

# Ohjelmistotekniikan menetelmät

Luento 5, 24.11.

# **Olioiden pysyväistallennus**

# Olioiden talletus tietokantaan

- Käsittelimme viime viikolla olioiden pysyväistallennusta MongoDB-tietokantaan Morphia-kirjaston avulla
- Periaatteena se, että oliot talletetaan avain-arvo-pareista koostuvaksi *JSON-dokumenteiksi*, saman luokan oliot omaan *kokoelmaansa*

```
{  
  nimi: "Arto Vihavainen",  
  opnro: "012345687",  
  puh: "040-1234567",  
  osoite: {  
    katu: "Mannerheimintie 10 A 1",  
    postinumero: "00100"  
  },  
  suoritukset: [ "ohpe", "ohja", "tikape" ],  
}
```

- Morphia edellyttää, että tallennettava luokka *annotoidaan* sopivasti

**@Entity**

```
public class Opiskelija {
```

**@Id**

```
  private ObjectId id;
```

```
  // ...
```

# Tietokantaoperaatiot

- Tietokannan käsittelyä varten tarvitaan *Datastore*-tyyppinen olio

```
Datastore store = new Morphia().createDatastore( ... );
```

- Olion tallentaminen kantaan:

```
Opiskelija arto = new Opiskelija("Arto", "012345678", 2001, 401);  
arto.lisaaSuorius("ohpe");  
arto.lisaaSuorius("ohja");  
store.save(arto);
```

- Tietokantakyselyt *Query<Luokka>*-olion avulla

```
Query<Opiskelija> query = store.createQuery(Opiskelija.class);
```

- Jokaista erilaista kyselyä varten tarvitaan oma kyselyolio
- Hakuehdot liitetään kyselyyn ja pyydetään kyselyltä tuloksena olevat oliot tai olio

```
Opiskelija arto = query.field("nimi").equal("Arto Vihavainen").get();
```

```
List<Opiskelija> uudet = query.field("aloitusvuosi").greaterThan(2010).asList();
```

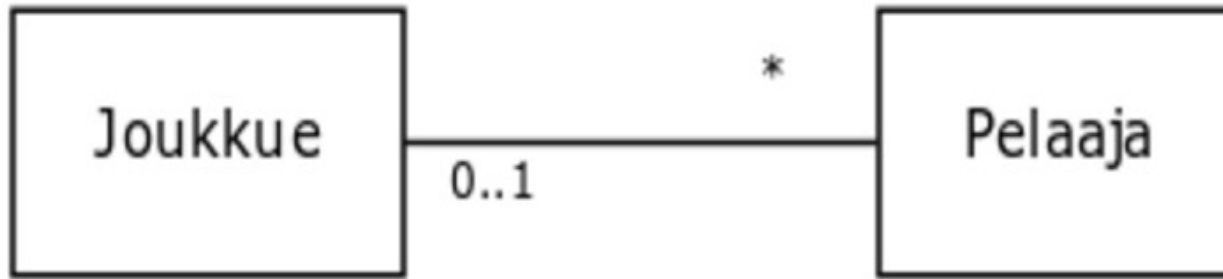
```
query.and(  
    query.criteria("aloitusvuosi").lessThan(1999),  
    query.criteria("opintopisteita").lessThan(200)
```

```
)
```

```
List<Opiskelija> laiskat = query.asList();
```

# Dokumenttien väliset yhteydet

- Joukkueeseen kuuluu useita pelaajia ja pelaaja on vain yhdessä joukkueessa kerrallaan eli *yhden suhde moneen*



- Useita vaihtoehtoisia tapoja yhteyden toteuttamiseen
  - pelaajien *sisällytys* joukkueisiin
  - pelaajat omana kokoelmana, joukkueista *viite* (eli käytännössä Mongon generoima id) pelaajiin
- Kumpi ratkaisu parempi: riippuu käyttötarkoituksesta!
- Jos pelaajiin on vain viite joukkueista, kyselyä *etsi joukkue, jonka pelaajien maalimäärä suurin* ei pystytä tekemään tietokantatasolla
  - MongoDB ei tule liitoskyselyjä
  - Operaatio suoritettava kannasta ladatuilla olioilla

# Dokumenttien väliset yhteydet: olioiden sisällytys

- Joukkueen ja pelaajan koodi

@Entity

```
public class Joukkue {
```

@Id

```
    ObjectId id;
```

```
    private String nimi;
```

**@Embedded**

```
    private ArrayList<Pelaaja> pelaajat;
```

```
}
```

```
public class Pelaaja {
```

```
    String nimi;
```

```
    int maaleja;
```

```
}
```

- Pelaajaoliot on tallennettu joukkueiden sisälle

```
{
```

```
    _id: ObjectId("5640ee842c2066422682baa6"),
```

```
    className: "com.mycompany.morphia.Joukkue",
```

```
    nimi: "HJK",
```

```
    pelaajat: [
```

```
        { nimi: "Antti", maaleja: 7 },
```

```
        { nimi: "Arto", maaleja: 3 }
```

```
    ]
```

```
}
```

- Pelaajat voidaan hakea kannasta ainoastaan hakemalla kaikki joukkueet

# Dokumenttien väliset yhteydet: pelaajatunnisteet joukkueeseen

- Myös pelaaja merkitään kantaan tallennettavaksi

@Entity

```
public class Joukkue {
```

```
    @Id
```

```
    ObjectId id;
```

```
    private String nimi;
```

```
    @Reference
```

```
    private ArrayList<Pelaaja> pelaajat;
```

```
}
```

@Entity

```
public class Pelaaja {
```

```
    @Id
```

```
    ObjectId id;
```

```
    private String nimi;
```

```
    private int maaleja;
```

```
}
```

- Pelaajat tallentuvat omaan kokoelmaan ja joukkueet ainoastaan viittaavat pelaajiin

```
{
```

```
  _id: ObjectId("5641d80580905f5706e0220d"),
```

```
  className: "com.mycompany.morphia.Joukkue",
```

```
  nimi: "IFK",
```

```
  pelaajat: [
```

```
    { $ref: "Pelaaja", $id: ObjectId("5641d80580905f5706e0220e") },
```

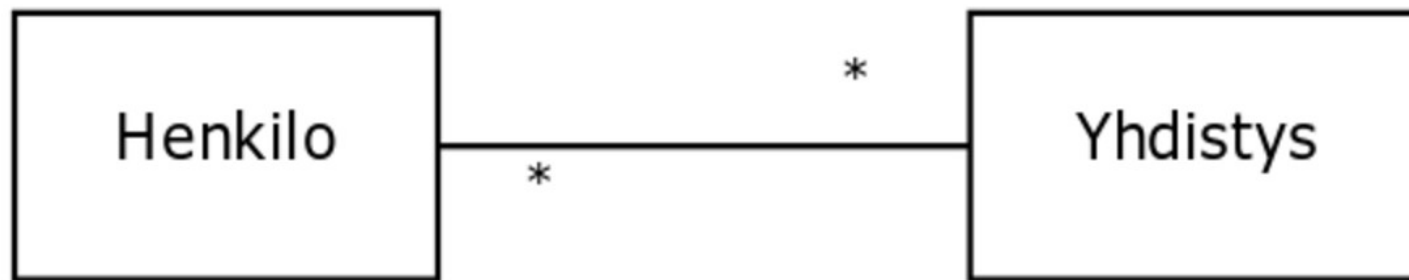
```
    { $ref: "Pelaaja", $id: ObjectId("5641d80580905f5706e0220f") } 
```

```
  ]
```

```
}
```

# Monen suhde moneen -yhteydet

- Toisin kuin relaatiotietokannat, dokumenttitietokannat pystyvät vaivattomasti esittämään myös *monesta moneen* -suhteita
- Oletetaan että meillä olisi henkilöitä ja yhdistyksiä, joiden välillä olisi monesta moneen -yhteys, eli henkilö voi kuulua moneen yhdistykseen ja yhdistyksessä voi olla monta henkilöä jäsenenä



- Tilanne hoidetaan MongoDB:llä seuraavasti
  - henkilödokumentti sisältää listan niiden yhdistysten tunnuksista, joihin henkilö kuuluu
  - yhdistysdokumentti sisältää listan niistä henkilöistä, jotka ovat yhdistyksen jäsenenä



- Henkilö-kokoelma

```
{
  _id: ObjectId(123),
  nimi: "Arto",
  yhdistykset: [{ $ref: "Yhdistys", $id:ObjectId(201)}, { $ref: "Yhdistys", $id:ObjectId(202) }]
},
{
  _id: ObjectId(124),
  nimi: "Pekka",
  yhdistykset: [{ $ref:"Yhdistys", $id:ObjectId(202)}]
}
```

- Yhdistys-kokoelma

```
{
  _id: ObjectId(201),
  nimi: "Kumpulan kyläyhdistys",
  jaset: [{ $ref:"Henkilo", $id:ObjectId(123)}]
},
{
  _id: ObjectId(202),
  nimi: "TKTL-alumni",
  jaset: [{ $ref:"Henkilo", $id:ObjectId(123)}, {$ref:"Henkilo", $id:ObjectId(124)}]
}
```

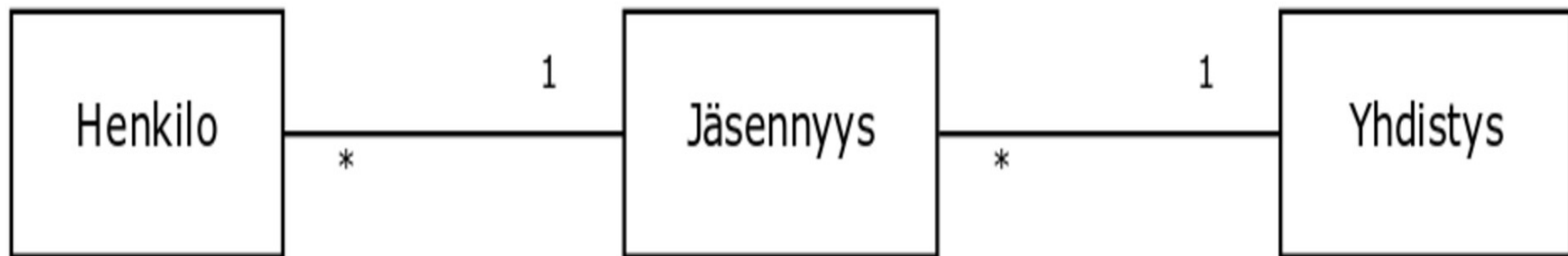
# Monen suhde moneen

- Henkilön ja yhdistyksen koodi ei sisällä mitään yllättävää:

```
@Entity
public class Henkilo {
    @Id
    private Objectid id;
    private String nimi;
    @Reference
    List<Yhdistys> yhdistykset;
}
```

```
@Entity
public class Yhdistys {
    @Id
    private Objectid id;
    private String nimi;
    @Reference
    List<Yhdistys> jasenet;
}
```

- Henkilöiden ja yhdistysten luominen ja niihin kohdistettavat kyselyt toimivat myös täysin samalla tavalla kuin aiemmissa esimerkeissä
- Jos yhteyteen liittyisi tietoja, esim. jäsenyyden alkamisaika. Jäsenmaksun suuruus ym. kannattaisi yhteys mallintaa omana luokkanaan:



- Tämä taas on analoginen sille, miten relaatiotietokannat toteuttavat monesta moneen -yhteydet *liitostaulujen* avulla

# MongoDB konsoli

- Olemme tehneet kaikki tietokantaoperaatiomme Morpbian kautta. Miten MongoDB:tä käytetään ilman apukirjastoja?
- Kaikissa Mongo-komennoissa parametri on JSON-muotoinen dokumentti
- Uusien dokumenttien luominen tapahtuu seuraavasti:

```
db.student.insert({  
  "nimi": "arto",  
  "opintopisteita": 100,  
  "osoite": { "katu": "mannerheimintie",  
              "kaupunki": "helsinki" }  
});
```

- Esim hae 2014 jälkeen aloittaneet opiskelijat, joilla alle 10 opintopistettä

```
db.student.find({ "$and" : [  
  { "aloitusvuosi" : { "$gt" : 2014} } ,  
  { "opintopisteita" : { "$lt" : 100} }  
]  
});
```

- Kyselyn JSON-muodon saa selville kutsumalla Morpbian kyselylle *toString*
- Mongon käyttäminen "natiivisti" kyselyjen tekemiseen on hieman ikävää. Tulemme kuitenkin laskareissa kokeilemaan myös JSON-muotoisia kyselyjä

**Yleistys-erikoistussuhde eli perintä**

# Yleistys-erikoistus ja periminen

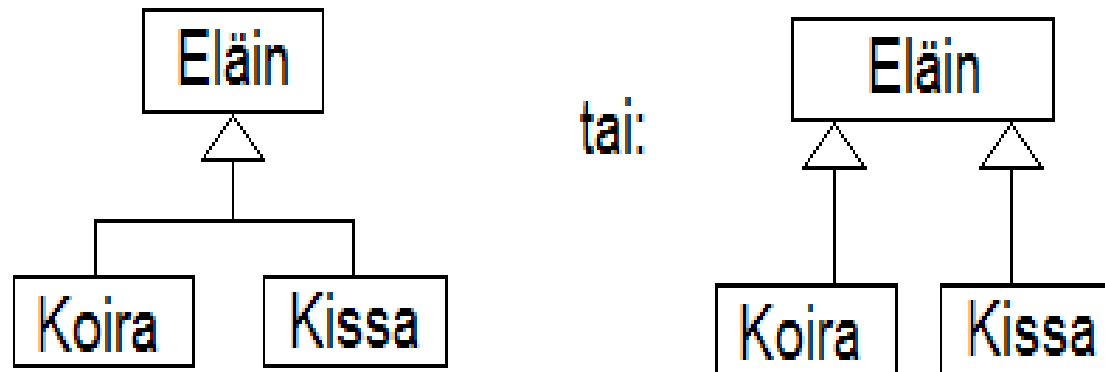
- Tähän mennessä tekemissämme luokkakaaviossa kaksi luokkaa ovat voineet liittyä toisiinsa muutamalla tapaa
- *Yhteys ja kompositio* liittyvät tilanteeseen, missä luokkien olioilla on rakenteellinen (= jollain lailla pysyvä) suhde, esim.:
  - Henkilö *omistaa* Auton (*yhteys*: normaali viiva)
  - Huoneet *sijaitsevat* Talossa (*kompositio*: musta salmiakki)
    - Musta salmiakki tarkoittaa olemassaoloriippuvuutta, eli salmiakin toisen pää olemassaolo riippuu salmiakkipäässä olevasta
    - Jos talo hajotetaan, myös huoneet häviävät, huoneita ei voi siirtää toiseen taloon
- Löyhempi suhde on taas *riippuvuus*, liittyy ohimenevämpiin suhteisiin, kuten tilapäiseen käyttösuhteeseen, esim.:
  - AutotonHenkilö *käyttää* Autoa (katkoviivanuoli)
- Tänään tutustumme vielä yhteen hieman erilaiseen luokkien väliseen suhteeseen, eli *yleistys-erikostussuhteeseen*, jonka vastine ohjelmoinnissa on *periminen*

# Yleistys-erikoistus ja periminen

- Ajatellaan luokkia Eläin, Kissa ja Koira
- Kaikki Koira-luokan oliot ovat selvästi myös Eläin-luokan oliota, samoin kaikki Kissa-luokan oliot ovat Eläin-luokan olioita
- Koira-oliot ja Kissa-oliot ovat taas täysin eriäviä, eli mikään koira ei ole kissa ja päinvastoin
- Voidaankin sanoa, että luokkien Eläin ja Koira sekä Eläin ja Kissa välillä vallitsee yleistys-erikoistussuhde:
  - Eläin on **yliluokka** (superclass)
  - Kissa ja Koira ovat eläimen **aliluokkia** (engl. Subclass)
- Yliluokka Eläin siis määrittelee mitä tarkoittaa olla eläin
  - Kaikkien mahdollisten eläinten yhteiset ominaisuudet ja toiminnallisuudet
- Aliluokassa, esim. Koira tarkennetaan mitä muita ominaisuuksia ja toiminnallisuutta luokan olioilla eli Koirilla on kuin yliluokassa Eläin on määritelty
- Aliluokat siis *perivät* (engl. inherit) yliluokan ominaisuudet ja toiminnallisuuden

# Yleistys-erikoistus ja periminen

- Luokkakaaviossa yleistyssuhde merkitään siten, että **aliluokasta piirretään ylliluokkaan kohdistuva nuoli, jonka päässä on iso ”valkoinen” kolmio**
- Jos aliluokkia on useita, voivat ne jakaa saman nuolenpään tai molemmat omata oman nuolensa, kuten alla



- Tarkkamuistisimmat huomaavat ehkä, että olemme jo törmänneet kurssilla yleistys-erikoisstussuhteeseen *käyttötapausten* yhteydessä
  - Luennoilta 1: Yleistetty käyttötapaus *opetustarjonnan ylläpito* erikoistui *kurssin perustamiseen, laskariryhmän perustamiseen* ym..
  - Luennoilta 2: järjestelmällä eri oikeuksin varustettuja käyttäjiä User, Editor, Moderator. Editori perii Userin käyttötapaukset ja Moderator Editorin
  - Sama valkoinen kolmiosymboli oli käytössä myös käyttötapausten yleistyksen yhteydessä

# Periytyminen

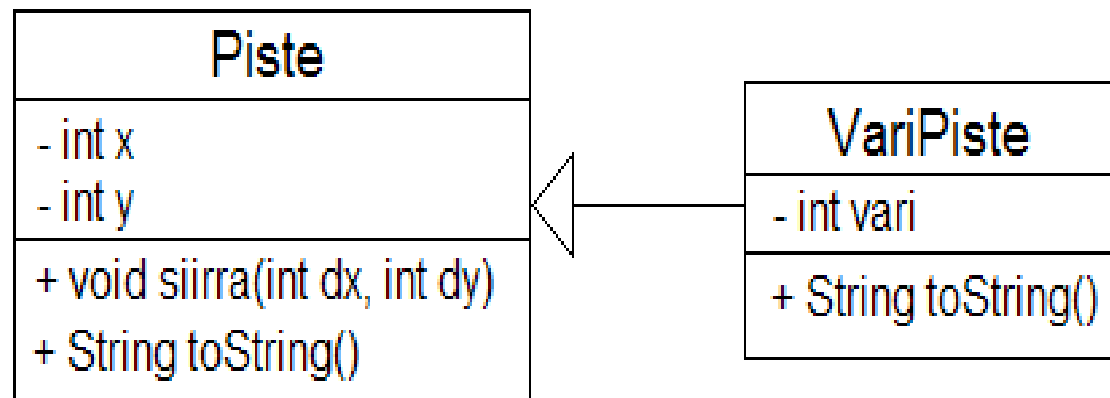
- Luokkien välinen yleistys-erikoistussuhde eli yli- ja aliluokat toteutetaan ohjelmointikielissä siten, että aliluokka perii ylliluokan
- Tuttu esimerkki Ohjelmoinnin jatkokurssilta, konstruktoreja ei merkitty:
  - Luokkakaavio seuraavalla sivulla

```
public class Piste{  
    private int x, y;  
    public void siirra(int dx, int dy) {  
        x+=dx; y+=dy;  
    }  
    public String toString(){ return "("+x+")"; }  
}  
  
public class VariPiste extends Piste {  
    private String vari;  
    public String toString(){ return super.toString()+" väri: "+vari; }  
}
```



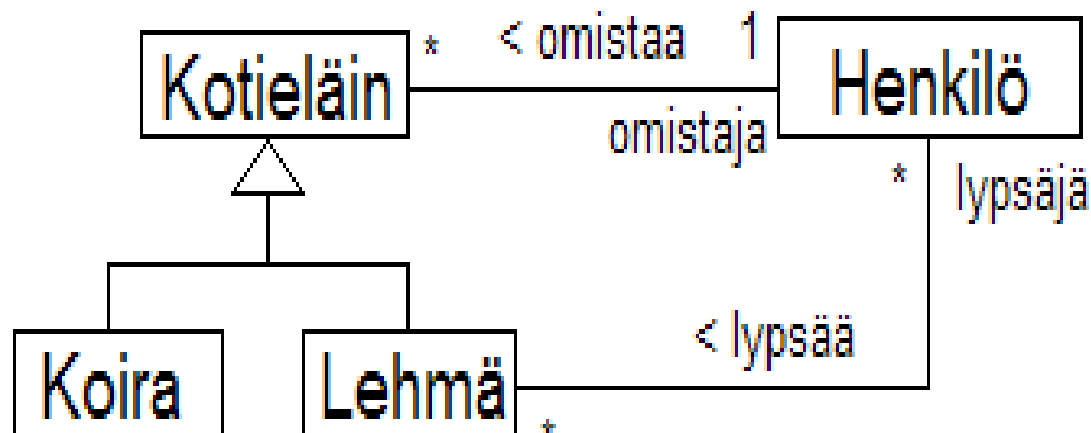
# Periytyminen ja luokkakaavio

- Yliluokan Piste attribuutit x ja y sekä metodi siirra() siis periytyvät aliluokkaan VariPiste
  - Periytyviä attribuutteja metodeja ei merkitä aliluokan kohdalle
- Jos ollaan tarkkoja, Piste-luokan metodi toString periytyy myös VariPiste-luokalle, joka *syrjäyttää* (engl. override) perimänsä omalla toteutuksella
  - Korvaava toString()-metodi merkitään aliluokkaan VariPiste
- Eli kuvioista on pääteltävissä, että VariPisteella on:
  - Attribuutit x ja y sekä metodi siirra perittynä
  - Attribuutti vari, jonka se määrittelee itse
  - Itse määritelty metodi toString joka syrjäyttää yliluokalta perityn
  - Koodista nähdään, että korvaava metodi käyttää yliluokassa määriteltyä metodia



# Mitä kaikkea periytyy?

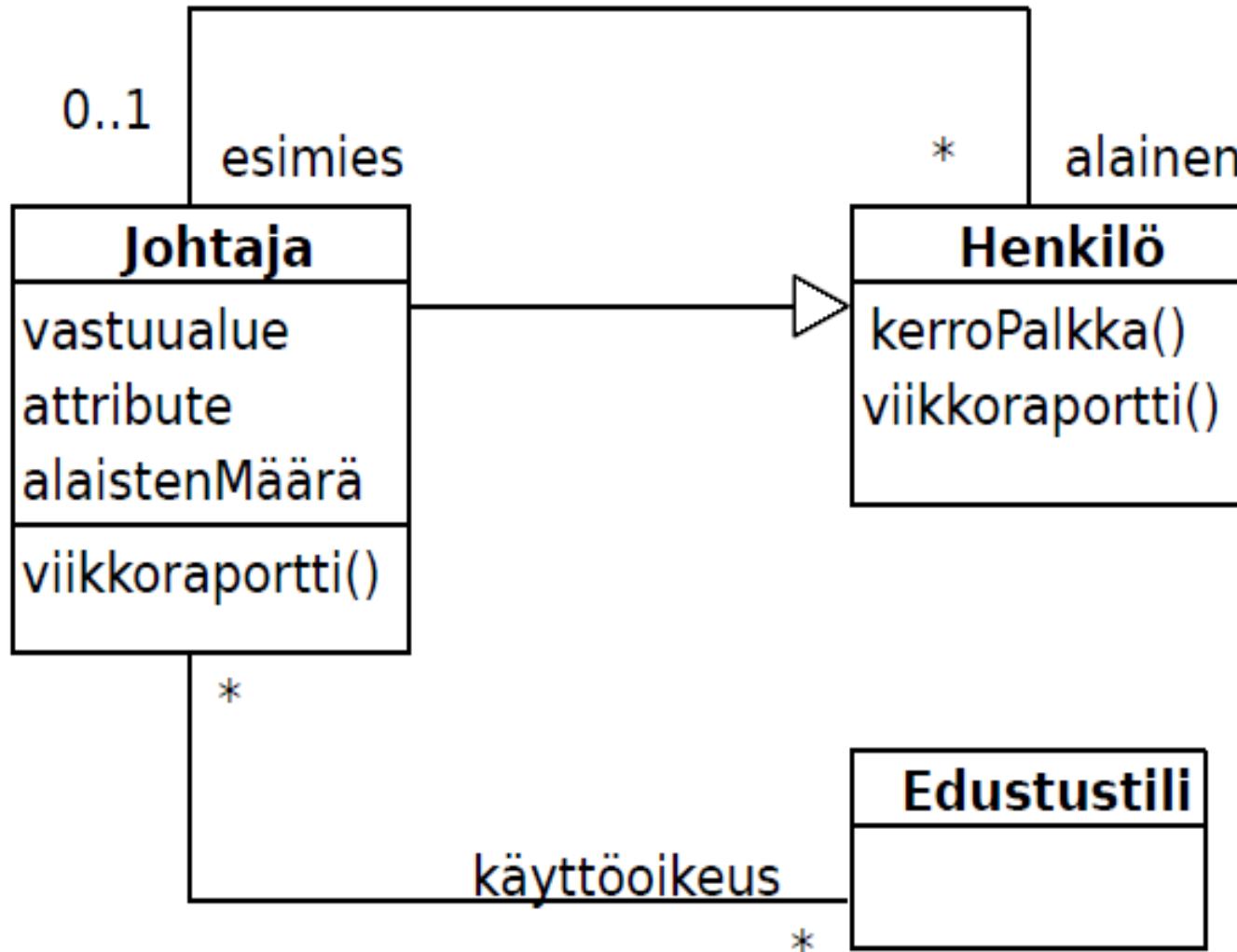
- Luokat Koira ja Lehmä ovat molemmat luokan Kotieläin aliluokkia
- Jokaisella kotieläimellä on omistajana joku Henkilö-olio
- Koska omistaja liittyy kaikkiin kotieläimiin, merkitään yhteys Kotieläin- ja Henkilö-luokkien välille
  - Yhteydet periytyvät aina aliluokille, eli Koira-olioilla ja Lehmä-olioilla on omistajana yksi Henkilö-olio
- Ainoastaan Lehmä-olioilla on lypsäjiä
  - Yhteys lypsää tuleeikin Lehmän ja Henkilön välille



# Aliluokan ja ylläluokan välinen yhteys

- Yrityksen työntekijää kuvaa luokka Henkilö
  - Henkilöllä on metodit kerroPalkka() ja viikkoraportti()
- Johtaja on Henkilön aliluokka
  - Johtajalla on alaisena useita henkilöitä
  - Henkilöllä on korkeintaan yksi johtaja esimiehenä
  - Johtajalla voi olla käyttöoikeuksia Edustustileihin
  - Edustustilillä on useita käyttöoikeuden omaavia johtajia
  - Johtajan viikkoraportti on erilainen kuin normaalin työntekijän viikkoraportti
- Tilannetta kuvaava luokkakaavio seuraavalla sivulla

## Osa yrityksen luokkakaaviota



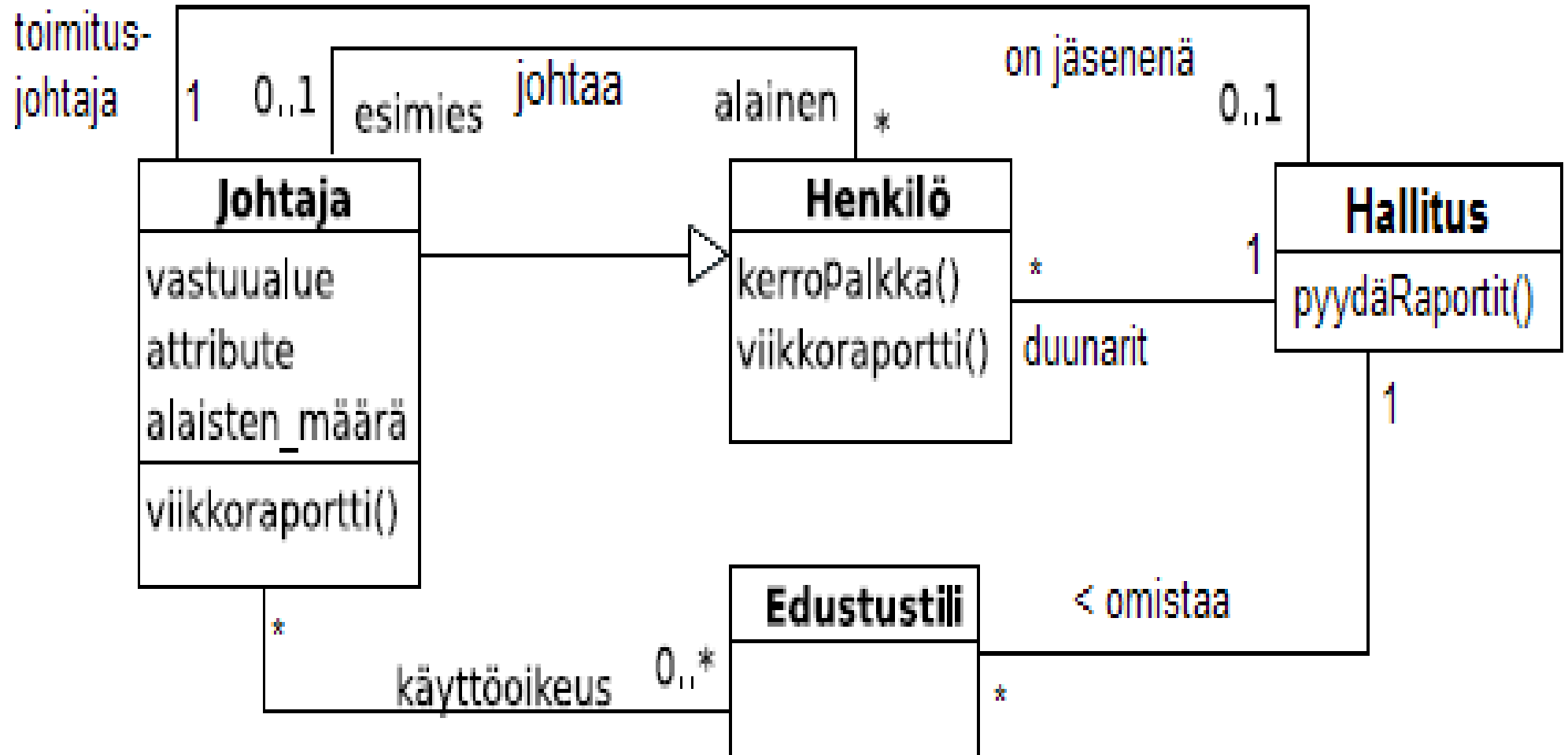
# Aliluokan ja ylläluokan välinen yhteys

- Johtaja siis perii kaiken Henkilöltä
  - Henkilö on *alainen*-roolissa yhteydessä nollaan tai yhteen Johtajaan
  - Tästä seuraa, että *myös Johtaja-olioilla on sama yhteys, eli myös johtajilla voi olla johtaja!*
- Metodi viikkoraportti on erilainen johtajalla kuin muilla henkilöillä, siispä Johtaja-luokka korvaa Henkilö-luokan metodin omallaan
- Esim. Henkilö-luokan metodi viikkoraportti():  
*Kerro ajankäyttö työtehtäviin*
- Johtaja-luokan korvaama metodi viikkoraportti():  
*Kerro ajankäyttö työtehtäviin*  
*Laadi yhteenveto alaisten viikkoraporteista*  
*Raportoi edustustilin käytöstä*
- Yhteys käyttöoikeus Edustustileihin voi siis ainoastaan olla niillä henkilöillä, jotka ovat johtajia

# Laajennetaan mallia

- Yrityksen hallitus koostuu ulkopuolisista henkilöistä (joita ei sisällytetä malliin) ja yrityksen toimitusjohtajasta, joka siis kuuluu henkilöstöön
  - Hallitus on edustustilien omistaja
  - Hallitus ”tuntee” toimitusjohtajaa lukuunottamatta kaikki työntekijät, myös normaalit johtajat ainoastaan Henkilöolioina
- Hallitus pyytää työntekijöiltä viikkoraportteja
  - Viikkoraportin tekevät kaikki paitsi toimitusjohtaja

# Hallitus mukana kuvassa



# Olio tietää luokkansa

- Hallitus siis tuntee kaikki työntekijänsä, mutta ei erittele ovatko he normaaleja työntekijöitä vai johtajia
  - Hallituksen koodissa kaikkia työntekijöitä pidetään Henkilö-oliosta koostuvassa listalla *duunarit*. Johtajathan ovat myös henkilöitä!
- Hallituksen ei siis ole edes tarvetta tuntea kuka on johtaja ja kuka ei
- Pyytäessään viikkoraporttia, hallitus käsittelee kaikkia samoin:

```
public class Hallitus{  
    private ArrayList<Henkilo> duunarit ;           // attribuutti, joka sisältää kaikki työntekijät  
    private Johtaja toimitusjohtaja;               // attribuutti, joka tietää toimitusjohtajan  
    public void pyydaRaportit(){  
        for ( d : duunarit ) { if ( d != toimitusjohtaja ) d.viikkoraportti() }  
    }  
}
```

- Jokainen duunari tuntee ”oikean” luokkansa
- Kun hallitus kutsuu duunarille metodia viikkoraportti(), jos kyseessä on normaali henkilö, suoritetaan henkilön viikkoraportointi, jos taas kyseessä on johtaja, suoritetaan johtajan viikkoraportti (*polymorfismia!*)



**Lisää perinnästä**

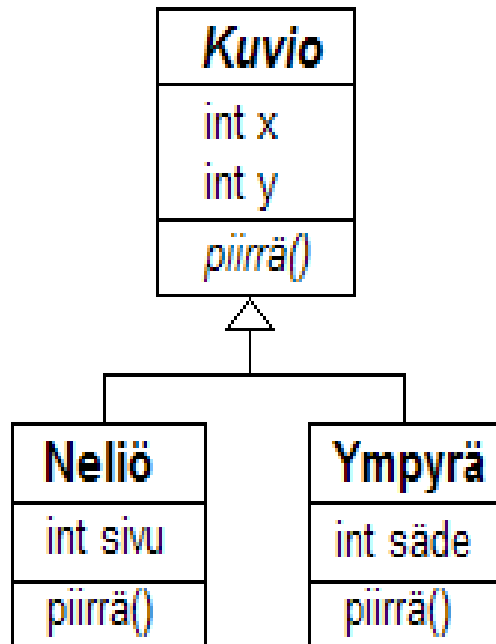
**abstraktit luokat ja rajapinnat**

# Abstraktit luokat

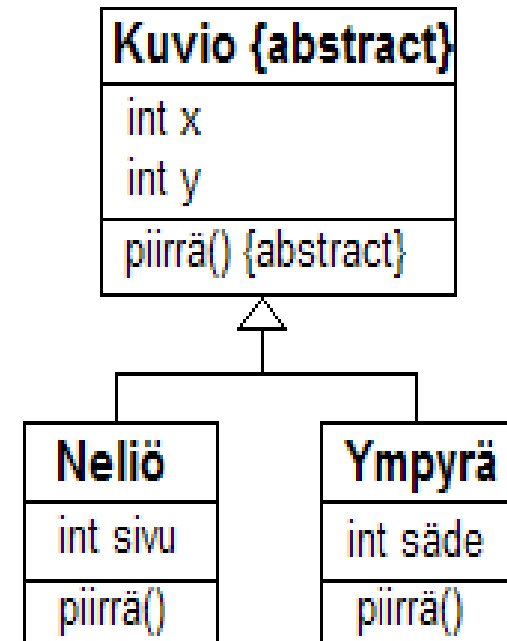
- Yliluokalla Kuvio on sijainti, joka ilmaistaan x- ja y-koordinaatteina sekä metodi piirrä()
- Kuvion aliluokkia ovat Neliö ja Ympyrä
  - Neliöllä on sivun pituus ja Ympyrällä säde
- Kuvio on nyt pelkkä abstrakti käsite, Neliö ja Ympyrä ovat konkreettisia kuvioita jotka voidaan piirtää ruudulle kutsumalla sopivia grafiikkakirjaston metodeja
- Kuvio onkin järkevä määritellä *abstraktiksi luokaksi*, eli luokaksi josta ei voi luoda instansseja, joka ainoastaan toimii sopivana yliluokkana konkreettisille kuvioille
- Kuviolla on attribuutit x ja y, mutta metodi piirrä() on *abstrakti metodi*, eli Kuvio ainoastaan määrittelee metodin nimen ja parametrien sekä paluuarvon tyypit, mutta *metodille ei anneta mitään toteutusta*
- Kuvion perivät luokat Neliö ja Ympyrä antavat toteutuksen abstraktille metodille
  - Neliö ja Ympyrä ovatkin normaaleja luokkia, eli niistä voidaan luoda olioita
- Luokkakaavio seuraavalla sivulla

# Abstrakti luokka

- Luokkakaaviossa on kaksi tapaa merkitä abstraktius
  - Abstraktin luokan/metodin nimi kursiiivilla, tai
  - liitetään abstraktin luokan/metodin nimeen tarkenne {abstract}



tai:



```
public abstract class Kuvio{
    private int x;
    private int y;
    public abstract void piirrä();
}
```

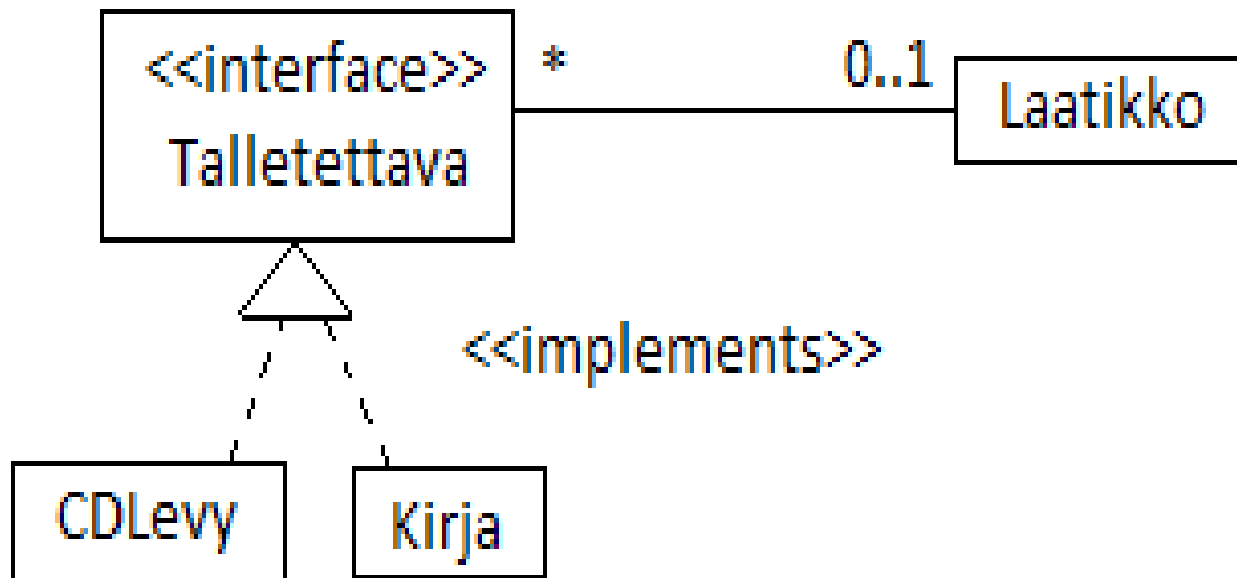
```
public class Neliö extends Kuvio {
    private int sivu;
    public void piirrä(){
        graphics.drawRect(x, y, x+sivu, y+sivu);
    }
}
```

# Rajapinta

- Javan *rajapinta* (interface) on ikäänkuin abstrakti luokka, joka ei sisällä attribuutteja ja jossa (useimmiten) kaikki metodit ovat abstrakteja
- Rajapintaluokka siis (yleensä) listaa ainoastaan joukon metodien nimiä
  - Java 8 on tuonut tähän sen poikkeuksen, että rajapintojen metodeilla voi olla *oletustoteutuksia*
- Yksi luokka voi *toteuttaa* useita rajapintoja
  - Ja sen lisäksi vielä periä yhden luokan
- Perimällä luokka saa ylliluokasta attribuutteja ja metodeja
- Rajapinnan toteuttaminen on pikemminkin velvollisuus
  - Jos luokka toteuttaa rajapinnan, sen täytyy toteuttaa kaikki rajapinnan määrittelemät metodit (paitsi ne joilla on oletustoteutus)
- Tai toisinpäin ajateltuna, **rajapinta on sopimus**
  - **toteuttaja lupaa toteuttaa ainakin rajapinnan määrittelemät metodit**

# Tuttu esimerkki rajapintaluokan käytöstä

- Mallinnetaan Ohjelmoinnin jatkokurssin toisen viikon tehtävä Tavarointa ja Laatikointa
  - [http://www.cs.helsinki.fi/group/java/s15-materiaali/viikko9/#136tavarointa\\_ja\\_laatikointa](http://www.cs.helsinki.fi/group/java/s15-materiaali/viikko9/#136tavarointa_ja_laatikointa)
  - Kuva ei ota huomioon tehtävän viimeistä kohtaa!
- Rajapintaluokka kuvataan luokkana, johon liitetään tarkenne <<interface>>
- Rajapinnan toteuttaminen merkitään kuten periminen, mutta katkoviivana
  - Voidaan tarkentaa tarkenteella <<implements>>



# Toinen esimerkki rajapintaluokan käytöstä

- Palataan muutaman sivun takaiseen yritysesimerkkiin
- Tilanne on nyt se, että yritys on ulkoistanut osan toiminnoistaan
- Hallitus on edelleen kiinnostunut viikkoraporteista
  - Hallitusta ei kuitenkaan kiinnosta se, tuleeko viikkoraportti omalta henkilöstöltä vai alihankkijalta
- Muuttuneessa tilanteessa hallitus tuntee ainoastaan joukon raportointiin kykeneviä olioita
  - Jotka voivat olla Henkilöitä, Johtajia tai alihankkijoita
  - Kuka näistä toteuttaa metodin viikkoraportti() omalla tavallaan
- Tilanne kannattaa hoitaa määrittelemällä *rajapinta* ja vaatia, että kaikki hallituksen tuntemat tahot toteuttavat rajapinnan

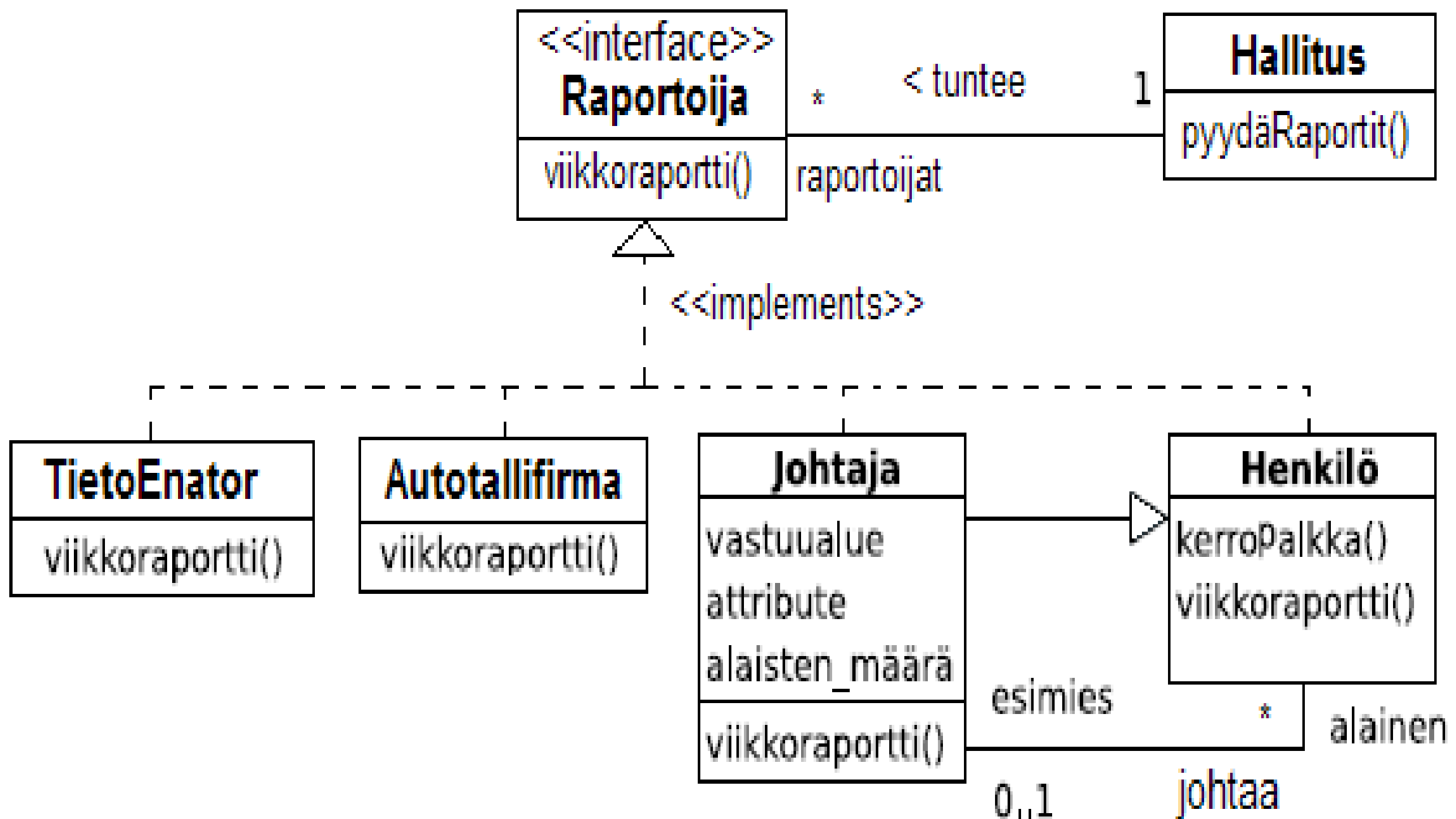
```
public interface Raportoiija {  
    void viikkoraportti()  
}
```

- Hallitukselle riittääkin, että se tuntee joukon Raportoiijia (eli rajapinnan toteuttajia)

- Hallituksen koodi voisi sisältää seuraavan:

```
public class Hallitus {
    private List<Raportoiija> raportoiijat;

    public void pyydaRaportit() {
        for ( r : raportoiijat ) { r.viikkoraportti() }
    }
}
```

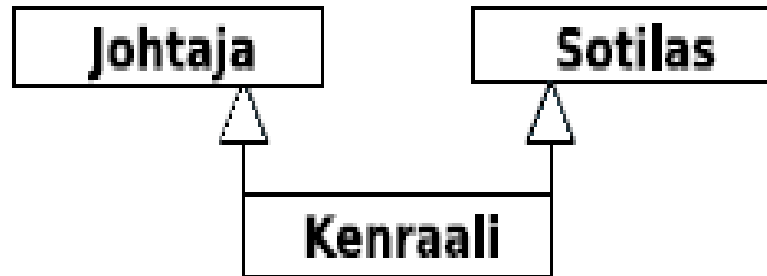


**Lisää perinnästä**  
**moniperintä**



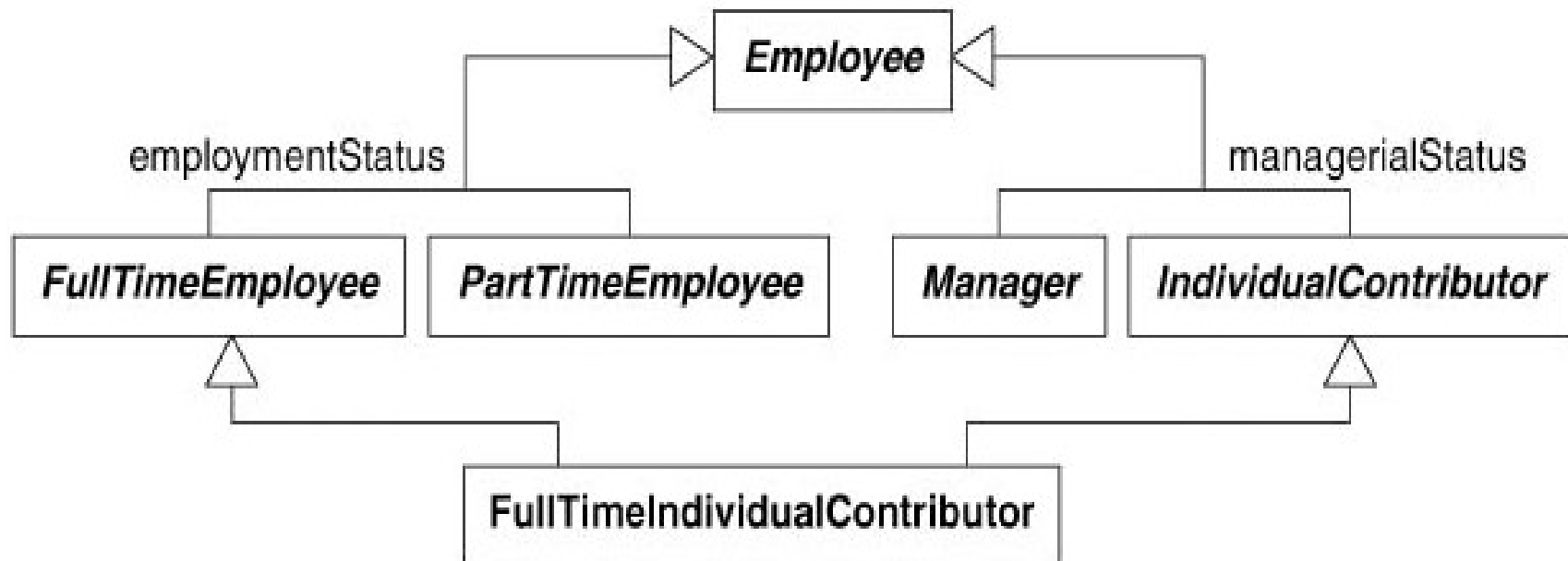
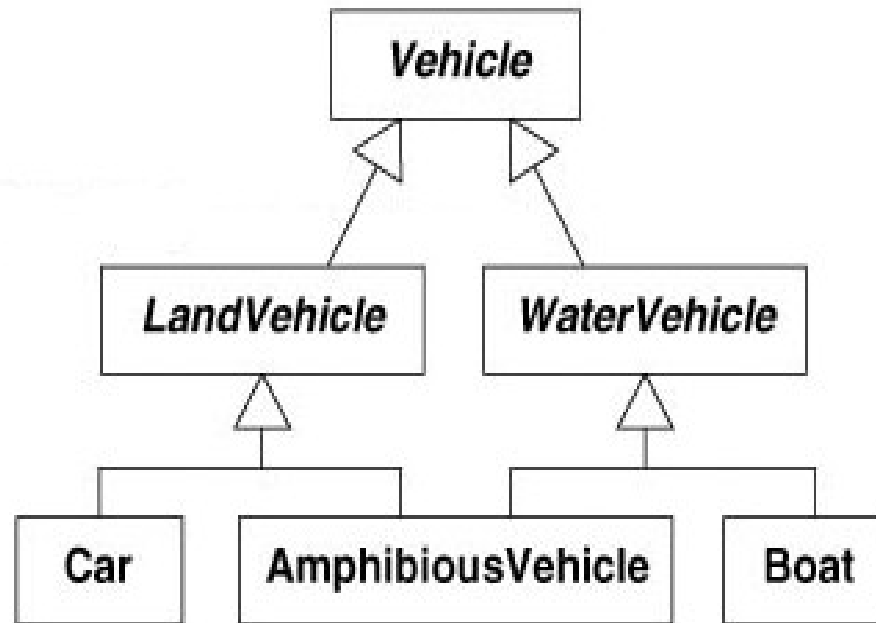
# Moniperintä

- Joskus tulee esiin tilanteita, joissa yhdellä luokalla voisi kuvitella olevan useita ylliluokkia
- Esim. kenraalilla on sekä sotilaan, että johtajan ominaisuudet
  - Voitaisiin tehdä luokat Johtaja ja Sotilas ja periä Kenraali näistä
- Kyseessä *moniperintä* (engl. multiple inheritance)



- Seuraavalla sivulla: Kulkuneuvo jakautuu maa- ja merikulkuneuvoksi
  - Auto on maakulkuneuvo, vene merikulkuneuvo, amfibio sekä maa- että merikulkuneuvo
- Työntekijät voi jaotella kahdella tavalla:
  - Pää- ja sivutoimiset
  - Johtajat ja normaalit
  - Yksittäinen työntekijä voi sitten olla esim. päätoiminen johtaja

# Lisää moniperintää



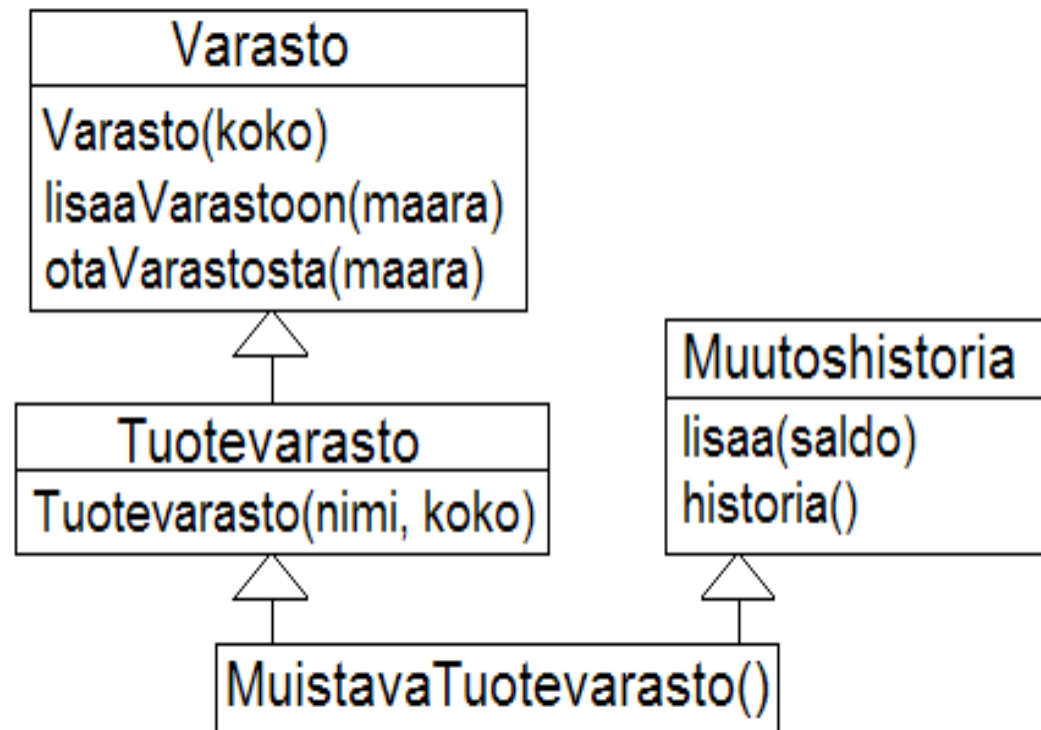
# Moniperinnän ongelmat

- Moniperintä on monella tapaa ongelmallinen asia ja useat kielet, kuten Java eivät salli moniperintää
  - C++ sallii moniperinnän
  - ”moderneissa” kielissä kuten Python, Ruby ja Scala on olemassa ns. mixin-mekanismi, joka mahdollistaa ”hyvinkäyttäytyvän” moniperintää vastavan mekanismin
- Monissa tilanteissa onkin viisasta olla käyttämättä moniperintää ja yrittää hoitaa asiat muin keinoin
- Näitä muita keinoja (jos unohdetaan mixin-mekanismi) ovat:
  - Moniperiytymisen korvaaminen yhteydellä, eli käytännössä ”liittämällä” olioon toinen olio, joka laajentaa alkuperäisen olion toiminnallisuutta
  - Javan rajapinnan toimivat joissain tapauksessa moniperinnän korvikkeena varsinkin kun rajapinnat tukevat Java 8:n ilmestymisen jälkeen metodien oletusarvoisia toteutuksia
- Ohjelmoinnin jatkokurssin viikon 4 (tai viikon 10) laskareissa, ks <http://www.cs.helsinki.fi/group/java/s15-materiaali/viikko11/#155varastointia> toteutetaan MuistavaTuotevarasto, joka on luokka johon lisätään toiminnallisuutta perimisen sijaan *liittämällä* siihen toinen olio

# Muistava tuotevarasto

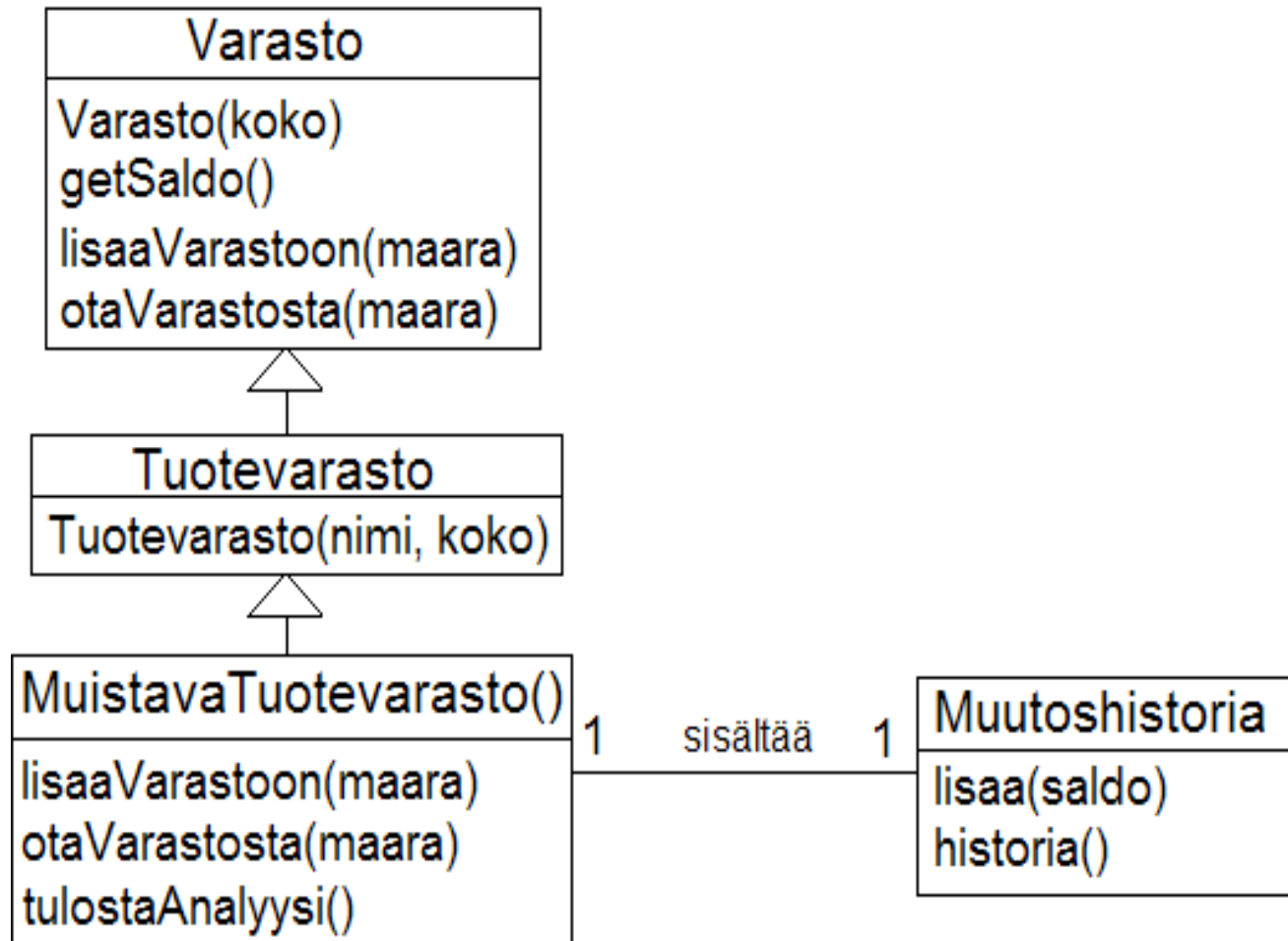
- Luokka Tuotevarasto toteutetaan luokka Varasto
  - Tuotteelle lisätään nimi
- Ensin toteutetaan luokka Muutoshistoria
  - Käytännössä kyseessä on lista double-lukuja, joiden on tarkoitus kuvata peräkkäisiä varastosaldoja
- Sitten MuistavaTuotevarasto joka yhdistää edellisten toiminnallisuuden
- Joku C++-ohjelmoija soveltaisi tilanteessa kenties moniperintää:

EI NÄIN!



# Muistava tuotevarasto

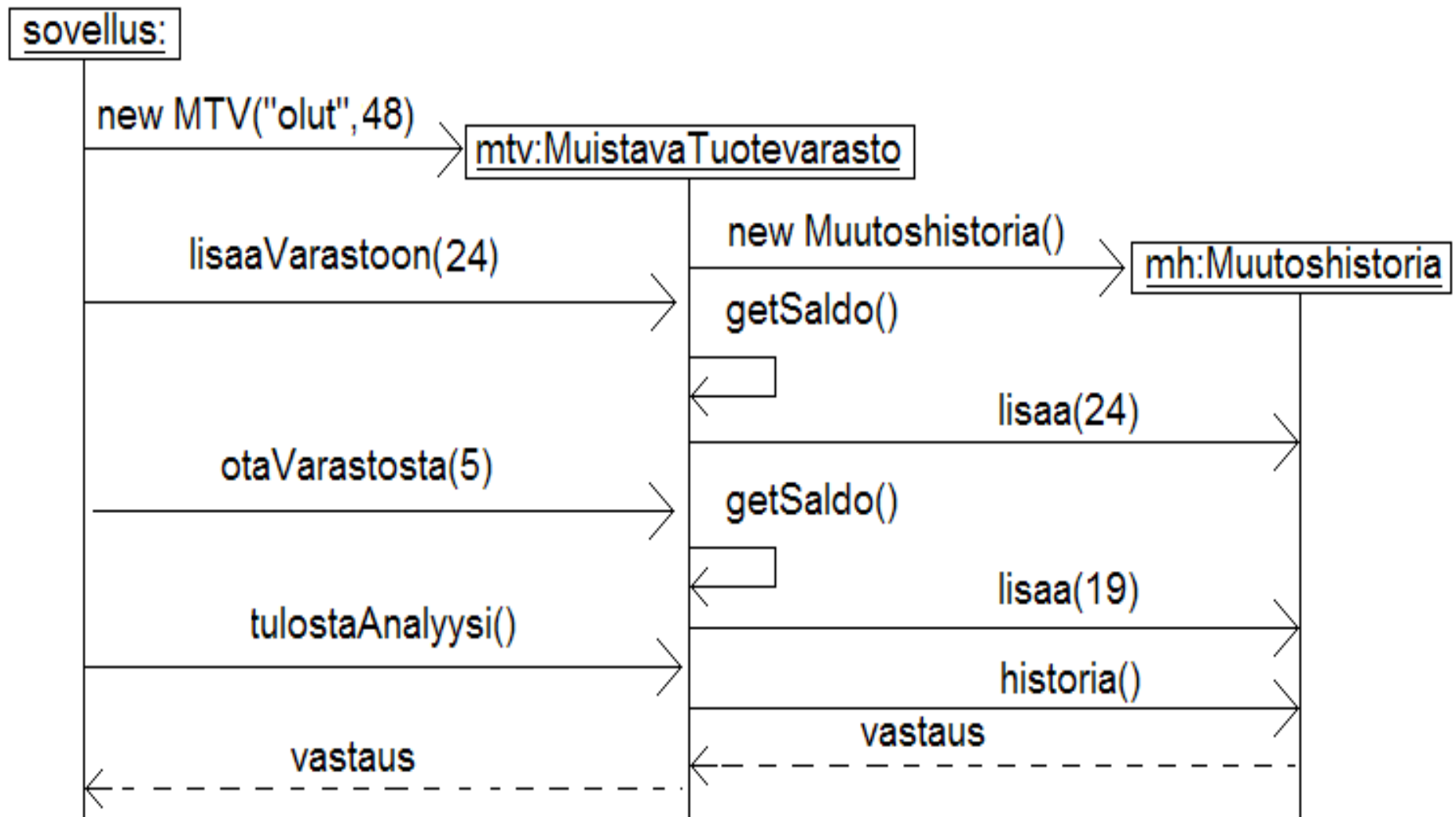
- Javassa ei moniperintää ole, ja vaikka olisikin, on parempi liittää ”muistamistoiminto” muistavaan tuotevarastoon erillisenä oliona:



- Aina kun muistavan tuotevaraston saldo päivittyy (metodien *lisääVarastoon* ja *otaVarastosta* yhteydessä), samalla laitetaan uusi saldo muutoshistoriaan

# Muistavan varaston toimintaa kuvaava sekvenssikaavio

- Sovellus luo muistavan tuotevaraston joka tallettaa olutta ja kapasiteetti on 48
- MuistavaTuotevarasto luo käyttöönsä Muutoshistoriaolion
- Aina kun varaston tilanne muuttuu, selvitetään saldo ja välitetään se muutoshistorialle
  - Kaaviosta on jätetty pois seuraavalla sivulla koodissa näkyvät super-kutsut
- Analyysin tulostus delegoituu muutosvaraston hoidettavaksi



# Muistavan tuotevaraston koodihahmotelma

```
public MuistavaTuotevarasto extends Tuotevarasto {  
    private Muutoshistoria varastotilanteet;  
  
    public MuistavaTuotevarasto(String tuote, double koko){  
        super(tuote, koko);  
        varastotilanteet = new Muutoshistoria(); // luodaan oma kirjanpito-olio  
    }  
  
    public void lisaaVarastoon(double maara){  
        super.lisaaVarastoon(maara);           // ylluokan metodi päivittää varastotilanteen  
        double saldo = getSaldo();  
        varastotilanteet.lisaa( saldo );       // kerrotaan saldo kirjanpito-oliolle  
    }  
  
    public String tulostaAnalyysi() {  
        return varastotilanteet.historia();    // delegoidaan raportin luominen kirjanpito-oliolle  
    }  
}
```

# **Oliosunnittelun periaatteita**



# Miten olioita tulisi käyttää?

- Ohjelmointikielet tarjoavat paljon erilaisia mekanismeja, mm. ohjelmoinnin jatkokurssillakin edellisinä viikoilla tarkastelun alla olleet **perinnän** ja **rajapinnat**
- Aloittelevalle ohjelmoijalle ei kuitenkaan ole ollenkaan selvää miten kielen mekanismeja olisi järkevä käyttää, eli minkälaista on ”hyvä” ja toisaalta ”huono” koodi
- Lähtökohtana on tietysti se, että koodi toteuttaa ohjelmalle asetetut vaatimukset, eli
  - ohjelmalla on ne **ominaisuudet**, joita asiakas haluaa
  - ohjelma on riittävässä määrin **virheetön**
  - ohjelma on riittävän **tehokas** asiakkaan tarpeisiin
- Ohjelman *sisäinen laatu*, eli se mitä **suunnittulratkaisuja** koodia kirjoitettaessa on käytetty on myös tärkeää
- Jos ohjelma on sisäiseltä laadultaan huonoa, ohjelman ylläpito- ja laajennuskustannukset voivat nousta niin suuriksi että ohjelmisto muuttuu jossain vaiheessa käyttökelvottomaksi

# Oliosuunnittelun periaatteita

- Aikojen saatossa on huomattu, että sisäiseltä laadultaan hyvissä ohjelmissa on tiettyjä samankaltaisia piirteitä, ja näitä tutkimalla on päädytty joukkoon *hyvän oliosuunnittelun periaatteita*
- Periaatteita on useita, tarkastellaan tänään neljää
  - Single responsibility
  - Favour composition over inheritance
  - Program to an interface, not to an Implementation
  - Riippuvuuksien minimointi
- **Single responsibility**
  - Tarkoittaa karkeasti ottaen, että **oliolla tulee olla vain yksi vastuu** eli yksi asiakokonaisuus, mihin liittyvästä toiminnasta luokka itse huolehtii
  - Äskeinen esimerkkimme *MuuttuvaTuotevarasto* toteuttaa periaatetta, sillä sen vastuulla on vain varaston nykyisen tilanteen ylläpito
  - Se *delegoi* vastuun aikaisempien varastosaldojen muistamisesta Muutoshistoria-oliolle

# Oliosunnittelun periaatteita

- **Favour composition over inheritance**

- eli suosi yhteistoiminnassa toimivia olioita perinnän sijaan
- Perinnällä on paikkansa, mutta sitä tulee käyttää harkiten
- MuistavaTuotevarasto käyttää myös perintää järkevästi
  - Jos olisi moniperitty Tuotevarasto ja Muutoshistoria, olisi muodostettu luokka, joka rikkoo single responsibility – eli yhden vastuun periaatteen

- **Program to an interface, not to an Implementation**

- Laajennettavuuden kannalta ei ole hyvä idea olla riippuvainen konkreettisista luokista, sillä ne saattavat muuttua
- Parempi on tuntea vain rajapintoja (tai abstrakteja luokkia) ja olla tietämätön siitä mitä rajapinnan takana on
- Tämä mahdollistaa myös rajapinnan takana olevan luokan korvaamisen kokonaan uudella luokalla

- **Riippuvuuksien minimointi**

- Älä tee spagettikoodia, jossa kaikki oliot tuntevat toisensa
- Pyri eliminoimaan riippuvuudet siten, että luokat tuntevat mahdollisimman vähän muita luokkia, ja mielellään nekin vain rajapintojen kautta

# Esimerkki huonosta koodista

- Alla ote viime viikon laskareiden MongoDB:n kanssa keskustelleesta opiskelijoiden ilmoittautumisia käsitelleestä sovelluksesta

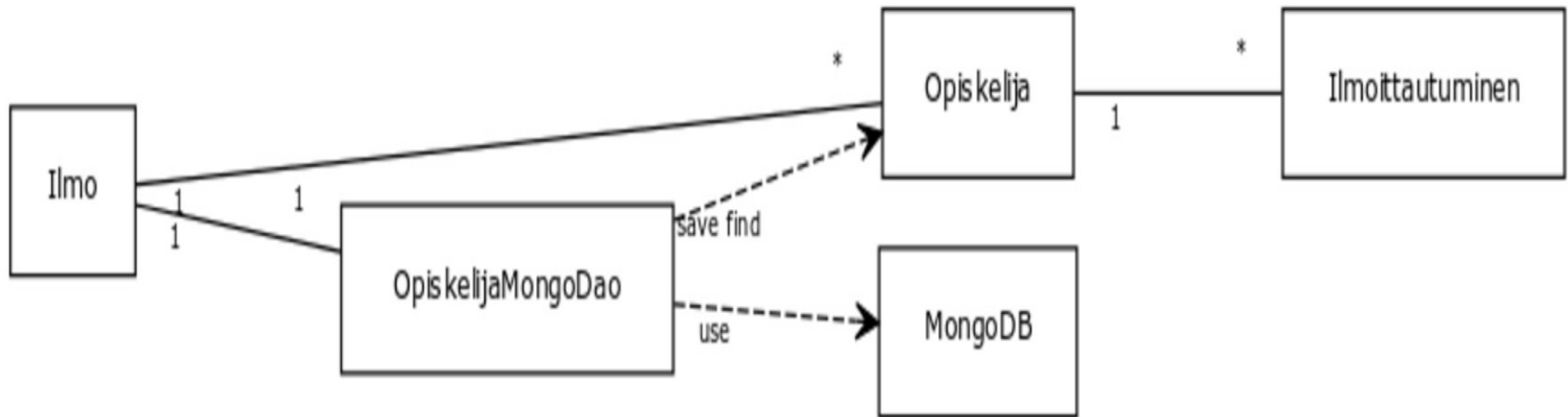
```
public class Ilmo {  
  
    private Datastore store;  
    private Scanner lukija;  
  
    public Ilmo() {  
        Morphia morphia = new Morphia();  
        MongoClient mc = new MongoClient("80.69.172.211:27017");  
        store = morphia.createDatastore(mc, "otm4");  
    }  
  
    public void suorita() {  
        // ...  
        System.out.println("minkä kurssin ilmoittautumiset haluat nähdä: ");  
        String kurssi = lukija.nextLine();  
  
        Query<Opiskelija> query = store.createQuery(Opiskelija.class);  
        List<Opiskelija> ilmot = query.field("ilmoittautumiset.kurssi").equal(kurssi).asList();  
  
        for ( Opiskelija o: ilmot) {  
            System.out.println(o.getNimi());  
        }  
    }  
}
```

# Esimerkki huonosta koodista

- Mitä ongelmia koodissa on?
- Koodi keskittyy yhtä aikaa useampaan asiaan
  - käyttäjän kanssa käytävä interaktio
  - olioiden talletus ja hakeminen tietokannasta
  - ”sovelluslogiikka”, eli esim. opiskelijoiden ilmottaminen kursseille, osakuntien jäsenten tietojen hallinta, ...
- Sovellus siis rikkoon *single responsibility* -periaatetta
- Sovelluksella on myös todella paljon konkreettisia riippuvuuksia
  - Scanner ja neljä Mongoon liittyvää luokkaa
- Mitä haittaa näistä ongelmista on?
  - Jos päätetään siirtyä käyttämään graafista käyttöliittymä, on luokan koodia hankala uusiokäyttää, sillä sovelluslogiikkaa ja käyttäjän kanssa kommunikointia on vaikea eriyttää koodista
  - Vastaavasti jos siirryttäisiin MongoDB:stä johonkin toiseen tallennusratkaisuun, tulisi ongelmia, sillä tietokantaoperaatiot on kirjoitettu muun koodin sekaan

# Vastuiden eriyttäminen

- Koodi tulisikin eriyttää pienemmiksi, yhden vastuun periaatetta noudattaviksi, toistensa kanssa kommunikoiviksi luokiksi
- Aloitetaan rakenteen parantaminen eriyttämällä tietokantaoperaatiot omaksi luokakseen.



- Kuvassa tietokantaoperaatiot on eristetty luokkaan *OpiskelijaMongoDao* (eli data access object), joka kapseloi kaikki tietokantaan liittyvät riippuvuudet ja tarjoaa muulle ohjelmalle selkeät metodit **Opiskelija**-olioiden tallettamiseen ja eri kriteerein tapahtuvaan tietokannasta hakemiseen
- Seuraavilla sivuilla **OpiskelijaMongoDao** ja sitä käyttävä **Ilmo**

# OpiskelijaMongoDAO

```
public class OpiskelijaMongoDao {  
    private Datastore store;  
  
    public OpiskelijaMongoDao(String palvelin, String tietokanta) {  
        Morphia morphia = new Morphia();  
        MongoClient mc = new MongoClient(palvelin);  
        store = morphia.createDatastore(mc, tietokanta);  
    }  
  
    private Query<Opiskelija> query() {  
        return store.createQuery(Opiskelija.class);  
    }  
  
    public List<Opiskelija> kaikki() {  
        return query().asList();  
    }  
  
    public List<Opiskelija> ilmottautujat(String kurssi) {  
        return query().field("ilmoittautumiset.kurssi").equal(kurssi).asList();  
    }  
  
    public Opiskelija haeNimellä(String nimi) {  
        return query().field("nimi").equal(nimi).get();  
    }  
}
```

# Ilmo jolla ei ole riippuvuuksia Mongooon

```
public class Ilmo {  
    private OpiskelijaMongoDao opiskelijaMongoDao;  
    public Ilmo(OpiskelijaMongoDao opiskelijaMongoDao) {  
        this.opiskelijaDao = opiskelijaDao;  
    }  
    public void suorita() {  
        System.out.println("minkä kurssin ilmottautumiset haluat nähdä: ");  
        String kurssi = lukija.nextLine();  
  
        List<Opiskelija> ilmot = opiskelijaDao.ilmottautujat(kurssi);  
        for ( Opiskelija o: ilmot) {  
            System.out.println(o.getNimi());  
        }  
  
        // ...  
        System.out.println("kenen tiedot haluat nähdä: ");  
        String nimi = lukija.nextLine();  
  
        Opiskelija opiskelija = opiskelijaDao.haeNimella(nimi);  
        System.out.println(opiskelija);  
    }  
}
```



# Paranneltu Ilmo

- Sovellus käynnistään nyt seuraavasti:

```
OpiskelijaMongoDao dao = new OpiskelijaMongoDao("ohtu.jamo.fi", "myDb");  
Ilmo sovellus = Ilmo(dao);  
sovellus.suorita();
```

- Eli sovelluslogiikalle annetaan konstruktorin parametrina olio, jonka kautta se on yhteydessä tietokanaan
- Voisimme yleistää ratkaisua siten, että tekisimme rajapinnan, joka määrittelee tietokantayhteyden tarjoavan luokan metodit

```
public interface OpiskelijaDao {  
    void talleta(Opiskelija o);  
    List<Opiskelija> kaikki();  
    List<Opiskelija> ilmottautujat(String kurssi);  
    Opiskelija haeNimellä(String nimi);  
    // ...  
}
```

- ja muuttaa Ilmo käyttämään tietokantayhteyttä, jonka tyyppinä rajapinta

```
public class Ilmo {  
    public Ilmo(OpiskelijaDao opiskelijaDao) { ... }  
  
    // ...  
}
```

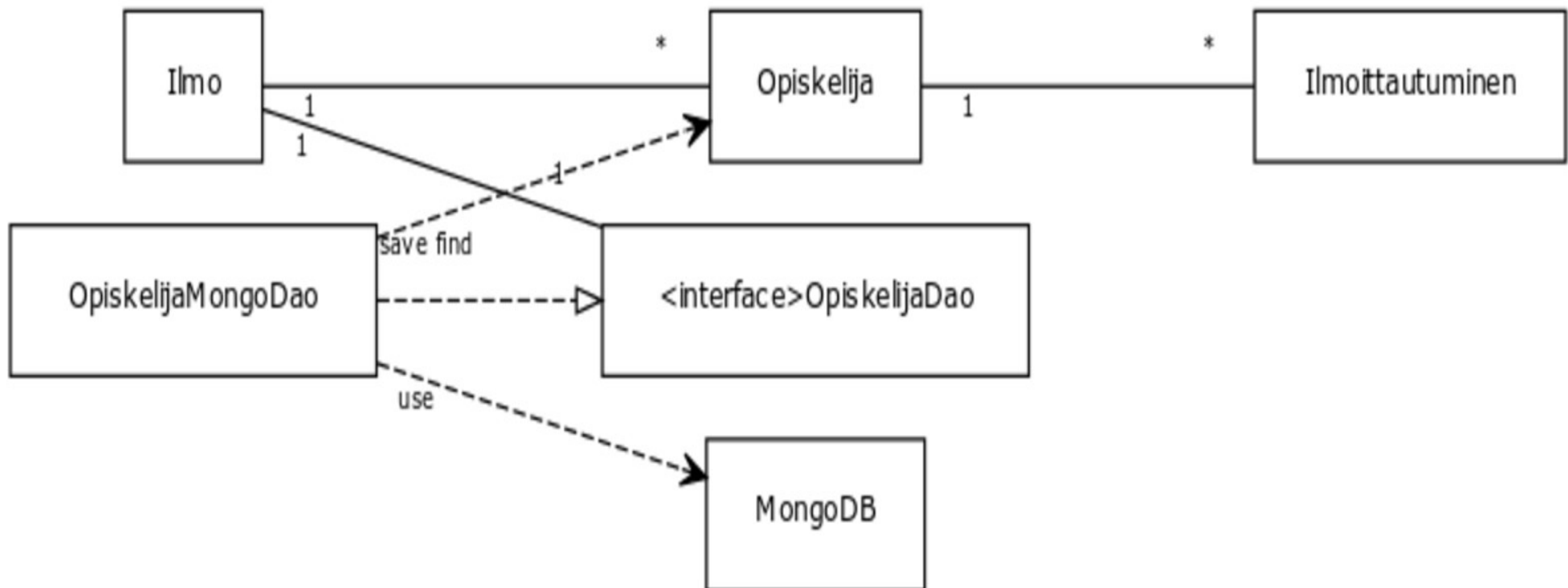
# Paranneltu Ilmo: tietokantayhteys rajapinnan taakse

- Nyt voimme määritellä vaihtoehdoisen, mongon sijaan esim. relaatiotietokantaa käyttävän olioiden talletusratkaisun

```
public OpiskelijaMongoDao implements OpiskelijaDao { ... }
```

```
public OpiskelijaSqliteDao implements OpiskelijaDao { ... }
```

- Sovelluslogiikasta huolehtiva luokka Ilmo tuntee ainoastaan rajapinnan, joten talletustavan muutos ei vaikuta muun sovelluksen toimintaan
- Tilanne vielä luokkakaaviona



# Paranneltu Ilmo: tietokantayhteys rajapinnan taakse

- Noudatimmekin tässä oliosuunnittelun periaatetta **program to an interface, not to an Implementation**
  - Jos Ilmo tuntee ainoastaan rajapinnan, voidaan tallennusratkaisu helposti tulevaisuudessa vaihtaa
- Kuten tässäkin esimerkissä, laajennettavuuden kannalta ei ole hyvä idea olla riippuvainen konkreettisista luokista
  - Parempi on tuntea vain rajapintoja (tai abstrakteja luokkia) ja olla tietämätön siitä mitä rajapinnan takana on
  - Näin muutokset konkreettisissa luokissa eivät haittaa niin kauan kun rajapinta säilyy muuttumattomana
- Programming to an interface -periaate voidaan ajatella ”laajennettuna kapselointina”
  - Kapselointi piilottaa olioiden sisäisen toteutuksen esim. määrittelemällä instanssimuuttujat näkyvyydeltään privateiksi
  - Jos tunnetaan vaan rajapinta, ”kapseloituu” koko takana oleva olio ja tämä taas avaa uudenlaisen joustavuuden, sillä rajapinnan toteuttava luokka on helppo muuttaa tai vaikka korvata uudella luokalla vaikuttamatta luokan käyttäjiin

# Oliosuunnittelun periaatteista

- Onko näissä periaatteissa järkeä? Kyllä, sillä niiden noudattaminen lisäävät ohjelmien ylläpidettävyyttä
- Kannattaako periaatteita noudattaa: useimmiten
  - joskus kuitenkin voi olla jonkun muun periaatteen nojalla viisasta rikkoa jotain toista periaatetta...
  - Jos kyseessä "kertakäyttökoodi", ei luonnollisesti kannata panostaa ylläpidettävyyteen
- "ikäiaikaisia periaatteita", motivaationa ohjelman muokattavuuden, uusiokäytettävyyden ja testattavuuden parantaminen
- Huonoa oliosuunnittelua on verrattu *velan* (engl. technical debt) ottamiseen
- Piittaamattomalla ja laiskalla ohjelmoinnilla/suunnittelulla saadaan ehkä nopeasti aikaan jotain, mutta hätäinen ratkaisu tullaan maksamaan korkoineen takaisin myöhemmin **jos** ohjelmaa on tarkoitus laajentaa tai muuttaa
- Joissain tilanteissa tosin velan ottaminen kannattaa
  - Voi olla elintärkeää saada tuote julkaistua nopeasti, muuten esim. saatetaan menettää markkina-asema ja tuote voi muuttua turhaksi

# Oliosunnittelun tärkeitä nimiä

- Oliosunnittelun periaatteet siis ikiaikaisia, periaatteita ovat systematoisointeet mm. seuraavat henkilöt



**Erich Gamma**



**Robert "uncle bob" Martin**



**Martin Fowler**



**Kent Beck**

# Koodi haisee: merkki huonosta suunnittelusta

- Seuraavassa alan ehdoton asiantuntija Martin Fowler selittää mistä on kysymys **koodin hajuista**:
  - **A code smell is a surface indication that usually corresponds to a deeper problem in the system.** The term was first coined by Kent Beck while helping me with my Refactoring book.
  - The quick definition above contains a couple of subtle points. Firstly **a smell is by definition something that's quick to spot** - or sniffable as I've recently put it. *A long method is a good example of this - just looking at the code and my nose twitches if I see more than a dozen lines of java.*
  - The second is that smells don't always indicate a problem. Some long methods are just fine. You have to look deeper to see if there is an underlying problem there - smells aren't inherently bad on their own - they **are often an indicator of a problem rather than the problem themselves.**
  - One of the nice things about smells is that **it's easy for inexperienced people to spot them**, even if they don't know enough to evaluate if there's a real problem or to correct them. I've heard of lead developers who will pick a "smell of the week" and ask people to look for the smell and bring it up with the senior members of the team. **Doing it one smell at a time is a good way of gradually teaching people on the team to be better programmers.**

# Koodihajuja

- Koodihajuja on hyvin monenlaisia ja monentasoisia
- Aloittelijankin on hyvä oppia tunnistamaan ja välttämään tavanomaisimpia
- Internetistä löytyy paljon hajulistoja, esim:
  - <http://sourcemaking.com/refactoring/bad-smells-in-code>
  - <http://c2.com/xp/CodeSmell.html>
  - <http://wiki.java.net/bin/view/People/SmellsToRefactorings>
  - <http://www.codinghorror.com/blog/2006/05/code-smells.html>
- Muutamia esimerkkejä aloittelijallekin helposti tunnistettavista hajuista:
  - Duplicated code (eli koodissa copy pastea...)
  - Methods too big
  - Classes with too many instance variables
  - Classes with too much code
  - Uncommunicative name
  - Comments

# Koodin refaktorointi

- Lääke koodihajuun on *refaktorointi* eli muutos koodin rakenteeseen, joka kuitenkin pitää koodin toiminnan ennallaan
- Erilaisia koodin rakennetta parantavia refaktorointeja on lukuisia
  - ks esim. <http://sourcemaking.com/refactoring>
- Muutama hyvin käyttökelpoinen ja nykyaikaisessa kehitysympäristössä (esim NetBeans, Eclipse, IntelliJ) automatisoitu refaktorointi:
  - **Rename method** (rename variable, rename class)
    - Eli uudelleennimetään huonosti nimetty asia
  - **Extract method**
    - Jaetaan liian pitkä metodi erottamalla siitä omia apumetodejaan
  - **Extract interface**
    - Luodaan automaattisesti rajapinta perustuen jonkun luokan metodeihin ja korvataan suora riippuvuus luokkaan riippuvuudella luotuun rajapintaan



# Koodin refaktorointi

- Pari sivua sitten tekemämme Ilmo-luokan muokkaaminen siten, että eristimme luokasta kaiken MongoDB-spesifisen koodin omaan luokkaansa oli myös refaktorointia, sillä koodin toiminnallisuus säilyi rakenteen muutoksesta huolimatta muuttumattomana
- Seuraavalla kahdella sivulla esimerkki vanhasta Ohjelmoinnin jatkokurssin tehtävästä
  - Koodi lisää luvun suuruusjärjestyksessä olevaan taulukkoon, jos luku ei ole ennestään taulukossa
- Ensin sotkuinen kaiken tekevä metodi
- Seuraavaksi refaktoroitu versio, jossa jokainen lisäämiseen liittyvä vaihe on erotettu omaksi selkeästi nimetyksi metodikseen
  - Osa näin tunnistetuista metodeista tulee käyttöön muidenkin metodien kuin lisäyksen yhteydessä
  - Lopputuloksena koodin rakenteen selkeys ja copy-pasten eliminointi joiden seurauksena ylläpidettävyys paranee

```
public boolean lisaa(int lisattava) {  
    boolean loytyiko = false;  
    for ( int i=0; i<alkioidenLkm; i++ )  
        if ( taulukko[i]==lisattava ) loytyiko = true;  
    if ( !loytyiko ) {  
        if (alkioidenLkm == taulukko.length) {  
            int[] uusi = new int[taulukko.length + kasvatuskoko];  
            for (int i = 0; i < alkioidenLkm; i++) uusi[i] = taulukko[i];  
            taulukko = uusi;  
        }  
        for( int i=0; i<alkioidenLkm; i++ )  
            if ( i==alkioidenLkm || taulukko[i]>=lisattava ) {  
                for ( int j=alkioidenLkm-1; i>=i; j-- ) taulukko[j+1] = taulukko[j];  
                taulukko[i] = lisattava;  
                alkioidenLkm++;  
            }  
        return true;  
    }  
    else return false;  
}
```

```

public boolean lisaa(int lisattava) {
    if ( onTaulukossa(lisattava) ) {
        return false;
    }

    if ( alkiodenLkm == taulukko.length ) {
        kasvataTaulukkoa();
    }

    int lisayskohta = etsiLisayskohta(lisattava);
    siirraEteenpainAlkaenKohdasta(lisayskohta);

    taulukko[lisayskohta] = lisattava;
    alkiodenLkm++;

    return true;
}

```

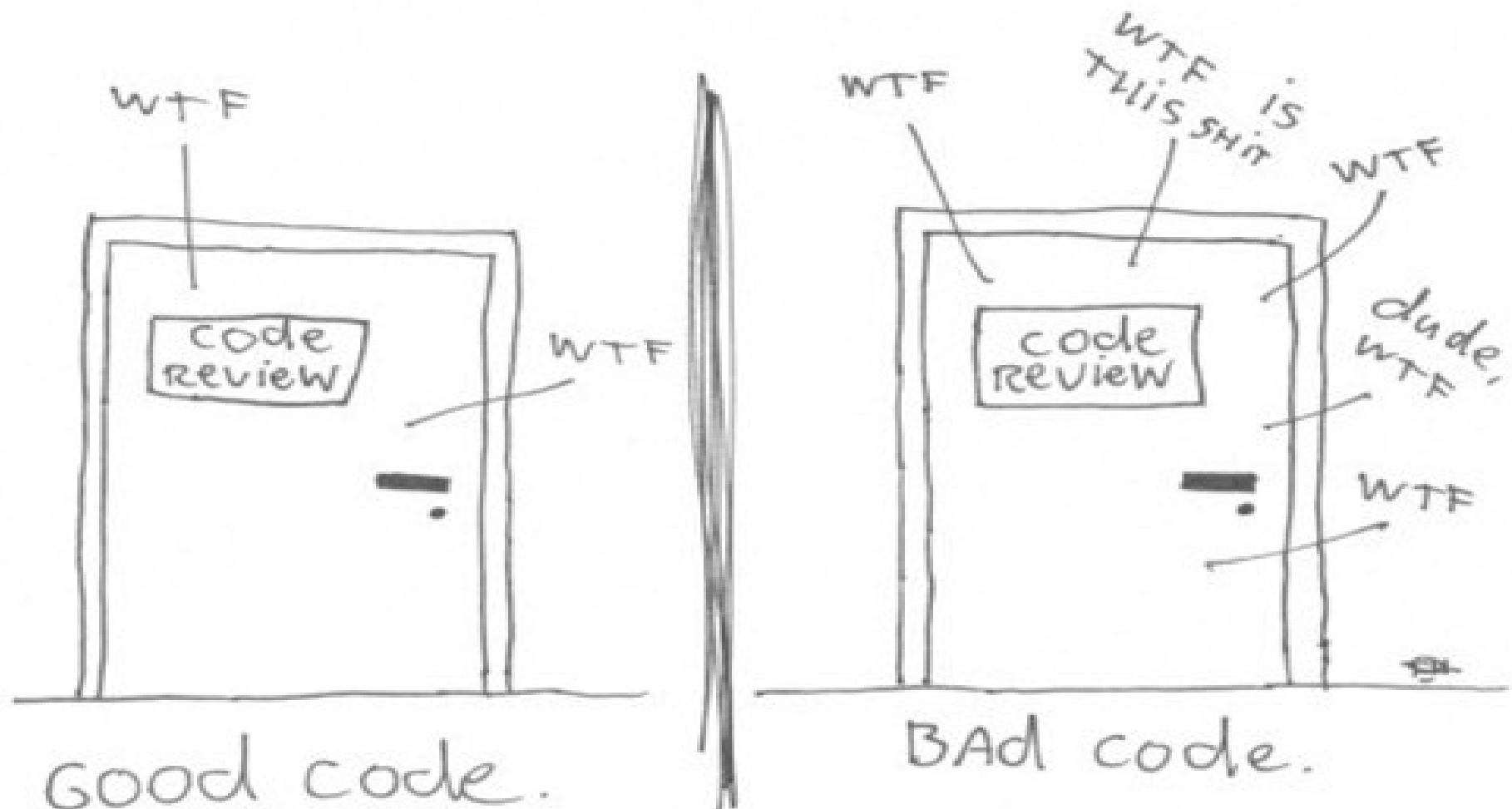
- Jokainen tässä kutsuttava metodi tekee yhden pienen asian
- Apumetodit ovat lyhyitä, helppoja ymmärtää ja tehdä
- Apumetodit on helppo testata oikein toimivaksi
- Koodi kannattaa kirjoittaa osin jo alusta asti suoraan ”puhtaaksi ja hajuttomaksi”
  - Helpompaa tehdä ja saada toimimaan oikein
- Toisen vuoden kurssilla *Ohjelmistotuotanto* palataan tarkemmin refaktorointiin ja puhtaan koodin kirjoittamiseen



# Miten refaktorointi kannattaa tehdä

- Refaktoroinnin melkein ehdoton edellytys on kattavien yksikkötestien olemassaolo
  - Refaktoroinninhan on tarkoitus ainoastaan parantaa luokan tai komponentin sisäistä rakennetta, ulospäin näkyvän toiminnallisuuden pitäisi pysyä muuttumattomana
- Kannattaa ehdottomasti edetä pienin askelin
  - Yksi hallittu muutos kerrallaan
  - Testit on ajettava mahdollisimman usein ja varmistettava, että mikään ei mennyt rikki
- Refaktorointia kannattaa suorittaa lähes jatkuvasti
  - Koodin ei kannata antaa "rapistua" pitkiä aikoja, refaktorointi muuttuu vaikeammaksi
  - Lähes jatkuva refaktorointi on helppoa, pitää koodin rakenteen selkeänä ja helpottaa sekä nopeuttaa koodin laajentamista
- Osa refaktoroinneista, esim. metodien tai luokkien uudelleennimentä tai pitkien metodien jakaminen osametodeiksi on helppoa, aina ei näin ole
  - Joskus on tarve tehdä isoja refaktorointeja joissa ohjelman rakenne eli arkkitehtuuri muuttuu

# The ONLY valid MEASUREMENT OF Code QUALITY: WTFs/minute



# **Test Driven Development**

# Yksikkötestien kirjoittaminen valmiille koodille on työlästä ja tylsää

- Kirjoittamalla testejä ainoastaan valmiille koodille jää huomattava osa yksikkötestien hyödyistä saavuttamatta
  - Esim. refaktorointi edellyttäisi testejä
- JUnit ei ole alunperin tarkoitettu jälkikäteen tehtävien testien kirjoittamiseen, JUnitin kehittäjällä Kent Beckillä oli alusta asti mielessä jotain paljon järkevämpää ja mielenkiintoisempaa



**Test Drive it!**

# TDD eli Test Driven Development

- TDD:ssä ohjelmoija (eikä siis erillinen testaaja) kirjoittaa testikoodin
- Testit laaditaan ennen koodattavan luokan toteutusta, yleensä jo ennen lopullista suunnittelua
- Sovelluskoodi kirjoitetaan täyttämään testien asettamat vaatimukset
  - Testit määrittelevät miten ohjelmoitavan luokan tulisi toimia
  - Testit toimivatkin osin koodin dokumentaationa, sillä testit myös näyttävät miten testattavaa koodia käytetään
- Testaus ohjaa kehitystyötä eikä ole erillinen toteutuksen jälkeinen laadunvarmistusvaihe
  - Oikeastaan TDD ei ole testausmenetelmä vaan ohjelmiston kehitysmenetelmä, joka tuottaa sivutuotteenaan automaattisesti ajettavat testit
- Testien on ennen toteutuksen valmistumista epäonnistuttava
  - Näin pyritään varmistamaan, että testit todella testaavat haluttua asiaa
- Toiminnallisuus katsotaan toteutetuksi, kun testit menevät läpi



# Oikeaoppinen TDD-sykli

(1) tehdään **yksi** testitapaus

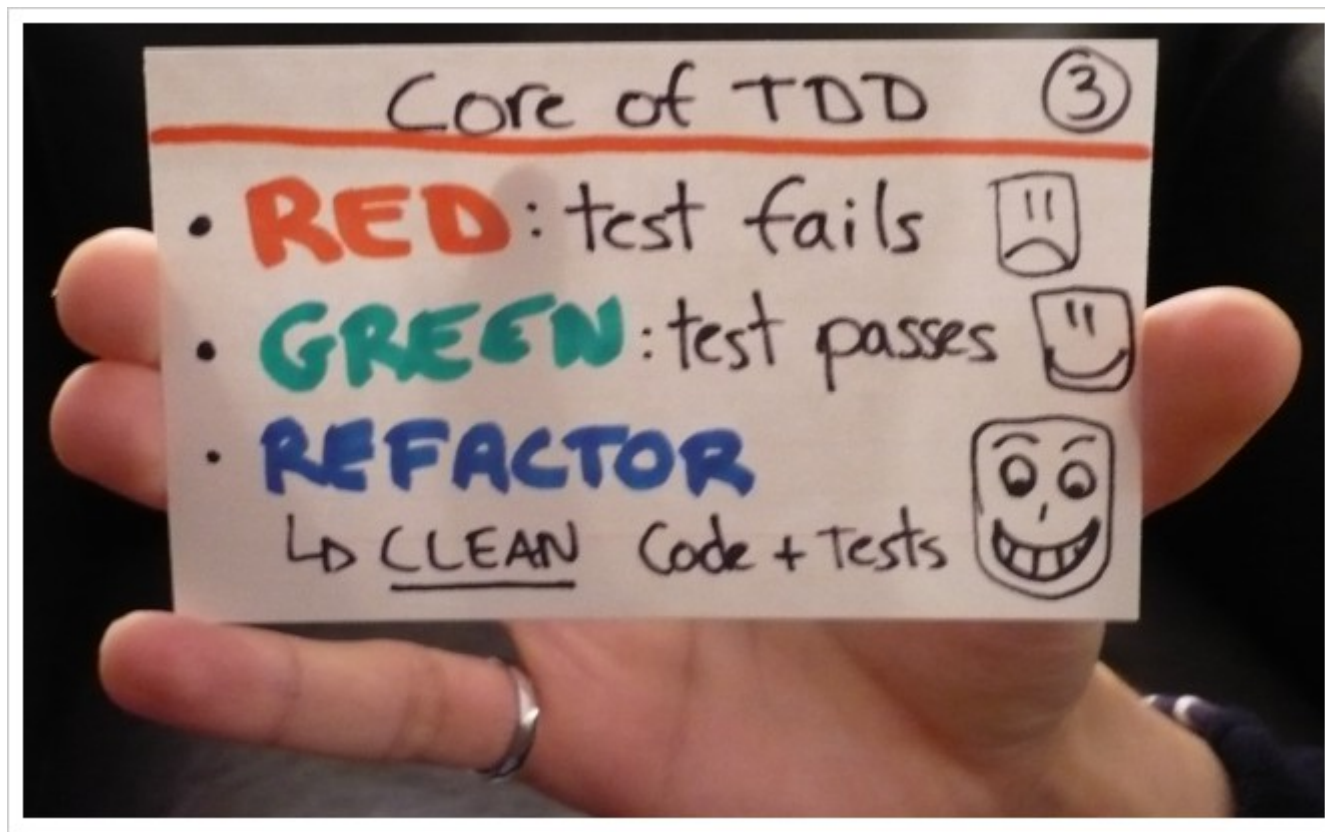
- testitapaus testaa ainoastaan yhden "pienen" asian

(2) Tehdään koodi joka läpäisee testitapauksen

(3) **refaktoroidaan** koodia, eli parannellaan koodin laatua ja struktuuria

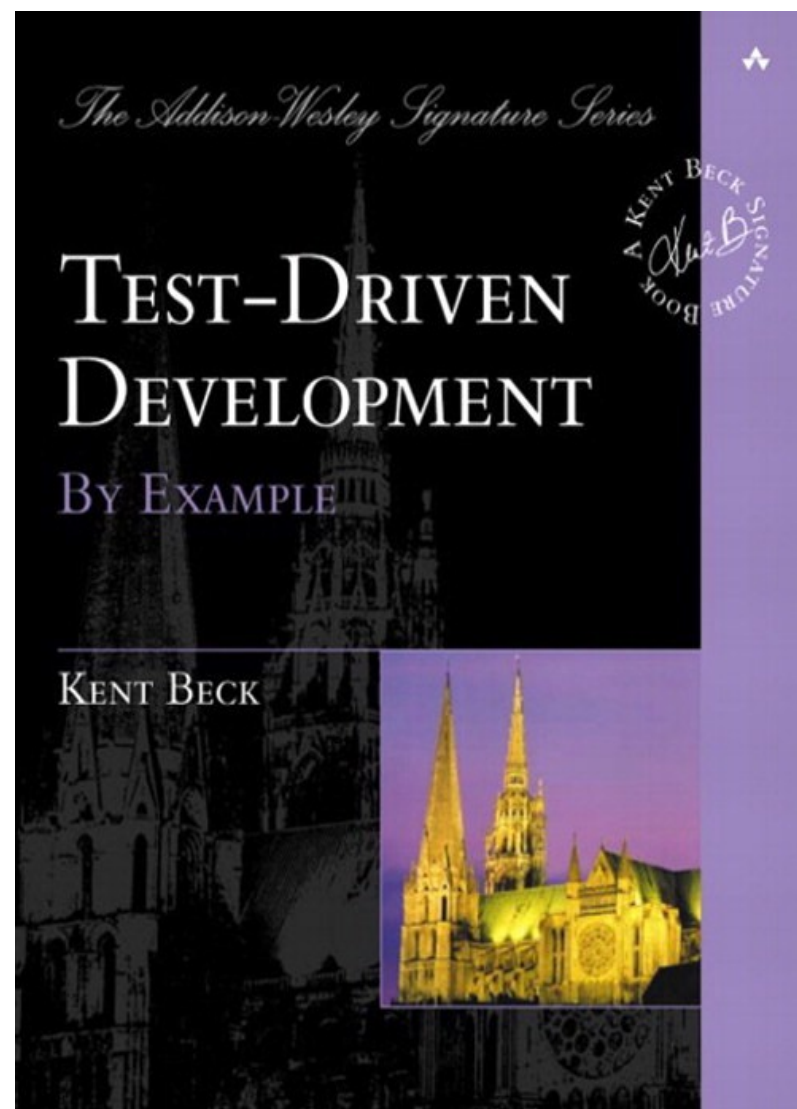
- Testit varmistavat koko ajan ettei mitään mene rikki

Kun koodin rakenne on kunnossa, palataan vaiheeseen (1)



# TDD

- Automaattinen testaus ja TDD ovat usein osana ketterää ohjelmistokehitystä
- Mahdollistaa turvallisen refaktoroinnin
  - Koodi ei rupea haisemaan
  - Ohjelman rakenne säilyy laajennukset mahdollistavana
- Seuraavan viikon laskareiden paikanpäällä tehtävässä tehtävässä pääsemme itse kokeilemaan TDD:tä

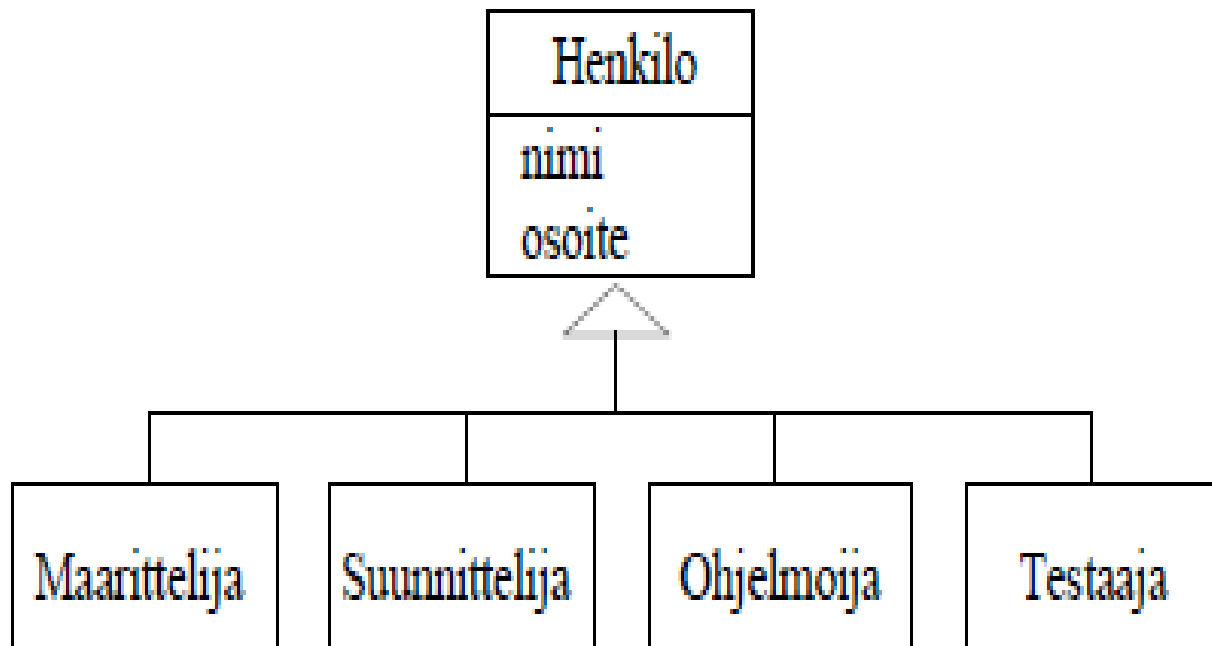


# **Esimerkkejä oliosuunnittelusta**

***perimisen virheellisiä ja oikeaoppisia käyttötapoja***

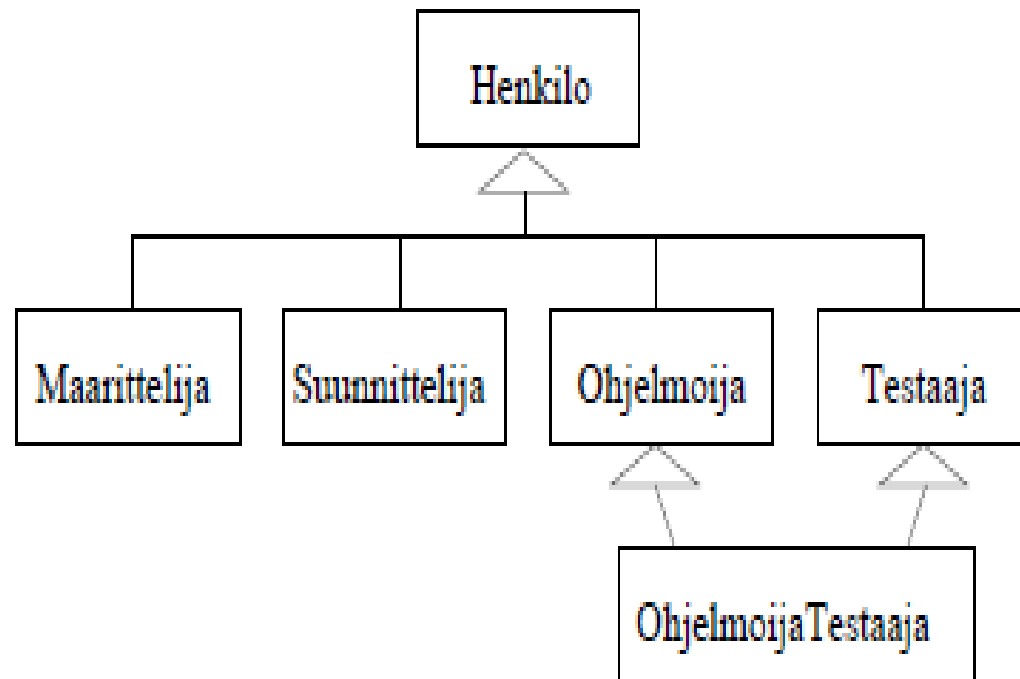
# Esimerkki periytymisen virheellisestä käyttöyrityksestä

- Ohjelmistoyrityksessä työskentelee henkilöitä erilaisissa tehtävissä:
  - Määrittelijöinä
  - Suunnittelijoina
  - Ohjelmoijina
  - Testaajina
- Yritys toteuttaa omia tarpeitaan varten henkilöstöhallintajärjestelmän
- Ensimmäinen yritys mallintaa yrityksen työntekijöitä alla
  - Vaikuttaa loogiselta: esim. testaaja on Henkilö...



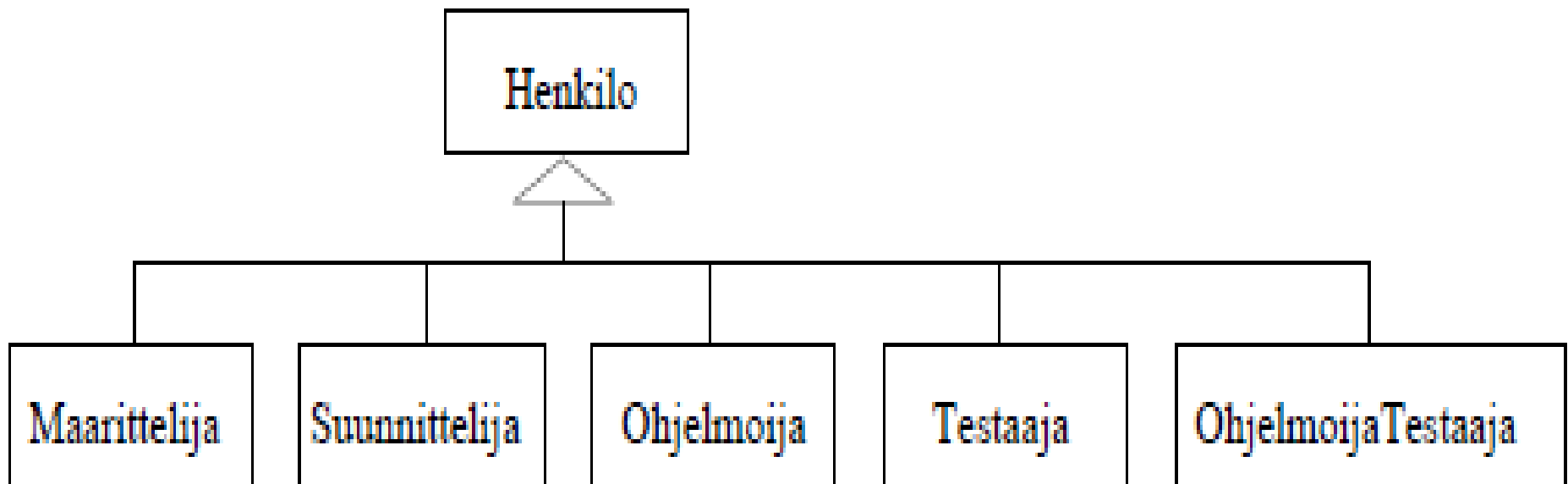
# Ongelmia

- Entä jos työntekijällä on useita tehtäviä hoidettavanaan?
  - Esim. ohjelmoiva testaaja
- Yksi vaihtoehto olisi mallintaa tilanne käyttämällä ~~moniperintää~~ alla olevan kuvan mukaisesti
- Tämä on huono idea muutamastakin syystä
  - Jokaisesta työtehtäväkombinaatiosta pitää tehdä oma aliluokka
    - jos kaikki kombinaatiot otetaan huomioon, yhteensä luokkia tarvittaisiin 10 kappaletta
  - Kuten mainittua, esim. **Javassa ei ole moniperintää**



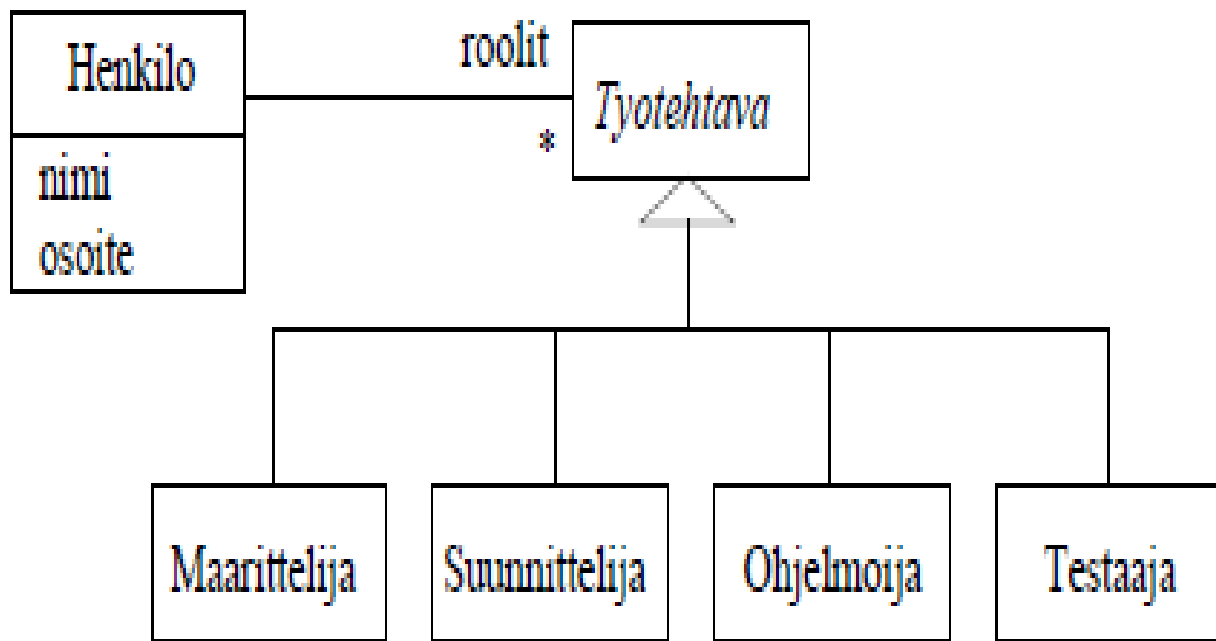
# Huono ratkaisuyritys

- Jos toteutuskieli ei tue moniperintää, yksi vaihtoehto on jokaisen työyhdistelmän kuvaaminen omana suoraan Henkilön alla olevana aliluokkana
  - Erittäin huono ratkaisu: nyt esim. OhjelmoijaTestaaja ei perillenkään Ohjelmoija- eikä Testaaja-luokkaa
    - Seurauksena se, että samaa esim. Ohjelmoija-luokkaan liittyvää koodia joudutaan toistamaan moneen paikkaan
- Yksi suuri ongelma tässä ja edellisessä ratkaisussa on miten hoidetaan tilanne, jossa *henkilö siirtyy esim. suunnittelijasta ohjelmoijaksi*
  - Esim. Javassa olio ei voi muuttaa luokkaansa suoritusaikana: Suunnittelijaksi luodut pysyvät suunnittelijoina!



# Roolin kuvaaminen erillisenä luokkana

- Henkilön työtehtävää voidaan ajatella henkilön *rooliksi* yrityksessä
- Vaikuttaa siltä, että henkilön eri roolien mallintaminen ei kunnolla onnistu periytymistä käyttäen
- Parempi tapa mallintaa tilannetta on pitää luokka **Henkilö** kokonaan erillisenä ja *liittää* työtehtävät, eli henkilön *roolit*, siihen *erillisinä luokkina*
- Ratkaisu seuraavalla sivulla
  - Luokka Henkilö kuvaa siis ”henkilöä itseään” ja sisältää ainoastaan henkilön ”persoonaan” liittyvät tiedot kuten nimen ja osoitteen
  - Henkilöön liittyy yksi tai useampi Työtehtävä eli työntekijärooli
  - Työntekijäroolit on mallinnettu periytymishierarkian avulla, eli jokainen henkilöön liittyvä rooli on jokin konkreettinen työntekijärooli, esim. Ohjelmoija tai Testaaja
- Oikeastaan kaikki ongelmat ratkeavat tämän ratkaisun myötä
  - Henkilöön voi liittyä nyt kuinka monta roolia tahansa
  - Henkilön rooli voi muuttua: poistetaan vanha ja lisätään uusi rooli

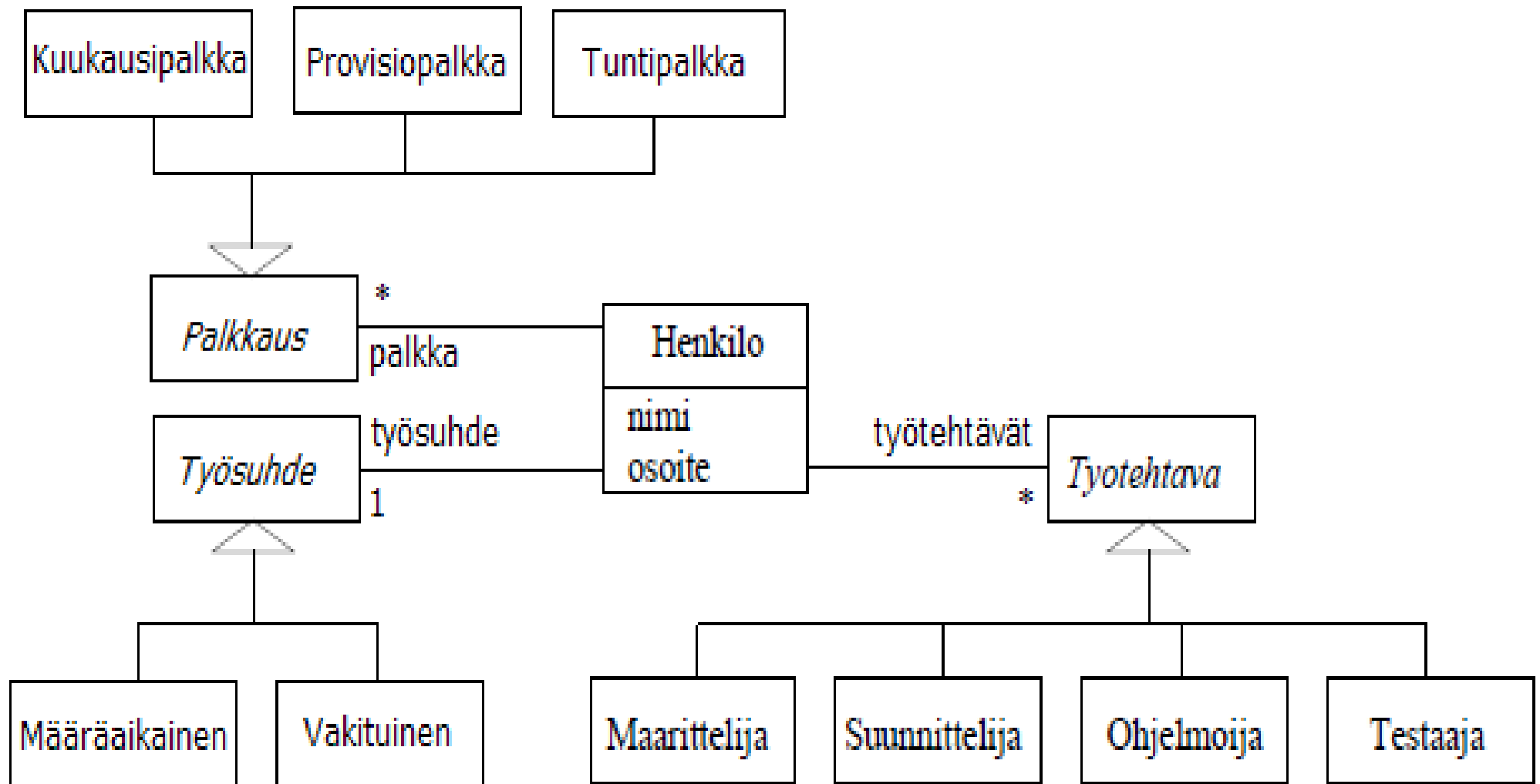


- Tyotehtava on nyt abstrakti luokka, sillä se on pelkkä käsite, jonka merkitys konkretisoituu vasta aliluokissa, esim. Ohjelmoija osaa koodata...
- Ratkaisun "hint", on luokkien määrän kasvu
  - yhtä käsitettä, esim. ohjelmointia tekevää työntekijää kuvataan usealla oliolla: Henkilö-olio ja siihen liittyvä Ohjelmoija-olio
- Onko tämä ongelma?
  - Ei, päinvastoin! Single responsibility -periaate sanoo: luokalla tulee olla vain yksi selkeä vastuu
  - Kuljetaan siis oikeaan suuntaan: olioita on enemmän, mutta ne ovat yksinkertaisempia, enemmän yhteen asiaan keskittyviä
- Huom: noudatettiin oliosuunnittelun periaatetta *favor composition over inheritance* ja päädyttiin yksinkertaisemman vastuun (single responsibility) omaaviin luokkiin



# Roolin kuvaaminen erillisenä luokkana

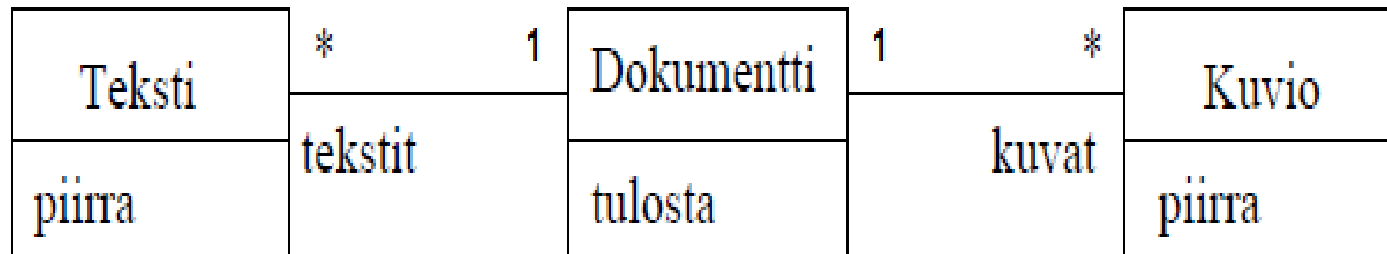
- Esimerkissä käytetään oliomallinnuksessa hyvin tunnettua periaatetta, jonka mukaan käsite (esim. henkilö) ja sen roolit (esim. työtehtävät) kannattaa mallintaa erillisinä luokkina
- Käsitettä vastaavasta luokasta on yhteys sen rooleja kuvaaviin luokkiin
- Jos tietty roolityyppi, esim. työtehtävä jakautuu useiksi toisistaan eriäviksi alikäsitteiksi, kannattaa nämä kuvata perinnän avulla
  - työtehtävä tarkentuu ohjelmoijaksi, suunnittelijaksi, jne...
- Henkilöön voisi liittyä muitakin rooleja kun työntekijärooleja, esim.
  - työsuhteen laatua kuvaava rooli (vakinainen, määräaikainen)
  - palkkausta kuvaava rooli (tuntipalkka, kuukausipalkka, ...)
  - ks. seuraava sivu



- Jos rooli on hyvin yksinkertainen, sen voi mallintaa normaalina attribuuttina
  - Työsuhteen laatu saattaisi olla parempi kuvata pelkän, esim. String-arvoisen attribuutin avulla
- Jos taas rooliin liittyy attribuutteja ja metodeja (esim. palkkaukseen liittyy palkan laskeminen), on se syytä kuvata omana luokkana

# Monimutkainen esimerkki

- Dokumentti koostuu tekstielementistä ja kuvioista
- Kuvio voi olla piste, viiva, ympyrä tai joku näistä koostuva monimutkaisempi kuvio
- Yksinkertaistettu luokkakaavio, jossa ei ole vielä tarkennettu Kuvioa:



- Dokumentin operaatio tulosta()  
käy läpi kaikki tekstit ja kuvat ja  
pyytää niitä piirtämään itsensä

```
public class Dokumentti{

    private List<Teksti> tekstet;
    private List<Kuvio> kuvat;

    public void tulosta(){

        for ( Kuvio k : kuvat ) { k.piirra(); }

        for ( Teksti t : tekstet ) { t.piirra(); }

    }

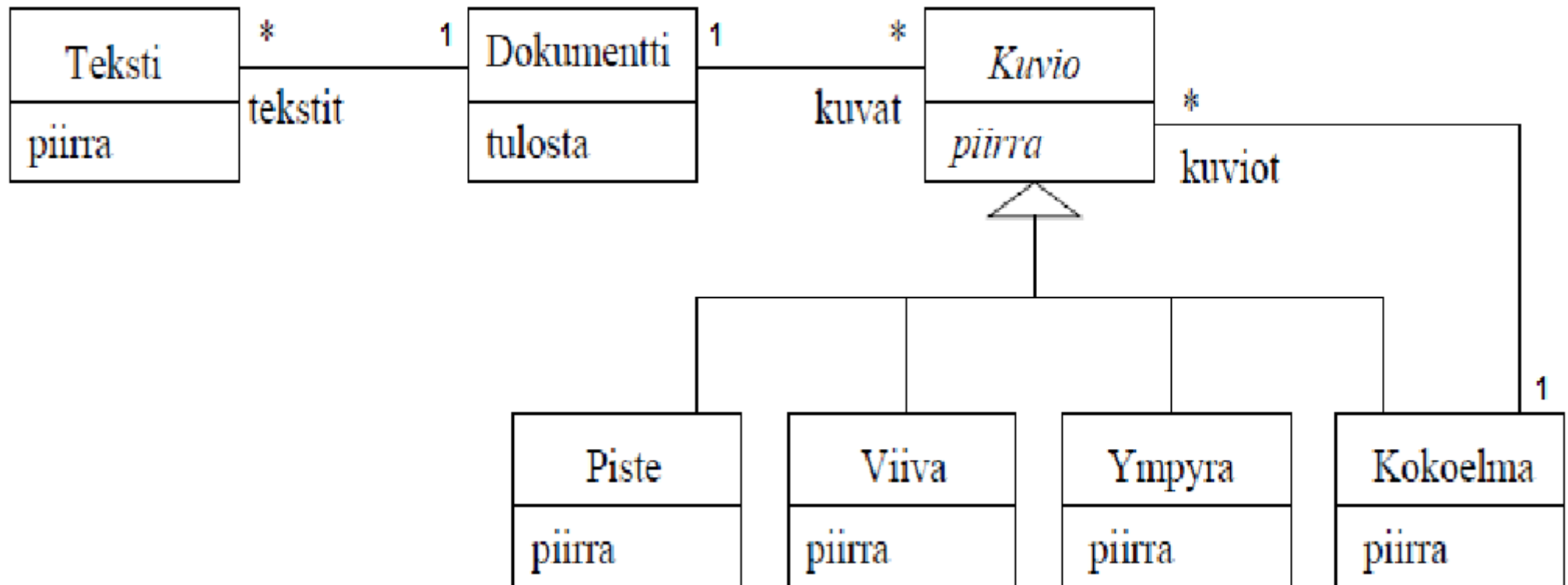
}
```

# Tarkennetaan kuvioa

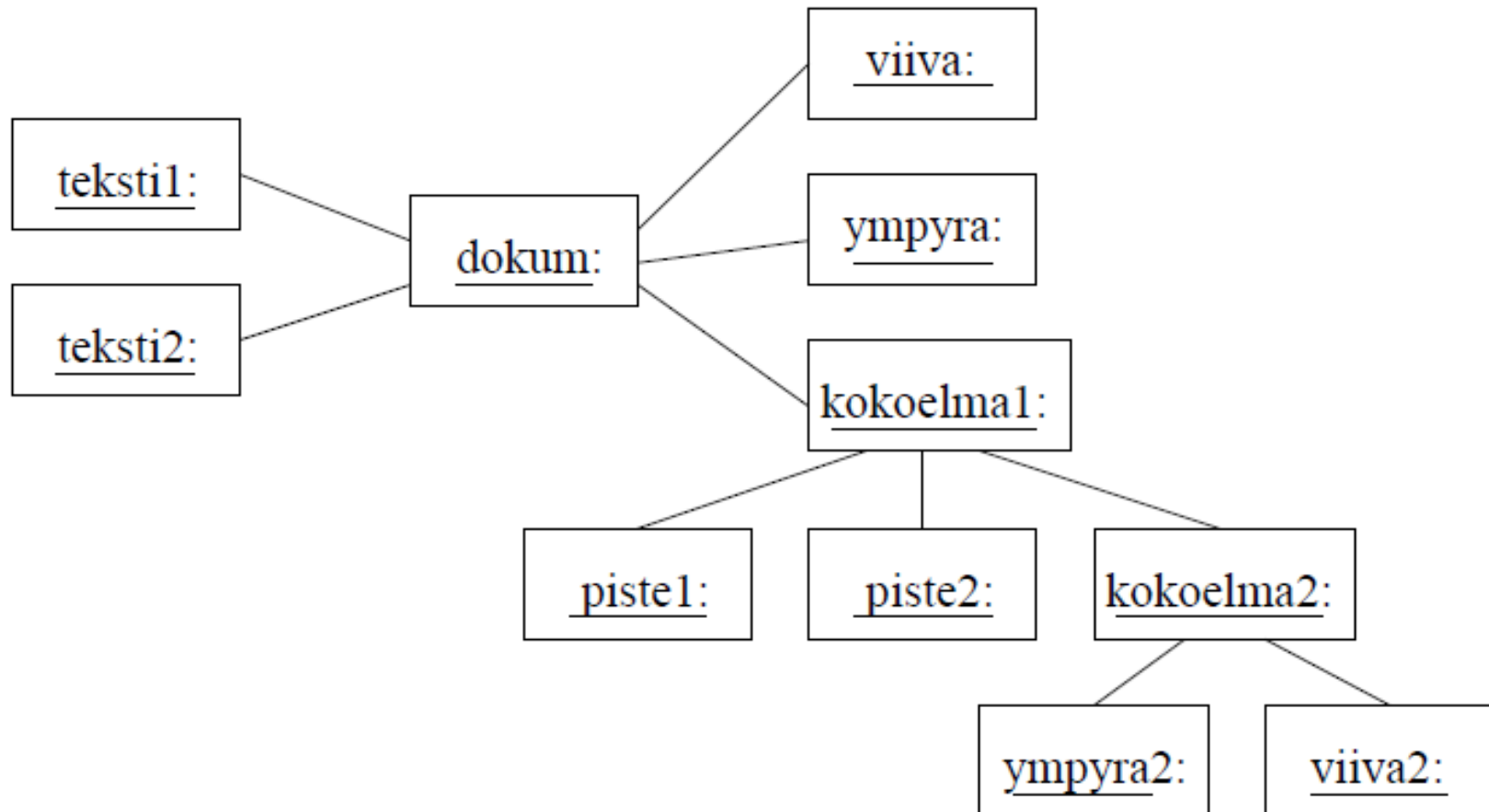
- Kuvio voi siis olla
  - piste, viiva tai ympyrä, tai
    - Edellisistä koostuva monimutkaisempi kuvio
- Kuvion määritelmä viittaa itseensä, eli määritelmä on rekursiivinen
  - Kuvio voi olla kooste yksinkertaisista kuvioista
- Tarkennetaan määritelmää. Kuvio on, joko
  - piste,
  - viiva,
  - ympyrä tai
  - kokoelma kuvioita
- Luokkakaavio seuraavalla sivulla

# Tarkentunut kuvio

- Koska Kuvio ei ole itsessään käyttökelpoinen luokka (siitä ei ole voi luoda olioita), on Kuviosta tehty abstrakti luokka, jolla on abstrakti metodi piirrä()
- Kuvion perivät konkreettiset luokat Piste, Viiva, Ympyrä ja Kokoelma, jotka toteuttavat piirrä()-metodin kukin omalla tavallaan
- Kokoelma sisältää joukon muita Kuvioita, eli kokoelma on koostesuhteessa sen sisältämiin Kuvio-oloihiin!
- Asia on hieman hämmentävä ja seuraavalla sivulla tilannetta selkeyttävä oliokaavio



- Oliokaaviossa kuvattu dokumentti, joka sisältää kaksi Teksti-olioa (*teksti1* ja *teksti2*) sekä kolme Kuvio-olioa
- Kuvio-olioista *viiva* ja *ympyra* ovat ”yksinkertaisia” kuvioita, kolmas dokumentin sisältävä kuvio on *kokoelma1*
- *kokoelma1* koostuu kolmesta kuviosta, joita ovat *piste1*, *piste2* ja *kokoelma2*
- *kokoelma2* on siis koostekuvio, joka koostuu olioista *ympyrä2* ja *viiva2*



# Polymorfismia...

- Kun dokumentti pyytää kuvioita piirtämään itsensä (koodi pari sivua aiemmin), polymorfismi pitää huolta, että kukin Kuvion aliluokka kutsuu toteuttamaansa piirrä()-metodia
  - Alla on luokkien Ympyrä ja Kokoelma piirrä()-metodin toteutus
- Ympyrä piirtää itsensä kutsumalla grafiikkakirjaston metodia drawCircle(...)
- Kokoelman piirrä()-metodin toteutus on mielenkiintoinen
  - Kokoelma koostuu joukosta Kuvio-olioita, joiden viitteet listassa kuviot
  - Kokoelma piirtää itsensä käskemällä jokaisen sisältämänsä kuvion piirtämään itsensä
  - Polymorfismin ansiosta jokainen kokoelman sisältämä Kuvio osaa kutsua todellisen luokkansa piirrä-metodia

```
public class Kokoelma extends Kuvio {  
    private List<Kuvio> kuviot; // kokoelman kuviot  
    public void piirra(){  
        for ( Kuvio k : kuviot ) k.piirra();  
    }  
}
```

```
public class Ympyra extends Kuvio{  
    public void piirra() {  
        graphics.drawCircle( x, y, sade );  
    }  
}
```

# Yleistetään mallia vielä hiukan

- Dokumentissa voisi olla muunkinlaisia rakenneosia kuin tekstiä ja kuvia, esim. taulukoita
- Mallia onkin järkevä yleistää, ja määritellä kaikille dokumentin rakenneosille yhteinen rajapinta Elementti, jolle on määritelty metodi piirrä jonka kaikki konkreettiset elementit toteuttavat
- Dokumentti tuntee nyt joukon Elementti-rajapinnan toteuttavia oliota
- Dokumentin tulostaminen on helppoa, ote koodista:

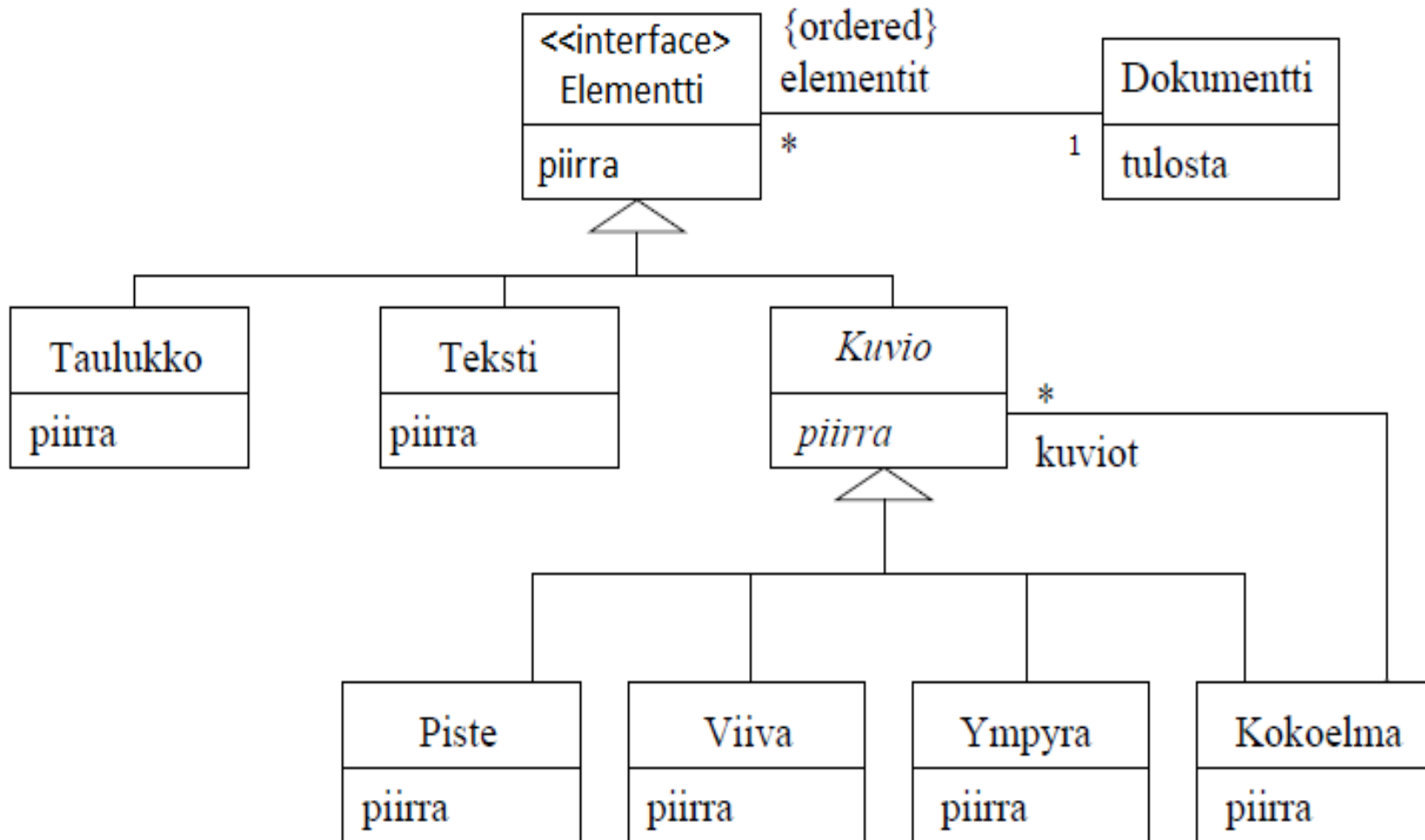
```
public class Dokumentti {  
    private List<Elementti> elementit;  
  
    public void tulosta(){  
        for ( Elementti elementti : elementit )  
            elementti.piirra();  
    }  
}
```

- Huom: noudetetaan oliosuunnittelun periaatetta *program to interfaces not to concrete classes* eli ei olla riippuvaisia konkreettisista luokista
- Näin dokumenttiin on hyvin helppo lisätä myöhemmin uusia elementtityyppejä!



# Dokumentin rakenteen kuvaava luokkamalli

- Jotta dokumentti olisi mielekäs, on eri elementit syytä liittää dokumenttiin tietyssä järjestyksessä
  - Järjestys voidaan ilmaista liittämällä yhteyteen määre ordered



- Tässä käytetty tapa mallintaa Kuvio perustuu yleisesti tunnettuun *composite pattern* -periaatteeseen