

# Ohjelmistoarkkitehtuurit

Sovellusalueasuuntautunut ohjelmistotuotanto  
Tuoteperheet  
Tuoterunkoarkkitehtuurit



14.10.2014

1

## Sovellusalueasuuntautunut ohjelmistotuotanto



- Perinteisessä ohjelmistotuotannossa on keskitytty uusien ohjelmistojen laadukkaaseen tuottamiseen
  - Erikoistuneista ainutlaatuisista vaatimuksista erikoistuneeseen ainutkertaiseen ohjelmistoon
- Aina ei kuitenkaan ole perusteltua lähteä liikkeelle tyhjästä
- Aiemmat sovellukset ovat tuoneet mukanaan tietämystä siitä, miten tietyt ongelmat voisi ratkaista
  - Samankaltaiset ongelmat toistuvat eri sovelluksissa, joten samoja ratkaisutyyppäkin voisi soveltaa
  - Saman asian uudelleen keksimisen sijasta voisi keskittyä ratkomaan eri ohjelmien eroavaisuuksiin liittyviä ongelmia
  - Ohjelmistoratkaisujen (suunnittelu, koodi) uudelleenkäytön oletetaan vähentävän kehitys- kustannuksia

14.10.2014

2

## Sovellusalueosuuntautunut ohjelmistotuotanto

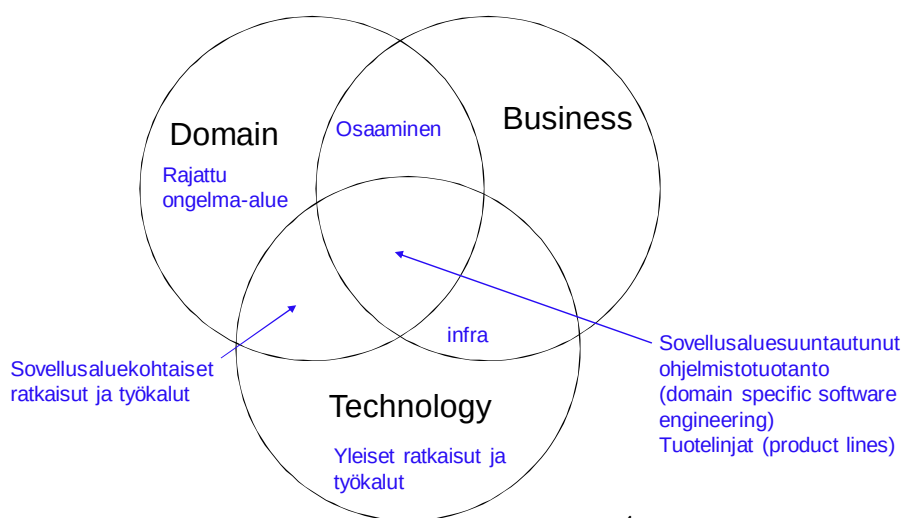


- Ohjelmistot ovat kovin erilaisia
  - Esimerkiksi sähköisen kaupankäynnin järjestelmät eroavat merkittävästi vaikkapa puhelimen ohjausjärjestelmästä, jotka puolestaan eroavat merkittävästi lentokoneen lennonhallintajärjestelmästä
  - Yleisellä tasolla erityisen ongelman ratkaisuvaihtoehtojen määrä on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

14.10.2014

3

## Sovellusalueosuuntautunut ohjelmistotuotanto



14.10.2014

4

4

## Sovellusalueasuuntautunut ohjelmistotuotanto



- Sovellusalueasuuntautuneessa 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*

14.10.2014

5

## Sovellusalueasuuntautunut 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
  - Tuoterunkoarkkitehtuuriin katsotaan joskus kuuluvan mukaan myös ohjelmistot ja työkalut, joita käytetään apuna tuotteiden tekemisessä tuoterungosta

14.10.2014

6

## Sovellusalue-suuntautunut 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

14.10.2014

7

## Sovellusalue-suuntautunut ohjelmistotuotanto



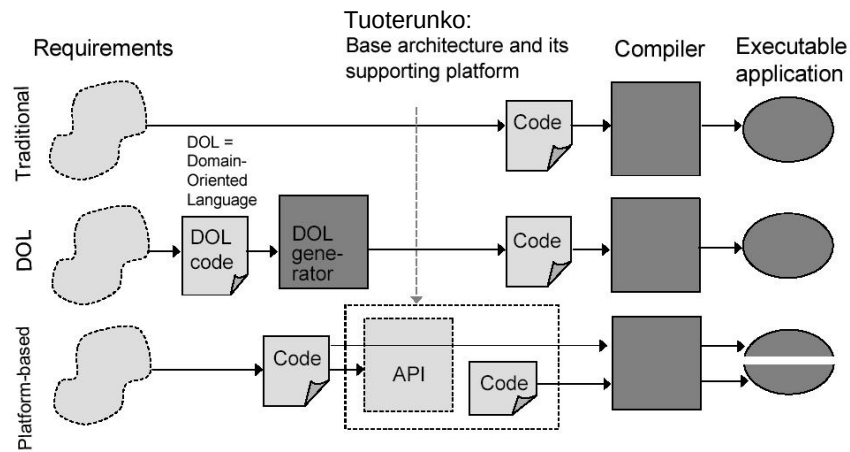
- Tuotteiden toteutus tuoterungon pohjalta voi perustua yleiskielisiin kehyksiin ja kirjastoihin
  - *Toteutusympäristön kehitystä on kuitenkin voitu jatkaa sovellus-suuntautuneeksi kieleksi (domain-specific language, DSL)*

14.10.2014

8

## Sovellusalueasuuntautunut ohjelmistotuotanto

*Yleiskäyttöiseen ohjelmointikielen, DOL:ään (eli DSL:ään) ja tuoterunkoon/ohjelmistoalustaan perustuva ohjelmistokehitys*



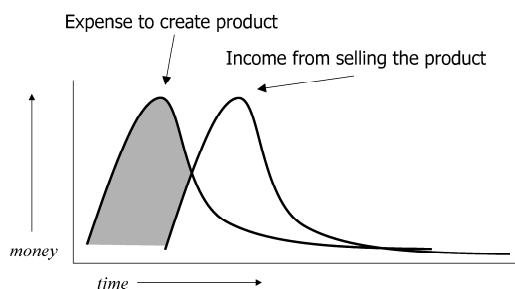
## Esimerkkejä

- Sovellusalueasuuntautuneita (yleis-)kieliä:
  - sed (merkkijonojen käsittely)
  - SQL (tietokannan käsittely)
  - XSLT (XML muunnokset)
  - Excel:n kaavat
  - YACC (kääntäjien laatimiseen)
  - Erlang (alunperin telekommunikaatio-ohjelmistot)
  - CFML (ColdFusionin tagikieli webbisovelluksiin)
  - UnrealScript (pelit)
  - Jne.
- Erikoistuneemmissa (sovellus-) DSL-kielissä on oma oppimiskynnyksensä ja rajoitteensa
  - Tuoterunkoarkkitehtuuriin perustuvat ratkaisut ovat avoimempia

14.10.2014

10

## Sovellusalue-suuntautunut ohjelmistotuotanto - liiketoiminnallinen näkökulma

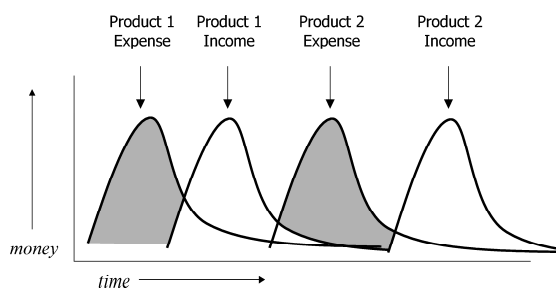


Kustannukset ja tuotot: Perinteinen ohjelmistotuotanto

14.10.2014

11

## Sovellusalue-suuntautunut ohjelmistotuotanto - liiketoiminnallinen näkökulma

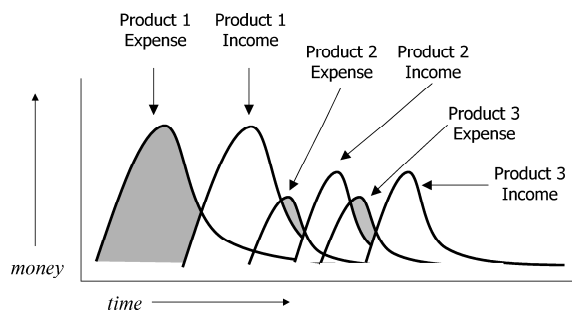


Kustannukset ja tuotot: Perinteinen ohjelmistotuotanto

14.10.2014

12

## Sovellusalue-suuntautunut ohjelmistotuotanto - liiketoiminnallinen näkökulma



Kustannukset ja tuotot: Tuoterunkoarkkitehtuuriin perustuva ohjelmistotuotanto

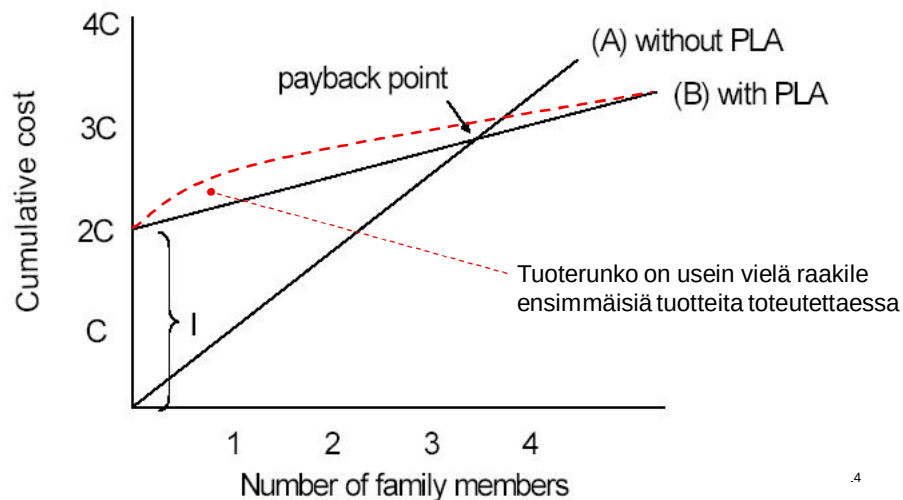
14.10.2014

13

## Sovellusalue-suuntautunut ohjelmistotuotanto - liiketoiminnallinen näkökulma



Kehityskustannukset



.4

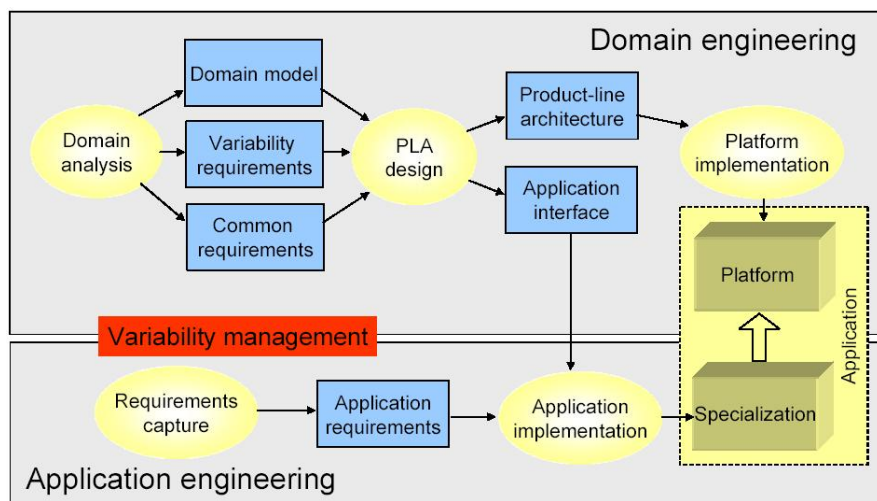
## Sovellusalue-suuntautunut ohjelmistotuotanto

- 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

14.10.2014

15

## Tuoterunkopohjainen ohjelmistokehitys



14.10.2014

16



## 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
- **Vaativuusmäärittely** (domain analysis) → **sovellusalueen käsitemalli** (domain model), **muunneltavuusvaatimukset**, **yhteiset vaatimukset**
  - Käsitemalli: kommunikointi, sanasto, ymmärtäminen
  - **Muunneltavuusvaatimukset:**
    - **mitkä ominaisuudet** voivat vaihdella, **missä rajoissa**, **milloin** muunneltavuus kiinnitetään (staattisesti koodausaikana, linkkausaikana, alustusaikana, tuotteen käytön aikana)

14.10.2014

17

## 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)

14.10.2014

18

## 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 sovelluskehityksissä)
- Ongelma: miten tuotteen vaatimukset määpätään tuoterunkoarkkitehtuurin tarjoamiin ominaisuuksiin? → dokumentointi, työkalutuki

14.10.2014

19

## 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.

14.10.2014

20

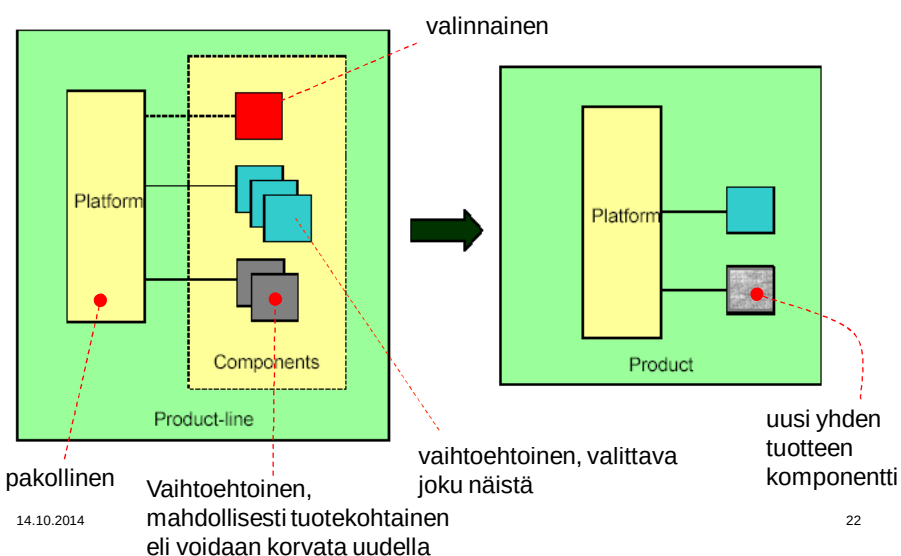
## Muunneltavuus

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

14.10.2014

21

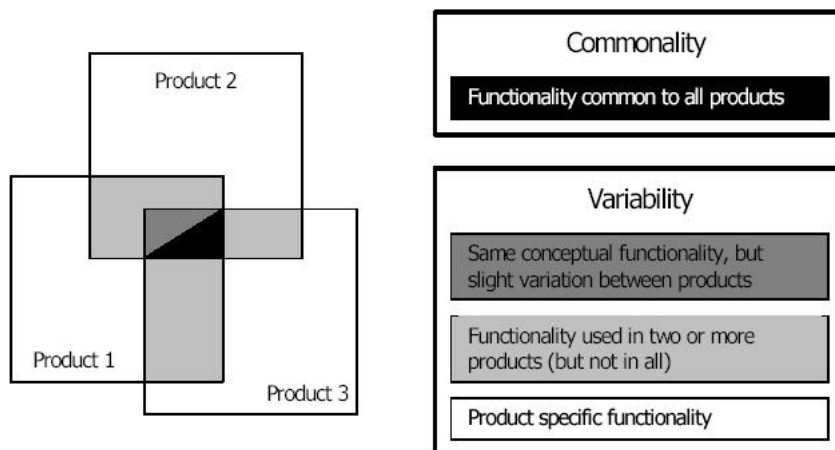
## Muunneltavuus



14.10.2014

22

## Muunneltavuus



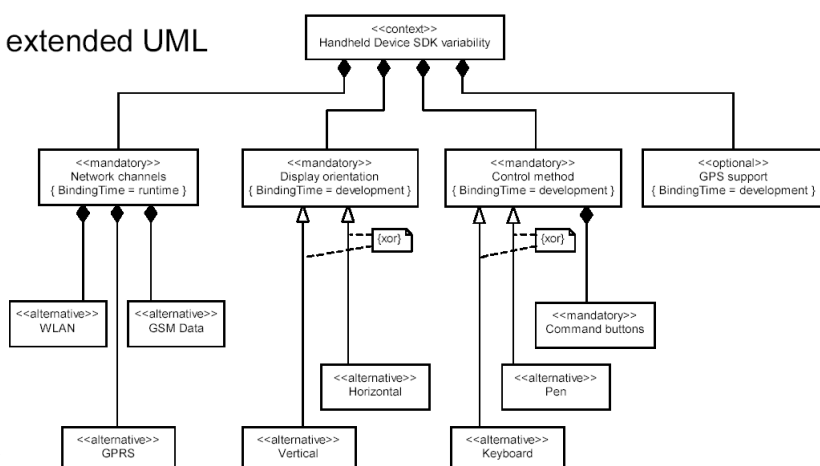
14.10.2014

23

## Yhteisten osien ja eroavaisuuksien esittäminen piirremallilla

- Feature models

extended UML



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)

14.10.2014

25

## Muunneltavuus suunnittelussa ja toteutuksessa

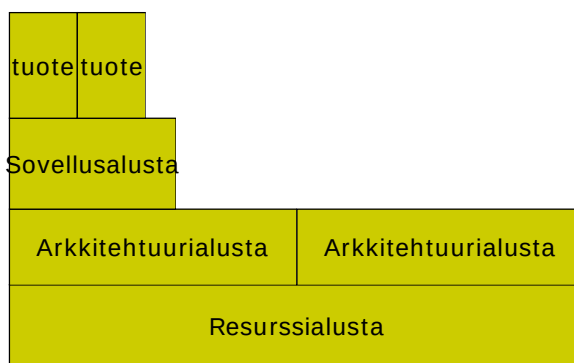


- Yksityiskohtaisen suunnittelun tasolla muunneltavuutta tukevia ratkaisuja:
  - Ohjelmointikielen geneerisien ominaisuuksien (esim. template-piirteiden) hyödyntäminen
  - Suunnittelumallit
- Olennaista käytettyjen muunneltavuutta tukevien ratkaisujen kytkeminen muunneltavuusvaatimukseen
- **Variaatiopiste**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

14.10.2014

26

## Tuoterunkoarkkitehtuurin kerrosmalli



14.10.2014

27

## Tuoterunkoarkkitehtuurin kerrosmalli



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

14.10.2014

28

## Software Product Line Hall of Fame



- Software Product Line Conference (SPLC) –kokoussarja jakaa tunnustuksia ohjelmistotuoteperheille
- Monet näistä ohjelmistoista ovat sulautettuja (embedded), eli integraalisena osana jotain laitetta (esim. kuluttajatuotteita)
- Tarkastelemalla näitä tuoteperheitä saa hyvän kuvan, mistä käytännössä on kysymys
- **Hall of fame:** <http://splc.net/fame.html>

14.10.2014

29

## Tuoterunkojen ongelmia



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

14.10.2014

30

## Tuoterunkojen ongelmia



- Tuoterunkojen testaus on usein hankalaa
  - Eivät itsenäisesti testattavissa (?)
  - Usein jokainen toteutettava sovellus testataan erikseen
  - Tuoterunkon testaamiseen voidaan käyttää **referenssisovelluksia**, jotka käyttävät tuoterunkon piirteitä kattavasti
  - Testattavuuden helpottamiseksi saatetaan joutua rajoittamaan variaatiomahdollisuuksia
- Tuotteiden hallinta voi **myös** monimutkaistua: muutos alustaan → kaikki eri tuotteet testattava (regressio)
  - Ylipäänsä erilaisien riippuvuuksien dokumentointi tärkeämpää kuin täysin itsenäisissä sovelluksissa
  - Jos tuotteet perustuvat alustan *eri versioihin*, halutaanko muutos kaikkiin alustaversioihin ja tuotteisiin vai ei?
    - *Bugikorjaus vs. uusi ominaisuus*

14.10.2014

31