

Ohjelmistotekniikka

Matti Luukkainen, Kalle Ilves ja 12 ohjaajaa

15.3.2022

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

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

- ▶ Tutustutaan ohjelmistokehityksen periaatteisiin sekä menetelmiin ja sovelletaan niitä toteuttamalla pienehkö harjoitustyö
- ▶ Kurssi osa *aineopintoja*
- ▶ Pakollisina *esitietoina*
 - ▶ Ohjelmoinnin jatkokurssi
 - ▶ Tietokantojen perusteet
- ▶ Hyödyllinen esitieto: Tietokone työvälineenä
- ▶ Kurssimateriaali
 - ▶ <https://ohjelmistotekniikka-hy.github.io/>

- ▶ Kolmella ensimmäisellä viikolla ohjauksessa tai omatoimisesti tehtävät **laskarit**
 - ▶ palautetaan "internettiin"

- ▶ 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 (keväällä 2022)
- ▶ Muista siis varata riittävästi aikaa (10-15h viikossa) koko periodin ajaksi!

Luento, deadlinet ja ohjaus

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

Luento, deadlinet ja ohjaus

- ▶ Kurssilla on vain yksi luento
- ▶ Laskareiden ja harjoitustyön välitavoitteiden viikoittaiset deadlinet *tiistaina klo 23:59*
- ▶ Pajaa kampuksella (BK107)
 - ▶ ma 14-16
 - ▶ ke 14-16
- ▶ Pajaa zoomissa
 - ▶ to 14-16
- ▶ Myös kurssin *Discordissa* voi kysellä apua ongelmatilanteissa, erityisesti klo 9-16

- ▶ Jaossa 60 pistettä jotka jakautuvat seuraavasti
 - ▶ Viikkodeadlinet 17p
 - ▶ osa viikkopisteistä tulee laskareista
 - ▶ Koodikatselmointi 2p
 - ▶ Dokumentaatio 12p
 - ▶ Automatisoitu testaus 5p
 - ▶ Lopullinen ohjelma 24p
 - ▶ laajuus, ominaisuudet ja koodin laatu

- ▶ Jaossa 60 pistettä jotka jakautuvat seuraavasti
 - ▶ Viikkodeadlinet 17p
 - ▶ osa viikkopisteistä tulee laskareista
 - ▶ Koodikatselmointi 2p
 - ▶ Dokumentaatio 12p
 - ▶ Automatisoitu 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

TEORIA

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

- ▶ Kun ollaan tekemässä suurempaa ohjelmistoa jonkun muun kuin koodarin itsensä käyttöön, tarvitaan systemaattinen työskentelymenetelmä
 - ▶ muuten riskinä mm. että lopputulos ei vastaa käyttäjän tarvetta
- ▶ Menetelmästä riippumatta ohjelmiston systemaattinen kehittäminen, eli *ohjelmistotuotanto* (engl. software engineering) sisältää useita erilaisia aktiviteetteja/vaiheita

Ohjelmistotuotanto

- ▶ Kun ollaan tekemässä suurempaa ohjelmistoa jonkun muun kuin koodarin itsensä käyttöön, tarvitaan systemaattinen työskentelymenetelmä
 - ▶ muuten riskinä mm. että lopputulos ei vastaa käyttäjän tarvetta
- ▶ Menetelmästä riippumatta ohjelmiston systemaattinen kehittäminen, eli *ohjelmistotuotanto* (engl. software engineering) sisältää useita erilaisia aktiviteetteja/vaiheita
 - ▶ *vaatimusmäärittelyä*
 - ▶ *suunnittelu*
 - ▶ *toteutus*
 - ▶ *testaus*
 - ▶ *ylläpito*

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

- ▶ Kartoitetaan ohjelman tulevien käyttäjien tai tilaajan kanssa, mitä toiminnallisuutta ohjelmaan halutaan
- ▶ Tämän lisäksi kartoitetaan ohjelman toimintaympäristön ja toteutusteknologian järjestelmälle asettamia rajoitteita

- ▶ Kartoitetaan ohjelman tulevien käyttäjien tai tilaajan kanssa, mitä toiminnallisuutta ohjelmaan halutaan
- ▶ Tämän lisäksi kartoitetaan ohjelman toimintaympäristön ja toteutusteknologian järjestelmälle asettamia rajoitteita
- ▶ Tuloksena jonkinlainen dokumentti, johon vaatimukset kirjataan
- ▶ Dokumentin muoto vaihtelee: paksu mapillinen papereita tai joukko postit-lappuja tai ...

- ▶ On olemassa lukuisia tapoja dokumentoida vaatimuksen

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

<https://github.com/ohjelmistotekniikka-hy/python-todo-app>
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

<https://github.com/ohjelmistotekniikka-hy/python-todo-app>
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

- ▶ Aloitetaan tunnistamalla järjestelmän *käyttäjäroolit*
- ▶ Todo-sovelluksella kaksi käyttäjäroolia
 - ▶ *normaalit käyttäjät*
 - ▶ laajemmilla oikeuksilla varustetut *ylläpitäjät*

Kurssin referenssisovellus: TodoApp

<https://github.com/ohjelmistotekniikka-hy/python-todo-app>
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

- ▶ Aloitetaan tunnistamalla järjestelmän *käyttäjäroolit*
- ▶ Todo-sovelluksella kaksi käyttäjäroolia
 - ▶ *normaalit käyttäjät*
 - ▶ laajemmilla oikeuksilla varustetut *ylläpitäjät*
- ▶ Mietitään mitä toiminnallisuuksia kunkin käyttäjärooli tarvitsee

ToDoApp:in vaatimusmäärittely

- ▶ Todo-sovelluksen *normaalien käyttäjien* toiminnallisuuden 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

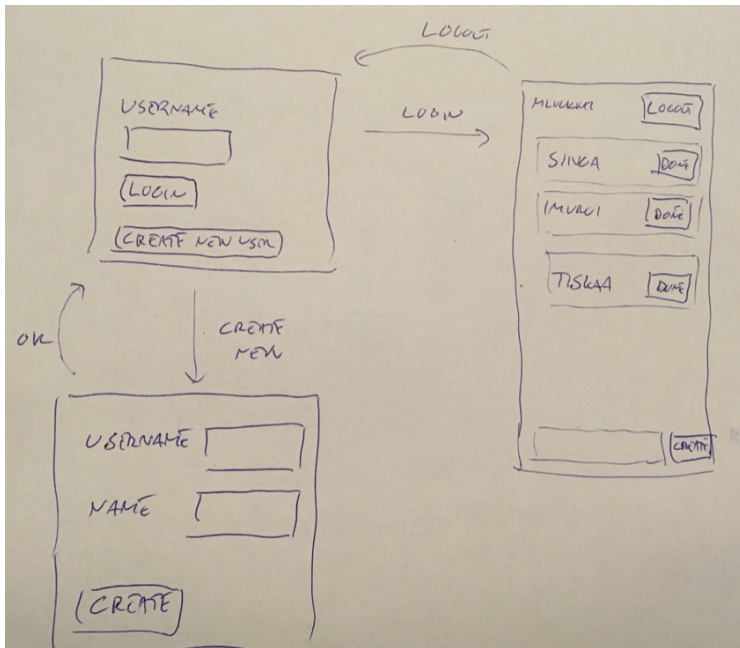
Vaatimusmäärittely: toimintaympäristön rajoitteet, käyttöliittymä

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

Todo-sovelluksen käyttöliittymäluonnos



- ▶ Suunnittelu jakautuu kahteen erilliseen vaiheeseen

- ▶ Suunnittelu jakautuu 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

- ▶ Suunnittelu jakautuu 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*
 - ▶ minkälaisista luokista komponentit koostuvat
 - ▶ miten luokat kutsuvat toistensa metodeja sekä mitä apukirjastoja ne käyttävät
- ▶ Myös ohjelmiston suunnittelu, erityisesti sen arkkitehtuuri dokumentoidaan

Testaus

- ▶ Toteutuksen yhteydessä ja sen jälkeen järjestelmää testataan
- ▶ Testausta on monentasoista

Testaus

- ▶ Toteutuksen yhteydessä ja sen jälkeen järjestelmää testataan
- ▶ Testausta on monentasoista
- ▶ *Yksikkötestauksessa* tutkitaan yksittäisten metodien ja luokkien toimintaa.
 - ▶ ohjelmoijan vastuulla

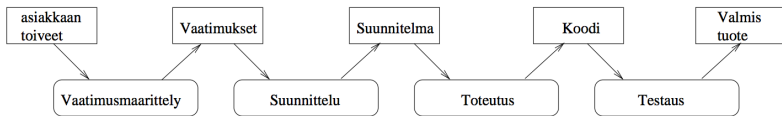
- ▶ Toteutuksen yhteydessä ja sen jälkeen järjestelmää testataan
- ▶ Testausta on monentasoista
- ▶ *Yksikkötestauksessa* tutkitaan yksittäisten metodien ja luokkien toimintaa.
 - ▶ ohjelmoijan vastuulla
- ▶ Kun erikseen ohjelmoidut luokat yhdistetään, suoritetaan *integraatiotestaus*
 - ▶ varmistetaan erillisten osien yhteentoimivuus
 - ▶ ohjelmoijan vastuulla

- ▶ Toteutuksen yhteydessä ja sen jälkeen järjestelmää testataan
- ▶ Testausta on monentasoista
- ▶ *Yksikkötestauksessa* tutkitaan yksittäisten metodien ja luokkien toimintaa.
 - ▶ ohjelmoijan vastuulla
- ▶ Kun erikseen ohjelmoidut luokat yhdistetään, suoritetaan *integraatiotestaus*
 - ▶ varmistetaan erillisten osien yhteentoimivuus
 - ▶ ohjelmoijan vastuulla
- ▶ *Järjestelmätestauksessa* testataan ohjelmistoa kokonaisuutena: toimiiko se vaatimusdokumentin mukaisesti
 - ▶ suoritetaan ohjelman todellisen käyttöliittymän kautta
 - ▶ saattaa tapahtua erillisen laadunhallintatiimin toimesta

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

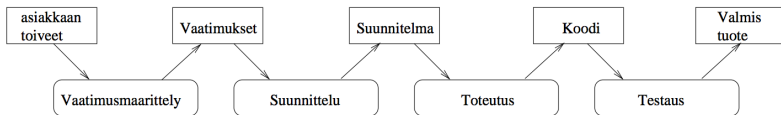
Vesiputousmalli

- ▶ 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
 - ▶ Asiakkaat eivät osaa ilmaista kaikki ohjelmistolle asettamansa vaatimukset
 - ▶ Vasta käyttäessään valmista ohjelmistoa asiakkaat ymmärtää, mitä he haluavat
 - ▶ Vaikka vaatimukset kunnossa laatimishetkellä, toimintaympäristö voi muuttua ja valmistuessaan ohjelmisto on vanhentunut

Vesiputousmallin ongelmat

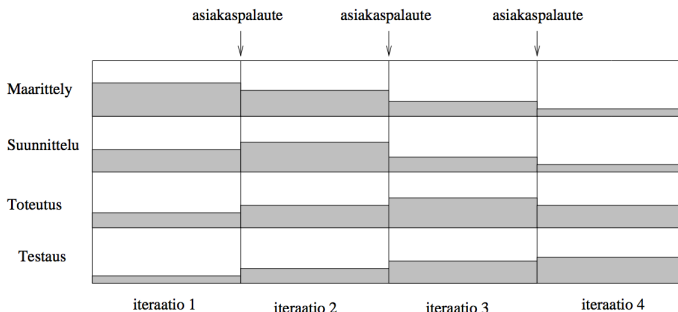
- ▶ Mallin toimivuus perustuu siihen oletukseen, että vaatimukset pystytään määrittelemään täydellisesti etukäteen
- ▶ Näin ei useinkaan ole
 - ▶ Asiakkaat eivät osaa ilmaista kaikki ohjelmistolle asettamansa vaatimukset
 - ▶ Vasta käyttäessään valmista ohjelmistoa asiakkaat ymmärtää, mitä he haluavat
 - ▶ Vaikka vaatimukset 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

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

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

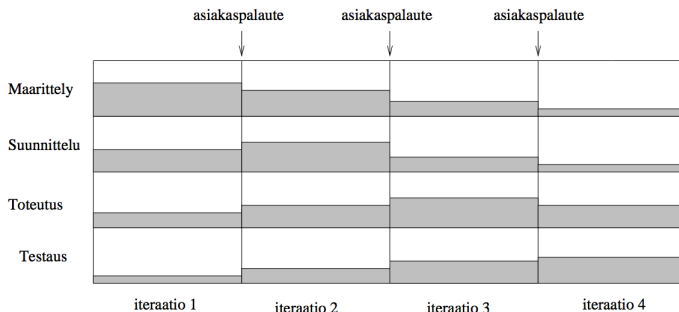
Ketterä ohjelmistokehitys

- ▶ 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

- ▶ Asiakas pääsee kokeilemaan ohjelmistoa jokaisen iteraation jälkeen
- ▶ Voidaan jo aikaisessa vaiheessa todeta, onko kehitystyö etenemässä oikeaan suuntaan
- ▶ Vaatimuksia voidaan tarvittaessa tarkentaa ja muuttaa



Kurssin harjoitustyö 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

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
- ▶ poetry ja invoke
 - ▶ Olet todennäköisesti ohjelmoinut Pythonia VS codella ja tottunut suorittamaan ohjelman ja testit “nappia painamalla”
 - ▶ tutkimme kurssilla hieman miten Pythonilla tehdyn ohjelmiston *hallinnointi* tapahtuu VS coden ulkopuolella
 - ▶ tarvittavien kirjastojen lataaminen, koodin sekä testin suorittaminen
 - ▶ Python-projektien hallinnointiin on olemassa muutamia vaihtoehtoja, käytössämme *poetry* ja *invoke*

- ▶ Ohjelmistojen testaus tapahtuu nykyään automatisoitujen testityökalujen toimesta

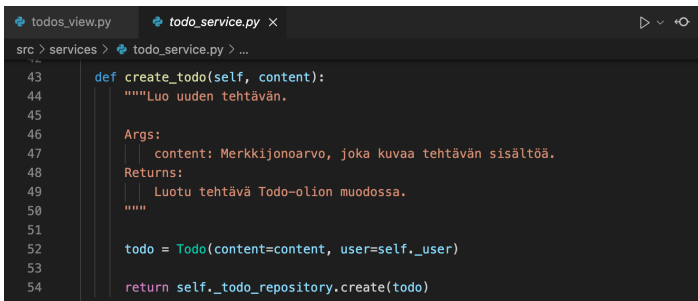
- ▶ Ohjelmistojen testaus tapahtuu nykyään automatisoitujen testityökalujen toimesta
- ▶ unittest eräs pythonin automatisoidun testauksen työkaluista
- ▶ Tulet kurssin ja myöhempienkin opintojesi aikana kirjoittamaan paljon automatisoituja testejä
- ▶ Viikon 2 laskareissa harjoitellaan Unittestin perusteita

- ▶ Automaattisten testien lisäksi koodille voidaan määritellä erilaisia automaattisesti tarkastettavia tyylillisiä sääntöjä
 - ▶ ylläpidetään koodin luettavuutta ja varmistetaan, että koodi noudateta samoja tyylillisiä konventioita

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

- ▶ Automaattisten testien lisäksi koodille voidaan määritellä erilaisia automaattisesti tarkastettavia tyylillisiä sääntöjä
 - ▶ ylläpidetään koodin luettavuutta ja varmistetaan, että koodi noudateta samoja tyylillisiä konventioita
- ▶ Käytämme kurssilla tarkoitukseen *pylint*-nimistä työkalua
- ▶ pylintin avulla kontrolloimme mm. muuttujien nimentää, sulkumerkkien sijoittelua ja välilyönnin käytön systemaattisuutta

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



```
src > services > todo_service.py > ...
43 def create_todo(self, content):
44     """Luo uuden tehtävän.
45
46     Args:
47         content: Merkkijonoarvo, joka kuvaa tehtävän sisältöä.
48     Returns:
49         Luotu tehtävä Todo-olion muodossa.
50     """
51
52     todo = Todo(content=content, user=self._user)
53
54     return self._todo_repository.create(todo)
```

UML

- ▶ Dokumentoinnissa ja suunnittelun tukena tarvitaan ohjelman rakennetta ja toimintaa havainnollistavia kaavioita

UML ja dokumentointi

- ▶ Dokumentoinnissa ja suunnittelun tukena tarvitaan 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

- ▶ Dokumentoinnissa ja suunnittelun tukena tarvitaan 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

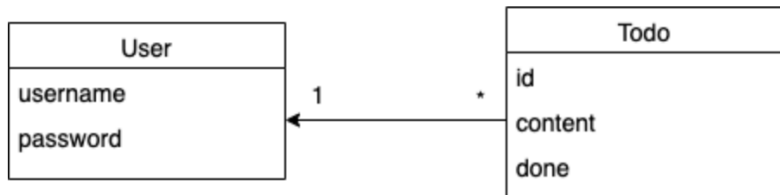
- ▶ Kurssin Tietokantojen perusteista tuttujen *luokkakaavioiden* käyttötarkoitus on luokkien ja niiden välisten suhteiden kuvailu
- ▶ Todo-sovelluksen oleellista tietosisältöä kuvaavat luokat

```
class Todo:
    def __init__(self, content, done=False, user):
        self.content = content
        self.done = done
        self.user = user
        self.id = str(uuid.uuid4())
```

```
class User:
    def __init__(self, username, password):
        self.username = username
        self.password = password
```

Todo-sovelluksen tietosisällön luokkakaavio

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



Todo-sovelluksen tietosisällön luokkakaavio

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

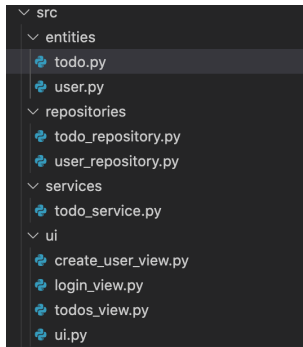


- Kaaviota parempi paikka esim. metodien kuvaamiselle on koodiin liittyvä docstring

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

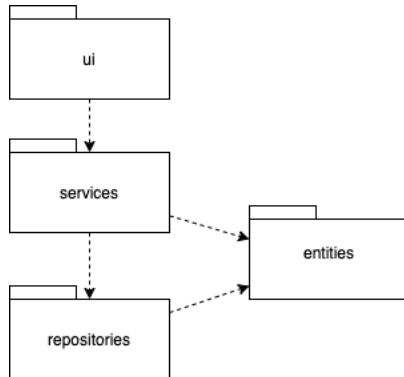
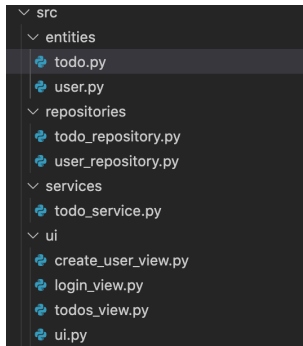
Pakkauskaavio

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



Pakkauskaavio

- ▶ Hakemistorakenne voidaan kuvata UML:ssä *pakkauskaaviolla*



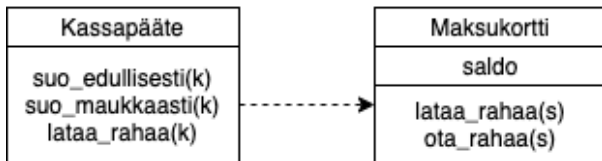
- ▶ Pakkausten välille on merkitty riippuvuus jos pakkauksen luokat käyttävät toisen pakkauksen luokkia

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, ostetaan edullinen lounas?

Sekvenssikaavio

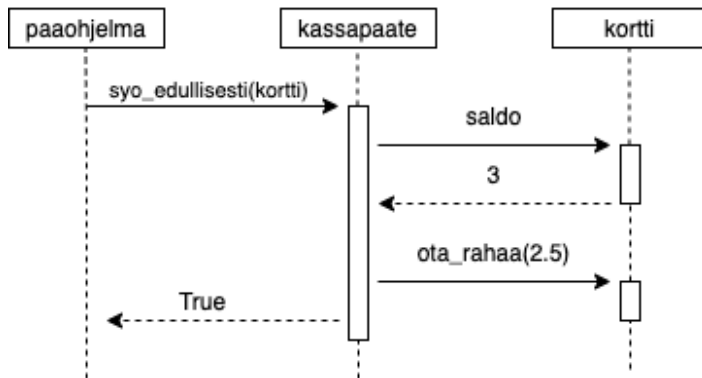
Mitä tapahtuu, kun maksukortilla jolla on rahaa 3 euroa, ostetaan edullinen lounas?

```
class Kassapaate:
    def __init__(self):
        self.EDULLISEN_HINTA = 2.5

    def syo_edullisesti(self, kortti: Maksukortti):
        if kortti.saldo < self.EDULLISEN_HINTA:
            return False

        kortti.ota_rahaa(self.EDULLISEN_HINTA):
        self.edulliset += 1
        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

HARJOITUSTYÖ

- ▶ Kurssin pääpainon muodostaa viikolla 2 aloitettava harjoitustyö
- ▶ Harjoitustyössä toteutetaan itsenäisesti ohjelmisto omavalintaisesta aiheesta
- ▶ Harjoitustyötä tehdään itsenäisesti, mutta tarjolla on pajaohjausta
- ▶ Pajaa kampuksella
 - ▶ ma 14-16 (BK107)
 - ▶ ke 14-16 (BK107)
 - ▶ to 14-16 (zoom)

Älä plagioi

- ▶ Kurssilla seurataan Helsingin yliopiston opintokäytäntöjä
- ▶ Plagiarismi ja opintovilppi, eli esimerkiksi netissä olevien tai kaverilta saatujen vastausten kopiointi ja niiden palauttaminen omana työnä on kiellettyä
- ▶ Todettu opintovilppi johtaa kurssisuorituksen hylkäämiseen ja toistuva opintovilppi voi johtaa opinto-oikeuden määräaikaiseen menettämiseen

Työn eteneminen

- ▶ Edetään viikottaisten tavoitteiden mukaan
- ▶ Työ on saatava valmiiksi kurssin aikana ja sitä on toteutettava tasaisesti, muuten kurssi katsotaan keskeytetyksi

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 2022), 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 2022), 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 Python tai Java
- ▶ Ohjelmakoodin muuttujat, luokat ja metodit **kirjoitetaan englanniksi**
- ▶ Dokumentaatio voidaan kirjoittaa joko suomeksi tai englanniksi

- ▶ Harjoitustyön ohjelmointikieli on Python tai 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 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
- ▶ Iteratiiviseen tapaan tehdä ohjelma liittyy kiinteästi automatisoitu testaus
- ▶ Uutta toiminnallisuutta lisättäessä ja vanhaa muokatessa täytyy varmistua, että kaikki vanhat ominaisuudet toimivat edelleen

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
- ▶ 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
- ▶ 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 Pythonilla Tkinteriä tai Pygamea ja Javalla 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

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 Java-sovelluksissa jar-tiedosto

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 Java-sovelluksissa jar-tiedosto
- ▶ Toivottava dokumentaation taso käy ilmi referenssisovelluksesta <https://github.com/ohjelmistotekniikka-hy/python-todo-app>

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 Java-sovelluksissa jar-tiedosto
- ▶ Toivottava dokumentaation taso käy ilmi referenssisovelluksesta <https://github.com/ohjelmistotekniikka-hy/python-todo-app>
- ▶ Voit ottaa mallia referenssisovelluksen dokumentaatiosta mutta **älä cöpypastea**, se johtaa hylkäämiseen

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 automatisoidusti testattu koodi

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 automatisoidusti testattu koodi
- ▶ Jos käytät Pygamea, tyyli *ei voi olla sama* kuin Ohjelmoinnin jatkokurssin pygamemateriaalissa
 - ▶ ks <https://ohjelmistotekniikka-hy.github.io/python/pygame>

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 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
- ▶ 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 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
 - ▶ Automatisoitu 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
 - ▶ Automatisoitu 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 4p

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 4p
- ▶ ulkoisten kirjastojen hyödyntäminen 1p
- ▶ release / suorituskelpoinen jar-tiedosto 1p
- ▶ koodin laatu 5p
- ▶ virheiden käsittely 2p

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

Harjoitustyön toimivuus

- ▶ Koneiden konfiguraatioissa on eroja, ja tällä kurssilla *ei riitä* että harjoitustyössä 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 harjoitustyössä 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