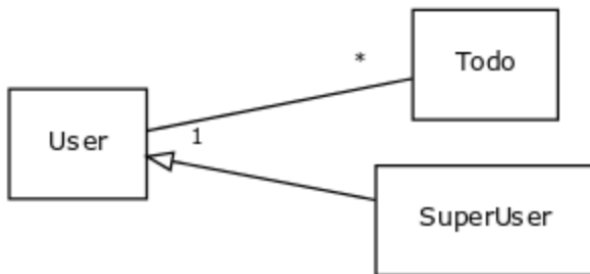
- Yleensä ei ole mielekästä kuvata luokkia tällä tarkkuudella, eli **luokkakaavioihin riittää merkitä luokan nimi**



- Kaaviota parempi paikka metodien kuvaamiselle on koodiin liittyvä JavaDoc-dokumentaatio

# Rajapinnan toteutus ja perintä luokkakaaviossa

- ▶ Jos Todo-sovelluksessa olisi normaalin käyttäjän eli luokan *User* perivä ylläpitäjää kuvaava luokka *SuperUser*, merkattaisiin se luokkakaavioon seuraavasti

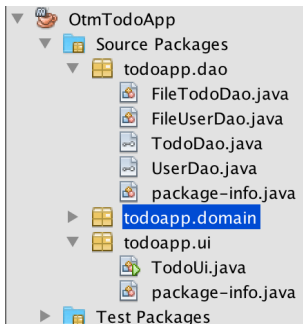


- ▶ Rajapinnan toteutus merkitään samalla tavalla eli valkoisella nuolenpäällä

- ▶ Ohjelmiston korkeamman tason rakenne näkyy yleensä siinä miten koodi on jaettu *pakkauksiin*

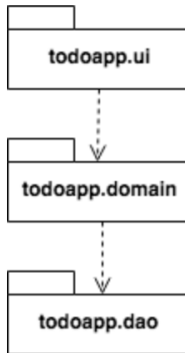
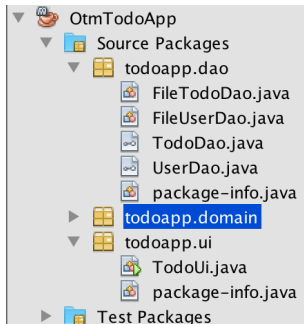
# Pakkauskaavio

- ▶ Ohjelmiston korkeamman tason rakenne näkyy yleensä siinä miten koodi on jaettu *pakkauksiin*
- ▶ Todo-sovelluksen koodi on sijoitettu *pakkauksiin* seuraavasti:



# Pakkauskaavio

- Pakkausrakenne voidaan kuvata UML:ssä pakkauskaaviolla



- Pakkausten välille on merkitty riippuvuus jos pakkauksen luokat käyttävät toisen pakkauksen luokkia



# Toiminnallisuuden kuvaaminen

- ▶ Luokka- ja pakkauskaaviot kuvaavat ohjelman rakennetta
- ▶ Ohjelman toiminta ei kuitenkaan tule niistä ilmi millään tavalla

# Toiminnallisuuden kuvaaminen

- ▶ Luokka- ja pakkauskaaviot kuvaavat ohjelman rakennetta
- ▶ Ohjelman toiminta ei kuitenkaan tule niistä ilmi millään tavalla
- ▶ Esim. Ohpen Unicafe-tehtävä



- ▶ Vaikka kaavioon on nyt merkitty metodien nimet, ei ohjelman toimintalogiikka selviä kaaviosta
- ▶ Esim. mitä tapahtuu, kun maksukortilla jolla on rahaa 3 euroa, ostetaan edullinen lounas?

# Sekvenssikaavio

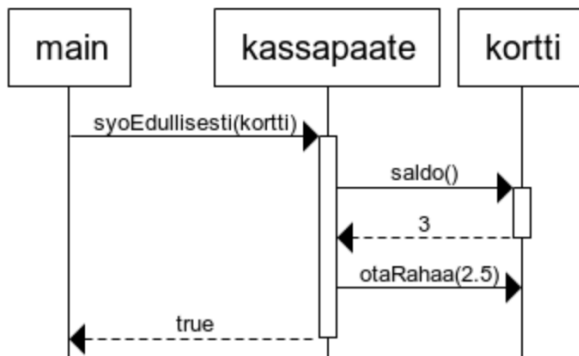
- ▶ Kehitetty alunperin kuvaamaan verkossa olevien ohjelmien keskinäisen kommunikoinnin etenemistä
- ▶ Sopivat jossain määrin kuvaamaan, miten ohjelman oliot kutsuvat toistensa metodeja suorituksen aikana

# Sekvenssikaavio

Mitä tapahtuu, kun maksukortilla jolla on rahaa 3 euroa, ostataan edullinen lounas?

```
public boolean syoEdullisesti(Maksukortti kortti) {  
    if (kortti.saldo() < EDULLISEN_HINTA) {  
        return false;  
    }  
  
    kortti.otaRahaa(EDULLISEN_HINTA);  
    this.edulliset++;  
    return true;  
}
```

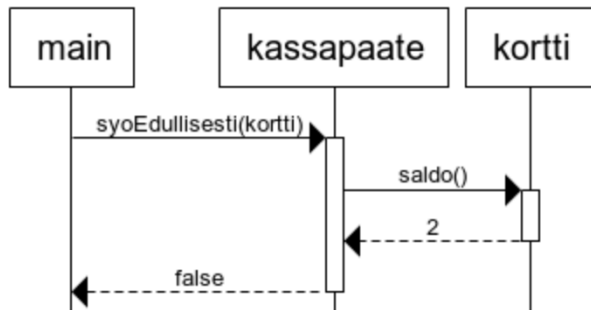
# Onnistunut ostos sekvenssikaaviona



- ▶ Oliot ovat laatikoita joista lähtee alas “elämänlanka”
- ▶ Aika etenee ylhäältä alas
- ▶ Metodikutsut ovat nuolia, jotka yhdistävää kutsuvan ja kutsutun olion elämänlangat
- ▶ Paluuarvo merkitään katkoviivalla

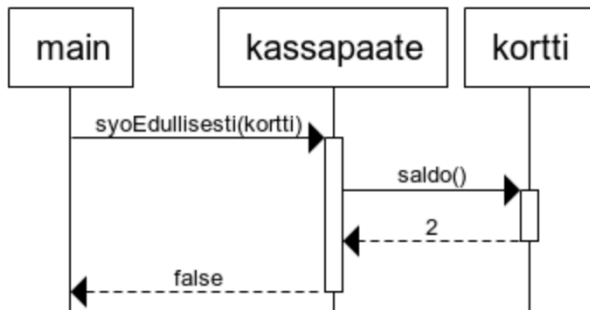
# Epäonnistunut ostos sekvenssikaaviona

Mitä tapahtuu, jos maksukortin saldo on 2 euroa, eli vähemmän kuin lounaan hinta:



# Epäonnistunut ostos sekvenssikaaviona

Mitä tapahtuu, jos maksukortin saldo on 2 euroa, eli vähemmän kuin lounaan hinta:



- ▶ Sekvenssikaaviot kuvaavat siis yksittäistä tapahtumasarjaa
- ▶ Toiminnallisuuden kuvaamiseen tarvitaankin yleensä useampi sekvenssikaavio



# HARJOITUSTYÖ

- ▶ Kurssin pääpainon muodostaa viikolla 2 aloitettava harjoitustyö
- ▶ Harjoitustyössä toteutetaan itsenäisesti ohjelmisto omavalintaisesta aiheesta
- ▶ Tavoitteena on soveltaa ja syventää ohjelmoinnin perus- ja jatkokursseilla opittuja taitoja ja harjoitella tiedon omatoimista etsimistä
- ▶ Harjoitustyötä tehdään itsenäisesti, mutta tarjolla on runsaasti pajaohjausta

# Työn eteneminen

- ▶ Edetään viikottaisten tavoitteiden mukaan
- ▶ Työ on saatava valmiiksi kurssin aikana ja sitä on toteutettava tasaisesti, muuten kurssi katsotaan keskeytetyksi
- ▶ Samaa ohjelmaa ei voi jatkaa seuraavalla kurssilla (eli syksyllä 2020), vaan työ on aloitettava uudella aiheella alusta

# Työn eteneminen

- ▶ Edetään viikottaisten tavoitteiden mukaan
- ▶ Työ on saatava valmiiksi kurssin aikana ja sitä on toteutettava tasaisesti, muuten kurssi katsotaan keskeytetyksi
- ▶ Samaa ohjelmaa ei voi jatkaa seuraavalla kurssilla (eli syksyllä 2020), vaan työ on aloitettava uudella aiheella alusta
- ▶ Koko kurssin arvostelu perustuu pääasiassa harjoitustyöstä saataviin pisteisiin
- ▶ Osa pisteistä kertyy viikoittaisten välitavoitteiden kautta, osa taas perustuu työn lopulliseen palautukseen

- ▶ Harjoitustyön ohjelmointikieli on Java
- ▶ Ohjelmakoodin muuttujat, luokat ja metodit **kirjoitetaan englanniksi**
- ▶ Dokumentaatio voidaan kirjoittaa joko suomeksi tai englanniksi

- ▶ Harjoitustyön ohjelmointikieli on Java
- ▶ Ohjelmakoodin muuttujat, luokat ja metodit **kirjoitetaan englanniksi**
- ▶ Dokumentaatio voidaan kirjoittaa joko suomeksi tai englanniksi
- ▶ Web-sovelluksia kurssilla ei sallita
  - ▶ Sovelluksessa voi toki olla webissä toimivia komponentteja, mutta sovelluksen käyttöliittymän tulee olla ns. desktop-sovellus

# Ohjelman toteutus

- ▶ Toteutus etenee “iteratiivisesti ja inkrementaalisesti”
  - ▶ Heti ensimmäisellä viikolla toteutetaan pieni käyttökelpoinen osa toiminnallisuudesta
  - ▶ ohjelman ydin pidetään koko ajan toimivana, uutta toiminnallisuutta lisäten, kunnes tavoiteltu laajuus on saavutettu
- ▶ Ohjelman rakenteeseen kannattaa kysyä vinkkejä pajasta, sekä ottaa mallia Ohjelmoinnin jatkokurssilta sekä kurssisivuilta löytyvistä vihjeistä

# Ohjelman toteutus

- ▶ Toteutus etenee “iteratiivisesti ja inkrementaalisesti”
  - ▶ Heti ensimmäisellä viikolla toteutetaan pieni käyttökelpoinen osa toiminnallisuudesta
  - ▶ ohjelman ydin pidetään koko ajan toimivana, uutta toiminnallisuutta lisäten, kunnes tavoiteltu laajuus on saavutettu
- ▶ Ohjelman rakenteeseen kannattaa kysyä vinkkejä pajasta, sekä ottaa mallia Ohjelmoinnin jatkokurssilta sekä kurssisivuilta löytyvistä vihjeistä
- ▶ Iteratiiviseen tapaan tehdä ohjelma liittyy kiinteästi automatisoitu testaus
- ▶ Uutta toiminnallisuutta lisättäessä ja vanhaa muokatessa täytyy varmistua, että kaikki vanhat ominaisuudet toimivat edelleen
- ▶ Jotta ohjelmaa pystyisi testaamaan, on tärkeää että sovelluslogiikkaa ei kirjoiteta käyttöliittymän sekaan



# Ohjelman toteutus

- ▶ Toteutus etenee “iteratiivisesti ja inkrementaalisesti”
  - ▶ Heti ensimmäisellä viikolla toteutetaan pieni käyttökelpoinen osa toiminnallisuudesta
  - ▶ ohjelman ydin pidetään koko ajan toimivana, uutta toiminnallisuutta lisäten, kunnes tavoiteltu laajuus on saavutettu
- ▶ Ohjelman rakenteeseen kannattaa kysyä vinkkejä pajasta, sekä ottaa mallia Ohjelmoinnin jatkokurssilta sekä kurssisivuilta löytyvistä vihjeistä
- ▶ Iteratiiviseen tapaan tehdä ohjelma liittyy kiinteästi automatisoitu testaus
- ▶ Uutta toiminnallisuutta lisättäessä ja vanhaa muokatessa täytyy varmistua, että kaikki vanhat ominaisuudet toimivat edelleen
- ▶ Jotta ohjelmaa pystyisi testaamaan, on tärkeää että sovelluslogiikkaa ei kirjoiteta käyttöliittymän sekaan
- ▶ Graafiseen käyttöliittymään suositellaan JavaFX:ää
- ▶ Tiedon talletus joko tiedostoon tai tietokantaan suositeltavaa

# Ohjelman toteutus

- ▶ Tavoitteena on tuottaa ohjelma, joka voitaisiin antaa toiselle opiskelijalle ylläpidettäväksi ja täydennettäväksi
  - ▶ koodin on siis oltava ymmärrettävää ja jatkokehityksen mahdollistavaa
- ▶ Lopullisessa palautuksessa on oltava lähdekoodin lisäksi dokumentaatio ja automaattiset testit sekä jar-tiedosto, joka mahdollistaa ohjelman suorittamisen NetBeansin ulkopuolella
- ▶ Toivottava dokumentaation taso käy ilmi referenssisovelluksesta <https://github.com/mluukkai/OtmTodoApp>

# Hyvän aiheen ominaisuudet

- ▶ **Itseäsi kiinnostava aihe**
- ▶ Riittävän mutta ei liian laaja
  - ▶ Vältä eppisiä aiheita, aloita riittävän pienestä
  - ▶ Valitse aihe, jonka perustoiminnallisuuden saa toteutettua nopeasti, mutta jota saa myös laajennettua helposti
  - ▶ Hyvässä aiheessa on muutamia logiikkaluokkia, tiedostojen tai tietokannan käsittelyä ja sovelluslogiikasta eriytetty käyttöliittymä

# Hyvän aiheen ominaisuudet

- ▶ **Itseäsi kiinnostava aihe**
- ▶ Riittävän mutta ei liian laaja
  - ▶ Vältä eepisiä aiheita, aloita riittävän pienestä
  - ▶ Valitse aihe, jonka perustoiminnallisuuden saa toteutettua nopeasti, mutta jota saa myös laajennettua helposti
  - ▶ Hyvässä aiheessa on muutamia logiikkaluokkia, tiedostojen tai tietokannan käsittelyä ja sovelluslogiikasta eriytetty käyttöliittymä
- ▶ Kurssilla pääpaino on
  - ▶ Toimivuus ja varautuminen virhetilanteisiin
  - ▶ Luokkien vastuut
  - ▶ Ohjelman selkeä rakenne
  - ▶ Laajennettavuus ja ylläpidettävyys

# Hyvän aiheen ominaisuudet

- ▶ **Itseäsi kiinnostava aihe**
- ▶ Riittävän mutta ei liian laaja
  - ▶ Vältä eepisiä aiheita, aloita riittävän pienestä
  - ▶ Valitse aihe, jonka perustoiminnallisuuden saa toteutettua nopeasti, mutta jota saa myös laajennettua helposti
  - ▶ Hyvässä aiheessa on muutamia logiikkaluokkia, tiedostojen tai tietokannan käsittelyä ja sovelluslogiikasta eriytetty käyttöliittymä
- ▶ Kurssilla pääpaino on
  - ▶ Toimivuus ja varautuminen virhetilanteisiin
  - ▶ Luokkien vastuut
  - ▶ Ohjelman selkeä rakenne
  - ▶ Laajennettavuus ja ylläpidettävyys
- ▶ **Tällä kurssilla ei ole tärkeää:**
  - ▶ Tekoäly
  - ▶ Grafiikka
  - ▶ Tietoturva
  - ▶ Tehokkuus

# Huonon aiheen ominaisuuksia

- ▶ Kannattaa yrittää välttää aiheita, joissa pääpaino on tiedon säilömisessä tai liian monimutkaisessa käyttöliittymässä
- ▶ Paljon tietoa säilövät, esim. yli 3 tietokantataulua tarvitsevat sovellukset sopivat yleensä paremmin kurssille  
Tietokantasovellus
- ▶ Käyttöliittymäkeskeisissä aiheissa (esim. tekstieditori) voi olla vaikea keksiä sovelluslogiikkaa, joka on enemmän tämän kurssin painopiste

- ▶ Hyötyohjelmat
  - ▶ Aritmetiikan harjoittelua
  - ▶ Tehtävägeneraattori, joka antaa käyttäjälle tehtävän sekä mallivastauksen (esim. matematiikkaa, fysiikkaa, kemiaa, ...)
  - ▶ Code Snippet Manageri
  - ▶ Laskin, funktiolaskin, graafinen laskin
  - ▶ Budjetointisovellus
  - ▶ Opintojen seurantasovellus
  - ▶ HTML WYSIWYG-editor (What you see is what you get)

# Esimerkkejä aiheista

- ▶ Reaaliaikaiset pelit
  - ▶ Tetris
  - ▶ Pong
  - ▶ Pacman
  - ▶ Tower Defence
  - ▶ Asteroids
  - ▶ Space Invaders
  - ▶ Yksinkertainen tasohyppypeli, esimerkiksi The Impossible Game



# Esimerkkejä aiheista

- ▶ Vuoropohjaiset pelit
  - ▶ Tammi
  - ▶ Yatzy
  - ▶ Miinaharava
  - ▶ Laivanupotus
  - ▶ Yksinkertainen roolipeli tai luolastoseikkailu
  - ▶ Sudoku
  - ▶ Muistipeli
  - ▶ Ristinolla (mielivaltaisen kokoisella ruudukolla?)

# Esimerkkejä aiheista

- ▶ Korttipelit
  - ▶ En Garde
  - ▶ Pasiassi
  - ▶ UNO
  - ▶ Texas Hold'em
- ▶ Omaan tieteenalaan, sivuaineeseen tai harrastukseen liittyvät hyötyohjelmat
  - ▶ Yksinkertainen fysiikkasimulaattori
  - ▶ DNA-ketjujen tutkija
  - ▶ Keräilykorttien hallintajärjestelmä
  - ▶ Fraktaaligeneraattori

# Arvosteluperusteet tarkemmin

- ▶ Kurssin maksimi on 60 pistettä
- ▶ Ennen loppupalautusta jaossa 19 pistettä
  - ▶ Viikkodeadlinet 17p
  - ▶ Koodikatselmointi 2p

# Arvosteluperusteet tarkemmin

- ▶ Kurssin maksimi on 60 pistettä
- ▶ Ennen loppupalautusta jaossa 19 pistettä
  - ▶ Viikkodeadlinet 17p
  - ▶ Koodikatselmointi 2p
- ▶ Loppupalautus ratkaise 41 pisteen kohtalon
  - ▶ Dokumentaatio 12p
  - ▶ Testaus 5p
  - ▶ Lopullinen ohjelma 24p
    - ▶ Laajuus, ominaisuudet ja koodin laatu

# Arvosteluperusteet tarkemmin

- ▶ Kurssin maksimi on 60 pistettä
- ▶ Ennen loppupalautusta jaossa 19 pistettä
  - ▶ Viikkodeadlinet 17p
  - ▶ Koodikatselmointi 2p
- ▶ Loppupalautus ratkaise 41 pisteen kohtalon
  - ▶ Dokumentaatio 12p
  - ▶ Testaus 5p
  - ▶ Lopullinen ohjelma 24p
    - ▶ Laajuus, ominaisuudet ja koodin laatu
- ▶ Arvosanaan 1 riittää 30 pistettä, arvosanaan 5 tarvitaan noin 55 pistettä
- ▶ Läpipääsyyn vaatimuksena on lisäksi vähintään 10 pistettä lopullisesta ohjelmasta

# Harjoitustyön vaikutus kurssipisteisiin

Ohjelman pisteet jakautuvat seuraavasti

- ▶ käyttöliittymä 4p
  - ▶ 0p yksinkertainen tekstikäyttöliittymä
  - ▶ 1-2p monimutkainen tekstikäyttöliittymä
  - ▶ 2-3p yksinkertainen graafinen käyttöliittymä
  - ▶ 4p laaja graafinen käyttöliittymä

# Harjoitustyön vaikutus kurssipisteisiin

Ohjelman pisteet jakautuvat seuraavasti

- ▶ käyttöliittymä 4p
  - ▶ 0p yksinkertainen tekstikäyttöliittymä
  - ▶ 1-2p monimutkainen tekstikäyttöliittymä
  - ▶ 2-3p yksinkertainen graafinen käyttöliittymä
  - ▶ 4p laaja graafinen käyttöliittymä
- ▶ tiedon pysyväistalletus 4p
  - ▶ 0p ei pysyväistalletusta
  - ▶ 1-2p tiedosto
  - ▶ 3-4p tietokanta
  - ▶ 3-4p internet

# Harjoitustyön vaikutus kurssipisteisiin

Ohjelman pisteet jakautuvat seuraavasti

- ▶ käyttöliittymä 4p
  - ▶ 0p yksinkertainen tekstikäyttöliittymä
  - ▶ 1-2p monimutkainen tekstikäyttöliittymä
  - ▶ 2-3p yksinkertainen graafinen käyttöliittymä
  - ▶ 4p laaja graafinen käyttöliittymä
- ▶ tiedon pysyväistalletus 4p
  - ▶ 0p ei pysyväistalletusta
  - ▶ 1-2p tiedosto
  - ▶ 3-4p tietokanta
  - ▶ 3-4p internet
- ▶ sovelluslogiikan kompleksisuus 3p
- ▶ ohjelman laajuus 5p



# Harjoitustyön vaikutus kurssipisteisiin

Ohjelman pisteet jakautuvat seuraavasti

- ▶ käyttöliittymä 4p
  - ▶ 0p yksinkertainen tekstikäyttöliittymä
  - ▶ 1-2p monimutkainen tekstikäyttöliittymä
  - ▶ 2-3p yksinkertainen graafinen käyttöliittymä
  - ▶ 4p laaja graafinen käyttöliittymä
- ▶ tiedon pysyväistalletus 4p
  - ▶ 0p ei pysyväistalletusta
  - ▶ 1-2p tiedosto
  - ▶ 3-4p tietokanta
  - ▶ 3-4p internet
- ▶ sovelluslogiikan kompleksisuus 3p
- ▶ ohjelman laajuus 5p
- ▶ ulkoisten kirjastojen hyödyntäminen 1p
- ▶ suorituskelpoinen jar-tiedosto 1p
- ▶ koodin laatu 6p

# Harjoitustyön toimivuus

- ▶ Koneiden konfiguraatioissa on eroja, ja tällä kurssilla *ei riitä* että hajoitustyössä tekemäsi sovellus toimii vain omalla koneellasi

# Harjoitustyön toimivuus

- ▶ Koneiden konfiguraatioissa on eroja, ja tällä kurssilla *ei riitä* että hajoitustyössä tekemäsi sovellus toimii vain omalla koneellasi
- ▶ Harjoitustyösi pitää pystyä joka viikko suorittamaan, kääntämään ja testaamaan komentoriviltä käsin laitoksen linux-koneilla (tai uusimmat päivitykset sisältävällä cubbli-linuxilla)
  - ▶ muussa tapauksessa työtä ei tarkasteta ja menetät viikon/loppupalautuksen pisteet
- ▶ Varminta käyttää Javan versiota 11

# Harjoitustyön toimivuus

- ▶ Koneiden konfiguraatioissa on eroja, ja tällä kurssilla *ei riitä* että hajoitustyössä tekemäsi sovellus toimii vain omalla koneellasi
- ▶ Harjoitustyösi pitää pystyä joka viikko suorittamaan, kääntämään ja testaamaan komentoriviltä käsin laitoksen linux-koneilla (tai uusimmat päivitykset sisältävällä cubbli-linuxilla)
  - ▶ muussa tapauksessa työtä ei tarkasteta ja menetät viikon/loppupalautuksen pisteet
- ▶ Varminta käyttää Javan versiota 11
- ▶ Pääset testaamaan ohjelmaasi laitoksen koneella myös kotoa käsin käyttämällä etätyöpöytää  
<https://helpdesk.it.helsinki.fi/ohjeet/tietokone-ja-tulostaminen/tyoasemapalvelu/etakaytettavat-tyopoydat-vdi-ja-vmware>

# Koodin laatuvaatimukset

- ▶ Kurssin tavoitteena on, että tuotoksesi voisi ottaa kuka tahansa kaverisi tai muu opiskelija ylläpidettäväksi ja laajennettavaksi
- ▶ Lopullisessa palautuksessa tavoitteena on *Clean code* eli selkeä, ylläpidettävä ja toimivaksi testattu koodi