

## Ohjelmistoarkkitehtuurit

---

Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto  
Tuoteperheet  
Tuoterunkoarkkitehtuurit



3.10.2012
1

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto

- Perinteisessä ohjelmistotuotannossa annetaan keinoja tuottaa ratkaisu uuteen ongelmaan
  - Erikoistuneista ainutlaatuisista vaatimuksista erikoistuneeseen ainutkertaiseen ohjelmistoon
- Aina ei kuitenkaan ole perusteltua lähteä liikkeelle tyhjästä
- Aiemmat sovellukset ovat tuoneet mukanaan tietämystä siitä, miten tietyt yleiset ongelmat voisi ratkaista
  - Samankaltaiset ongelmat toistuvat eri sovelluksissa, joten samoja ratkaisutyyppejäkin voisi soveltaa
  - Saman asian uudelleen keksimisen sijasta voisi keskittyä ratkomaan eroavaisuuksiin liittyviä ongelmia
  - Ohjelmataratkaisujen uudelleenkäytön oletetaan vähentävän kehityskustannuksia

3.10.2012
2

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto

- Ohjelmistot ovat kovin erilaisia
  - Esimerkiksi sähköisen kaupankäynnin järjestelmät eroavat merkittävästi vaikkapa puhelimen ohjausjärjestelmästä, joka puolestaan eroavat merkittävästi lentokoneen lennonhallintajärjestelmästä
  - Yleisellä tasolla erityisen ongelman ratkaisuvaihtoehtojen määrä on suuri
    - *Ongelmien hahmottaminen samankaltaisiksi voi myös olla vaikeaa*
  - Sovellusaluekohtaisesti samankaltaiset ongelmat ovat helpommin tunnistettavissa, jolloin niiden ratkaisuun voi soveltaa valmiita malleja
    - *Ratkaisuvaihtoehtojen määrä vähenee*

3.10.2012
3

---

---

---

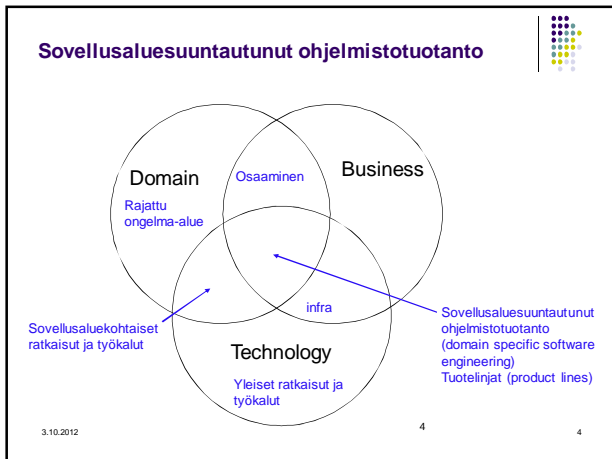
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

- Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto**
- Sovellusalueuuntautuneessa ohjelmistotuotannossa
    - Vaatimukset jaettavissa sovellusalueita koskeviin tai sovelluskohtaisiin
      - *Sovellusaluekohtaisille vaatimuksille valmiita ratkaisumalleja*
    - Toteutus, testaus ja ylläpito yksinkertaistuvat – uudelleenkäytettävyyttä
    - Sovellusaluekohtaisia työkaluja, tekniikoita ja palveluja
    - Kommunikointi sidosryhmien kanssa helpottuu
      - *Sovellusalueen terminologia*
- 3.10.2012 5

---

---

---

---

---

---

---

---

- Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto**
- **Määritelmiä:**
    - **Tuoteperhe** (product family, product line): toiminnaltaan ja rakenteeltaan samankaltaisten, tietylle sovellusalueelle toteutettujen ohjelmistotuotteiden muodostama joukko
    - **Tuoterunko** (tai tuotealusta, product platform): ohjelmisto, joka toteuttaa tuoteperheen yhteisen rakenteen ja toiminnallisuuden
    - **Tuoterunkoarkkitehtuuri** (product-line architecture, PLA): tuoterungon ja siihen liittyvän tuoteperheen arkkitehtuuri
    - Tuoterunkoarkkitehtuurin katsotaan joskus kuuluvan mukaan myös ohjelmistot ja työkalut, joita käytetään apuna tuotteiden tekemisessä tuoterungosta
- 3.10.2012 6

---

---

---

---

---

---

---

---

**Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto**

- Tuoterunkoarkkitehtuurin toteutuksen komponentteja voidaan hyödyntää kaikissa eri tuotteissa
  - Parantaa laatua
    - *Koodi testattu useassa aiemmassa konfiguraatiossa*
  - Nopeuttaa ohjelmistokehitystä
    - *Valmiita komponentteja tarjolla*
  - Helpottaa projektin hallintaa
    - *Samankaltaiset tuotteet -> samankaltaiset projektit -> sama prosessi*
  - Standardoi tuotteita
    - *Runko antaa puitteet*
  - Tehostaa toimintaa, sillä perusarkkitehtuuri on suunniteltu ja toteutettu jo tuoterungossa

3.10.2012 7

---

---

---

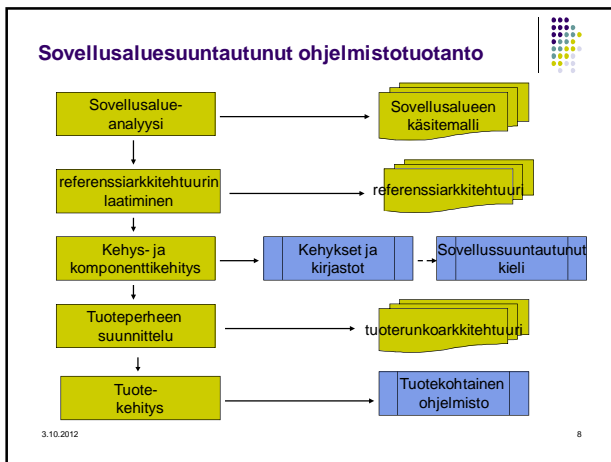
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

**Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto**

- Sovellusalueen käsitelmä (domain model):
  - *Sovellusalueen kuvaus, sisältää*
    - *Sanasto,*
    - *Tietosisältömallit,*
    - *Toiminnallisuusmallit*

3.10.2012 9

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto

- Referenssiarkkitehtuuri
  - Tuoteriippumaton puitemalli sovellusalueen sovelluksille
  - Voi olla
    - Yhden tuotteen kiinnitetty esimerkkiarkkitehtuuri – ei varianssia
    - Epätäydellinen arkkitehtuuri, jossa mahdollisesti varioivat kohdat on jätetty 'ryhjiksi'
    - Tuotejoukon puitearkkitehtuuri, joka sisältää varianssikohtien määrittelyt
- Tuoterunkoarkkitehtuuri
  - Puitemalli tuoteperheen tuotteille; kiinnittää ja rajaa ratkaisuja suhteessa referenssiarkkitehtuuriin. Määrittelee puitteet tuotekohtaiselle vaihtelulle tuoteperheen sisällä
  - Konkreettisempi kuin referenssiarkkitehtuuri
  - Määrittelee varianssikohtat

3.10.2012 10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto

- Tuotteiden toteutus tuoterungon pohjalta voi perustua yleiskielisiin kehyksiin ja kirjastoihin
- Toteutusympäristön kehitystä on kuitenkin voitu jatkaa sovellussuuntautuneeksi kieleksi (domain-specific language, DSL)

3.10.2012 11

---

---

---

---

---

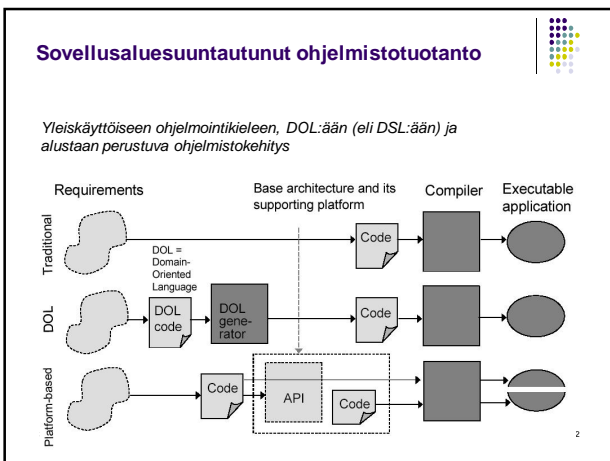
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Esimerkkejä

- Sovellusalueuuntautuneita kieliä:
  - sed (merkkijonojen käsittely)
  - SQL (tietokannan käsittely)
  - XSLT (XML muunnokset)
  - Excel:n kaavat
  - YACC (kääntäjien laatimiseen)
  - Erlang (alunperin telekommunikaatio-ohjelmistot)
  - CFML (GoldFusionin tagikieli webbisovelluksiin)
  - UnrealScript (pelit)
  - jne

3.10.2012

13

---

---

---

---

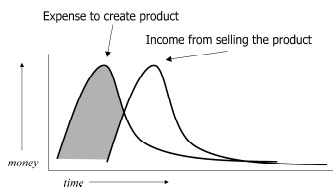
---

---

---

---

### Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto



Kustannukset ja tuotot: Perinteinen ohjelmistotuotanto

3.10.2012

14

---

---

---

---

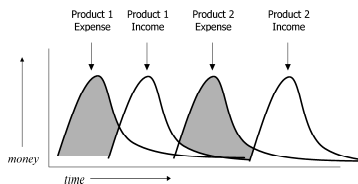
---

---

---

---

### Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto



Kustannukset ja tuotot: Perinteinen ohjelmistotuotanto

3.10.2012

15

---

---

---

---

---

---

---

---

**Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto**

Kustannukset ja tuotot: Tuoterunkoarkkitehtuuriin perustuva ohjelmistotuotanto

3.10.2012 16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto**

Kehityskustannukset

Cumulative cost

4C  
3C  
2C  
C

1 2 3 4

Number of family members

(A) without PLA  
(B) with PLA

payback point

Tuoterunko on usein vielä raakile ensimmäisiä tuotteita toteutettaessa

17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Sovellusalueuuntautunut ohjelmistotuotanto**

- Tuoterungon suunnittelu
  - Luodaan tuoterungon perusta olemassa olevan toteutuksen komponenteista
  - Rakennetaan tuoterunko inkrementaalisesti: ensin vähän ominaisuuksia → myöhemmin kattava tuoterunko
  - Jos tuoteperheen tuotteet ovat kaikki uusia, voidaan rakentaa suoraan kattava tuoterunko
    - *Edellytyksenä kuitenkin sovellusalueen ja sen vaatimusten perusteellinen tuntemus (onko mahdollista ennen ensimmäisenkään tuotteen toteuttamista?)*
  - Otetaan ensimmäinen (uudentyyppinen) tuote tuoterungon perustaksi → lisätään muunneltavuutta tarpeen mukaan

3.10.2012 18

---

---

---

---

---

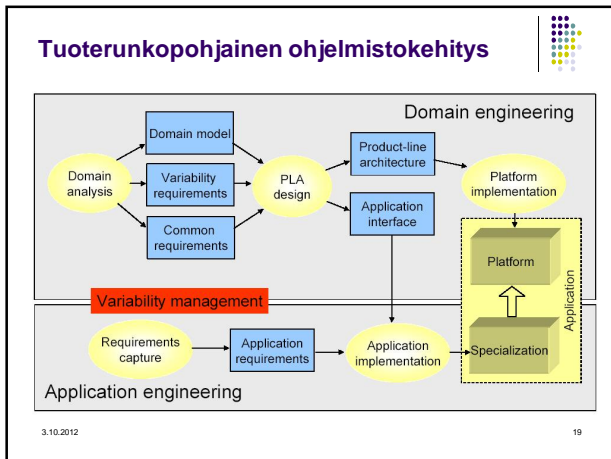
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

- ### Tuoterunkopohjainen ohjelmistokehitys
- Tuoterunkopohjainen ohjelmistokehitys jakautuu kahteen eri osaan:
    - **alustakehitysprosessiin** (domain engineering)
    - **tuotekehitysprosessiin** (application engineering)
  - Näitä edeltää **esitutkimusvaihe**  
 Arvioidaan tuoteperheen kannattavuutta (vaikuttavana tekijänä erityisesti oletettava tuoteperheen tuotteiden lukumäärä), vrt. aiemmin esitetty laskennallinen malli  
 → Kannattaako rakentaa tuoteperhe vai toteuttaa perheeseen tulevat tuotteet erillisesti
  - **Vaatimusmäärittely** (domain analysis) → **sovellusalueen käsitemalli** (domain model), **muunneltavuusvaatimukset**, **yhteiset vaatimukset**
    - Käsitemalli: kommunikointi, sanasto, ymmärtäminen
    - **Muunneltavuusvaatimukset**:
      - **mitkä ominaisuudet** voivat vaihdella, **missä rajoissa**, **milloin** muunnelma kiinnitetään (staattisesti koodausaikana, linkkausaikana, alustusaikana, tuotteen käytön aikana)
- 3.10.2012 20

---

---

---

---

---

---

---

---

- ### Tuoterunkopohjainen ohjelmistokehitys
- **Tuoterunkoarkkitehtuurin suunnittelu (PLA design)**
  - **Pohjana** esimerkiksi esitutkimusvaiheessa kartoitetut **arkkitehtuurityylit tai** perinteisen oliosuunnittelun mukaan sovellusalueen **käsitemalli**.
  - **Iteratiivinen** prosessi, jossa **muunneltavuus keskeisessä asemassa**
    - Noudatetaan esimerkiksi aiemmin esitettyä arkkitehtuuripainotteista prosessia, jossa laatuvaatimuksia (tässä muunneltavuus) tarkastellaan yksi kerrallaan ja tarvittaessa muokataan arkkitehtuuria.
      - **HUOM!** on varmistettava, ettei jo tehtyjä muunneltavuutta edistäviä ratkaisuja tuhota muiden vaatimusten mukaisten muutosten yhteydessä.
      - **Huom!** Muunneltavuus eri tuotteiden välillä ei välttämättä tarkoita ulkoiselta toiminnaltaan toisistaan poikkeavia tuotteita (muunneltavuus esim. siirrettävyyden takia)
- 3.10.2012 21

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tuoterunkopohjainen ohjelmistokehitys**

- **Konkreettisen toteutusympäristön suunnittelu** (application engineering environment)
  - Toteutusvälineistö (pelkkä tuoterunkoarkkitehtuurin kuvaus ja sen toteuttava alusta eivät yleensä riitä)
  - Yksinkertaisin ratkaisu: tarjotaan hyvin määritelty API, joka piilottaa tuoterunkoarkkitehtuurin ja ohjelmistoalustan toteutuksen tuotteiden kehittäjiltä
  - Usein tarpeen paljastaa osa tuoterunkoarkkitehtuurista kehittäjille (vrt. esim. white-box-tyyppinen uudelleenkäyttö sovelluskehyksissä)
  - Ongelma: miten tuotteen vaatimukset määritetään tuoterunkoarkkitehtuurin tarjoamiin ominaisuuksiin? → dokumentointi, työkalutuki

3.10.2012 22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tuoterunkopohjainen ohjelmistokehitys**

- **Tuotekehitysprosessi**
  - Normaaliin tapaan ensin tuotteen vaatimusten kerääminen ja vaatimusanalyysi (haastattelut, etc.) → **välitetään asiakkaille tieto tuoterungon mahdollisuuksista**
  - Varsinaisen kehitystyön laatu riippuu hyvin paljon tuoterungon laadusta.

3.10.2012 23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Muunneltavuus**

- Keskeinen ongelma tuoterungossa: muunneltavuuden hallinta
- Tuoterungon toteuttavassa ohjelmistoalustassa on tyypillisesti mukana **pakollisia, valinnaisia** ja **vaihtoehtoisia** komponentteja
- Tuotteessa on mukana myös tuotekohtaisia uusia komponentteja

3.10.2012 24

---

---

---

---

---

---

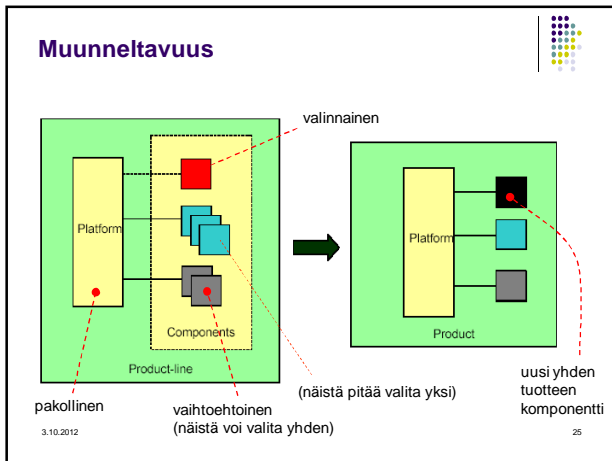
---

---

---

---






---

---

---

---

---

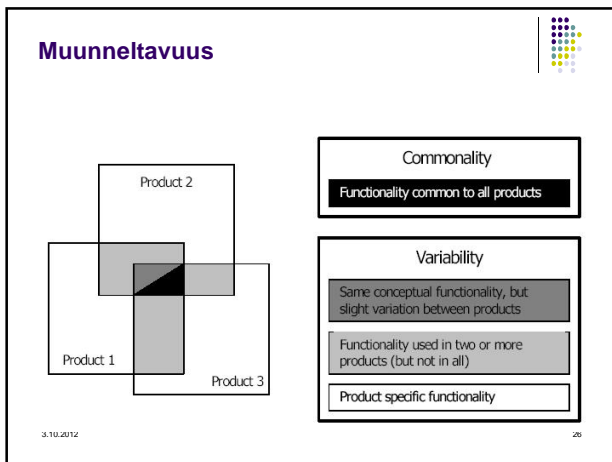
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

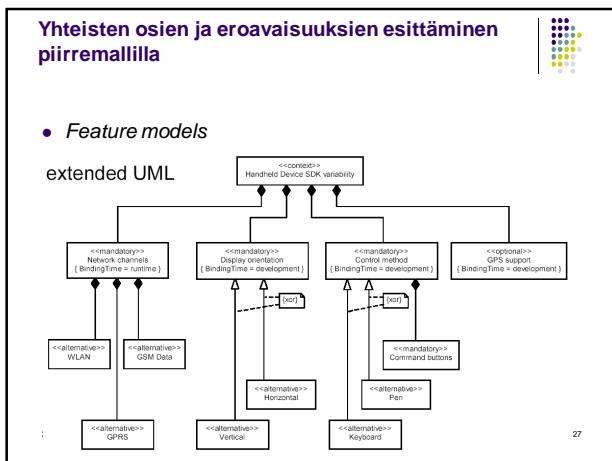
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Muunneltavuus suunnittelussa ja toteutuksessa**

- Piirrekartoituksen jälkeen on päätettävä tapa, jolla muunneltavuus mahdollistetaan
  - Muunneltavan piirteen eristäminen → mahdollistaa poistamisen tai vaihtamisen
  - Suoritusaikainen muunneltavuus edellyttää omia mekanismeja (dynaaminen sidonta, DLLs, ...)
- Jotkut muunneltavuuteen liittyvät seikat otetaan huomioon vasta toteutuksessa
  - Esimerkiksi yksittäisen operaation toteutuksen vaihtamiseen voidaan varautua toteutustasolla (ei osa kokonaisarkkitehtuuria)

3.10.2012 28

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Muunneltavuus suunnittelussa ja toteutuksessa**

- Yksityiskohtaisen suunnittelun tasolla muunneltavuutta tukevia ratkaisuja:
  - Ohjelmointikielen geneeristen ominaisuuksien (esim. template-piirteiden) hyödyntäminen
  - Suunnittelumallit
- Olennaista käytettyjen muunneltavuutta tukevien ratkaisuiden kytkeminen muunneltavuusvaatimuksiin
- **Variaatiopiste** (variation point): muunneltavuusvaatimuksen ja sitä tukevan suunnitteluratkaisun muodostama kokonaisuus

3.10.2012 29

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tuoterunkojen ongelmia**

- Tyypillisimmät ongelmat eivät ole teknisiä:
  - Suuri henkilöstön vaihtuvuus → tuoterunkolähestymistapa ei ole välttämättä motivoiva
  - Tuoterunon kehittäjillä liian kriittinen merkitys organisaatiossa
  - Johto, markkinointi vs. tuoterunon kehittäminen
    - *Pitkän tähtäimen kehitystyöhön voi olla vaikeaa saada rahoitusta*
- Tuoterunon tasapaino vaikuttaa: toisaalta liian monimutkainen toisaalta liian yksinkertainen

3.10.2012 30

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Tuoterunkoarkkitehtuurin kerrosmalli

3.10.2012 31

---

---

---

---

---

---

---

---

### Tuoterunkoarkkitehtuurin kerrosmalli

- Resurssialusta
  - Yleisiä resursseihin (kommunikaatio, tietojen säilytys, prosessien hallinta, grafiikka) liittyviä peruspalveluja
- Arkkitehtuurialusta
  - Yleisiä arkkitehtuurityyliin liittyviä palveluja
- Sovellusaluista
  - Runko, sovelluskehys,
  - Sovellusalueen erityispiirteet, varianssipisteet
- Tuotekerros
  - Tuotekohtaiset piirteet

3.10.2012 32

---

---

---

---

---

---

---

---

### Tuoterunkojen ongelmia

- Tuoterunkojen testaus on usein hankalaa
  - Eivät itsenäisesti testattavissa (?)
  - Usein jokainen toteutettava sovellus testataan erikseen
  - Tuoterungon testaamiseen voidaan käyttää **referenssisovelluksia**, jotka käyttävät tuoterungon piirteitä kattavasti
  - Testattavuuden helpottamiseksi saatetaan joutua rajoittamaan variaatiomahdollisuuksia
- Tuotteiden hallinta voi **myös** monimutkaistua: muutos alustaan → kaikki eri versiot testattava
  - Ylipäänsä erilaisien riippuvuuksien dokumentointi tärkeämpää kuin täysin itsenäisissä sovelluksissa

3.10.2012 33

---

---

---

---

---

---

---

---