

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

Antti-Pekka Tuovinen
(Jukka Paakki *et al.*)
Helsingin yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos

OHJELMISTOJEN LAATU

Laatu

"The proof of the pudding is in the eating"



"Christmas pudding" by Musical Linguist at the English language Wikipedia. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons – http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Christmas_pudding.JPG#mediaviewer/File:Christmas_pudding.JPG

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

3

Laatu

- Tuotteen tai palvelun laatu ilmenee, kun sitä *käytetään* johonkin todelliseen *tarpeeseen*
- Tuotteen käyttöön liittyy monia sidosryhmiä, joille "laatu" ilmenee eri tavoin
 - ◆ Palvelun käyttäjä (kuluttaja, loppukäyttäjä)
 - ◆ Palvelun maksaja (voi olla eri kuin käyttäjä)
 - ◆ Palvelun operoija, joka pitää palvelun käynnissä ja toimittaa sen (loppu-) käyttäjälle
 - ◆ Palvelun kehittäjä, ylläpitäjä ja jatkokehittäjä
 - ◆ Palvelun tuottaja ja sen kehityksen rahoittaja
 - ◆ ... ja niin edelleen!

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

4

Neljä näkökulmaa laatuun

Käyttäjän
kokemus



Ulkoisesti
havaittavat
ominaisuudet



Sisäiset
ominaisuudet



Valmistus-
prosessi



5

Ohjelmisto

- Mitä tarkoitetaan "ohjelmistolla"?
- Intuitiivisesti ajatellen ohjelmisto on yhtä kuin suoritettava ohjelmakoodi.
 - ✦ Mutta ohjelmiston käyttöön liittyy paljon muutakin kuin koodi
- IEEE (828 - 2012) määrittelee ohjelmiston seuraavasti:
 - ✦ Software is: *Computer programs, procedures, and possibly associated documentation and data pertaining to the operation of a computer system.*

"Ohjelmisto" on muutakin kuin "koodi"

- Määritelmästä löytyy neljä laadun kannalta oleellista aluetta
 - ✦ "Computer programs": Ohjelmakoodi. Ilman suoritettavaa koodia ei voi olla ohjelmistoa.
 - ✦ "Procedures": Ohjelmistoa käyttävien sidosryhmien toimintatavat. Ohjelmisto ei toimi yksin, vaan osana toimintaympäristöä: sitä käytetään. Käyttäjä voi olla ihminen tai toinen ohjelmisto. Ohjelmisto on usein laajemman *järjestelmän* osa.
 - ✦ "Documentation": Ohjelmistoa kuvaavat dokumentit. Dokumentit vaikuttavat välillisesti ohjelmiston ominaisuuksiin, kuten käytettävyyteen ja ylläpidettävyyteen.
 - ✦ "Data pertaining to the operation of a computer system": Koodin suoritukseen tarvittavat syötteen, tietorakenteet, tiedostot jne.
- "Ohjelmistojen laatu" on siis varsin monitahoinen asia

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

7

Ohjelmistolaadun määritelmät

- Ohjelmistojen laadun määrittely ei ole helppo tehtävä, sillä eri ihmisille laatu tarkoittaa eri asioita:
 - ✦ "Parasta mitä rahalla saa"
 - (Mitä "paras" tarkoittaa?)
 - ✦ "Täyttää kaikki vaatimukset"
 - (Mistä tiedämme, että kaikki vaatimukset on määritelty?)
 - ✦ "Toimii oikein"
 - (Onko "oikein" sama kuin "määritysten mukaisesti"? Entä jos määrittelyssä on virheitä?)
 - ✦ "Laadukkaan ohjelmiston tunnistaa, kun sellainen tulee kohdalle."
 - (Laadun havaitsee vasta jälkikäteen? Tällainen määritelmä ei auta kehittämään laadukkaita ohjelmistoja!)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

8

Mikä sinusta on laadukas ohjelmisto tai palvelu - miksi?

Hyvät

Huonot

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

9

ISO/IEC:n laatumääritelmä

- ISO/IEC* määrittelee ohjelmistojen laadun seuraavasti:

- ✦ *Degree to which a software product satisfies stated and implied needs when used under specified conditions*

- Vapaa suomennos:

- ✦ *Aste jolla ohjelmistotuote täyttää (asiakkaan tai käyttäjän) julkituodut ja lausumattomat tarpeet ja odotukset määrätyissä käyttöolosuhteissa*

*) ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering--Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)
--System and software quality models, 4.3.13.
Katso myös: <http://www.sfsedu.fi/materiaalit> (IT-Standardit)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

10

ISO/IEC 25000 -sarja, "SQuaRE"

- **Software Quality Requirements and Evaluation**
- Sisältää *laatumallin* ja joukon *laadun mittareita* ohjelmistolle, järjestelmälle ja (lähiaikoina) myös palvelulle ja tiedon laadulle: *Software, Systems, Services, Data*
 - ✦ Sarjan julkaistut osat löytyvät paperikopioina kampuskirjastosta
- Standardisarjan koko sisältöön ja käyttöön palataan myöhemmin tällä kurssilla
 - ✦ Hyvä yleisesitys: *Risto Nevalainen, "Järjestelmän ja ohjelmiston mittaaminen"*. <http://www.sfsedu.fi/materiaalit>

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

11

ISO/IEC 25010 - LAATUMALLI

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

12

ISO/IEC 25010 - Laatumalli

- Laatumalli jakautuu kahteen osaan
- ”*Käytön aikaisen laadun malli* (quality in use) koostuu viidestä osa-alueesta eli laatupiirteistä (joista osa jakautuu aliipiirteisiin). Laadun piirteet ja ominaisuudet on johdettu järjestelmän yleisistä käyttötilanteista. Ne pitää tulkita tapauskohtaisesti, yhtä ainoaa oikeaa laatumallia ei ole.” [Nev13]
- Quality in use
 - ✦ *extent to which a product used by specific users meets their needs to achieve specific goals with effectiveness, productivity, safety and satisfaction in specific contexts of use* [ISO/IEC 25010:2011]

[Nev13] Risto Nevalaisen esitys ”Järjestelmän ja ohjelmiston mittaaminen”.

<http://www.sfsedu.fi/materiaalit> (kts. IT-Standardit)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

13

25010 - Laatumalli

- ”*Ohjelmiston / järjestelmän (tuote-) laatumalli* koostuu kahdeksasta laatupiirteestä. Ne voidaan nähdä sekä staattisina että dynaamisina ominaisuuksina. Standardissa käytetään myös jakoa *sisäiset* (internal) ja *ulkoiset* (external). Pääasiallinen tarkoitus on käyttää tätä laatumallia ohjelmiston tai järjestelmän *kehittämisen aikana*.” [Nev13]

[Nev13] Risto Nevalaisen esitys ”Järjestelmän ja ohjelmiston mittaaminen”.

<http://www.sfsedu.fi/materiaalit> (kts. IT-Standardit)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

14

25010 - Laatumalli

● External software quality

- ◆ *Capability of a software product to enable the behaviour of a system to satisfy stated and implied needs when the system is used under specified conditions*
- ◆ Attributes of the behavior can be verified and/or validated by executing the software product during testing and operation

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

15

25010 - Laatumalli

● Internal software quality:

- ◆ *Capability of a set of static attributes of a software product to satisfy stated and implied needs when the software product is used under specified conditions*
- ◆ Static attributes include those that relate to the software architecture, structure and its components
- ◆ Static attributes can be verified by review, inspection and/or automated tools

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

16

25010 – Termejä [Nev13]

- **Laatupiirre** (quality characteristic, subcharacteristic) = laadun itsenäisesti arvioitavissa oleva osa-alue
- **Laatuominaisuus** (quality attribute¹) = laadun *mitattavissa oleva laatupiirteen osa*, voi jakaantua edelleen *laatutekijöiksi* (quality properties)
- **Sidosryhmä, osapuoli** (stakeholder) = yksilö tai organisaatio, jolla on tarve ja kiinnostus laatuun. Esimerkkejä sidosryhmistä: kehittäjät, järjestelmän toimittajat, ostajat, tuotteen omistajat, ylläpitäjät, sopimusosapuolet ja loppukäyttäjät.
- **Käyttäjä** = yksilö tai ryhmä, joka hyötyy järjestelmästä sen käytön aikana.
- **Loppukäyttäjä** = henkilö joka on vuorovaikutuksessa ohjelmiston ja / tai järjestelmän kanssa

¹attribute: inherent property or characteristic of an entity that can be distinguished quantitatively or qualitatively by human or automated means [ISO/IEC 15939:2002]

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

17

Tietojärjestelmien ja ohjelmistojen käytönaikaisen laadun malli

Tehokkuus	Tehollisuus	Tyytyväisyys	Riskittömyys	Käyttövaatimusten täyttyminen
Tehokkuus	Tehollisuus	Hyödyllisyys Luottamus Käyttämisen ilo Käyttömukavuus	Taloudellisten riskien hallinta Terveys- ja turvallisuus-riskien hallinta Ympäristö-riskien hallinta	Käyttövaatimusten täytty-misen täydellisyys Joustavuus

Laatupiirre
(Quality characteristic)

Alipiirre
(Subcharacteristic)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

18

Käytönaikaiset laatupiirteet

- **Tehokkuus** (Effectiveness) - täsmällisyys ja täydellisyys miten haluttu käyttämisen tavoite saavutetaan
- **Tehollisuus** (Efficiency) - resurssien käyttäminen suhteessa saavutettuun tehokkuuteen
- **Tyytyväisyys** (Satisfaction) - tyytyväisyys ohjelmiston / järjestelmän käyttöön määritellyssä käyttötilanteessa
 - ✦ Saatu hyöty, luottamus järj. käyttäytymiseen, käytön tuottama mielihyvä, käytön fyysinen vaivattomuus
- **Riskittömyys** (Freedom from risk) - riskien hallinnan (mitigation) määrä suhteessa riskin potentiaaliseen vaikutukseen
 - ✦ Taloudellisten, terveydellisten ja ympäristöriskien estäminen ja hallinta
- **Käyttövaatimusten täyttyminen** (Context coverage) - mainittujen neljän laatupiirteen täyttyminen määritellyssä (täydellisyys) ja uudella laatu-tilanteessa (joustavuus, mukaanlukien määritellyt erityistilanteet)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

19

Tietojärjestelmien ja ohjelmistojen tuotelaatumalli

Toiminnallinen sopivuus	Tehokkuus	Yhteensopivuus	Käytettävyys	Luotettavuus	Turvallisuus	Ylläpidettävyys	Siirrettävyys
Toiminnallinen kattavuus	Vasteaika	Rinnakkaiselo	Soveltuvuuden selkeys	Ohjelmistotuotteen kypsyys	Tietosuoja	Rakenteellinen selkeys	Sovitettavuus
Toiminnallinen oikeellisuus	Resurssien käytösuhde	Yhteensopivuus	Opittavuus	Koskemattomuus	Kiistämättömyys	Uudelleen käytettävyys	Asennettavuus
Toiminnallinen soveltuvuus	Kapasiteetti		Helppokäyttöisyys	Saatavuus	Aitous	Analysoitavuus	Korvattavuus
			Käyttövirheiden estäminen	Vikasetoitisuus	Todenperäisyys	Muunneltavuus	
			Käyttöliittymän miellyttävyys	Toipumisvalmius		Testattavuus	
			Matala kynny				

Tuotelaatumallin piirteiden ja niiden selitysten suomennot seuraavilla dioilla on lainattu suoraan teoksesta [For13] Pekka Forselius, *Onnistunut tietojärjestelmän hankinta*. Talentum, 2013

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

20

1. Toiminnallinen sopivuus (Functional suitability)

- Taso, jolla tuote tai järjestelmä tuottaa vaaditut ja otaksutut palvelut ennalta määritellyissä käyttöolosuhteissa
- 1.1 *Toiminnallinen kattavuus* (Functional completeness)
 - ◆ Taso, jolla tuotteen toiminnot kattavat määritellyt tehtävät ja käyttäjän tavoitteet
- 1.2 *Toiminnallinen oikeellisuus* (Correctness)
 - ◆ Taso, jolla tuote tai järjestelmä tuottaa riittävän täsmälliset ja oikeat tulokset

[For13] Pekka Forselius, *Onnistunut tietojärjestelmän hankinta*. Talentum, 2013
Kevät 2015 Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

21

1. Toiminnallinen sopivuus (Functional suitability)

- 1.3 *Toiminnallinen soveltuvuus* (Appropriateness)
 - ◆ Taso, jolla tuotteen tai järjestelmän palvelut tukevat määriteltyjen tehtävien suorittamista tai niiden tarkoituksen saavuttamista

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

22

2. Tehokkuus (Performance efficiency)

- Suorituskyky suhteessa käytettävien resurssien määrään tunnetuissa olosuhteissa
 - Resursseja: ohjelmisto- ja laitteistokofiguraatio sekä materiaalit
- 2.1 *Vasteaika (Time-behaviour)*
 - ◆ Taso, jolla asetetut vaste- ja käsittelyaika-vaatimukset sekä tuotteen ja järjestelmän toimintojen suorittamisen nopeusvaatimukset saavutetaan

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

23

2. Tehokkuus (Performance efficiency)

- 2.2 *Resurssien käyttösuhte (Resource utilisation)*
 - ◆ Taso, jolla tuotteen tai järjestelmän toiminnassaan käyttämät resurssit vastaavat määrältään ja ominaisuuksiltaan asetettuja vaatimuksia
- 2.3 *Kapasiteetti*
 - ◆ Taso, jolla tuotteen tai järjestelmän käyttö pysyy parametreilla asetetuissa rajoissa
 - Esim. tallennettujen tietojen enimmäismäärä, samanaikaisten käyttäjien määrä, tapahtumamäärä aikayksikössä, tietokannan koko jne.

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

24

3. Yhteensopivuus (Compatibility)

- Taso, jolla tuote, järjestelmä tai sen osa pystyy vaihtamaan tietoa toisten tuotteiden, järjestelmien tai niiden osien kesken ja/tai suorittamaan vaaditut toimintonsa jaetussa laitteisto- tai ohjelmistoympäristössä
 - ◆ Mukailtu ISO/IEC/IEEE 24765
- 3.1 *Rinnakkaiselo (Co-existence)*
 - ◆ Taso, jolla tuote pystyy suorittamaan vaaditut toimintonsa tehokkaasti, muiden tuotteiden toimintaa ja resurssien käyttöä häiritsemättä, jaetussa yhteisessä käyttöympäristössä

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

25

3. Yhteensopivuus (Compatibility)

- 3.2 *Yhteentoimivuus (Interoperability)*
 - ◆ Taso, jolla vähintään kaksi järjestelmää, tuotetta tai niiden osaa pystyy vaihtamaan tietoja ja käyttämään vaihtamaansa tietoa

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

26

4. Käytettävyys (Usability)

- Taso, jolle tuotteen tai järjestelmän tarkoitetut käyttäjät asettavat sen toiminnan tehokkuuden, tuottavuuden ja miellyttävyyden eri käyttötilanteissaan
 - Mukailtu ISO 9241-210
 - Käytettävyys voidaan määritellä tai mitata joko tuotelaadun (internal/external sw. quality) osatekijöiden kautta tai mittaamalla suoraan tuotteen käytönaikaista laatua (quality in use)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

27

4. Käytettävyys (Usability)

- 4.1 *Soveltuvuuden selkeys (Appropriateness recognisability)*
 - ◆ Taso, jolla käyttäjät voivat tunnistaa tuotteen tai järjestelmän sopivuuden heidän omiin tarpeisiinsa
 - Tunnistettavuuden arviointi ensivaikutelman, esittely- ja opetusmateriaalin tai käyttäjädokumentaation perusteella jne.
- 4.2 *Opittavuus (Learnability)*
 - ◆ Taso, jolla tarkoitetut käyttäjät voivat oppia käyttämään tuotetta tai järjestelmää tehokkaasti, tuottavasti ja riskittömästi eri käyttötilanteissaan

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

28

4. Käytettävyys (Usability)

● 4.2 Opittavuus (*Learnability*)

- ◆ Taso, jolla tarkoitetut käyttäjät voivat oppia käyttämään tuotetta tai järjestelmää tehokkaasti, tuottavasti ja riskittömästi eri käyttötilanteissaan
- Voidaan määrittää tai mitata joko siten, missä määrin tietyt käyttäjät voivat käyttää tuotetta tai järjestelmää saavuttaakseen tietyn oppimistason, tai vertaamalla tuotteen ominaisuuksien soveltuvuutta oppimisen standardin ISO 9241-110 mukaisesti

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

29

4. Käytettävyys (Usability)

● 4.3 Käytönhallinta (*operability*)

- ◆ Taso, jolla tuotteen tai järjestelmän ominaisuudet helpottavat sen käyttämisen hallintaa ja valvontaa
- Vastaa ohjattavuutta, operoinnin vikasietoisuutta ja yhtäpitävyyttä käyttäjän odotusten kanssa standardissa ISO 9241-110

● 4.4 Käyttövirheiden estäminen (*user error protection*)

- ◆ Taso, jolla järjestelmä estää käyttäjiä tekemästä virheitä

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

30

4. Käytettävyys (Usability)

● 4.5 Käyttöliittymän miellyttävyys (*User interface aesthetics*)

- ✦ Taso, jolla käyttöliittymä mahdollistaa käyttäjälle ilahduttavan ja miellyttävän käyttökokemuksen

● 4.6 Matala kynnys (*Accessibility*)

- ✦ Taso, jolla mahdollisimman monenlaiset ihmiset kykenevät käyttämään tuotetta tai järjestelmää itsenäisesti erilaisissa, vaadituissa tilanteissa
- Voidaan määrittää, missä määrin käyttäjät tietyin rajoittein voivat käyttää tuotetta tehokkaasti, tuottavasti ja riskittömästi, tai sitten esteetöntä käyttöä tukevien tuotteen ominaisuuksien perusteella

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

31

5. Luotettavuus (reliability)

● Taso, jolla tuote tai järjestelmä suoriutuu sille määrätyistä toiminnoista määritellyissä olosuhteissa ja määriteltynä ajanjaksona

- Mukailtu ISO/IEC/IEEE 24765
- *Ohjelmistossa ei tapahdu kulumista.* Puutteet luotettavuudessa johtuvat virheistä vaatimusmäärittelyssä, suunnittelussa ja toteutuksessa, tai toimintaympäristön muutoksista.
- Tuotteen tai järjestelmän toimintavarmuus riippuu sen jokaisen yksittäisen komponentin toimintavarmuudesta

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

32

5. Luotettavuus (reliability)

● 5.1 Ohjelmistotuotteen kypsyys (*Maturity*)

- ◆ Taso, jolla tuotteen tai järjestelmän luotettavuus vastaa tarpeita normaalissa käytössä
- Voidaan myös soveltaa muihin laatutekijöihin, osoittamaan millä tasolla ne vastaavat tarpeita normaalikäytössä

● 5.2 Saatavuus (*Availability*)

- ◆ Taso, jolla tuote tai järjestelmä on toiminnassa ja käytettävissä tarvittaessa
- Voidaan arvioida ulkoisesti sen mukaan, kuinka suuren osan kokonaisuudesta tuote on saatavilla
 - Tähän vaikuttavat käyttövarmuus, vikasietoisuus ja toipumisvalmius

5. Luotettavuus (reliability)

● 5.3 Vikasietoisuus (*Fault tolerance*)

- ◆ Taso, jolla tuote tai järjestelmä toimii tarkoitetulla tavalla poisluetuina mahdolliset laitteiston ja ympäröivän ohjelmiston viat
- Mukailtu ISO/IEC/IEEE 24765

● 5.4 Toipumisvalmius (*Recoverability*)

- ◆ Taso, jolla tuote tai järjestelmä osaa keskeytyksen tai virheen sattuessa palauttaa muutoksen alaisena olleen tietosisällön ja järjestelmän toiminnan haluttuun tilaan
- Mukailtu ISO/IEC/IEEE 24765

6. Turvallisuus (Security)

- Taso, jolla tuote tai järjestelmä suojaa tietosisältönsä siten että valtuutetuilla henkilöillä, toisilla tuotteilla tai järjestelmillä on valtuutuksensa mukainen pääsy tietoihin
 - Soveltuu siirrettävään tietoon samalla tavalla kuin tuotteen tai j:n tallentamaan/säilyttämään tietoon
 - Selviytymiskyky on osa toipumisvalmiutta (5.4)
 - Immunitetti hyökkäyksiä vastaan on osa koskemattomuutta (6.2)
 - Turvallisuus vaikuttaa tuotetta kohtaan tunnettuun luottamukseen

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

35

6. Turvallisuus (Security)

- 6.1 *Tietosuoja (Confidentiality)*
 - ◆ Taso, jolla tuote tai järjestelmä varmistaa, että vain valtuutetuilla on pääsy tietoihin
- 6.2 *Koskemattomuus (Integrity)*
 - ◆ Taso, jolla tuote tai järjestelmä estää sekä luvattoman pääsyn ohjelmiinsa ja tietosisältöönsä että niiden muuttamisen (ISO/IEC/IEEE 24765)
- 6.3 *Todennettavuus (Non-repudiation)*
 - ◆ Taso, jolla toimenpiteiden tai tapahtumien voidaan todistaa kiistämättömästi tapahtuneen
 - Mukailtu ISO 7498-2:1989

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

36

6. Turvallisuus (Security)

● 6.4 Todenperäisyys (Accountability)

- ◆ Taso, jolla tuotteessa tai järjestelmässä tehdyt toimenpiteet voidaan jäljittää yksiselitteisesti takaisin tekijäänsä

● 6.5 Aitous (Authenticity)

- ◆ Taso, jolla tuotteen tai järjestelmän käyttäjän identiteetin voidaan todistaa olevan ilmoitetun mukainen
- Mukailtu ISO/IEC 13335-1:2004

7. Ylläpidettävyys (Maintainability)

● Taso, jolla aiotut ylläpitäjät voivat tehokkaasti ja tuottavasti tehdä muutoksia tuotteeseen tai järjestelmään

- Muutokset voivat sisältää korjauksia, parannuksia tai ohjelmiston sopeuttamista teknisen- tai toimintaympäristön tai käyttäjien vaatimusten muuttumiseen. Muutoksiin sisältyvät niin käyttötuen, liiketoiminnan, käyttöhenkilöstön kuin loppukäyttäjienkin esiin tuomat muutostarpeet
- Ylläpidettävyys kattaa muutettujen ja sopeutettujen versioiden asentamisen
- Ylläpidettävyydellä voidaan tarkoittaa ylläpitotoimenpiteitä helpottavia tuoteominaisuuksia ja/tai ylläpitäjien työssään kokemaa helppoutta

7. Ylläpidettävyys (Maintainability)

● 7.1 Rakenteellinen selkeys ja johdonmukaisuus (Modularity)

- ◆ Taso, jolla tuote tai järjestelmä koostuu erillisistä osista siten, että yksittäisen osan muuttamisella on mahdollisimman vähäinen vaikutus muihin osiin

● 7.2 Uudelleenkäytettävyys (Reusability)

- ◆ Taso, jolla tuotteen tai järjestelmän rakenneosaa voidaan käyttää useammassa kuin yhdessä järjestelmässä tai käyttää rakennettaessa toisia osia
- Mukailtu IEEE 1517-2004

7. Ylläpidettävyys (Maintainability)

● 7.3 Analysoitavuus (Analyzability)

- ◆ Taso, jolla tuotteen tai järjestelmän yksittäisiin osiin aiottujen muutosten vaikutus kokonaisuuteen pystytään arvioimaan, tuotteessa mahdollisesti olevat puutteet ja toimintahäiriöiden lähteet kyetään löytämään ja jolla muutetut kohdat tuotteesta kyetään osoittamaan tehokkaasti ja tuottavasti
- Tähän sisältyy tuotteen tai j:n mekanismit, joilla se osaa etsiä, tunnistaa ja raportoida ennalta omia heikkouksiaan

7. Ylläpidettävyys (Maintainability)

● 7.4 Muunneltavuus (Modifiability)

- ◆ Taso, jolla tuotetta tai j:ää voidaan muuttaa tehokkaasti ja tuottavasti, aiheuttamatta siihen uusia vikoja tai madaltamatta sen nykyistä laatutasoa
- Koskee suunnittelua, ohjelmointia, dokumentointia ja testausta
- 7.1 ja 7.3 voivat vaikuttaa muunneltavuuteen
- On *muutettavuuden* ja *vakauden* yhdistelmä

7. Ylläpidettävyys (Maintainability)

● 7.5 Testattavuus (Testability)

- ◆ Taso, jolla tuotteelle tai järjestelmälle kyetään määrittelemään testauskriteerit, suorittamaan testit ja arvioimaan kriteerien täyttyminen tehokkaasti ja tuottavasti
- Mukailtu ISO/IEC/IEEE 24765

8. Siirrettävyys (Portability)

- Taso, jolla tuote tai järjestelmä on siirrettävissä yhdestä laitteistosta, ohjelmistosta tai muusta toiminnallisesta tai käyttöympäristöstä toiseen tehokkaasti ja tuottavasti
 - Mukailtu ISO/IEC/IEEE 24765
 - Voidaan arvioida tuotteen tai j:n siirtämistä tukevien ominaisuuksien, tai käytännössä koetun siirtämisen sujuvuuden perusteella

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

43

8. Siirrettävyys (Portability)

- 8.1 Sovitettavuus (Adaptability)
 - ✦ Taso, jolla tuote tai järjestelmä on sovitettavissa erilaisiin tai kehitteillä oleviin laitteistoihin, ohjelmistoihin tai muihin toiminta- ja käyttöympäristöihin tehokkaasti ja tuottavasti
 - Tähän sisältyy sisäisen kapasiteetin skaalautuvuus (esim. tapahtumamäärät)
 - Kattaa niin käyttötuen, liiketoiminnan, käyttöhenkilöstön kuin loppukäyttäjienkin sovitustarpeet
 - Jos käyttäjien pitää huolehtia tuotteen tai järjestelmän sovitamisesta itse, tämä liittyy yksilöitävyyteen (ISO 9241-110)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen
laatu

44

8. Siirrettävyys (Portability)

8.2 Asennettavuus (Installability)

- ✦ Taso, jolla tuote tai järjestelmä on tehokkaasti ja tuottavasti asennettavissa ja/tai poistettavissa määrätyssä ympäristössä
- Jos tuotteen tai j:n tulee olla käyttäjän itse asennettavissa, vaatimus voi vaikuttaa myös toiminnallisuuteen ja käytönhallintaan

8.3 Korvattavuus (Replaceability)

- ✦ Taso, jolla tuote tai järjestelmä voidaan korvata toisella tuotteella tai j:llä käyttötarkoitusta ja –ympäristöä vaihtamatta
- Samankaltaisuutta 8.1:n ja 8.2:n kanssa, mutta tärkeä itsenäisenä käsitteenä
- Korvattavuus pienentää riskiä jäädä riippuvaiseksi tietyistä teknologiasta tai toimittajasta (vendor lock-in)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

45

Huomioita

- Laatumalli pyrkii kattamaan hyvin laajan kirjon ohjelmistoja (=kaikki) monesta näkökulmasta
 - ✦ Käytönaikainen laatu
 - ✦ Sisäinen ja ulkoinen tuotelaatu
 - ✦ Datan laatu (ei käsitellä tarkemmin tällä kurssilla)
 - Vain prosessin laatu puuttuu (tähän on omat standardinsa)
- Laatumallista pitää valita, mitkä laatupiirteet ovat tärkeitä tietyille ohjelmistolle/järjestelmälle ja keskittyä niiden arviointiin a.o. kontekstissa
 - ✦ Kaikki laatupiirteet eivät ole yhtä tärkeitä joka projektille
- Tuotelaatumallin useimmat laatupiirteet käyvät sekä ulkoisen että sisäisen laadun arviointiin (tarkempi erottelu ISO/IEC 25023 standardissa)

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

46

Huomioita

- Mallin laatupiirteet alipiirteineen eivät yleensä ole suoraan mitattavissa
- Perehdymme myöhemmin kurssilla esimerkkien kautta siihen, miten ohjelmistosta ja sen käyttö-tilanteista suoraan mitattavissa olevat ominaisuudet ja niiden mittaukset kytketään laatupiirteisiin niiden kvantifioimiseksi laadun arvioimista varten
 - ◆ Laatustandardin mittausosion standardit 2502x antavat yksityiskohtaisempia neuvoja ja esimerkkejä konkreettisista mittareista ja mittauksista, sekä ohjaavat tutustumaan muihin tiettyjen laatupiirteiden kannalta relevantteihin standardeihin

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

47

Huomioita

- Vaikka laatupiirteitä ei pyritäisikään mittausten avulla kvantifioimaan ja arvioimaan, on mallin tunteminen silti hyödyllistä
 - ◆ Se kertoo, mitä ohjelmistojen laatu on ja mitä kaikkia osa-alueita (ja sidosryhmiä) siihen liittyy
 - ◆ Eli mitä kaikkia laadun osa-alueita voi *ylipäättään olla tärkeää ottaa huomioon*
 - ◆ Laatumalli on apuna, kun päätetään mihin laatupiirteisiin *juuri tässä projektissa tai tuotteessa* on tärkeää keskittyä

Kevät 2015

Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu

48