

**OPS-selvitysraportti**  
TOPSI-projekti

## SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>TUTKINNOT VALITUISSA OPPILAITOKSISSA</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>TUTKINTOJEN RAKENNE</b> .....	<b>8</b>
3.1	Alempien korkeakoulututkintojen rakenteet.....	9
3.2	Tietotekniikan aineenopettajakoulutusten maisterin tutkintojen rakenteet.....	13
<b>4</b>	<b>OSAAMISTAVOITTEET</b> .....	<b>15</b>
4.1	Alempien korkeakoulututkintojen osaamistavoitteet .....	16
4.2	Ylempien korkeakoulututkintojen osaamistavoitteet.....	18
<b>5</b>	<b>PERUSOPETUKSEN JA LUKION UUDET OPETUSSUUNNITELMAT</b>	<b>20</b>
5.1	Perusopetus.....	20
5.2	Lukio-opetus.....	21
<b>6</b>	<b>YHTEENVETO</b> .....	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>LÄHTEET</b> .....	<b>25</b>

# 1 JOHDANTO

Jyväskylän yliopiston syksyn 2016 Koulutusteknologian projektiryhmä sai tehtäväkseen tehdä tietotekniikan laitokselle opetussuunnitelmaehdotuksen vuosille 2017–2020. Työn tilaaja on Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitos.

Opetussuunnitelmaehdotusta varten tehdään taustaselvityksiä. Yhtenä osana niitä selvitetiin, millaiset tietotekniikan (tai tietojenkäsittelytieteen) opetussuunnitelmat muissa suomalaisissa korkeakouluissa sekä muutamassa ulkomaisessa huippuyliopistossa on.

Suomesta selvityksessä ovat mukana tietojenkäsittelytieteen valintakoeysteistyössä mukana olevat korkeakoulut:

- Helsingin yliopisto
- Itä-Suomen yliopisto
- Oulun yliopisto
- Tampereen yliopisto
- Turun yliopisto.

Muista suomalaisista korkeakouluista valittiin mukaan Aalto-yliopisto, Jyväskylän ammattikorkeakoulu (JAMK) ja Lappeenrannan teknillinen yliopisto. JAMK tarjoaa Keski-Suomen alueella toisena korkeakouluna tietojenkäsittelyn alemmaa korkeakoulututkintoa. Ammattikorkeakoulusta valmistuneet insinöörit voivat jatkaa opintojaan yliopistossa ja suorittaa ylemmän korkeakoulututkinnon.

Ulkomaisista korkeakouluista otettiin selvitykseen mukaan yliopistorankingin kärjessä oleva Massachusetts Institute of Technology (MIT) ja rankingin ensimmäinen eurooppalaisen yliopisto, University of Cambridge [11]. Saksasta valittiin mukaan Technische Universität München sekä Freie Universität Berlinin tietotekniikan opettajaksi valmistava linja.

Tässä raportissa esitellään mukaan valittujen yliopistojen tutkinnot, vertaillaan tutkinnojen rakenteita ja osaamistavoitteita sekä pohditaan perusopetuksen ja lukion uusien opetussuunnitelmien vaikutuksia koulutusteknologian opintoihin. Raportissa myös pohditaan, millaisia ideoita selvitystyö antaa opetussuunnitelmaedotuksiin.

## 2 TUTKINNOT VALITUISSA OPPILAITOKSISSA

Tässä luvussa kerrotaan, millaisia tietotekniikan ja tietojenkäsittelytieteen tutkintoja selvi-tyksessä mukana olevissa korkeakouluissa voi opiskella.

**Helsingin yliopistossa** kandidaatin tutkinnon rakenne tietotekniikan pääaineessa on melko samanlainen kaikille opiskelijoille. Kandidaatin vaiheessa voi opiskella vapaavalintaisia maisteriohjelmiin suuntaavia opintoja. Maisterivaiheessa opiskelija erikoistuu johonkin seuraavista erikoistumislinjoista tai maisteriohjelmissä:

- Algoritminen bioinformatiikka
- Algoritmit, data-analytiikka ja koneoppiminen
- Hajautetut järjestelmät ja tietoliikenne
- Ohjelmistojärjestelmät
- Bioinformatiikan maisteriohjelma
- Datatieteen opintoprofiili. [9]

**Itä-Suomen yliopistossa** voi suorittaa kandidaatin tutkinnon tietojenkäsittelytieteessä sekä Kuopion että Joensuun kampuksilla. Tämän lisäksi Joensuu tarjoaa myös mahdollisuuden opiskella tietotekniikan aineenopettajaksi, jolloin tutkinnon sisältö on hieman yleisestä tietojenkäsittelytieteen linjasta poikkeava: esimerkiksi yleisellä linjalla opiskelevat suorittavat pääaineen opintoja yhteensä 25+65 opintopistettä, kun taas aineenopettajaopiskelijat 25+45 opintopistettä. Pääaineesta vapautuneet opintopisteet täyttyvät aineenopettajaopiskelijoilla opettajan pedagogisilla perusopinnoilla sekä toisen opetettavan aineen perus- ja aineopinnoilla. Yleisellä linjalla opiskelevat saavat päättää sivuaineopintonsa vapaammin, joskin niiden tulee sisältää joko kaksi perusopintokokonaisuutta (25+25 opintopistettä) tai yhden aineen perus- ja aineopinnot (60 opintopistettä).

Maisterin tutkinnon voi Itä-Suomen yliopistossa suorittaa jossakin seuraavista opinto-suunnista:

- Aineenopettaja (vain Joensuu)
- Kehitys- ja opetusteknologia
- Koneoppiminen
- Laskennallinen älykkyyys

- Liiketoimintakeskeinen datatiede
- Väri- ja kuvateknologia
- Älykäs medialaskenta. [5]

**Oulun yliopistossa** tietotekniikan pääaineessa kandidaatin tutkinto on sisällöltään melko samanlainen kaikille opiskelijoille. Vapaavalinnaisia opintoja on 25 opintopistettä. Oulun yliopistossa on kaksi suuntautumisvaihtoehtoa:

- tietojärjestelmät
- ohjelmistokehitys. [15]

**Tampereen yliopistosta** tietotekniikan pääaineopinnot muodostuvat yhdistelmästä kaikille opiskelijoille yhteisiä perus- ja aineopintoja 95-100 opintopistettä, joiden lisäksi valitaan tietotekniikan aineopintotason kursseja 20-25 opintopisteen edestä. Vapaasti valittavissa tietotekniikan opinnoissa opiskelijoita kehoitetaan huomioimaan eri maisteriohjelmien vaatimukset. Tampereen yliopistossa on yksi suomenkielinen ja kolme englanninkielistä tietojenkäsittelytieteiden maisteriohjelmaa:

- Tietojenkäsittelyoppi
- Software Development
- Human-Technology Interaction
- Computational Big Data Analytics. [16]

**Turun yliopistossa** on mahdollista opiskella sekä tietojenkäsittelytieteissä filosofian maisteriksi että tietotekniikassa diplomi-insinööriksi. Luonnontieteiden kandidaatin tutkintoa suorittaessa voi sivuaineopinnoilla alustaa jo filosofian maisterin tutkinnon pääainetta, jossa on kolme mahdollisuutta:

- data-analytiikka
- vuorovaikutusmuotoilu
- opettajan erikoistumisala (vaatimukset pedagogisille opinnoille vasta maisterin tutkinnossa).

Tekniikan kandidaatin tutkinnossa on itsessään jo kaksi pääainevaihtoehtoa:

- tietotekniikka
- biotekniikka.

Tekniikan kandidaatti jatkaa diplomi-insinööritutkintoon, jossa pääainevaihtoehtoina ovat:

- ohjelmistotekniikka
- sulautettu elektroniikka
- tietoliikennetekniikka. [8]

**Aalto-yliopistossa** voi opiskella kandidaatin tutkinnon tietotekniikan pääaineessa sekä diplomi-insinöörin tutkinnon. Kandidaatin tutkinto on kolmivuotinen ja perustuu kansainväliseen computer science -alan kandidaatin tutkintoon. Maisterin tutkinto suoritetaan seuraavissa englanninkielisissä koulutusohjelmissa:

- Mathematics and operations research
- Life science technologies
- Computer, communication and information sciences
- Information networks
- Industrial engineering and management
- Engineering physics. [14]

**Jyväskylän ammattikorkeakoulussa** it-ala on jakautunut kahdelle osastolle kuten Jyväskylän yliopistossakin. JAMK:sta voi valmistua tietojenkäsittelyn tradenomiksi tai tieto- ja viestintätekniikan insinööriksi. Tähän vertailuun valittiin mukaan insinöörintutkinto, koska se on vertailukelpoinen tietotekniikan kandidaatin tutkinnon kanssa, kun taas tradenomintutkinto vastaa paremmin tietojärjestelmätieteen kandidaatin tutkintoa. Insinöörintutkinnossa voi erikoistua seuraaville aloille:

- kyberturvallisuus
- mediatekniikka
- ohjelmistotekniikka
- tietoverkkotekniikka. [6]

**Lappeenrannan teknillinen yliopisto** tarjoaa tietotekniikan opetusta, jonka päämääränä ovat tekniikan kandidaatin ja diplomi-insinöörin tutkinnot. Kandidaatin tutkinnon rakenne on pääosin lukkoon lyöty, mutta sivuaineopintojen valinnalla opiskelija pystyy vaikuttamaan tutkintonsa sisältöön maisteriopintojen suuntautumisen huomioon ottaen [18]. Tietotekniikan diplomi-insinööriksi voi opiskella kahdessa englanninkielisessä ohjelmassa:

- Computer Science
- Pervasive Computing and Communications for Sustainable Development (PERCCOM). [17]

**Cambridgen yliopisto** tarjoaa kandidaatin tutkintoa (Bachelor of Arts) ja maisterin tutkintoa (Master of Engineering). Opiskelijat voivat valita linjan, jossa opiskellaan ensimmäisenä vuonna 75 % tietotekniikkaa ja 25 % matematiikkaa, tai linjan, jossa opiskellaan ensimmäisenä vuonna 50 % tietotekniikkaa, 25 % matematiikkaa ja 25 % valinnaista sivuainetta. Muina vuosina opiskellaan pelkästään tietotekniikkaa. Kandidaatintutkinto on kolmivuotinen ja maisterintutkinnon suorittaminen kestää neljä vuotta. [2]

**Massachusetts Institute of Technology** tarjoaa neljä kandidaatin tutkinto-ohjelmaa:

- Electrical science and engineering
- Electrical engineering & computer science
- Computer science and engineering
- Computer science and molecular biology.

Computer science and molecular biology -ohjelman jälkeen voi jatkaa tietotekniikan ja molekyylibiologian yhdistävään maisteriohjelmaan. Muiden ohjelmien kandidaatit jatkavat maisteriohjelmaan, jossa yhdistetään kolme seuraavista aloista:

- Artificial Intelligence
- BioEECS
- Circuits
- Communications
- Computer Systems
- Control
- Graphics and Human-Computer Interfaces
- Materials, Devices, and Nanotechnology
- Numerical Methods
- Applied Physics
- Signals and Systems
- Theoretical Computer Science. [1]

**Freie Universität Berlinin** matematiikan ja tietojenkäsittelytieteiden laitoksen (Fachbereich Mathematik und Informatik) opintosuunnista tarkastelimme vain opettajankoulutusta. Tietotekniikan opettajaopiskelijan pakollisena sivuaineena on matematiikka pedagogisten opintojen lisäksi. Toinen vaihtoehto tietotekniikan opettajanpätevyyden saamiseksi on se, että matematiikka on pääaineena ja tietotekniikka sivuaineena. [3]

**Technische Universität Münchenissä** Tietojenkäsittelytieteiden tiedekunnassa (Fakultät Informatik) voi kandidaatin tutkinnon tehdä neljässä opintosuunnassa:

- Tietojenkäsittelytiede
- Kaupallinen tietojenkäsittelytiede
- Bioinformatiikka
- Tietojenkäsittelytiede: peliohjelmointi.

Maisterivaiheen opinnoissa edellä mainittujen lisäksi opintosuuntana voivat olla myös englanninkieliset maisteriohjelmat:

- Biomedical Computing
- Data Engineering and Analytics
- Robotics, Cognition, Intelligence
- Automotive Software Engineering. [12]

### 3 TUTKINTOJEN RAKENNE

Tässä luvussa käsitellään selvityksissä mukana olleiden korkeakoulujen tutkintorakenteita sekä niiden sisältöjä. Tarkoituksena on vertailla tutkintojen sisältämiä aihealueita Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen nykyisen opetussuunnitelman aihealueisiin.

Alempien ja ylempien korkeakoulututkintojen rakenteita käydään läpi omissa alaluvuissaan. Analyysi keskittyy pääasiassa alempiin korkeakoulututkintoihin, sillä ylemmät korkeakoulututkinnot ovat suurelta osin selkeästi johonkin erikoistumisalaan keskittyneitä ja näin ollen niiden keskinäinen vertailu on hankalaa.



### 3.1 Alempien korkeakoulututkintojen rakenteet

Selvityksissä mukana olleiden korkeakoulujen alempien korkeakoulututkintojen rakenteet on esitelty taulukoissa 1 ja 2. Taulukoista puuttuvat Cambridgen ja MIT:n tutkintojen sisällöt, koska ne eivät esitele tutkinnon rakennetta opintopisteineen julkisessa materiaalissa, mutta ne ovat kuitenkin vertailussa mukana.

Näissä taulukoissa tutkintoihin kuuluvat kurssit on jaettu tummemmalla otsikkorivillä kuvattuihin luokkiin niiden käsittelemien aihepiirien perusteella. Huomioitavaa on, että jako on projektiryhmän itse tekemä ja ei siis välttämättä täysin virheetön: jotkin kurssit voivat hyvinkin käsitellä useampaa aihepiiriä, mutta ne on taulukossa sijoitettu yhden pääasiallisen sisällön mukaan.

Taulukoista 1 ja 2 voidaan havaita, että **ohjelmointia opiskellaan vähintään 10 opintopistettä kaikkien yliopistojen kandidaatinohjelmissa**. Muita selvästi enemmän sitä sisältyy opintoihin Lappeenrannan yliopiston diplomi-insinöörin, Jyväskylän ammattikorkeakoulun ohjelmistotekniikan insinöörin ja Münchenin diplomi-insinöörin sekä Berliinin opettajalinjan opintoihin. Ammattikorkeakoulun tutkintorakenne on erilainen kuin yliopistoissa, koska amk-insinöörin tutkinnossa ei opiskella sivuaineita, ja siksi opintopisteisiin sisältyy enemmän oman alan opintosisältöjä.

Ohjelmistojen suunnitteluun, kehittämiseen ja tuotantoon keskittyviä opintoja on muita enemmän Oulun ja Turun yliopistoissa sekä JAMK:ssa. Lappeenrannassa, Turussa ja Helsingissä taas opiskellaan muita enemmän teoriaan ja ohjelmistojen rakenteeseen liittyviä aiheita. **Jyväskylän yliopiston OPS:ssa tietoturva ei näy erillisenä sisältönä**, kuten Oulun ja Turun yliopistojen sisällöissä.

Aihealue Oppilaitos	Yleisopinnot	Ohjelmointi	Tietokanta	Suunnittelu/ kehittäminen/ tuotanto	Teoria/ rakenne/ toiminta	Tietoliikenne	Matemaattinen/ looginen/ tilastollinen	Käyttäjänäkökulma	Projekti/ laajemmat harjoitustyöt/ harjoittelu	Tutkielma/ seminaarit/ tutkimus	Kieli- ja viestintäopinnot	Eriyisala	Pakollinen sivuaine	Kaupallinen/organisaatio	Tietoturva	Valinnaiset
Jyväskylän yliopisto	6 op	19 op	5 op	8 op	10 op	5 op	10 op Tilastotiede 6 op	5 op	5 op	10 op	10 op	15 op	25-30 op Mat. TAI tietoteknikon menetelmäop. TAI tilastotiede TAI pedagog. perusop.			42-47 op
Helsingin yliopisto	7 op	10 op	5 op	10 op	18 op	6 op	16 op		18-24 op	6 op	10 op		50-60 op			9 - 25 op
Itä-Suomen yliopisto: yleinen	8 op	12 op	5 op	13 op	10 op		16 op	5 op	15 op	8 op	10 op					50-82 op Sivuaineita 25 + 25 op TAI 25 + 35op ja vapaata valinnaisia 0- 22 op
Itä-Suomen yliopisto: opettaja	8 op	12 op	5 op	5 op	10 op		13 op	5 op	4 op	8 op	10 op		85 op Pedag. 25 op ja toinen opetettava aine 60 op			7 op
Oulun yliopisto	3 op	20 op	10 op	30-31 op	15 op	5 op	15 op	5 op	10 op	12 op	10 op			15 op	5 op	24-25 op
Tampereen yliopisto	7 op	15-20 op	5 op	10 op	3 op		10 op	5 op	5-10op	15 op	15 op	5 op Informaatio- tutkimus ja interaktiivinen media				75 - 80 op Vapaavalintaisia tie. opintoja 20- 25 op ja vapaasti valittavia opintoja 55op

Taulukko 1: Alempien korkeakoulututkintojen rakenteet; Jyväskylä, Helsinki, Itä-Suomi, Oulu ja Tampere. [5, 7, 9, 15, 16]

Aihealue Oppilaitos	Yleisopinnot	Ohjelmointi	Tietokanta	Suunnittelu/ kehittäminen/ tuotanto	Teoria/ rakenne/ toiminta	Tietoliikenne	Matemaattinen/ looginen/ tilastollinen	Käyttäjänäkökulma	Projekti/ laajemmat harjoitustyöt/ harioittelu	Tutkielma/ seminaarit/ tutkimus	Kieli- ja viestintä- opinnot	Eriyisala	Pakollinen sivuaine	Kaupallinen/ organisaatio	Tietoturva	Valinnaiset
Turun yliopisto: LuK		17 op	7 op	18 op	10 op	4 op	5 op	5 op		10 op	17 op		Väh. 13 op Pakollinen mat. väh. 13 op (voi sisäl- tyä 25 tai 60 op sivuaine- kokonaisuus- teen)		4 op	75 op Sivuaineita 25 + 25 op TAI 25 + 35op ja vapaista valin- naisia 15-25 op
Turun yliopisto: TkK		21 op	5 op	11 op	23 op	14 op	36 op Mat. ja fysii- kan opintoja 31 op		9 op	10 op	12 op	13 op Elektroniik- ka 9 op			4 op	20 op
Aalto- yliopisto: teknillis- tieteellinen kandidaatin- ohjelma	5 op	15 op	5 op	5 op	10 op		35 op Mat. 25 op ja fysiikka 10 op		25 op	10 op	5 op	5 op Verkot				10 op
JAMK: insinööri, ohjelmisto- tekniikka	13 op	28 op	5 op	21 op	10 op		40 op Mat. 28 op ja fysiikka 12 op		33 op	20 op	11 op	38 op Tekniikkaa 19 op		3 op		19 op Valinnaisia tie. opintoja
Lappeen- rannan teknillinen yliopisto		30 op	6 op	6 op	21 op		25 op Algoritmi- ja mat. kursseja	6 op	9 op	10 op	11 op		Väh. 24 op Tietyistä vaihtoehdos- ta esim. tuotanto- talous, yrittäjyys, liiketoiminta- osaaminen..	15 op		11 op
Freie Universität Berlin: opettaja		21 ECTS	7 ECTS		18 ECTS		21 ECTS	4 ECTS	4 ECTS	15 ECTS			90 ECTS Mat. 60 ja pedagogiset 30 ECTS			
Technische Universität München: peliohjelmointi	12 ECTS	67 ECTS	6 ECTS	11 ECTS	14 ECTS		42 ECTS			15 ECTS		13 ECTS Tieteiden välistä	30 ECTS Matematiikka			

Taulukko 2: Alempien korkeakoulututkintojen rakenteet; Turku, Aalto-yliopisto, JAMK, Lappeenranta, Berliini ja München. [3, 6, 8, 12, 14, 18]

**Jyväskylän yliopistossa on verraten paljon, 42–47 opintopistettä, valinnaisia sisältöjä.** Enemmän valinnaisia on Tampereen yliopistossa, Itä-Suomen yliopiston yleisellä linjalla ja Turun yliopiston luonnontieteen kandidaatin tutkinnossa. Muissa yliopistoissa valinnaisia on selvästi vähemmän. Vertailun saksalaisissa yliopistoissa on vain vähän valinnaisuutta ja nekin voi tehdä vain tietyistä kursisivalikoimista. Cambridgessa opiskelija voi valita ensimmäisen vuoden opintoihinsa 25 % valinnaista sivuainetta. Toisena vuonna valinnaisia ei ole. Kolmantena vuonna opiskelija voi erikoistua esimerkiksi esim. kyberturvallisuuteen, kvanttilaskentaan, keinoälyyn tai e-bisnekseen. [2]

Matematiikka on pakollinen sivuaine Turun luonnontieteiden kandidaatin tutkinto-ohjelmassa sekä Berliinin opettajalinjan ohjelmassa. Toisaalta tutkinto-ohjelmaan sisältyy yli kolmekymmentä opintopistettä matematiikan, fysiikan ja loogisen/algorithmisen ajattelun opintoja Turun yliopiston tekniikan kandidaatin tutkinnossa, JAMK:n ohjelmistotekniikan insinöörin tutkinnossa, Aalto-yliopistossa, Münchenissä ja Berliinissä.

**Matematiikan ja matemaattisen ajattelun osuus tutkinnossa on yksi selvä ero korkeakoulujen tutkintojen sisällöissä.** Jyväskylän yliopiston tämänhetkessä tietotekniikan kandidaatin tutkinnossa matematiikka ei ole pakollinen sivuaine vaan sen sijaan voi valita tietotekniikan menetelmäopinnot, tilastotieteen perusopinnot tai kasvatustieteen pedagogiset opinnot, jos suuntautuu koulutus-tekнологiaan.

Cambridgen yliopiston kandidaatin tutkinnossa opiskelija valitsee ohjelmaansa joko 25 % tai 50 % matematiikkaa ensimmäisen vuoden opintoihin. Kahdena muuna vuonna opiskellaan pelkästään tietotekniikkaa, mutta sisältölistauksissa on mainittu matematiikka myös toisen vuoden kohdalla [2]. MIT:ssä kaikissa kandidaatin tutkinnoissa opiskellaan matematiikkaa ja fysiikkaa [1].

Berliinissä tietotekniikan opettajaksi opiskelevilla on ainoana aineyhdistelmävaihtoehtona tietotekniikka-matematiikka [3]. Taulukosta 2 nähdään, että matematiikka on pakollisena sivuaineena ja sen lisäksi Berliinin opettajalinjalla

muita matemaattiseen ajatteluun liittyviä kursseja 21 opintopistettä. Jyväskylässä matemaattiseen tai algoritmiseen ajatteluun liittyviä kursseja opiskellaan 4 opintopistettä ja tilastotieteeseen liittyviä 6 opintopistettä.

**Kaupallisen ja viestinnällisen osaamisen osuus opinnoissa on myös yksi yliopistoja erottava tekijä.** Kaupallisia aineita on kandidaatintutkinnossa Oulussa, Lappeenrannassa ja JAMK:ssa. Kieli- ja viestintäopintoja on Jyväskylää enemmän Tampereen yliopistossa sekä Turun luonnontieteen kandidaatinohjelmassa. Kansainvälisessä vertailussa on mielenkiintoista havaita, että Saksassa kieli- ja viestintäopintojen osuus on vähäinen tai sitä ei ole ollenkaan. Taulukosta puuttuvassa Cambridgessa opiskellaan toisena vuonna ammattitaitoa syventäviä osa-alueita, jotka sisältävät etiikan, taloustieteen ja lakien opiskelua [2]. Myös MIT:n kandidaatin tutkintoihin sisältyy viestinnän opintoja [1].

### **3.2 Tietotekniikan aineenopettajakoulutusten maisterin tutkintojen rakenteet**

Opettajankoulutusten maisteriopintojen tutkintorakenteita tarkasteltiin kaikissa niissä suomalaisissa yliopistoissa, joissa voi aineenopettajakoulutuksen suorittaa tietotekniikka pääaineena eli Jyväskylän, Itä-Suomen ja Turun yliopistot. Lisäksi otimme mukaan vertailuun yhden eurooppalaisen tietotekniikan aineenopettajakoulutusta järjestävän yliopiston eli Freie Universität Berlinin Saksasta.

Aihealue Oppilaitos	Yleisopinnot	Tvt:n opetuskäyttö	Algoritmit/ tuotanto	Käyttäjänäkö- kulma	Projektiopin- not/harjoit- telu	Tutkielma/ seminaarit/ tutkimus	Kieli- ja viestintä- opinnot	Eriyisala	Pakollinen sivuaine	Valinnaiset
Jyväskylän yliopisto		15 op			10 op	35 op Gradu 30 op			0-35 op Pedagogiset aineopinnot (ellei jo suoritettu)	25-45 op Valinnaiset tie-opinnot 10 op, vapaat valinnaiset väh. 15 op
Itä-Suomen yliopisto	6 op		6 op			28 op Gradu 20 op	2 op		35 op Pedagogiset aineopinnot	42 op Valinnaiset tie-opinnot 20 op, vapaat valinnaiset 22 op
Turun yliopisto		10 op		5 op Vuorovaikutus- suunnittelu		40 op Gradu 30 op, Interaction design - seminaari 5 op		5 op Pelillistä- minen	25-60 op Vähintään 25 op kasvatustie- teen perusopin-	0-35 op Vain, jos täysiä pedagogisia opintoja ei suoriteta
Freie Universität Berlin					22 op Software- projekti 10 ECTS, semi- naareja ja opetusharjoit- telua 12 ECTS	30 ECTS Gradu 15 ECTS			63 ECTS Matematiikka 42 ECTS, pedagogiset 21 ECTS	5 ECTS Vapaat valinnaiset

Taulukko 3. Ylempien korkeakoulututkintojen rakenteet: tietotekniikan aineenopettajaohjelmat [3, 5, 7, 8].

Taulukossa 3 olevasta vertailusta voidaan päätellä, että Jyväskylän yliopiston Koulutusteknologian maisteriohjelmassa on eniten pääaineen opintoja, yhteensä 70 opintopistettä. Itä-Suomen yliopiston tietotekniikan aineenopettajakoulutuksessa sekä Turun yliopiston tietojenkäsittelytieteiden opettajan erikoistumisalan tutkintovaatimuksissa pääaineen opintoja on 60 opintopistettä molemmissa. Valinnaisuutta pääaineopinnoissa on eniten Itä-Suomen yliopistossa. Lisäksi vapaita valinnaisia Itä-Suomessa on 22 opintopistettä. Jyväskylässä on 15 opintopistettä ja Turun yliopiston valinnaisten määrä (0-35 op) riippuu siitä, onko pedagogiset jo suoritettu ennen maisteriohjelmaa vai ei. Berliinissä valinnaisten osuus on hyvin pieni.

Berliinissä on kokonaisuudessaan taas hieman laajemmat pedagogiset opinnot. Kandidaatin ja maisterin tutkinnoissa on yhteensä 64 opintopistettä kasvatustieteellisiä tai didaktisia opintoja. Toinen pakollinen sivuaine on matematiikka ja sen opinnot ovat Berliinissä selvästi laajemmat kuin missään suomalaisessa yliopistossa eli kandidaatin ja maisterin tutkinnoissa on yhteensä 123 opintopistettä matematiikkaa. Matematiikan sivuaineopintojen 102 opintopisteen lisäksi opiskellaan tietotekniikkaan liittyvää matematiikkaa, algoritmeja tai logiikkaa 21 opintopistettä.

**Pro gradu -tutkielman laajuus myös vaihtelee.** Jyväskylän yliopistossa ja Turun yliopistossa tietotekniikan aineenopettajakoulutusten tutkielmien laajuus on 30 opintopistettä, Itä-Suomessa 20 opintopistettä ja Berliinissä vain 15 opintopistettä.

## 4 OSAAMISTAVOITTEET

Tässä luvussa käydään läpi, millaisia osaamistavoitteita selvityksessä mukana olleet oppilaitokset ovat asettaneet tietotekniikan tutkinnoilleen. Painopiste tässä analyysissä on siinä, millaisia eroja oppilaitosten osaamistavoitekuvauksissa havaittiin. Alemmat ja ylempät korkeakoulututkinnot käsitellään omissa alaluvuissaan. Ulkomaisten yliopistojen osaamistavoitteita ei kuvattu julkisissa materiaaleissa, joten ne eivät näy taulukoissa.

Taulukot 4 ja 5 luotiin havainnollistamaan eroja osaamistavoitekuvauksissa oppilaitosten välillä. Vaakasuunnassa on esitetty vertailussa mukana olevat korkeakoulut ja pystysuunnassa osaamistavoitteet, joita kuvauksista löydettiin. X-merkki korkeakoulun ja osaamistavoitteen leikkauskohdassa kertoo, että oppilaitos on sisällyttänyt tavoitteen osaamistavoitekuvaukseen.

## 4.1 Alempien korkeakoulututkintojen osaamistavoitteet

Taulukossa 4 on esitetty eri oppilaitosten tietotekniikan alempien korkeakoulututkintojen osaamistavoitteita. Kaiken kaikkiaan Jyväskylän yliopiston tietotekniikan kandidaatin tutkinnon osaamistavoitekuvauksesta löytyy kattavasti olennaisia osaamistavoitteita. **Seuraavista osaamistavoitteista ei kuitenkaan löydy mainintaa: algoritmit ja logiikka, ohjelmointi, käyttäjänäkökulma, tieteellisyys, etiikka ja liiketoiminta.**

Vaikka Jyväskylän yliopiston tietotekniikan kandidaatin tutkinnon osaamistavoitteissa ei mainitakaan erikseen algoritmeja ja logiikkaa eikä ohjelmointia, tutkinnon rakenteeseen kuuluvat sisällöt kuitenkin osoittavat selvästi, että näihin osaamisalueisiin kiinnitetään huomiota (ks. luku 3). On kuitenkin syytä pohtia, pitäisikö nämä osaamistavoitteet tuoda selkeästi esille koko kandidaatin tutkintoa koskevissa osaamistavoitekuvauksissa.

Käyttäjänäkökulmaa ei myöskään mainita Jyväskylän yliopiston tietotekniikan kandidaatin tutkinnon osaamistavoitteissa. Tutkintoon kuitenkin kuuluu 5 opintopisteen laajuinen opintojakso, jossa käsitellään aihetta. Voidaan pohtia, olisiko käyttäjänäkökulmaan liittyvä osaaminen syytä nostaa keskeisemmäksi osaamistavoitteeksi kuin mitä se tällä hetkellä on.

**Tutkinnon tieteellinen osaaminen on jäänyt kokonaan mainitsematta Jyväskylän yliopiston tietotekniikan kandidaatin tutkinnon osaamistavoitteena.** Ottaen huomioon yliopistojen tehtävän toimia ylimpänä tieteellistä osaamista kehittävänä oppilaitoksena, on syytä pohtia, tulisiko tämän näkyä vahvemmin osaamistavoitekuvauksessa. Samasta syystä voidaan myös kysyä, tulisiko tieteellisten taitojen kehittämiseen kiinnittää huomiota myös opetussisältöjen tasolla.

Liiketoimintaosaamista ei mainita Jyväskylän yliopiston tietotekniikan kandidaatin tutkinnon osaamistavoitekuvauksessa eikä siihen suoraan liittyviä opintoja löydy myöskään tutkinnon pakollisista opetussisällöistä. Niin ikään eettisyyttä ei esitetty tutkinnon osaamistavoitteena. Näiden tarpeellisuutta tutkinnon osaamistavoitteena on syytä pohtia.



Osaamistavoitteet	Jyväskylä	Helsinki	Oulu	Tampere	Turku (LuK)	Turku (TkK)	Aalto-yliopisto	JAMK	Lappeenranta
Tietojenkäsittelytieteen teoria	X	X	X	X	X	X	X		X
Algoritmit/logiikka					X		X		
Matematiikka	X		X		X		X		X
Ohjelmointi			X	X	X	X	X	X	X
Ohjelmistokehitys ja -suunnittelu	X		X	X			X	X	
Käyttäjänäkökulma				X			X		
Muut tekniset taidot	X		X	X		X	X	X	X
Tiedonhaku ja kriittisyys	X		X	X	X	X	X		
Soveltaminen ja ongelmanratkaisu	X	X	X	X			X	X	
Luovuus ja innovatiivisuus	X			X			X		
Viestintätaidot	X	X	X	X	X	X	X	X	
Projektitaidot	X	X	X		X	X	X	X	
Itsearviointi	X				X	X			
Itsensä kehittäminen ja ammatillisuus	X	X		X	X	X	X		
Tieteellisyys		X	X	X			X		
Etiikka				X	X	X			
Tulevaisuus ja yhteiskunta	X	X		X				X	
Liiketoiminta							X		
Kansainvälisyys	X	X		X			X	X	

Taulukko 4: Alempien korkeakoulututkintojen osaamistavoitteet [5-9, 14-17]

## 4.2 Ylempien korkeakoulututkintojen osaamistavoitteet

Taulukossa 5 on esitetty eri oppilaitosten tietotekniikan ylempien korkeakoulututkintoja koskevia osaamistavoitteita. Taulukkoon on kerätty vain sellaisia osaamistavoitteita, jotka koskevat kaikkia tutkinnon suorittavia opiskelijoita erikoistumisalasta riippumatta. Jyväskylän yliopiston tietotekniikan maisterin tutkinnosta puuttuvat tällaiset kaikille yhteiset osaamistavoitteet. Tällaisten yhteisten osaamistavoitteiden kuvaus maisterin tutkinnon osalta voisi olla tarpeen laatia myös Jyväskylän yliopistossa. Selvityksessä mukana olleista korkeakouluista myöskään Aalto-yliopistossa, University of Cambridgessa ja MIT:ssä ei ole yhteisiä osaamistavoitteita eri maisteriohjelmille.

**Yleisimmin mainittu osaamistavoite on viestintätaidot**, joka on mainittu viidessä kuvauksissa vertailluista oppilaitoksista. Neljässä eri oppilaitoksessa on mainittu osaamistavoitteina **projektityötaidot, kansainvälisyyteen liittyvä osaaminen** sekä **tietojenkäsittelytieteen teoria**. Kolmessa oppilaitoksessa mainitaan seuraaviin aihealueisiin liittyviä osaamistavoitteita: **luovuus ja innovatiivisuus, tieteellisyys, erikoisosaaminen, yhteiskunta, itsensä kehittäminen** sekä **muut tekniset taidot**.

Muita mainituksi tulleita osaamistavoitteita ovat **ohjelmointitaito, tiedonhakutaito, ryhmätyö- ja verkostoitumistaito, itsearviointitaito** ja **eettisyyteen liittyvät taidot**.

Suurin osa yllä esitetyistä osaamistavoitteista soveltunee myös Jyväskylän yliopiston tietotekniikan maisterivaiheen osaamistavoitteiksi yhteisten opintojen osalta. Pohdittavaksi jää, tulisiko osaamistavoitteita olla enemmänkin: esimerkiksi missään tutkituista korkeakouluissa loogisen, algoritmisen tai matemaattisen ajattelun taitojen kehittämistä ei ollut esitetty osaamistavoitteena.

Osaamistavoitteet	Jyväskylä	Helsinki	Oulu	Tampere	Turku (FM)	Turku (DI)	Lappeenranta
Tietojenkäsittelytieteen teoria		X		X	X	X	
Ohjelmointi						X	
Muut tekniset taidot					X	X	X
Tiedonhaku					X	X	
Ryhmätyö & verkostoituminen					X	X	
Viestintätaidot		X	X	X	X	X	
Projektitaidot			X		X	X	X
Kansainvälisyys		X		X	X	X	
Itsearviointi					X	X	
Itsensä kehittäminen				X	X	X	
Yhteiskunta					X	X	X
Erikoisosaaminen		X	X	X			
Tieteellisyys		X	X	X			
Luovuus ja innovatiivisuus		X	X	X			
Etiikka				X			

Taulukko 5: Ylempien korkeakoulututkintojen osaamistavoitteet [7-9, 15-17]

## 5 PERUSOPETUKSEN JA LUKION UUDET OPE- TUSSUUNNITELMAT

Tässä luvussa on tarkasteltu tieto- ja viestintäteknologian sisältöihin liittyvää osaamista, jota on mainittu perusopetuksen ja lukion uusissa, tänä syksynä käytöön otetuissa opetussuunnitelmissa. Osaamiskuvaukset on jaoteltu luokka-asteen ja opetettavan aineen mukaisesti. Ensimmäisessä alaluvussa käydään läpi perusopetuksen opetussuunnitelma ja toisessa alaluvussa lukion OPS-sisältöjä. Uudet opetussuunnitelmat voivat vaikuttaa tietotekniikan opettajan osaamistarpeisiin ja sitä kautta Koulutusteknologian opintosuunnan osaamistavoitteisiin.

### 5.1 Perusopetus

Uudessa perusopetuksen opetussuunnitelmassa perusopetuksen tehtävissä ja yleisissä tavoitteissa tieto- ja viestintäteknologian osaamista kuvataan koko perusopetuksessa näin: ”Tieto- ja viestintäteknologista osaamista kehitetään neljällä pääalueella 1) Oppilaita ohjataan ymmärtämään tieto- ja viestintäteknologian käyttö- ja toimintaperiaatteita ja keskeisiä käsitteitä sekä kehittämään käytännön tvt-taitojaan omien tuotosten laadinnassa. 2) Oppilaita opastetaan käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa vastuullisesti, turvallisesti ja ergonomisesti. 3) Oppilaita opetetaan käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa tiedonhallinnassa sekä tutkivassa ja luovassa työskentelyssä. 4) Oppilaat saavat kokemuksia ja harjoittelevat tvt:n käyttämistä vuorovaikutuksessa ja verkostoitumisessa.” Myöhemmin mainitaan myös kansainvälinen vuorovaikutus, monipuoliset oppimisympäristöt ja monimuotoinen mediakulttuuri. Yhteisessä osassa todetaan myös, että tvt otetaan mukaan opetukseen oppimisen edistämiseksi ja tukemiseksi.

Tieto- ja viestintäteknologian osuudessa peruskoulun 1-2 -luokkien kohdalla on lueteltu paljon yksityiskohtaisia sisältöjä kuten käsitteistöä, käyttötaidot,

näppäintaidot sekä pelillisuus. 3-6 luokilla korostuu tvt-osiossa yhteisöllinen oppiminen ja omaan oppimiseen soveltuvat työtavat ja työvälineet. Lisäksi on otettu esille esimerkiksi tekstin, kuvan, videon, äänen ja animaation tuottaminen. Myös ohjelmoinnin kokeilu, tiedonhankinta ja yhteisölliset palvelut on sisällöissä nostettu esiin. Vastuullinen ja turvallinen toiminta sekä ergonomia tuodaan myös jatkuvasti näkyviin. Ainekohtaisissa opetussuunnitelmissa on useimmiten todettu vain lyhyesti, että hyödynnetään tai sovelletaan tieto- ja viestintäteknologiaa. Soveltaminen on kirjattu ainoastaan matematiikkaan, ympäristöoppiin sekä käsityöhön. Matematiikan opetussuunnitelmassa on ohjelmointi.

Vastaava linja jatkuu myös yläkoulun OPS:ssa. Tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen lukee lähes kaikissa aineissa. Soveltaminen ja ongelmanratkaisussa hyödyntäminen matematiikassa, simulaatiot tai mittaus-/tutkimustulosten hankkiminen, käsittely ja esittäminen sekä simulaatiot on mainittu fyziikan ja kemian kohdalla. Käsityön kohdalla on lisäksi mainittu tieto- ja viestintäteknologian mahdollisuuksia käsityön suunnittelussa, valmistuksessa ja dokumentoinnissa sekä yhteisöllisen tiedon tuottamisessa ja jakamisessa.

Perusopetuksessa alakoulun opetussuunnitelmaan on tieto- ja viestintäteknologiset taidot esillä aika laajasti. Yläkoulun ainekohtaisissa osaamistavoitteissa tvt:n soveltaminen on laitettu lähinnä matematiikkaan, fysiikkaan, kemiaan ja käsityöhön. Ehkä eniten ihmetyttää tvt:n soveltamisen puuttuminen kokonaan äidinkielen kohdalta. [10] Projektiryhmän mielestä äidinkielessä olisi hyviä mahdollisuuksia soveltaa tieto- ja viestintäteknologiaa.

## 5.2 Lukio-opetus

Teemaopinnoista löytyy Tutkiva työskentely teknologialla -kurssi, joka on syventävä kurssi. Kurssilla laaditaan johonkin ilmiöön tai aihepiiriin liittyvä dokumentoitu projekti, tutkielma, keksintö tai muu tuotos. Tässä yhteydessä opetussuunnitelmassa todetaan, että: "Samalla hän kehittää osaamistaan tieto- ja viestintäteknologiassa.". Teknologia ja yhteiskunta -aihekokonaisuudesta löytyy kaksi lausetta: "Tieto- ja viestintäteknologian kehityksen keskeisiä sisältöjä ovat

elämän tapojen, toimintaympäristön ja yhteiskunnan muuttuminen.” ja ”Työskentely digitaalisissa ympäristöissä ja teknologia-alan eri toimijoiden kanssa voi olla osa aihekokonaisuuden toteutusta.”

Äidinkielen kohdalla lukee, että käytetään vaihtelevia oppimisympäristöjä kuten verkkoympäristöjä ja tekstien tuottamista myös tv:tä hyödyntäen. Matematiikan kohdalla todetaan, että opiskelija harjaannutetaan käyttämään tietokoneohjelmistoja matematiikan oppimisen ja tutkimisen sekä ongelmanratkaisun apuvälineenä. Erilaisia ohjelmistoja on nostettu esiin (mm. symbolinen laskenta, tilasto-ohjelmistot, taulukkolaskenta) ja oppimistavoitteissa on sanottu, että: ”osaa käyttää ohjelmistoja”. Myös Algoritmit matematiikassa -kohdalla on mainittu tekniset apuvälineet eli ohjelmistot. Fysiikan ja kemian kohdalla todetaan, että: ”Tieto- ja viestintäteknologiaa käytetään muun muassa mallintamisen välineenä, tutkimusten tekemisessä ja tuotosten laatimisessa.” ja maantiedon kohdalla lukee: ”osaa käyttää tieto- ja viestintäteknologiaa globaaleja kysymyksiä koskevan tiedon hankinnassa, analysoinnissa ja esittämisessä” sekä: ”osaa käyttää paikkatietosovelluksia”. Muiden aineiden kohdalla lukee lähinnä, että käytetään tieto- ja viestintäteknologiaa.

Lukion opetussuunnitelmasta päällimmäisenä jäi vaikutelma, että tieto- ja viestintäteknologia näkyy aika vähän opetuksen tavoitteissa. [4] Niissä aineissa, missä tvt-osaamista on kirjoitettu vähän enemmän auki, tekstissä on projektiryhmän mielestä aika rajoittuneesti otettu esille yksityiskohtia.

## 6 YHTEENVETO

Tätä selvitystyötä käytetään pohjana projektiryhmän ehdotukselle tietotekniikan kandidaatin tutkinnon ja maisterin tutkinnon yhteisten opintojen sekä Koulutus- ja teknologian opintosuunnan uudeksi opetussuunnitelmaksi. Seuraavassa käydään läpi, millaisia ideoita tämän selvitystyön tulokset antoivat ehdotuksiin.

**Matematiikan ja matemaattisten aineiden osuus tietotekniikan kandidaatin tutkinnossa on yksi OPS-ehdotuksessa pohdittava aihe.** Jyväskylässä

pakollisen matematiikan osuus on vähäinen kandidaatin tutkinnossa, kun taas maisterin tutkinnossa vaaditaan perusopinnot matematiikassa tai tietoteknikon menetelmäopintokokonaisuus muissa paitsi Koulutusteknologian maisteriohjelmassa. Toiveena on saada kysely- ja haastatteluaineistosta lisää näkökulmia tähän kysymykseen.

**Kaupallisten ja viestinnällisten aineiden sekä tietoturvan osuus kandidaatin opintojen sisällössä on myös pohdittava aihe.** Kaupallisia sisältöjä voisi opiskella yhteistyökurseilla tietojenkäsittelytieteen kanssa. Tietoturvaa tai kyberturvallisuuteen liittyvää opetusta tietotekniikan laitoksella jo järjestetään, joten tietoturvasisältöjen lisääminen kandidaatin tutkintoon ei välttämättä vaadi uusia resursseja. Näihinkin kysymyksiin kysely- ja haastatteluaineisto antanee lisää pohjaa.

Jyväskylän yliopistossa on tarjolla yhdeksän eri maisteriohjelmaa tietotekniikassa ja lisäksi kuusi maisteriohjelmaa tietojenkäsittelytieteissä. Tämä on enemmän kuin missään muussa selvityksessä mukana olevassa korkeakoulussa (ks. luku 2). Uudessa opetussuunnitelmassa maisteriohjelmat muutetaan opintosuunniksi. **On pohdittava, tarvitaanko eri opintosuuntia näin montaa, vai voisivatko opiskelijat erikoistua opintosuunnan sisällä valinnaisten kurssien kautta.**

**Yksi selvä ero suomalaisten korkeakoulujen maisteriohjelmien välillä on tutkinnon kieli** (ks. luku 2). Aalto-yliopistossa ja Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa kaikki maisteriohjelmat ovat englanninkielisiä. Tampereen yliopistossa kolme neljästä tarjolla olevasta maisteriohjelmasta on englanninkielisiä. Jyväskylän yliopistossa yksi yhdeksästä tietotekniikan maisteriohjelmasta on englanninkielinen (Web Intelligence and Service Engineering). Englannin kielen valintaa opetuskieleksi voi perustella englanninkielisellä henkilökunnalla, opintoalan kansainvälisyydellä ja sillä, että työkieli voi olla Suomessakin työskennellessä englanti. Toisaalta mahdollisuus opiskella suomalaisessa yliopistossa omalla äidinkielellä on arvokas, koska äidinkielellä ajattelemisen on aina syvempää kuin vieraalla kielellä, ellei vierasta kieltä hallitse natiivitasoisesti. Sama koskee henkilökunnan kielitaitoa.

**Kandidaatin tutkinnon osaamistavoitteita on selvitystyön perusteella syytä tarkentaa.** Osaamistavoitteiden tulee olla linjassa tutkinnon rakenteen kanssa siten, että rakenteissa esiintyvät aihealueet näkyvät myös osaamistavoitteissa. Esimerkiksi **ohjelmointia** kuuluu tutkintorakenteeseen 19 opintopisteen verran, mutta ohjelmointiosaamista ei mainita kandidaatin tutkintoa koskevassa osaamistavoitekuvauksessa.

**Tieteellisen ja tieteenalaan liittyvän osaamisen lisääminen kandidaatin tutkinnon osaamistavoitteisiin olisi perusteltua,** koska tiede liittyy yliopiston ydintehtävään ja koska tieteellistä osaamista harjaannutetaan kandidaatintutkielmassa.

**Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen opetussuunnitelmasta puuttuu kokonaan kuvaus tietotekniikan maisterivaiheen kaikille koulutusohjelmille yhteisistä osaamistavoitteista.** Projektiryhmän opetussuunnitelmaehdotus tulee sisältämään ehdotuksen yhteisten opintojen osaamistavoitteista. Ehdotus tulee pohjautumaan osaamistavoitteisiin, joita muissa oppilaitoksissa on asetettu tietotekniikan ylemmälle korkeakoulututkinnolle. Muissa tarkastelluissa oppilaitoksissa kaikkein yleisimpiä osaamistavoitteita ovat olleet viestintätaidot, projektityötaidot, kansainvälisyyteen liittyvä osaaminen sekä tieteenalaan liittyvän teorian hallinta. Näitä ja muita selvityksessä mukana olleiden oppilaitosten osaamistavoitteita tullaan ehdottamaan soveltuvilta osin Jyväskylä yliopiston tietotekniikan maisterinopintojen yhteisiksi osaamistavoitteiksi.

Uudet opetussuunnitelmat sekä perusopetuksessa että lukiossa sisältävät vanhoihin opetussuunnitelmiin verrattuna enemmän tieto- ja viestintäteknologista osaamista sekä näihin liittyviä tavoitteita. Opetusvastuuta on jaettu entistä laajemmin eri aineisiin, mutta eniten tvt-osaaminen näkyy alakoulun opetussuunnitelmassa, yläkoulun matemaattisissa aineissa ja käsityössä sekä lukiossa matemaattisten aineiden kohdalla. Koulutusteknologian maisteriohjelman sisältöjen kannalta olisi hyvä pohtia, miten opetussuunnitelmissa esille nostetut vastuullisuus-, turvallisuus- ja ergonomiasisällöt otetaan huomioon. Näitä sisältöjä ei ilmeisesti ole minkään tämänhetkisen kurssin sisällöissä.



## 7 LÄHTEET

- [1] Academics & Admissions. N.d. Massachusetts Institute of Technology. EECS. Viitattu 24.10.2016. <https://www.eecs.mit.edu/academics-admissions>.
- [2] Computer Science. Undergraduate Admissions. N.d. University of Cambridge. Viitattu 24.10.2016. <http://www.cl.cam.ac.uk/admissions/undergraduate/course/>.
- [3] Lehramt Bachelor mit Informatik als Unterrichtsfach. 13.10.2010. Freie Universität Berlin. Viitattu 19.10.2016. [http://www.mi.fu-berlin.de/inf/stud/lehramtbachelor\\_inf/index.html](http://www.mi.fu-berlin.de/inf/stud/lehramtbachelor_inf/index.html).
- [4] Lukion opetussuunnitelman perusteet. 2016. Opetushallitus. Viitattu 12.10.2016. [http://www.oph.fi/download/172124\\_lukion\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2015.pdf](http://www.oph.fi/download/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf).
- [5] Luonnontieteiden ja metsätieteiden opinto-opas 2016-2017. N.d. Itä-Suomen yliopisto. Viitattu 26.10.2016. [http://www.uef.fi/documents/10184/1046728/LuMet\\_1617.pdf/d038b39f-c759-4335-8a83-93c395d0b218](http://www.uef.fi/documents/10184/1046728/LuMet_1617.pdf/d038b39f-c759-4335-8a83-93c395d0b218).
- [6] Opinto-opas AMK. N.d. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Insinööri (AMK), tieto- ja viestintätekniikan tutkinto-ohjelma 2016, 240 op. Viitattu 27.10.2016. <http://opinto-opaat.jamk.fi/fi/opinto-opas-amk/tutkinto-ohjelmat-ja-opintotarjonta/suomenkieliset-opsit/2016-2017/tieto-ja-viestintatekniikka/>.
- [7] Opinto-opas. N.d. Jyväskylän yliopisto. Informaatioteknologian tiedekunta. Viitattu 29.10.2016. <https://www.jyu.fi/it/opiskelu-ohjeet>.
- [8] Opinto-opaat: Informaatioteknologian laitos. N.d. Turun yliopisto. Viitattu 26.10.2016. <https://nettiopsu.utu.fi/opas/laitos.htm?opsId=260&uiLang=fi&lang=fi&lvv=2016>.
- [9] Opiskelu. N.d. Helsingin yliopisto. Tietojenkäsittelytieteen laitos. Viitattu 26.10.2016. <https://www.cs.helsinki.fi/opiskelu>.
- [10] Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. 2014. Opetushallitus. Viitattu 12.10.2016 [http://www.oph.fi/download/163777\\_perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf).
- [11] QS. World University Rankings. Who rules? N.d. QS World University Rankings® 2016-2017. Viitattu 27.10.2016. <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2016>.

- [12] Studienplan Bachelor Informatik: Games Engineering. Fakultät für Informatik. Technische Universität München. Viitattu 24.10.2016. <http://www.in.tum.de/fuer-studierende/bachelor-studiengaenge/informatik-games-engineering/studienplan-games/studienbeginn-ab-ws-201617-games.html>.
- [13] Studium Lehramt Informatik – Master. N.d. Freie Universität Berlin. Viitattu 26.10.2016. <http://www.mi.fu-berlin.de/inf/groups/ag-ddi/studium/Master/index.html#Verlauf>.
- [14] Teknistieteellisen kandidaattiohjelman opinto-opas 2015–2016. N.d. Aalto-yliopisto. Perustieteiden korkeakoulu. Viitattu 20.10.2016. <http://studyguides.aalto.fi/sci/2015-kand/tietotekniikka/tutkinto.html>.
- [15] Tietojenkäsittelytieteiden tutkinto-ohjelma. N.d. Oulun yliopisto. Viitattu 26.10.2016. <http://www.oulu.fi/koulutustarjonta/education-programmes/tietojenk%C3%A4sittelytieteiden-koulutusohjelma>.
- [16] Tietojenkäsittelytieteiden tutkinto-ohjelma. N.d. Tampereen yliopisto. Informaatiotieteiden yksikkö. Viitattu 26.10.2016. <https://www10.uta.fi/opas/koulutus.htm?opsId=142&ui-Lang=fi&lang=fi&lvv=2016&koulid=155>.
- [17] Tietotekniikan maisteriohjelma. N.d. Lappeenranta University of Technology. Viitattu 26.10.2016. <http://www.lut.fi/opiskelu/maisteriohjelmat/tekniikan-maisteriohjelmat/tietotekniikka>.
- [18] Tietotekniikan opintojen sisältö ja rakenne. N.d. Lappeenranta University of Technology. Viitattu 26.10.2016. <http://www.lut.fi/opiskelu/kandidaattiohjelmat/tietotekniikka/opintojen-sisalto-ja-rakenne>.