

Automated functional testing and control of Suomi 100 satellite systems and payload instrument control software

Juha-Matti Lukkari

School of Electrical Engineering

Thesis submitted for examination for the degree of Master of
Science in Technology.

Espoo 16.1.2015

Thesis supervisor:

Prof. Esa Kallio

Thesis advisors:

D.Sc. (Tech.) Antti Kestilä

M.Sc. Juha Itkonen

Author: Juha-Matti Lukkari		
Title: Automated functional testing and control of Suomi 100 satellite systems and payload instrument control software		
Date: 16.1.2015	Language: English	Number of pages: 7+16
Department of Radio Science and Technology		
Professorship: Space Science and Technology		
Supervisor: Prof. Esa Kallio		
Advisors: D.Sc. (Tech.) Antti Kestilä, M.Sc. Juha Itkonen		
<p>Large portion of launched Cubesats have failed early on their missions. Complete lack or inadequate system level functional testing of the satellites has been thought of being one large contributor to these failures. Software failures could be another major contributor. This thesis represents potential solutions to mitigating these issues by the use of free open-source automated test frameworks.</p> <p>Your abstract in English. Try to keep the abstract short; approximately 100 words should be enough. The abstract explains your research topic, the methods you have used, and the results you obtained. Your abstract in English. Try to keep the abstract short; approximately 100 words should be enough. The abstract explains your research topic, the methods you have used, and the results you obtained.</p>		
Keywords: For keywords choose concepts that are central to your thesis		

Tekijä: Juha-Matti Lukkari		
Työn nimi: Suomi100 satelliitin järjestelmien ja hyötykuorman instrumentin ohjausohjelmiston automaattinen funktionaalinen testaus ja ohjaus		
Päivämäärä: 16.1.2015	Kieli: Englanti	Sivumäärä: 7+16
Radiotieteen ja -tekniikan laitos		
Professuuri: Avaruus tiede ja tekniikka		
Työn valvoja: Prof. Esa Kallio		
Työn ohjaaja: TkT Olli Ohjaaja		
<p>Tiivistelmässä on lyhyt selvitys (noin 100 sanaa) kirjoituksen tärkeimmistä sisällöistä: mitä ja miten on tutkittu, sekä mitä tuloksia on saatu. Tiivistelmässä on lyhyt selvitys (noin 100 sanaa) kirjoituksen tärkeimmistä sisällöistä: mitä ja miten on tutkittu, sekä mitä tuloksia on saatu.</p> <p>Tiivistelmässä on lyhyt selvitys (noin 100 sanaa) kirjoituksen tärkeimmistä sisällöistä: mitä ja miten on tutkittu, sekä mitä tuloksia on saatu. Tiivistelmässä on lyhyt selvitys (noin 100 sanaa) kirjoituksen tärkeimmistä sisällöistä: mitä ja miten on tutkittu, sekä mitä tuloksia on saatu. Tiivistelmässä on lyhyt selvitys (noin 100 sanaa) kirjoituksen tärkeimmistä sisällöistä: mitä ja miten on tutkittu, sekä mitä tuloksia on saatu.</p>		
Avainsanat: Vastus, Resistanssi, Lämpötila		

Författare: Juha-Matti Lukkari

Titel: Arbetets titel

Datum: 16.1.2015

Språk: Engelska

Sidantal: 7+16

Institutionen för radiovetenskap och -teknik

Professur: Kretsteori

Övervakare: Prof. Esa Kallio

Handledare: TkD Olli Ohjaaja

Sammandrag på svenska. Try to keep the abstract short, approximately 100 words should be enough. Abstract explains your research topic, the methods you have used, and the results you obtained.

Nyckelord: Nyckelord på svenska,
Temperatur

Preface

I want to thank Professor Esa Kallio and my instructors Antti Kestilä and Juha Itkonen for their good guidance.

Otaniemi, 16.1.2015

Eddie E. A. Engineer

Contents

Abstract	ii
Abstract (in Finnish)	iii
Abstract (in Swedish)	iv
Preface	v
Contents	vi
Symbols and abbreviations	vii
1 Johdanto	1
2 Background	2
3 Research material and methods	10
4 Results	11
5 Summary	12
References	13
A Esimerkki liitteestä	15
B Toinen esimerkki liitteestä	16

Symbols and abbreviations

Symbols

\mathbf{B}	magnetic flux density
c	speed of light in vacuum $\approx 3 \times 10^8$ [m/s]
ω_D	Debye frequency
ω_{latt}	average phonon frequency of lattice
\uparrow	electron spin direction up
\downarrow	electron spin direction down

Operators

$\nabla \times \mathbf{A}$	curl of vector in \mathbf{A}
$\frac{d}{dt}$	derivative with respect to variable t
$\frac{\partial}{\partial t}$	partial derivative with respect to variable t
\sum_i	sum over index i
$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$	dot product of vectors \mathbf{A} and \mathbf{B}

Abbreviations

AC	alternating current
APLAC	an object-oriented analog circuit simulator and design tool (originally Analysis Program for Linear Active Circuits)
BCS	Bardeen-Cooper-Schrieffer
DC	direct current
TEM	transverse eletromagnetic

1 Johdanto

Tämän tekstin lähteenä oleva tiedosto on opinnäytteen pohja, jota voi käyttää kandidaatintyössä, diplomityössä ja lisensiaatintyössä. Tekstin lähteenä oleva tiedosto on kirjoitettu L^AT_EX-tiedoston rakenteen opiskelemista ajatellen. Tiedoston kommentit sisältävät tietoa, joka on hyödyllistä opinnäytettä kirjoitettaessa.

Johdanto selvittää samat asiat kuin tiivistelmä, mutta laiveammin. Johdannossa kerrotaan yleensä seuraavat asiat

- Tutkimuksen taustaa ja tutkimusaiheen yleisluonteinen esittely
- Tutkimuksen tavoitteet
- Pääkysymys ja osaongelmat
- Tutkimuksen rajausta ja keskeiset käsitteet.

Lyhyiden opinnäytteiden johdannot ovat yleensä liian pitkiä, joten johdannon paisuttamista on vältettävä. Diplomityöhön sopii johdanto, joka on 2–4 sivua. Kandidaatintyön johdannon on oltava diplomityön johdantoa lyhyempi. Sopivasti tiivistetty johdanto ei kaipaa alaotsikoita.

2 Background

Tässä osassa selvitetään, mitä tutkimuksen kohteena olevasta aiheesta tiedetään entuudestaan. Selvityksen tulee kattaa tasapainoisesti koko tutkimuskenttä.

Kun opinnäytetyötä kirjoitetaan, on noudatettava ohjeita, jotka koskevat opinnäytteen rakennetta, käytäntöjä, muotoseikkoja sekä ulkoasua. Esitellään näitä ohjeita tarkemmin.

Rakenne

Opinnäytteen rakenteen tulee olla hyvän tieteellisen kirjoittamisen käytännön mukainen ja sisältää vähintään seuraavat osat:

1. Nimiölehti
2. Tiivistelmä
3. Sisällysluettelo
4. Symboli- ja lyhenneluettelo
5. Johdanto
6. Aikaisempi tutkimus. Työn luonteen niin vaatiessa otsikko voi olla myös »Teoreettinen tausta» tai näiden otsikoiden yhdistelmä.
7. Tutkimusaineisto ja -menetelmät
8. Tulokset
9. Tarkastelu. Työn luonteen niin vaatiessa otsikko voi olla myös »Johtopäätökset» tai »Yhteenveto» tai edellä mainittujen otsikoiden yhdistelmä.
10. Lähteet
11. Liitteet.

Tiivistelmän ja symboli- sekä lyhenneluetteloiden väliin voi sijoittaa halutessaan esipuheen.

Työn osat 5-9 muodostavat *tekstiosan*. Työn yksittäisiä osia voidaan jakaa alaotsikoilla alaosiin, joita ei ole yllä esitetty. Alaotsikoiden käyttäminen selventää parhaimmillaan tekstiä, ja pahimmillaan sirpaloittaa sitä. Sirpaloitumista voi estää huolehtimalla siitä, että samalla sivulla ei esiinny useampaa alaotsikkoa. Tekstin jäsentelyssä on yleensä ongelmia, jos osassa on vain yksi alaosa, tai kirjoittaja joutuu käyttämään useampaa kuin kahta tasoa (osa ja alaosat): alaosien alaosat ovat harvoin tarpeen.

Sivut ja kirjaintyypit

Opinnäytteen tulee olla kirjoitettu koneella tai tekstinkäsittelyohjelmalla yksipuolisesti A4-kokoiselle paperille. Kandidaatintyön tekstiosan sopiva pituus on noin 15–20 sivua ja diplomityön noin 60 sivua. Työtä ei ole syytä tarpeettomasti pidentää.

Opinnäytteen tekstiosan kirjaintyyppin tulee olla antiikva eli serif-tyyppinen ja lisäksi kursivoimaton, lihavoimaton sekä kooltaan 12 pistettä (kuten tässä esityksessä). Groteskeja eli **Sans serif**-tyyppisiä kirjaintyyppejä (kuten Helvetica tai Arial) ei saa käyttää varsinaisessa tekstissä, mutta otsikoissa näitä voidaan käyttää. Otsikoissa voidaan käyttää kooltaan edellä mainittua suurempaa kirjaintyyppiä sekä tyylikeinoja, kuten lihavointia tai kursivointia. Tekstissä samantasoisten otsikoiden on kuitenkin oltava tyyliältään ja kirjainlajeiltaan yhteneväisiä.

Table 1: Taulukoissa ja kuvissa kirjaintyyppin voi valita tarkoituksenmukaisesti, mutta kuva- ja taulukkoteksteissä tulee käyttää samaa kirjaintyyppiä kuin varsinaisessa tekstissä. Huomaa taulukon numeroinnin sijoittuminen taulukon yläpuolelle.

A	1	$e^{j\omega t}$
B	2	$\Re(c)$
C	3	$a \in \mathbb{A}$

Opinnäytteen vasen marginaali (sidonnan puoli) on 35 mm ja oikea 25 mm. Ylämarginaali on 25 mm. Leipätekstin korkeus on enimmillään 230mm. Tämän opinnäytepohjan marginaalien pitäisi olla paperille tulostettuna oikein, mutta tulostimesta ja paperista riippuen voi esiintyä yhden tai kahden millimetrin suuruisia eroja.

Asemointi

Tekstiosan tekstissä käytetään kappaleiden erottamiseen sisennystä, mutta ensimmäistä otsikon, väliotsikon tai muun katkon jälkeistä kappaletta ei sisennetä. Jos kuva tai muu katko tulee kappaleiden väliin, suositellaan katkon jälkeisen kappaleen sisentämistä.

Mikäli oikea reuna halutaan tasata, tulee käyttää tavutusta ja lisäksi tarkistaa, ettei tekstiin jää lukemista häiritseviä pitkiä sanavälejä. Jos käytät opinnäytteen tekemisessä L^AT_EX-järjestelmää, tämä asia hoituu automaattisesti.

Opinnäytteen riviväli on 1, mikä on myös tämän opinnäytepohjan käytäntö. Kappaleiden tulee yleensä olla ainakin kolmen rivin pituisia, mutta myös liian pitkiä kappaleita tulee välttää. Tässä opinnäytepohjassa ei tekstin luonteen vuoksi voida täysin toteuttaa kappaleen pituutta koskevia vaatimuksia.

Yksittäisiä, kappaleen päättäviä tai aloittavia rivejä sivun alussa tai lopussa on vältettävä koko työssä, myös luetteloissa ja liitteissä.

Numerointi

Opinnäytteen jokainen osa alkaa uudelta sivulta. Alaosa aloittaa uuden sivun vain edellisen sivun täytyttyä.

Työn osat numeroidaan siten, että johdanto on ensimmäinen numeroitava osa. Osien numeroinnissa käytetään arabialaisia numeroita.

Nimiölehti, tiivistelmä, esipuhe, sisällysluettelo ja symboli- ja lyhenneluettelo numeroidaan esipuheesta tai tämän puuttuessa ensimmäiseltä luettelosivulta alkaen roomalaisin numeroin.

Sivunumerointi alkaa toiselta varsinaiselta tekstisivulta, ja sivunumeroinnissa käytetään arabialaisia numeroita.

Lähdeluettelo alkaa uudelta sivulta. Lähdeluettelon sivunumerointi jatkuu viimeisestä tekstisivusta.

Jokainen liite alkaa uudelta sivulta. Liitteiden sivunumerointi jatkuu viimeisestä lähdeluettelon sivusta.

Sivunumero sijoitetaan sivun yläreunaan.

Matemaattiset kaavat numeroidaan arabialaisin numeroin. Kaavanumerointi ei saa katketa osien välissä (eikä niin tapahdukaan, jos käytät tätä opinnäytepohjaa). Kaikkia kaavoja ei tarvitse numeroida, vaan kirjoittaja voi käyttää harkintaa numeroinnin tarpeellisuudessa. Liitteissä olevat kaavat numeroidaan siten, että liitteen ajatellaan muodostavan numeroinnin kannalta itsenäisen ja yhtenäisen kokonaisuuden. Kaavan numero sijoitetaan oikealle puolelle alla olevan esimerkin mukaisesti

$$D(xy) = (Dx)y + x(Dy), \quad x, y \in \mathbb{A}. \quad (1)$$

Kaikki kuvat ja taulukot numeroidaan erillisen juoksevan numeroinnin mukaisesti kuten taulukosta 1 ja kuvasta 1 käy ilmi. Liitteissä olevat kuvat ja taulukot numeroidaan siten, että liitteen ajatellaan muodostavan numeroinnin kannalta itsenäisen ja yhtenäisen kokonaisuuden. Liitteissä A ja B on esimerkkejä kaavojen (kaavat A1–A2 tai kaavat B1–B2), kuvien (kuva B1) ja taulukoiden (taulukko B1) numeroimisesta. Liitteet numeroidaan suuraakkosin (esimerkiksi Liite A, Liite B tai pelkästään A, B).

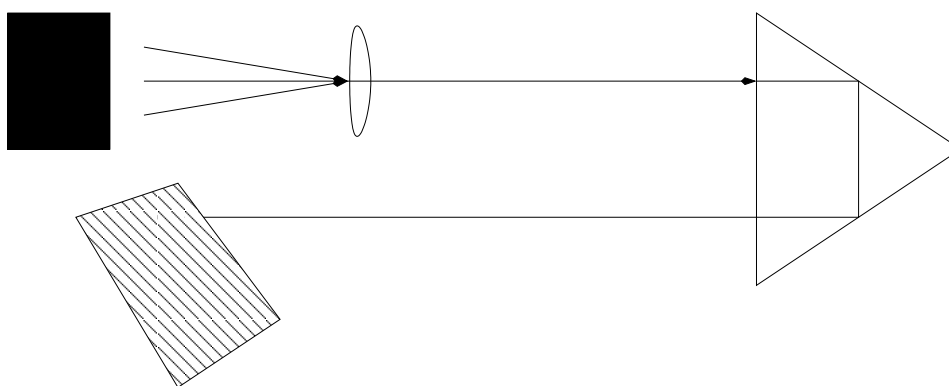


Figure 1: Tämä on esimerkki numeroidusta kuvatekstistä.

Lähdeviittausten käyttö

Lähdeviittaukset tulee tehdä huolellisesti ja johdonmukaisesti numeroviitejärjestelmän mukaisesti. Numeroviitteet järjestetään lähdeluetteloon viittausjärjestykseen, mutta jos lähdeluettelo on hyvin laaja (useita sivuja), järjestetään viitteet pääsanan mukaiseen aakkosjärjestykseen. Alaviitejärjestelmää ¹ ei käytetä.

Viitteen sijoittelussa noudatetaan seuraavia sääntöjä: Jos viite kohdistuu vain yhteen virkkeeseen tai virkkeen osaan, viite [1] sijoitetaan virkkeen sisään ennen virkettä päättävää pistettä. Jos taas viite koskee tekstin useampaa virkettä tai kokonaista kappaletta, sijoitetaan viite kappaleen loppuun pisteen jälkeen. [1]

Lähdeluettelo

Lähdeluettelossa esiintyy tavallisesti seuraavassa esitettäviä lähteitä, joista on numeroviitejärjestelmässä ilmoitettava asianomaisessa kohdassa vaaditut tiedot.

Kirjasta ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- tekijät
- julkaisun nimi
- painos, jos useita
- kustannuspaikka
- julkaisija tai kustantaja
- julkaisuaika
- mahdollinen sarjamerkintö.

Viitteet [1]–[3] ovat esimerkkejä kirjan esittämisestä lähdeluettelossa. Viite [3, s. 83–124] on esimerkki lähdeluettelossa esiintyvän kirjan tiettyjen sivujen esittämisestä tekstissä.

Artikkelista kausijulkaisussa ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- tekijät
- artikkelin nimi
- kausijulkaisun nimi
- julkaisuvuosi
- kausijulkaisun volyymi tai ilmestymisvuosi
- kausijulkaisun numero

¹Myöskään alaviitteenä olevia kommentteja ei suositella käytettäväksi.

- sivut, joilla artikkeli on.

Viitteet [4]–[5] ovat esimerkkejä artikkelin esittämisestä lähdeluettelossa.

Kokoomateoksen luvusta tai osasta ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- luvun tai osan tekijät
- luvun tai osan nimi
- maininta »Teoksessa»
- koko teoksen toimittajat sekä maininta »(toim.)»
- koko teoksen tai konferenssin nimi
- konferenssiesitelmän kyseessä ollessa sen pitopaikka ja -aika
- painos, jos useita
- kustannuspaikka
- julkaisija tai kustantaja, jos aiheutta tämän ilmoittamiseen on
- julkaisuaika
- sivut, joilla luku tai osa on
- mahdollinen sarjamerkintä.

Viitteet [6]–[7] ovat esimerkkejä kokoomateoksen luvun tai osan esittämisestä lähdeluettelossa.

Opinnäytetyöstä ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- tekijä
- työn nimi
- opinnäytetyön tyyppi
- oppilaitoksen nimi
- osaston, laitoksen tai ohjelman nimi
- oppilaitoksen sijaintipaikka
- vuosiluku.

Viitteet [8]–[10] ovat esimerkkejä opinnäytteen esittämisestä lähdeluettelossa.

Standardista ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- standardin tunnus ja numero

- standardin nimi
- painos, mikäli ei ole ensimmäinen
- julkaisupaikka
- julkaisija
- julkaisuvuosi
- sivumäärä.

Viite [11] on esimerkki standardin esittämisestä opinnäytteen lähdeluettelossa.

Haastattelusta ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- haastatellun henkilön nimi
- haastatellun henkilön arvo tai asema
- haastatellun henkilön edustama organisaatio
- organisaation osoite
- maininta siitä, että kyseessä on haastattelu ja haastattelun päivämäärä.

Viite [12] on esimerkki haastattelun esittämisestä lähdeluettelossa.

Osa sähköisessä muodossa olevista artikkeleista on saatavissa myös painettuina.

Vain verkosta saatavissa olevasta artikkelista esitetään seuraavat tiedot:

- tekijät
- artikkelin nimi
- kausijulkaisun nimi
- viestintyyppi
- laitos tai volyymi
- kausijulkaisun yksittäistä osaa koskeva merkintä tai numero
- julkaisuvuosi tai maininta »Päivitetty» ja päivitysaika
- maininta »Viitattu» ja viittaamisen ajankohta
- maininta »Saatavissa» ja URL tai maininta »DOI» ja DOI-numero (DOI=Digital Object Identifier).

Viitteet [13]–[15] ovat esimerkkejä sähköisessä muodossa olevan artikkelin esittämisestä opinnäytteen lähdeluettelossa. Viitteet [13] ja [14] ovat saatavissa sekä painettuna että verkosta, joten viitteiden esitystapa mukailee painetun artikkelin viitteen esitystapaa, mutta sen lisäksi kerrotaan julkaisun olevan verkkolehti ja lehden olevan saatavissa myös painettuna. Viite [15] on saatavissa vain verkosta ja siitä esitetään yllä vaaditut tiedot.

Valitettavasti sähköisessä muodossa olevasta artikkelista ei ole aina saatavissa laitos-, volyymi- tai numerotietoja.

Sähköisessä muodossa olevasta opinnäytetyöstä ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- tekijä
- työn nimi
- viestintyyppi
- opinnäytetyön tyyppi
- oppilaitoksen nimi
- osaston, laitoksen tai ohjelman nimi
- oppilaitoksen sijaintipaikka
- vuosiluku
- viittamisen ajankohta
- maininta »Saatavissa» ja URL tai maininta »DOI» ja DOI-numero.

Viite [16] on esimerkki sähköisessä muodossa olevan opinnäytteen esittämisestä lähdeluettelossa.

Viite [17] on esimerkki itsenäisen kirjoituksen sisältävästä verkkosivusta. Tällainen lähde on rinnastettavissa erillisteokseen. *Verkkosivusta* esitetään tiedot:

- tekijät
- otsikko
- maininta »Päivitetty» ja päivitysaika
- maininta »Viitattu» ja viittaamisen ajankohta
- Maininta »Saatavissa» ja URL.

Joskus verkkosivun kirjoitus on jaettu useammalle sivulle, jolloin lähdeluetteloon kirjataan vain sellainen verkko-osoite, joka koskee koko kirjoitusta tai sen etusivua, ellei sitten todella tarkoiteta kirjoituksen yksittäistä sivua.

Muuta huomioitavaa lähdeluettelossa

Lähdeluettelossa työn ja julkaisun nimi kirjoitetaan alkuperäisessä muodossaan. Julkaisijan kotipaikka kirjoitetaan alkukielisessä muodossaan.

Viittamista koskevassa suomalaisessa standardissa SFS 5342 [11] vaaditaan julkaisuista ilmoitettavaksi myös ISBN- tai ISSN-numerot, mutta näissä opinnäyteohjeissa ei ISBN- ja ISSN-numeroita vaadita.

3 Research material and methods

Tässä osassa kuvataan käytetty tutkimusaineisto ja tutkimuksen metodologiset valinnat, sekä kerrotaan tutkimuksen toteutustapa ja käytetyt menetelmät.

4 Results

Tässä osassa esitetään tulokset ja vastataan tutkielman alussa esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Tieteellisen kirjoitelman arvo mitataan tässä osassa esitettyjen tulosten perusteella.

Tutkimustuloksien merkitystä on aina syytä arvioida ja tarkastella kriittisesti. Joskus tarkastelu voi olla tässä osassa, mutta se voidaan myös jättää viimeiseen osaan, jolloin viimeisen osan nimeksi tulee »Tarkastelu». Tutkimustulosten merkitystä voi arvioida myös »Johtopäätökset»-otsikon alla viimeisessä osassa.

Tässä osassa on syytä myös arvioida tutkimustulosten luotettavuutta. Jos tutkimustulosten merkitystä arvioidaan »Tarkastelu»-osassa, voi luotettavuuden arviointi olla myös siellä.

5 Summary

Opinnäytteen tekijä vastaa siitä, että opinnäyte on tässä dokumentissa ja opinnäytteen tekemistä käsittelevillä luennoilla sekä harjoituksissa annettujen ohjeiden mukainen muotoseikoiltaan, rakenteeltaan ja ulkoasultaan.

References

- [1] Kauranen, I., Mustakallio, M. ja Palmgren, V. *Tutkimusraportin kirjoittamisen opas opinnäytetyön tekijöille*. Espoo, Teknillinen korkeakoulu, 2006.
- [2] Itkonen, M. *Typografian käsikirja*. 3. painos. Helsinki, RPS-yhtiöt, 2007.
- [3] Koblitz, N. *A Course in Number Theory and Cryptography. Graduate Texts in Mathematics 114*. 2. painos. New York, Springer, 1994.
- [4] Bardeen, J., Cooper, L. N. ja Schrieffer, J. R. Theory of Superconductivity. *Physical Review*, 1957, vol. 108, nro 5, s. 1175–1204.
- [5] Deschamps, G. A. Electromagnetics and Differential Forms. *Proceedings of the IEEE*, 1981, vol. 69, nro 6, s. 676–696.
- [6] Sihvola, A. et al. Interpretation of measurements of helix and bihelix superchiral structures. Teoksessa: Jacob, A. F. ja Reinert, J. (toim.) *Bianisotropics '98 7th International Conference on Complex Media*. Braunschweig, 3.–6.6.1998. Braunschweig, Technische Universität Braunschweig, 1998, s. 317–320.
- [7] Lindblom-Yläne, S. ja Wager, M. Tieteellisten opinnäytetöiden ohjaaminen. Teoksessa: Lindblom-Yläne, S. ja Nevgi, A. (toim.) *Yliopisto- ja korkeakouluopettajan käsikirja*. Helsinki, WSOY, 2004, s. 314–325.
- [8] Miinusmaa, H. Neliskulmaisen reiän poraamisesta kolmikulmaisella poralla. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, konetekniikan osasto, Espoo, 1977.
- [9] Loh, N. C. High-Resolution Micromachined Interferometric Accelerometer. Master's Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 1992.
- [10] Lönnqvist, A. Applications of hologram-based compact range: antenna radiation pattern, radar cross section, and absorber reflectivity measurements. Väitöskirja, Teknillinen korkeakoulu, sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto, 2006.
- [11] SFS 5342. Kirjallisuusviitteiden laatiminen. 2. painos. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto, 2004. 20 s.
- [12] Palmgren, V. Suunnittelija. Teknillinen korkeakoulu, kirjasto. Otaniementie 9, 02150 Espoo. Haastattelu 15.1.2007.
- [13] Ribeiro, C. B., Ollila, E. ja Koivunen, V. Stochastic Maximum-Likelihood Method for MIMO Propagation Parameter Estimation. *IEEE Transactions on Signal Processing*, verkkolehti, vol. 55, nro 1, s. 46–55. Viitattu 19.1.2007. Lehti ilmestyy myös painettuna. DOI: 10.1109/TSP.2006.882057.
- [14] Stieber, T. GnuPG Hacks. *Linux Journal*, verkkolehti, 2006, maaliskuu, nro 143. Viitattu 19.1.2007. Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa: <http://www.linuxjournal.com/article/8732>.

- [15] Pohjois-Koivisto, T. Voiko kone tulevaisuudessa arvata tahtosi? *Apropos*, verkkolehti, helmikuu, nro 1, 2005. Viitattu 19.1.2007. Saatavissa: <http://www.apropos.fi/1-2005/prima.php>.
- [16] Adida, B. Advances in Cryptographic Voting Systems. Verkkodokumentti. Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 2006. Viitattu 19.1.2007. Saatavissa: <http://crypto.csail.mit.edu/~cis/theses/adida-phd.pdf>.
- [17] Kilpeläinen, P. WWW-lähteisiin viittaaminen tutkielmatekstissä. Verkkodokumentti. Päivitetty 26.11.2001. Viitattu 19.1.2007. Saatavissa: <http://www.cs.uku.fi/~kilpelai/wwwlahteet.html>.

A Esimerkki liitteestä

Liitteet eivät ole opinnäytteen kannalta välttämättömiä ja opinnäytteen tekijän on kirjoittamaan ryhtyessään hyvä ajatella pärjäävänsä ilman liitteitä. Kokemattomat kirjoittajat, jotka ovat huolissaan tekstiosan pituudesta, paisuttavat turhan helposti liitteitä pitääkseen tekstiosan pituuden annetuissa rajoissa. Tällä tavalla ei synny hyvää opinnäytettä.

Liite on itsenäinen kokonaisuus, vaikka se täydentääkin tekstiosaa. Liite ei siten ole pelkkä listaus, kuva tai taulukko, vaan liitteessä selitetään aina sisällön laatu ja tarkoitus.

Liitteeseen voi laittaa esimerkiksi listauksia. Alla on listausesimerkki tämän liitteen luomisesta.

```
\clearpage
\appendix
\addcontentsline{toc}{section}{Liite A}
\section*{Liite A}
...
\thispagestyle{empty}
...
teksti\"a
...
\clearpage
```

Kaavojen numerointi muodostaa liitteissä oman kokonaisuutensa:

$$d \wedge A = F, \tag{A1}$$

$$d \wedge F = 0. \tag{A2}$$

B Toinen esimerkki liitteestä

Liitteissä voi myös olla kuvia, jotka eivät sovi leipätekstin joukkoon: Liitteiden



Figure B1: Kuvateksti, jossa on liitteen numerointi

taulukoiden numerointi on kuvien ja kaavojen kaltainen: Kaavojen numerointi

Table B1: Taulukon kuvateksti.

9.00–9.55	Käytettävyytestauksen tiedotustilaisuus (osanottajat ovat saaneet sähköpostitse valmistautumistehtävät, joten tiedotustilaisuus voidaan pitää lyhyenä).
9.55–10.00	Testausalueelle siirtyminen

muodostaa liitteissä oman kokonaisuutensa:

$$T_{ik} = -pg_{ik} + wu_i u_k + \tau_{ik}, \quad (\text{B1})$$

$$n_i = nu_i + v_i. \quad (\text{B2})$$