



Master's thesis

Master's Programme in Computer Science

**Title**

Firstname Lastname

September 3, 2021

FACULTY OF SCIENCE  
UNIVERSITY OF HELSINKI

## Contact information

P. O. Box 68 (Pietari Kalmin katu 5)  
00014 University of Helsinki, Finland

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

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

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Koulutusohjelma — Utbildningsprogram — Study programme	
Faculty of Science		Master's Programme in Computer Science	
Tekijä — Författare — Author			
Firstname Lastname			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Title			
Ohjaajat — Handledare — Supervisors			
Prof. D.U. Mind, Dr. O. Why			
Työn laji — Arbetets art — Level		Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages
Master's thesis		September 3, 2021	6 pages, 10 appendix pages
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Write your abstract here.</p> <p>In addition, make sure that all the entries in this form are completed.</p> <p>Finally, specify 1–3 ACM Computing Classification System (CCS) topics, as per <a href="https://dl.acm.org/ccs">https://dl.acm.org/ccs</a>. Each topic is specified with one path, as shown in the example below, and elements of the path separated with an arrow. Emphasis of each element individually can be indicated by the use of bold face for high importance or italics for intermediate level.</p>			
<p><b>ACM Computing Classification System (CCS)</b></p> <p>General and reference → Document types → Surveys and overviews</p> <p>Applied computing → Document management and text processing → Document management → Text editing</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
algorithms, data structures			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Helsinki University Library			
Muita tietoja — övriga uppgifter — Additional information			
Software study track			



# Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methods</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Results</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Discussion</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Conclusions</b>	<b>5</b>
	<b>Bibliography</b>	<b>6</b>
<b>A</b>	<b>Sample Appendix</b>	<b>i</b>
<b>B</b>	<b>Instructions for LaTeX</b>	
B.1	General Setup . . . . .	i
B.2	Bibliography in Latex . . . . .	ii
B.3	Some instructions about writing in Latex . . . . .	iii
B.4	Figures . . . . .	iv
B.5	Tables . . . . .	iv
<b>C</b>	<b>Tutkielmapohjan käyttöohjeet</b>	
C.1	Ensiaslkeleet . . . . .	i
C.2	Kirjallisuusviitteet Latexissa . . . . .	ii
C.3	Joitain ohjeita Latexilla kirjoittamiseen . . . . .	iv
C.4	Kuvat . . . . .	iv
C.5	Taulukot . . . . .	v



# 1 Introduction

## 2 Methods



## 3 Results

## 4 Discussion

## 5 Conclusions

# Bibliography

- Einstein, A. (1905). “Zur Elektrodynamik bewegter Körper. (German) [On the electrodynamics of moving bodies]”. In: *Annalen der Physik* 322.10, pp. 891–921. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/andp.19053221004>.
- Goossens, M., Mittelbach, F., and Samarin, A. (1993). *The L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Companion*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Knuth, D. E. (1999). *Digital Typography*. CLSI Lecture Notes (78). The Center for the Study of Language and Information.

## Appendix A Sample Appendix

You can add one or more appendices to your thesis.

## Appendix B Instructions for LaTeX

### B.1 General Setup

In the HY-CS-main.tex file you will find the following STEPS 0–5. Below you can find related instructions.

#### STEP 0 – Access the thesis template

- Import the thesis template into a new Overleaf project. The easiest way to do it is to:
  - Obtain a zip file of the LaTeX template from the webpage of your programme.
  - Go to <https://www.overleaf.com/edu/helsinki> and login to Overleaf with your university credentials.
  - Go to the list of your projects at <https://www.overleaf.com/project>, click “New Project” and “Upload Project”, the projects under your account
  - Then upload the zip with the template.
  - You are now ready to write your thesis in Overleaf by editing the template, you can start by renaming the project.

#### STEP 1 – BSc or MSc thesis?

1. Select whether you are writing BSc (tkt) or MSc (csm for CS) thesis.
2. Select your language: `finnish`, `english`, or `swedish`.
3. If you are writing MSc select your line / track.

#### STEP 2 – Set up your personal information

1. Specify the title of your thesis with `\title{}`.
2. Specify your name to the author field with `\author{}`.
3. Specify the names of your supervisors of the thesis with `\supervisors{}`.

4. Specify the keywords of the thesis with `\keywords{}`.
5. Specify the ACM classification terms of the thesis with `\classification{}`. See <https://dl.acm.org/ccs> for more information.

### STEP 3 – Write your abstract

- You can have the abstract in multiple languages with the `otherlanguages` environment. The example below shows how to provide an English abstract:

```
\begin{otherlanguage}{english}
\begin{abstract}
Your abstract text goes here.
\end{abstract}
\end{otherlanguage}
```

### STEP 4 – Writing your thesis

1. There are some minimal contents and instructions below
2. Remove, or comment out, this appendix from your thesis.

### STEP 5 – Set your bibliography style

- The default is Author-Year style (Einstein, 1905), but it can be easily changed to numbered [1] or alphabetical [Ein05] , as the examples of these are in comments.
- Discuss the style to use with your supervisor.

## B.2 Bibliography in Latex

The bibliography is defined in a separate `.bib` file. For this template, it is named `bibliography.bib` and includes the content show in Figure B.1.

Chapter Bibliography lists all the works that you refer to in your text. You refer to the works in the bibliography using an appropriate *citation key*. This thesis template contains an example of a bibliography.

References are done using `\citep{einstein}`, which generates in text a citation formatted according to the selected style (Einstein, 1905), or `\citep{latexcompanion, knuth99}`, which generates (Goossens et al., 1993; Knuth, 1999). As an example of a different citations (see how these look in the Latex source), we can write (Einstein, 1905) to refer to the work written by Einstein in 1905, as the work by Einstein (1905) appears in the bibliography included in this template.

Note that there are different possible styles for the bibliography and citation keys. Consult your supervisors on the chosen style – and once you arrive at a preferred style, use it consistently throughout the thesis.

```
@article{einstein,
  author = "Albert Einstein",
  title = "{Zur Elektrodynamik bewegter K{\\"o}rper}. ({German})
    [{On} the electrodynamics of moving bodies]",
  journal = "Annalen der Physik",
  volume = "322",
  number = "10",
  pages = "891--921",
  year = "1905",
  DOI = "http://dx.doi.org/10.1002/andp.19053221004"
}

@book{latexcompanion,
  author = "Michel Goossens and Frank Mittelbach and Alexander Samarin",
  title = "The \LaTeX\ Companion",
  year = "1993",
  publisher = "Addison-Wesley",
  address = "Reading, Massachusetts"
}

@book{knuth99,
  author = "Donald E. Knuth",
  title = "Digital Typography",
  year = "1999",
  publisher = "The Center for the Study of Language and Information",
  series = "CLSI Lecture Notes (78)"
}
```

**Figure B.1:** Examples of bibliographic reference in .bib file.

## B.3 Some instructions about writing in Latex

The following gives some superficial instructions for using this template for a Master's thesis. For guidelines on thesis writing you can consult various sources, such as university courses on scientific writing or your supervisors.



For more detailed instructions, just google, e.g., "Overleaf table positioning", and your chances of finding good info are pretty good.

## B.4 Figures

Besides text, here are simple examples how you can add figures and tables in your thesis. Remember always to refer to each figure in the main text and provide them with a descriptive caption.

Figure B.2 gives an example how to add figures to the document.



**Figure B.2:** University of Helsinki flame-logo for Faculty of Science.

## B.5 Tables

Table B.1 gives an example of a table. Remember always to cite the table in the main text, table captions go on top of the table.

**Table B.1:** Experimental results.

Experiment	1	2	3
$A$	2.5	4.7	-11
$B$	8.0	-3.7	12.6
$A + B$	10.5	1.0	1.6

## Appendix C Tutkielmapohjan käyttöohjeet

### C.1 Ensiaskeleet

HY-CS-main.tex tiedosto sisältää viisi askelta STEPS 0–5. Alla on kuvattu, mitä nämä askeleet tarkoittavat ja miten niitä seuraamalla luot itsellesi tutkielmapohjan.

#### STEP 0 – Kopioi itsellesi tutkielmapohja

- Hae tutkielmapohja uuteen Overleaf-projektiin. Tämä käy helpoiten seuraavasti:
  - Lataa Latex-pohjan zip-tiedosto koulutusohjelman sivuilta.
  - Mene osoitteeseen [www.overleaf.com/edu/helsinki](https://www.overleaf.com/edu/helsinki) ja kirjaudu Overleafiin yliopiston tunnuksillasi.
  - Overleafissa (<https://www.overleaf.com/project>), klikkaa “New Project” and “Upload Project”.
  - Valitse lataamasi tutkielmapohjan zip-tiedosto.
  - Nyt voit lähteä kirjoittamaan tutkielmaasi suoraan pohjaan, voit aloittaa esim. vaihtamalla projektin nimen.

#### STEP 1 – BSc vai MSc tutkielma?

1. Valitse (tiedostossa HY-CS-main.tex) oletko tekemässä BSc (tkt) vai MSc (csm tietojenkäsittely). tutkielman.
2. Valitse kieli jolla kirjoitat tutkielman: `finnish`, `english` tai `swedish`.
3. Jos olet kirjoittamassa maisterintutkielmaa, valitse linja/opintosuunta.

#### STEP 2 – Aseta henkilökohtaiset tietosi

1. Kirjoita alustava otsikko tutkielmallesi: `\title{}`.
2. Kirjoita oma nimesi kohtaan `\author{}`.
3. Lisää ohjaajien nimet `\supervisors{}`.

4. Määrittele avainsanat `\keywords{}`.
5. Määritä tutkielmasi ACM luokittelutermit `\classification{}`. Ks. lisätietoa: <https://dl.acm.org/ccs>.

### STEP 3 – Kirjoita tiivistelmä

- Voit kirjoittaa tiivistelmän (koko tiivistelmäsivu) eri kielillä `otherlanguages`-ympäristön avulla. Alla esimerkki jolla kirjoitat englanninkielisen tiivistelmän muulla kuin englannin kielellä kirjoitettuun tutkielmaan:

```
\begin{otherlanguage}{english}
\begin{abstract}
Your abstract text goes here.
\end{abstract}
\end{otherlanguage}
```

### STEP 4 – Kirjoita tutkielma

1. Kirjoittamisesta Latexilla löydät hieman ohjeita alempaa.
2. Poista tämä liite, tai kommentoi.

### STEP 5 – Aseta kirjallisuuslähdeluettelon tyyli

- Oletustyylin tekijä-vuosi, eli (Einstein, 1905), voit vaihtaa viittaustyylin (tiedostossa `HY-CS-main.tex`) helposti (eri mallit kommentoituna) esim. numeroituun [1], tai aakkostyyliin [Ein05]. Lisää ohjeita liittyen viittaustyylin säätämiseen BibTeXissä löytyy verkosta: <https://ctan.org/pkg/biblatex>
- Sovi käytettävä tyyli ohjaajasi kanssa.

## C.2 Kirjallisuusviitteet Latexissa

Kirjallisuuslähteet ylläpidetään erillisessä `.bib`-tiedostossa. Tässä tutkielmapohjassa käytetyt kirjallisuuslähteet, joista esimerkkejä kuvassa C.1, löytyvät tiedostosta `bibliography.bib`.

```

@article{einstein,
  author =      "Albert Einstein",
  title =       "{Zur Elektrodynamik bewegter K{\o}rper}. ({German})
    [{On} the electrodynamics of moving bodies]",
  journal =     "Annalen der Physik",
  volume =     "322",
  number =     "10",
  pages =      "891--921",
  year =       "1905",
  DOI =        "http://dx.doi.org/10.1002/andp.19053221004"
}

@book{latexcompanion,
  author = "Michel Goossens and Frank Mittelbach and Alexander Samarin",
  title = "The \LaTeX\ Companion",
  year = "1993",
  publisher = "Addison-Wesley",
  address = "Reading, Massachusetts"
}

@book{knuth99,
  author = "Donald E. Knuth",
  title = "Digital Typography",
  year = "1999",
  publisher = "The Center for the Study of Language and Information",
  series = "CLSI Lecture Notes (78)"
}

```

**Figure C.1:** Esimerkkejä kirjallisuuslähteiden kuvaamisesta .bib-tiedostossa.

Viitteet kirjallisuuslähteisiin muodostetaan komennolla `\citep{einstein}`, josta generoituu tekstiin valitun viittaustyylin mukaisesti muotoiltu viite (Einstein, 1905), tai `\citep{latexcompanion,knuth99}`, josta tekstiin puolestaan generoituu (Goossens et al., 1993; Knuth, 1999). Voit kirjoittaa (katso miltä nämä näyttävät Latex lähdekoodissa) (Einstein, 1905) viitataksesi julkaisuun, jonka on kirjoittanut Einstein vuonna 1905, kun vain lähde Einstein (1905) on oikein lisättynä kirjallisuuslähdetiedostossa.

Tekstissä viitatut kirjallisuuslähteet tulevat automaattisesti viiteluetteloon. Kirjallisuuslähteiden tietojen oikeellisuus ja yhdenmukaisuus .bib-tiedostossa vaikuttavat luonnollisesti siihen, miten tiedot tutkielmassa näyttäytyvät. Tämä on syytä huomioda, sillä esim. verkosta valmiiksi BibT<sub>E</sub>X muodossa löytyvien tietojen täydellisyyten tai samanmuotoisuuteen ei pidä sokeasti luottaa.

Keskustele viittaustyylin valinnasta ohjaajan kanssa. Joitain vaihtoehtoja on osoitteessa: [https://www.overleaf.com/learn/latex/Biblatex\\_bibliography\\_styles](https://www.overleaf.com/learn/latex/Biblatex_bibliography_styles).

## C.3 Joitain ohjeita Latexilla kirjoittamiseen

Seuraavassa on joitain ohjeita tämän tutkielman pohjan käyttöön maisterintutkielmassa. Kirjoittamisohjeita löytyy useasta eri lähteestä. Voit esimerkiksi tutustua kandidaatin tutkielman ohjeisiin. Ohjaajan kanssa on hyvä keskustella aikaisessa vaiheessa työn rakenteesta.

Yksityiskohtaisia ohjeita Latexin käyttämisestä saa parhaiten hakemalla verkosta, esim. haku englanniksi "Overleaf table positioning" tuottaa oletettavasti aika toimivan vastauksen.

## C.4 Kuvat

Kuva C.2 toimii esimerkkinä kuvan lisäämisestä työhön. Muista myös viitata jokaiseen kuvaan tekstissä.



**Figure C.2:** Helsingin yliopiston logo matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan värein.

## C.5 Taulukot

Taulukossa C.1 on esimerkki kokeellisten tulosten raportoinnista taulukkona. Muista myös viitata jokaiseen taulukkoon tekstissä.

**Table C.1:** Kokeelliset tulokset.

Koe	1	2	3
$A$	2.5	4.7	-11
$B$	8.0	-3.7	12.6
$A + B$	10.5	1.0	1.6