



Kandidatutkielma

Tietojenkäsittelytieteen kandiohjelma

# Arkkitehtuurisuunnittelu ketterässä ohjelmistokehityksessä

Juuso Kotimäki

17.3.2021

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA  
HELSINGIN YLIOPISTO

**Ohjaaja(t)**

Lea Kutvonen

**Tarkastaja(t)****Yhteystiedot**

PL 68 (Pietari Kalmin katu 5)  
00014 Helsingin yliopisto

Sähköpostiosoite: [info@cs.helsinki.fi](mailto:info@cs.helsinki.fi)

URL: <http://www.cs.helsinki.fi/>



Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Koulutusohjelma — Utbildningsprogram — Study programme	
Faculty of Science		Bachelor's Programme in Computer Science	
Tekijä — Författare — Author			
Juuso Kotimäki			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Arkkitehtuurisuunnittelu ketterässä ohjelmistokehityksessä			
Ohjaajat — Handledare — Supervisors			
Lea Kutvonen			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
Bachelor's thesis	March 17, 2021	14 pages, 1 appendix pages	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Use this otherlanguage environment to write your abstract in another language if needed.</p> <p>Topics are classified according to the ACM Computing Classification System (CCS), see <a href="https://www.acm.org/about-acm/class">https://www.acm.org/about-acm/class</a>: check command <code>\classification{}</code>. A small set of paths (1–3) should be used, starting from any top nodes referred to by the root term CCS leading to the leaf nodes. The elements in the path are separated by right arrow, and emphasis of each element individually can be indicated by the use of bold face for high importance or italics for intermediate level. The combination of individual boldface terms may give the reader additional insight.</p> <p><b>ACM Computing Classification System (CCS)</b>          General and reference → Document types → Surveys and overviews          Applied computing → Document management and text processing → Document management          → Text editing</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
ulkoasu, tiivistelmä, lähdeluettelo			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Helsinki University Library			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			
Software Systems specialisation line			

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Arkkitehtuurin apuvälineet</b>	<b>3</b>
2.1	Ohjelmistokehykset . . . . .	3
2.2	Referenssiarkkitehtuurit . . . . .	3
2.3	Ohjelmarungot . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Arkkitehtuurisuunnittelun käytänteet</b>	<b>4</b>
3.1	Koko arkkitehtuurin suunnittelu etukäteen . . . . .	4
3.2	Sprint 0 . . . . .	4
3.3	Kehityksen aikainen suunnittelu . . . . .	5
3.4	Arkkitehtuuriprototyypit . . . . .	5
3.5	Erillinen arkkitehtuuri tiimi . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Arkkitehtuurisuunnittelun strategia</b>	<b>7</b>
4.1	Riskin vaikutus ja tunnistaminen . . . . .	7
4.2	Vaatimusten epävakaus . . . . .	8
4.3	Aikainen arvontuotto . . . . .	8
4.4	Tiimin kulttuurin ja kokemuksen vaikutus . . . . .	8
4.5	Projektin koko . . . . .	9
4.6	Asiakkaan vaikutus . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Yhteenveto</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Roskalaatikko</b>	<b>11</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>13</b>
<b>A</b>	<b>Sample Appendix</b>	



# 1 Johdanto

Ohjelmiston arkkitehtuuri on ohjelmiston perusorganisaatio, joka sisältää järjestelmän osat, niiden keskinäiset suhteet ja suhteet ympäristöön (Jen ja Lee, 2000). Arkkitehtuurillisiin valintoihin vaikuttaa ainakin käyttökohde, joustavuus, uudelleenkäytettävyys ja ymmärrettävyys (Kruchten, 2004).

Ketterät menetelmät ovat nousseet suosituimmaksi ohjelmistotuotantoprosessiksi (*14th annual state of agile report* 2020). Ketteriä menetelmiä yhdistää iteratiivisesti ja inkrementaalisesti tapahtuva ohjelmiston tuotanto, pienissä erissä tapahtuvat julkaisut, tiivis tiimi sekä ominaisuus- ja tuotebacklogiin perustuva julkaisusuunnitelma (Babar et al., 2013). Ketterille menetelmille olennaista on sopeutuminen vaatimusten muutoksiin (Fowler, Highsmith et al., 2001).

Perinteisessä vesiputousmallia noudattavassa ohjelmistotuotannossa kaikki suunnittelu tehtiin tyypillisesti ennen varsinaista sovelluksen toteuttamisvaihetta. Ketterien periaatteiden mukaan tällaista etukäteissuunnittelua tulisi välttää.

Suurin vastakkainasettelu sijaitsee ketterän kehityksen sopeutumismentaliteetin ja perinteisen suunnittelun ennakkoinnin välillä (Babar et al., 2013). Ketterän manifestin (2001) mukaan muutokseen reagoimista pidetään tärkeämpänä kuin tarkkojen suunnitelmien noudattamista. Etukäteen tehdyt, mahdollisesti turhiksi osoittautuneet suunnitelmat nähdään turhana työnä. Ihanteena onkin, että päätökset tehdään mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa: mitä myöhemmin päätökset tehdään, sitä enemmän tietoa on hyödynnettävissä päätösten tueksi.

Kuitenkin myös ketterissä piireissä on hyväksytty arkkitehtuurisuunnittelun tärkeys laatua parantavana tekijänä: oikealla tavalla suunniteltu arkkitehtuuri mm. vähentää kehitykseen käytettyä aikaa ja kuluja (Babar et al., 2013). Hyvällä arkkitehtuurisuunnittelulla vältetään suurelta määrältä uudelleenohjelmointia kehityksen aikaina (Eloranta, 2015). Arkkitehtuurisuunnittelun laiminlyöminen voikin johtaa erittäin monimutkaiseen ohjelmistoon: ongelmat voivat johtaa jopa ohjelmiston kehityksen estymiseen (Vogel et al., 2011).

Eri ketterien menetelmien kuvaukset eivät tyypillisesti kerro mitään arkkitehtuurin suunnittelusta (Babar et al., 2013). Tämän tutkielman tarkoituksena onkin auttaa lukijaa suhtautumaan arkkitehtuurisuunnitteluun oikealla tavalla erilaisissa ketterän sovelluske-

hityksen konteksteissa.

Luvussa 2 käsitellään apuvälineitä, joilla voidaan vähentää ja helpottaa arkkitehtuurisuunnittelua. Luvussa 3 keskitytään käytänteisiin, miten arkkitehtuurisuunnittelu ketterässä kehityksessä yleisesti toteutetaan. Luvussa 4 pohditaan eri tekijöiden vaikutusta arkkitehtuurisuunnittelun eli millä tavalla eri projektiympäristöissä arkkitehtuurisuunnittelu tulisi suorittaa.



## 2 Arkkitehtuurin apuvälineet

Monissa ohjelmistoprojekteissa arkkitehtuurisuunnittelua ei tarvitse tehdä. Merkittävää arkkitehtuurisuunnittelua esiintyy todellisuudessa hyvin vähän: suurin osa arkkitehtuuriin liittyvistä päätöksistä on valmiiksi sisällettyinä käytettyihin ohjelmistokehyksiin (Bellomo et al., 2014). Elorannan (2015) mukaan on esimerkiksi tyypillistä, että mobiiliapplikaatioiden yhteydessä ekosysteemi pakottaa käytetyn arkkitehtuurin ja web-kehityksessä käytetään yleisesti täydellisen ohjelmistoarkkitehtuurin tarjoavia ohjelmistokehyksiä.

### 2.1 Ohjelmistokehykset

Ohjelmistokehys (software framework) on konkreettinen tai konseptuaalinen alusta, joka toteuttaa yleiskäyttöisiä toiminnallisuuksia, joita voi erikoistaa tai korvata.

### 2.2 Referenssiarkkitehtuurit

Referenssiarkkitehtuuri on tietylle arkkitehtuurilliselle vaatimukselle syntynyt toimivaksi todettu ratkaisu. Referenssiarkkitehtuurit dokumentoivat järjestelmän rakenteen, järjestelmän rakennuspalaset sekä niiden vastuut ja vuorovaikutukset. (Vogel et al., 2011).

Jos tilanteeseen sopivaa arkkitehtuuria ei ole käytettävissä, on sellainen usein muokattavissa olemassaolevasta referenssiarkkitehtuurista.

### 2.3 Ohjelmarungot

Ohjelmarungot määrittelevät ohjelman korkean tason ja niissä oikeat toiminnot ovat korvattuina tynkätominnoilla, kuten tyhjillä funktioilla.

Walking skeleton on eräs ohjelmarunkomalli ...

# 3 Arkkitehtuurisuunnittelun käytänteet

Arkkitehtuurisuunnittelun voi luokitella ajoituksen mukaan kokonaan etukäteen tehtävään suunnitteluun, osittain etukäteen tehtävään suunnitteluun (Sprint 0) sekä kehityksen aikaiseen suunnitteluun, jossa koko arkkitehtuuri muodostuu täysin inkrementaalisesti. Arkkitehtuurisuunnittelu voi tapahtua myös erillisenä prosessina tiimin ulkopuolella.

Tämän luvun käytänteet vastaa Elorannan väitöskirjassa (2015) tutkittujen yhtiöiden yleisesti käytössä olevia käytänteitä.

## 3.1 Koko arkkitehtuurin suunnittelu etukäteen

Vaikka etukäteissuunnittelu on määritelmällisesti ketterän ideologian vastaista, ketterässä ohjelmistokehityksessä kuitenkin usein harjoitetaan etukäteen kokonaisuudessaan tapahtuvaa arkkitehtuurisuunnittelua (Rost et al., 2015; Eloranta, 2015). Tässä mallissa arkkitehtuuri suunnitellaan kokonaan ennen siirtymistä muun toiminnallisuuden toteuttamiseen.

Toteuttamisvaiheessa arkkitehtuuriin tehdään enää korkeintaan pieniä muutoksia ja muutokset tekee arkkitehti, ei ohjelmoija (Eloranta, 2015).

## 3.2 Sprint 0

Scrum on tällä hetkellä suosituin ketterän ohjelmistokehityksen viitemalli (*14th annual state of agile report* 2020). Sprintit ovat Scrumin kehitysjaksoja ja ne numeroidaan tyypillisesti yhdestä eteenpäin.

Sprint 0 on tarkoitus alustaa alkava kehitystyö eli hoitaa kaikki projektin aloituksen kanalta oleelliset toimenpiteet ennen varsinaista kehitystyön alkamista. Tässä yhteydessä Sprint 0 tarkoitetaan vaihetta, jossa arkkitehtuuri luodaan ensimmäisen iteraation aikana. Tyypillisesti tähän alustavaan arkkitehtuuriin tehdään muutoksia myöhempien sprinttien aikana. Sprint 0 on tyypillistä, että arkkitehtuurin suunnittelee ohjelmoijat itse, ei

erilliset arkkitehdit (Eloranta, 2015). Sprint 0 on yleensä pituudeltaan yhden normaalin sprintin mittainen, mutta voi kestää myös useamman sprintin (Prause ja Durdik, 2012).

### 3.3 Kehityksen aikainen suunnittelu

Kehityksen aikaisessa suunnittelussa minkäänlaista arkkitehtuurin etukäteissuunnitteluvaihetta ei ole. Arkkitehtuuria suunnitellaan vain tarpeen mukaan järjestelmän ominaisuuksien toteuttamisen yhteydessä. Arkkitehtuuri valmistuu pala palalta kunnes se on valmis.

Ideana on tuottaa alustava arkkitehtuuri ensimmäisen sprintin aikana samalla kuin toteutetaan tuotteeseen potentiaalisesti tulevia ominaisuuksia (Eloranta, 2015). Arkkitehtuuria suunnitellaan lähtökohtaisesti vain niitä ominaisuuksia varten, jotka on tarkoitus toteuttaa lähiaikoina (Waterman et al., 2015).

Arkkitehtuurisuunnittelulle voidaan varata aikaa iteraatiosta tai sille voidaan varata koko iteraatio, arkkitehtuurisuunnittelua voi tapahtua muiden suunnitteluaktiviteettien (esim. daily scrum) yhteydessä, arkkitehtuuri voidaan tehdä myös kokonaan ohjelmoinnin yhteydessä (Rost et al., 2015).

Scrumissa voidaan toteuttaa oma arkkitehtuurisuunnitteluun tarkoitettu sprintti, ns. architecture sprint (Leffingwell).

Yksi toteuttaa arkkitehtuuri sprinttien aikana on määritellä arkkitehtuurisuunnittelu kuten käyttäjätarinat (user storyt) arkkitehtuuritarinoiksi. (Jensen, R. N., Møller, T., Sønder, P. ja Tjørnehøj, developer stories)

Arkkitehtuurisuunnittelu voi kohdistua arkkitehtuurillisesti tärkeiksi arvioituihin aspekteihin, jokaiseen user storyyn, jokaiseen epiciin, jokaiseen sprinttiin tai koko tuotteeseen (Rost et al., 2015).

### 3.4 Arkkitehtuuriprototyypit

Arkkitehtuuriprototyyppi on toiminnallinen osa järjestelmästä, jolla on tarkoitus saada aikaista palautetta sidosryhmiltä. Prototyyppejä käytetään tyypillisesti suorituskyvyn, muokattavuuden ja rakennettavuuden analysointiin (Babar et al., 2013).

Spike solution

## 3.5 Erillinen arkkitehtuuritiimi

Tässä mallissa arkkitehtuurisuunnittelu on eriytetty omaksi prosessikseen ja se voi tapahtua täysin erillisessä arkkitehtitiimissä, jossa voi kuitenkin olla samoja jäseniä, kuin itse kehitystiimissä (Eloranta, 2015).

# 4 Arkkitehtuurisuunnittelun strategia

Ketterällä arkkitehtuurilla tarkoitetaan arkkitehtuuria, joka on suunniteltu ketterää prosessia käyttäen ja on muokattavissa, eli on muutosta suvaitseva (Waterman et al., 2015). Ketteränarkkitehtuurin tärkein ominaisuus on muutokseen sopeutuminen. Tämä aikaansaadaan käyttämällä hyväksi hyviä suunnittelukäytänteitä, kuten kapselointia ja selkeää vastuunjakoa, päätösten tekoa viivyttämällä sekä suunnittelemalla arkkitehtuuri niin, että vaihtoehtoilta jätetään tilaa (Waterman, 2018a).

Hyvistä suunnittelu/koodauskäytännöistä (Xp jne)

Päätösten viivyttelystä

Ketterä arkkitehtuuri tulisi suunnitella niin, että tulevaisuudessa eteen tulevat muutokset ja uudet vaatimukset ovat mahdollista sisällyttää sovellukseen. Tässä auttaa, kun tiedostaa asiat, joita saatetaan joutua muuttamaan myöhemmin sekä se, että vältetään arkkitehtuurin liiallista ennakko-optimointia joltain tiettyä käyttötarkoitusta varten (Waterman, 2018a).

Ohjelmistokehitysprojektissa pitää tehdä valinta, minkälainen strategia järkevintä ottaa arkkitehtuurisuunnittelun lähtökohdaksi. Valintaan vaikuttaa ainakin riski, (odotettavissa oleva) vaatimusten epävakaus, tiimin kulttuuri ja osaaminen sekä myös asiakkaan suhtautuminen ketteryyteen.

## 4.1 Riskin vaikutus ja tunnistaminen

Waterman, 2018b mukaan riskillä on suuri vaikutus siihen, kuinka paljon arkkitehtuurisuunnittelua tulisi tehdä etukäteen: mitä suurempi riski ja sen seuraukset, sitä aikaisemmin siihen pitäisi puuttua ja sitä yksityiskohtaisemmin arkkitehtuuri pitäisi suunnitella. Arkkitehtuurisuunnittelun määrän tulisi määräytyä sen perusteella, että riski saadaan minimoitua riittävän tyydyttävälle tasolle (Fairbanks, 2010). Kyse on siis ketteryyden ja riskin välillä tasapainottelusta.

Mitä enemmän tiimi haluaa vähentää riskiä, sitä aikaisemmin päätökset pitää tehdä. Riskin vähentäminen vaikuttaa negatiivisesti tiimin kykyyn suunnitella ketterä arkkitehtuuri (Waterman, 2018b). Jos arkkitehtuurisuunnitteluun käytetään liikaa aikaa, arvon tuotto

asiakkaalle viivästyy. Jos suunnittelua ei tapahdu etukäteen, on todennäköisyys epäonnistumiseen suurempi. valmiiksi Mikä on hyväksyttävä riski vaihtelee paljon: esimerkiksi jos verkkokauppa kaatuu, voidaan menettää asiakkaita, mutta esimerkiksi lääketieteellisessä järjestelmässä voi riskinä olla jopa ihmishengen menettäminen. Tällaisissa tilanteissa on tyypillistä panostaa enemmän etukäteiseen arkkitehtuurisuunnitteluun (Waterman, 2018b).

Tilanteissa, joissa järjestelmän vaatimuksista ei ole minkäänlaista varmuutta, esimerkiksi täysin uutta tuotetta tai ominaisuutta luodessa, voi olla tärkeämpää saada tuote ulos ja testattua mahdollisimman nopeasti. Jos tarkoituksena on aikainen arvontuotto, täytyy nopeuttaa ensimmäistä julkaisua vähentämällä arkkitehtuurisuunnitteluun käytettyä aikaa (Waterman et al., 2015). Tällöin voisi olla järkevää käyttää hyväksi malliarkkitehtuureja sekä inkrementaalista arkkitehtuuria.

## 4.2 Vaatimusten epävakaus

Vaatimusten epävakaus johtuu yleensä epämääräisesti määritellyistä tai vaihtelevista vaatimuksista (Waterman et al., 2015). Epämääräiset vaatimukset johtuvat siitä, ettei asiakas tiedä, mitä haluaa tai heiltä tulee uusia ideoita kehityksen aikana. Vaihtelevat vaatimukset johtuvat siitä, että asiakas muuttaa mieltään tai että käyttötapaukset muuttuvat.

Erityisesti Lean Startup -kontekstissa, jossa periaatteena on luoda tuote asiakkaan käyttäytymisestä tehtävien hypoteesien avulla, järjestelmän vaatimuksista ei ole mitään varmuutta . (Reis, 2011)

Mitä enemmän voi olettaa vaatimusten muuttuvan, sitä ketterämpi arkkitehtuurin tulisi olla eli sen pitäisi olla muutosta suvaitseva.

## 4.3 Aikainen arvontuotto

## 4.4 Tiimin kulttuurin ja kokemuksen vaikutus

Tiimin kyky kommunikoida vaikuttaa siihen, kuinka paljon tarvitaan dokumentaatiota ja etukäteispanostusta ohjelmistokehityksen ohjaamiseksi. Kommunikaation kykyyn vaikuttaa kulttuurin lisäksi tiimin koko: mitä suurempi tiimi, sitä enemmän vaaditaan rakennetta ja etukäteissuunnittelua (Waterman et al., 2015).

Tiimin kokemus toistensa kanssa työskentelystä vaikuttaa: dokumentaation ja suunnittelun tarve vähenee, kun tiimin jäsenet tulevat kokeeneemmaksi toistensa kanssa työskentelyä. Uusi tiimi tarvitsee enemmän etukäteissuunnittelua, kuin ketterän ajatusmallin sisäistänyt tiimi (Waterman et al., 2015).

Mitä parempi arkkitehtuurillinen osaaminen tiimillä on, sitä vähemmän tarvitaan käyttää aikaa etukäteissuunnitteluun. Arkkitehtuurillisesti kokeneella tiimillä on ymmärrys siitä, mikä toimii ja mikä ei (Waterman et al., 2015).

Kokenut tiimi voisi valita strategiakseen suorittaa arkkitehtuurisuunnittelun kokonaan kehityksen aikana. Elorannan (2015) mukaan kokeeneet tiimit käyttivätkin tätä lähestymistapaa menestyksekkäästi. Tiimeillä, joilla ei ollut kokemusta sovellusalueesta, strategia ei toiminut.

## 4.5 Projektin koko

Elorannan (2015) mukaan BDUF suunnittelu on tyypillistä varsinkin koodimäärän mukaan mitattuna suurissa projekteissa.

## 4.6 Asiakkaan vaikutus

(Waterman et al., 2015) mukaan asiakkaan ketteryydellä on suuri vaikutus siihen, kuinka paljon etukäteissuunnittelua pitää tehdä eli kuinka ketterää arkkitehtuurisuunnittelu on. Prosessi-orientoitunut asiakas, joka ei usko ketterään ajatusmalliin vähentää huomattavasti tiimin mahdollisuuksia olla ketterä. Asiakas voi haluta hyväksyä kaikki mahdolliset suunnitelmat tai haluaa pakottaa oman prosessimallinsa tiimin sisälle.

Etukäteisbudjettien hyväksymisen tarve voi pakottaa tiimin suunnittelemaan arkkitehtuurin etukäteen, jotta he tietävät, paljonko heillä menee tuotteen valmistamiseen aikaa.

Joskus asiakkaalla ei ole aikaa osallistua projektiin, jolloin suunnitelmat pitää hyväksyttää etukäteen.

## 5 Yhteenveto



## 6 Roskalaatikko

Kapseloinnin tarkoituksena on, että muutokset vaikuttavat vain mahdollisimman pieneen osaan järjestelmästä.

Hyvien käytänteiden käyttö ei varsinaisesti vähennä etukäteistyötä, mutta ketteryuden ylläpidettävyyden saavuttamiseksi näitä tulisi kuitenkin käyttää (Waterman, 2018a).



# Lähteet

- 14th annual state of agile report (2020). URL: <https://explore.digital.ai/state-ofagile/14th-annual-state-of-agile-report>.
- Babar, M. A., Brown, A. W. ja Mistrík, I. (2013). *Agile Software Architecture: Aligning Agile Processes and Software Architectures*. Newnes.
- Bellomo, S., Kruchten, P., Nord, R. L. ja Ozkaya, I. (2014). "How to agilely architect an agile architecture". *Cutter IT Journal* 27.2, s. 12–17.
- Eloranta, V.-P. (2015). "Techniques and Practices for Software Architecture Work in Agile Software Development".
- Fairbanks, G. (2010). *Just enough software architecture: a risk-driven approach*. Marshall & Brainerd.
- Fowler, M., Highsmith, J. et al. (2001). "The agile manifesto". *Software Development* 9.8, s. 28–35.
- Jen, L. R. ja Lee, Y. J. (2000). "Working Group. IEEE recommended practice for architectural description of software-intensive systems". Teoksessa: *IEEE Architecture*. Citeseer.
- Kruchten, P. (2004). *The rational unified process: an introduction*. Addison-Wesley Professional.
- Prause, C. R. ja Durdik, Z. (2012). "Architectural design and documentation: Waste in agile development?" Teoksessa: *2012 international conference on software and system process (icssp)*. IEEE, s. 130–134.
- Reis, E. (2011). "The lean startup". *New York: Crown Business* 27.
- Rost, D., Weitzel, B., Naab, M., Lenhart, T. ja Schmitt, H. (2015). "Distilling Best Practices for Agile Development from Architecture Methodology: Experiences from Industrial Application". eng. Teoksessa: *Software Architecture*. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, s. 259–267. ISBN: 978-3-319-23726-8.
- Waterman, M. (2018a). "Agility, Risk, and Uncertainty, Part 1: Designing an Agile Architecture". *IEEE Software* 35.2, s. 99–101. DOI: [10.1109/MS.2018.1661335](https://doi.org/10.1109/MS.2018.1661335).
- (2018b). "Agility, Risk, and Uncertainty, Part 2: How Risk Impacts Agile Architecture". *IEEE Software* 35.3, s. 18–19. DOI: [10.1109/MS.2018.2141017](https://doi.org/10.1109/MS.2018.2141017).
- Waterman, M., Noble, J. ja Allan, G. (2015). "How Much Up-Front? A Grounded Theory of Agile Architecture". Teoksessa: *Proceedings of the 37th International Conference on*

*Software Engineering - Volume 1*. ICSE '15. event-place: Florence, Italy. IEEE Press, s. 347–357. ISBN: 978-1-4799-1934-5.

Vogel, O., Arnold, I., Chughtai, A. ja Kehrer, T. (2011). *Software architecture: a comprehensive framework and guide for practitioners*. Springer Science & Business Media.

## **Liite A Sample Appendix**

usually starts on its own page, with the name and number of the appendix at the top. The appendices here are just models of the table of contents and the presentation. Each appendix Each appendix is paginated separately.

In addition to complementing the main document, each appendix is also its own, independent entity. This means that an appendix cannot be just an image or a piece of programming, but the appendix must explain its contents and meaning.