

Heikki Lokki, Nina Aremo ja Kerttu Pollari-Malmi

Tietorakenteet – esitiedot, opiskelu ja oppiminen

Helsingin yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Heikki Lokki
Nina Aremo
Kerttu Pollari-Malmi

**TIETORAKENTEET – ESITIEDOT, OPISKELU JA
OPPIMINEN**

Helsingin yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos
PL 68 (Gustaf Hällströminkatu 2b)
00014 Helsingin yliopisto
info@cs.helsinki.fi
<http://www.cs.helsinki.fi/>

Julkaisusarja B Raportti B-2007-5
ISSN 1458-4786
ISBN 978-952-10-3887 (nid.)
ISBN 978-952-10-3888-4 (PDF)
Heikki Lokki
Nina Aremo
Kerttu Pollari-Malmi

TIIVISTELMÄ

Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella haluttiin selvittää syitä opiskelijoiden korkeaan hylkäysprosenttiin (46 % opetukseen osallistuneista) Tietorakenteet-kurssilla. Tietorakenteet on 8 opintopisteen kurssi, jonka esitietoina edellytetään kolme kurssia: Johdatus ohjelmointiin, Java-ohjelmointi ja Johdatus diskreettiin matematiikkaan. Tietorakenteet-kurssi kuuluu pakollisiin aineopintoihin ja on sijoitettu tietojenkäsittelytieteen laitoksen mallilukujärjestyksessä ensimmäisen opiskeluvuoden toisen lukukauden kurssiksi.

Tutkimus toteutettiin keräämällä kevätlukukaudella 2006 Tietorakenteet-kurssin yhteydessä tietoja opiskelijoiden esitiedoista kurssin alussa lähtötasotestillä sekä opiskelijoiden ajankäytöstä kurssin oppimistavoitteiden saavuttamiseksi. Lisäksi selvitettiin opiskelijoiden aikaisempi kurssien suoritushistoria.

Tutkimuksessa selvisi, että odottamattoman iso osa opiskelijoista (56 %) ei ollut suorittanut kaikkia esitietovaatimuksina olleita kursseja ja puutteellisin esitiedon kurssille tulleet opiskelijat menestyivät erityisen heikosti. Kun verrattiin matematiikan ja ohjelmoinnin esitietojen hallintaa, niin ohjelmointia osattiin paremmin kuin matemaattisia tehtäviä. Opiskelijat käyttivät oman ilmoituksensa mukaan kurssin oppimistavoitteiden opiskeluun vain hiukan yli puolet siitä ajasta, joka kurssin laajuuden mukaan opintoihin tulisi keskimäärin käyttää. Opiskelijoiden opiskeluun käyttämä aika ei näyttänyt vaikuttavan kurssilla menestymiseen. Opiskelijoiden ansiotyön määrä ei myöskään vaikuttanut kurssilla menestymiseen. Tietojenkäsittelytieteen opintoja muualla suorittaneet opiskelijat menestyivät hieman heikommin kuin Helsingin yliopistossa kursseja suorittaneet opiskelijat.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TIETORAKENTEET-KURSSI.....	6
2.1	Asema opetuksessa.....	6
2.2	Opiskelijoiden menestyminen kurssilla.....	7
2.3	Työmääräkartoitus tietojenkäsittelytieteen kurssilla kevätlukukaudella 2004.....	8
3	KEVÄÄN 2006 KURSSIN OPETUSJÄRJESTELYT.....	8
3.1	Lähtötasotesti, sen tavoitteet, tulokset ja vaikutukset opetukseen.....	9
3.2	Kurssikokeiden tehtävät ja niiden suhde oppimistavoitteisiin.....	13
4	AJANKÄYTÖN SEURANTA.....	16
4.1	Ajankäyttö ja oppiminen.....	16
4.2	Tavoitteet ja toteutus.....	17
4.3	Tuloksia.....	18
4.3.1	Oppimistavoitteet.....	18
4.3.2	Ajankäyttö.....	19
4.3.3	Kuormittavuus.....	21
4.3.4	Oppimiskokemus.....	22
5	SELVITYKSIÄ LÄHTÖTASOTESTIN TULOISTA.....	27
5.1	Yleistä.....	27
5.2	Matemaattisten tehtävien ja tietojenkäsittelyllisten tehtävien osaamisen vertailu.....	27
5.3	Esitietovaatimusten merkitys lähtötasotestin vastauksiin.....	28
5.4	Ohjelmoinnin perusteet kurssin suorituksen merkitys ohjelmointitehtävien vastauksiin.....	28
5.5	Matematiikan kurssien suorittamisen merkitys matemaattisten tehtävien vastauksiin.....	29
5.6	Muualla suoritettujen ohjelmointikurssien ja laitoksen omien ohjelmointikurssien vaikutus ohjelmointitehtävien vastauksiin.....	29
6	OPISKELUUN KÄYTETYN AJAN, ESITIETOJEN SEKÄ ANSIOTYÖSSÄ KÄYNNIN YHTEYS KURSSILLA MENESTYMISEEN.....	30
6.1	Ajankäytön yhteys kurssilla menestymiseen.....	30
6.2	Esitietojen hallinnan yhteys kurssilla menestymiseen.....	31
6.3	Ansiotyössä käynnin yhteys kurssilla menestymiseen.....	33
6.4	Opintojaksojen korvaamisen vaikutus kurssilla menestymiseen.....	34
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	35
7.1	Opiskelijoiden tiedollisten ja taidollisten valmiuksien vaikutus menestymiseen.....	35
7.2	Opiskelijoiden opiskeluun käyttämän ajan ja oman oppimistavoitteen vaikutukset menestymiseen.....	35
7.3	Ansiotyössä käynnin vaikutus menestymiseen.....	36
7.4	Matematiikan ja ohjelmoinnin osaamisen vertailu.....	37
7.5	Tietojenkäsittelytieteen kurssien korvaaminen.....	37
	Kiitokset.....	38
	Liite 1.....	39
	Liite 2.....	43
	Liite 3.....	45
	Liite 4.....	46

1 JOHDANTO

Tietojenkäsittelytieteen joillakin kursseilla opiskelijoiden menestys ei ole niin hyvää kuin olisi toivottavaa, mikä näkyy alhaisena hyväksytyjen osuutena. Kurssilla hylätyksi tuleminen on epäedullista kaikille osapuolille. Opiskelija ei saa onnistumisen kokemusta eikä opiskeluinto parane, opinnot viivästyvät ja opintojen pitkittyessä viivästyminen yleensä pahenee opiskelijan elämäntilanteen muuttuessa iän myötä epäedullisemmaksi opiskeluun sitoutumiselle. Opettajaa motivoivat enemmän menestyvät kuin hylätyksi tulevat opiskelijat ja laitoksen opetusresursseja rasittavat samalle kurssille toistuvasti osallistuvat opiskelijat.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää syitä alhaiseen hyväksytyjen osuuteen Tietorakenteet-kurssilla.

Mahdollisia selityksiä alhaiseen hyväksytyjen osuuteen etsittiin

- opiskelijoiden tiedollisista ja taidollisista valmiuksista kurssille tultaessa ja
- opiskelijoiden ajankäytöstä kurssin asioiden opiskeluun.

Keväällä 2006 päätettiin selvittää onko Tietorakenteet-kurssin aloittavilla opiskelijoilla niitä tietojenkäsittelytieteen ja matematiikan esitietoja, joita kurssille tultaessa oletetaan heillä olevan. Yliopisto-opiskelijoiden oppimisen tulisi olla siinä mielessä syvällistä, että alan keskeisimmät asiat ja tekniikat pitäisi osata niin hyvin, että niitä pystyy vaivattomasti soveltamaan. Esitietojen tason selvittämiseksi opiskelijoille järjestettiin lähtötasotesti kurssin alussa.

Opiskeluhistorian vaikutusta esitietoihin selvitettiin vertaamalla lähtötasotestin tuloksia kunkin opiskelijan opintosuoritusrekisterissä (Oodi) olevaan kurssien suoritushistoriaan. Tuloksista voidaan päätellä oppimisen laatua Tietorakenteet-kurssia edeltävillä kursseilla: onko esitietokursseilla opittu niitä asioita, joita Tietorakenteet-kurssille tultaessa opiskelijoiden tulisi osata ja onko oppiminen ollut niin syvällistä, että asiat osataan vielä lähtötasotestissä?

Opiskelijoiden opiskeluhistorioiden vaikutuksia Tietorakenteet-kurssilla menestymiseen voitiin myös selvittää jakamalla opiskelijoita opiskeluhistorioiden mukaan ryhmiin ja vertaamalla eri ryhmien menestymistä kurssilla.

Matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa seurattiin kevätlukukaudella 2006 ensimmäisen vuoden opiskelijoiden ajankäyttöä kursseilla. Tietojenkäsittelytieteen laitoksella seurattavaksi kurssiksi valittiin Tietorakenteet-kurssi, joten opiskelijoiden opiskelun määrää ja sen yhteyttä laskennalliseen kurssin kuormittavuuteen sekä opintomenestykseen voitiin tarkastella.

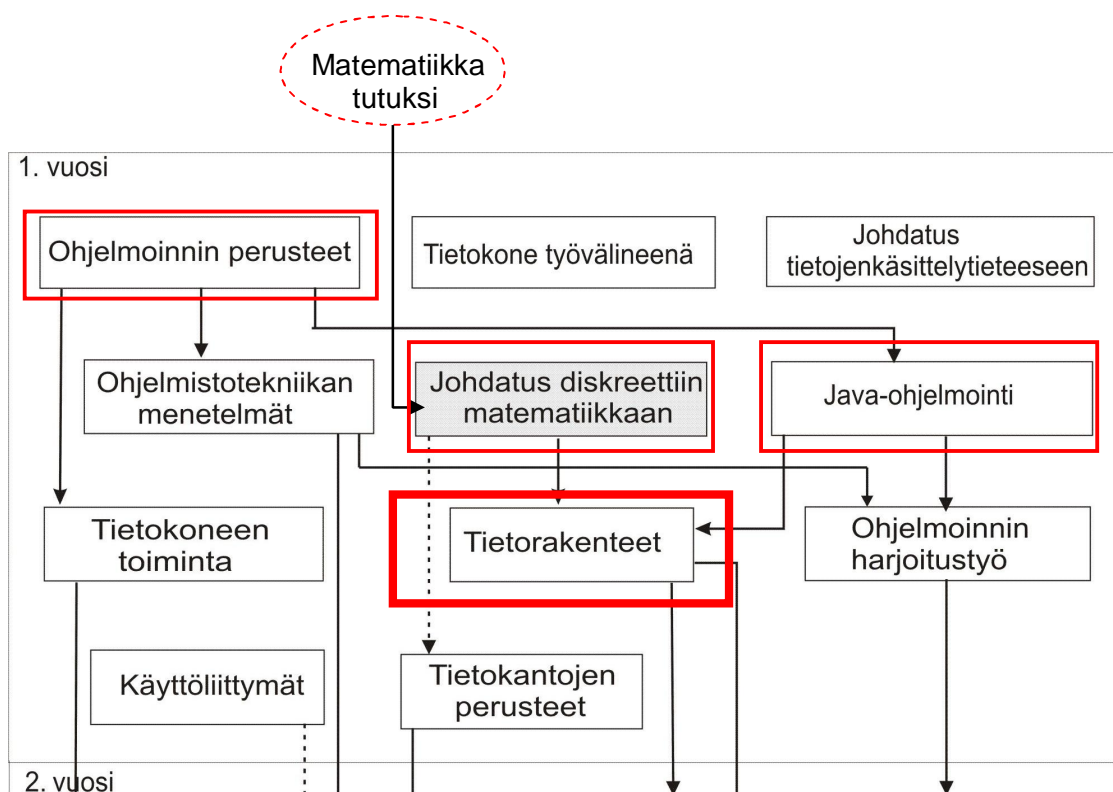
Mikäli syitä alhaiseen hyväksytyjen osuuteen Tietorakenteet-kurssilla löytyy, voidaan opetuksen ja oppimisen kehittämistoimia kohdentaa tarkoituksenmukaisesti. Tämä liittyy keskeisesti yliopiston *Opetuksen ja opintojen kehittämisohjelman 2007 – 2009* painopistealueeseen *oppimisen laatu*.

2 TIETORAKENTEET-KURSSI

2.1 Asema opetuksessa

Tietorakenteet kuuluvat tietojenkäsittelytieteen keskeisimpiin ydinteknologioihin. Kurssiin sisältyviä käsitteitä ja tekniikoita voidaan pitää tietojenkäsittelytieteen vakiintuneina osina (ks. liite 1). Kurssi on laajin yksittäinen tietojenkäsittelytieteen perus- ja aineopintojen pakollinen kurssi. LuK-tutkinnon malliaikataulun mukaan etenevien opiskelijoiden tulisi suorittaa Tietorakenteet-kurssi toisena opiskeluvuoden kevätlukukaudella.

Kuva 1: Tietorakenteet-kurssin asema ensimmäisen vuoden opinnoissa

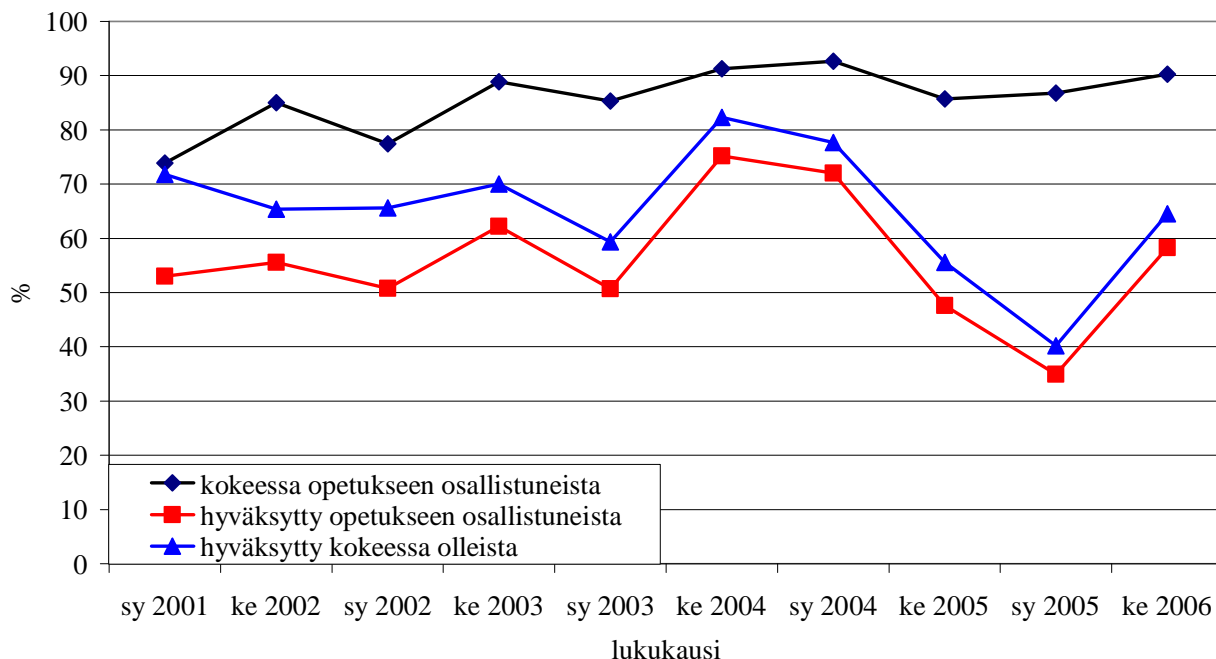


Kuvassa 1 on esitetty ensimmäisen opiskeluvuoden suositellut kurssit ja niiden riippuvuussuhteet. Tietorakenteet-kurssi on 8 opintopisteen (op) laajuinen ja muut kurssit ovat 4 tai 5 op:n laajuisia. Tietorakenteet-kurssilla edellytetään esitietoina tietojenkäsittelytieteen kurssien Ohjelmoinnin perusteet ja Java-ohjelmointi sekä matematiikan kurssin Johdatus diskreettiin matematiikkaan tietoja ja taitoja (kuva 1). Kurssi Matematiikka tutuksi on matematiikan laitoksen sivuaineopiskelijoille suuntaama ensimmäisen opiskeluvuoden kurssi matematiikan ”lukutaidon” kohentamiseksi.

2.2 Opiskelijoiden menestyminen kursseilla

Kurssi Tietorakenteet kuuluu niihin tietojenkäsittelytieteen pakollisiin kursseihin, joissa hylättyjen osuus on valitettavan suuri.

Kuva 2 : Opiskelijoiden menestyminen Tietorakenteet -kursseilla 2001-2006



Taulukko 1: Opiskelijoiden lukumäärät Tietorakenteet-kurssilla

Lukukausi	sy 2001	ke 2002	sy 2002	ke 2003	sy 2003	ke 2004	sy 2004	ke 2005	sy 2005	ke 2006
Osallistuneet	115	180	124	180	150	161	150	63	106	103
Kokeessa olleet	85	153	96	160	128	147	139	54	92	93
Hyväksytyt	61	100	63	112	76	121	108	30	37	60
Hylätyt	54	80	61	68	74	40	42	33	69	43

Kuvasta 2 nähdään, että kurssin hyväksytysti suorittaneiden osuus kurssille osallistuneista on useimmiten 50–60 %. Opiskelijan katsotaan osallistuneen kurssille, kun hän on osallistunut aktiivisesti sellaiseen toimintaan, josta voi saada pisteitä kurssin arvosanaa määrittäessä. Esimerkiksi ainoastaan luennoilla läsnäoleminen ei vielä tässä yhteydessä vie opiskelijaa ryhmään ”osallistuneet”. Tarkastelun kohteena olevalla kevään 2006 kurssilla hyväksytyjen osuus oli kuvan 2 mukaan tyypillinen eli noin 60 % opetukseen osallistuneista. Taulukosta 1 nähdään, että Tietorakenteet-kurssin opiskelijamäärä on suuri.

2.3 Työmääräkartoitus tietojenkäsittelytieteen kursseilla kevätlukukaudella 2004

Tietojenkäsittelytieteen tutkintorakenne uudistettiin kaksiportaiseksi Bologna-prosessin mukaisesti ja se otettiin käyttöön syyslukukauden 2005 alussa. Tutkintorakenteen uudistustyön yhteydessä selvitettiin tietojenkäsittelytieteen kurssien kuormittavuutta palkkaamalla työhön tuntiopettaja Marja Huovinen. Huovinen seurasi opiskelijoiden ajankäyttöä kuudella kurssilla, joista kaksi oli harjoitustyökursseja ja neljä opetusmuodoiltaan vaihtelevia kursseja, joihin kaikkiin kuului luentoja sekä opintopiireissä ja/tai yksin ratkaistavia harjoitustehtäviä. Huovisen seuraamiin kursseihin kuului myös Tietorakenteet-kurssi. Kurssin sisältö ei ole merkittävästi muuttunut kevään 2004 ja kevään 2006 välillä. Kurssien opetusmenetelmissä oli sen sijaan eroja: Kevään 2004 kurssilla opiskelu painottui luentojen tukemaan opintopiirityöskentelyyn kun taas keväällä 2006 opiskelun pääpaino oli luennoissa ja perinteisissä laskuharjoituksissa, joskin opiskelijat tekivät myös hiukan ryhmätöitä. Kuvasta 2 nähdään, että kevä- ja syyslukukaudella 2004 Tietorakenteet-kurssilla hyväksytyjen opiskelijoiden osuus on korkeimmillaan koko 10 lukukauden mittaisen seurantajakson aikana. Vuoden 2004 kurssikerroilla opintopiiritoiminta oli myös intensiivisintä koko seurantajaksolla. Oksanen¹ osoitti raportissaan vuonna 2005, että tietojenkäsittelytieteen laitoksella opintopiirien onnistunut käyttö kasvattaa kurssien hyväksytysti suorittaneiden osuuksia.

Tämän tutkimuksen tuloksia verrataan Huovisen² selvityksen tuloksiin luvussa 7. Huovisen selvitys ja käsillä oleva tutkimus on tehty toisistaan riippumattomasti, joten mikäli tutkimuksissa havaitaan samansuuntaisia tuloksia, voi niiden arvella tukevan toisiaan.

3 KEVÄÄN 2006 KURSSIN OPETUSJÄRJESTELYT

Kurssilla oli viikossa kaksi kahden tunnin luentoa ja yksi kahden tunnin laskuharjoitus. Luentoja järjestettiin yhteensä 12 viikon ajan ja laskuharjoituksia 11 viikon ajan. Kurssin puolivälissä oli ensimmäinen kurssikoe siihen asti käsitellyistä asioista ja kurssin lopussa toinen kurssikoe loppupuoliskolla käsitellyistä asioista.

Laskuharjoitukset toteutettiin siten, että harjoituksen alussa opiskelijat merkitsivät rastilistaan, mitkä tehtävät he olivat ratkaisseet. Saman tehtävän merkinneistä opiskelijoista muodostettiin ryhmiä, jotka esittivät laskuharjoitustilaisuudessa tehtävän ratkaisun muille opiskelijoille. Pääosa harjoitustehtävistä oli suunniteltu yksin tehtäviksi. Joka toinen viikko oli kuitenkin 1-2 tehtävää, jotka piti tehdä ryhmässä. Opiskelijat saivat muodostaa 2-5 hengen ryhmät eli opintopiirit ensimmäisellä harjoituskerralla ja ryhmää sai myös vaihtaa kesken kurssin, jos esimerkiksi oma ryhmä oli pienentynyt liikaa keskeytysten takia. Ryhmätehtävät palautettiin kirjallisina ja ne käsiteltiin myös laskuharjoitustilaisuuksissa.

Ryhmätehtävillä oli kaksi tavoitetta: Ensinnäkin toivottiin, että kurssin keskeyttämiset vähenisivät, kun opiskelija tuntisi suorittavansa kurssia opiskeluun sitouttavassa pienryhmässä. Toiseksi ryhmätehtävät antoivat mahdollisuuden tehdä myös sellaisia enemmän pohdintaa vaativia tai laajempia kokonaisuuksia käsitteleviä tehtäviä, jotka olisivat liian työläitä yksin ratkaistavaksi.

¹ <http://www.cs.helsinki.fi/laitos/opintopiiriraportti2005.pdf>

² <http://www.cs.helsinki.fi/u/mphuovin/seuranta.html>

Opiskelijoita kannustettiin myös miettimään yksilötehtäviä yhdessä ryhmän kanssa, vaikka jokaisen olikin kirjoitettava oma ratkaisunsa.

Kurssilla maksimipistemäärä oli 60 pistettä. Tästä kurssin aikana tehtävien harjoitusten osuus oli 12 pistettä ja kummankin kurssikokeen osuus 24 pistettä.

Kurssin ensimmäisellä luennolla järjestettiin lähtötasotesti siten, että kahden tunnin luennosta käytettiin noin 15 minuuttia kurssin esittelyyn ja loput 1,5 tuntia varattiin kokeeseen. Kokeesta ei kerrottu opiskelijoille ennakoon, koska haluttiin saada selville opiskelijoiden esitietojen todellinen tilanne silloin, kun he eivät valmistaudu kokeeseen etukäteen.

Jotta opiskelijat olisivat vastanneet kokeeseen tosissaan, heille annettiin laskuharjoituspisteitä oikeista vastauksista. Vain viisi kokeeseen osallistuneista noin 90 opiskelijasta teki koetta käytettävissä olevan ajan loppuun asti, joten ainakin suurimmalla osalla opiskelijoista käytettävissä oleva aika riitti koekysymyksiin vastaamiseen.

Kokeen jälkeen kurssin luennoija arvioi vastaukset. Opettajalta kului noin yksi työpäivä kokeen laatumiseen (sisältää kommenttien pyytämisen parilta laitoksen opetushenkilökuntaan kuuluvilta ja kysymysten kääntämisen englanniksi) ja 2-3 työpäivää vastausten arvosteluun ja tulosten kirjaamiseen.

Kurssin järjestelyistä ja oppimateriaaleista on yksityiskohtaiset tiedot verkkosivulla³.

3.1 Lähtötasotesti, sen tavoitteet, tulokset ja vaikutukset opetukseen

Tietorakenteet-kurssille tulevilta opiskelijoilta edellytetään esitietoja ohjelmoinnissa ja matematiikassa (ks. liite 1). Osa matematiikan esitiedoista sisältyy lukion oppimääriin, mutta opiskelijoiden mallilukujärjestyksen mukaan tulee ennen Tietorakenteet-kurssia suorittaa kolme LuK-tutkintoon kuuluvaa pakollista opintojaksoa: Ohjelmoinnin perusteet, Java-ohjelmointi ja Johdatus diskreettiin matematiikkaan.

Opiskelijan oppimisen kannalta on olennaista, että opittavaksi tarkoitetut uudet asiat perustuvat opiskelijan aikaisemmin omaksumiin käsitteisiin ja tekniikoihin. Tämä on erityisen tärkeää, mikäli pyritään sellaiseen syvälliseen oppimiseen, jonka jälkeen opiskelijat osaavat soveltaa oppimiaan uusia käsitteitä eikä vain toistamaan tentissä kurssilla opittavaksi tarkoitettuja faktoja. Lähtötasotesti antaa opettajalle arvokasta tietoa opiskelijoiden tiedoista ja taidoista, jotta opetusta osataan kohdentaa niihin asioihin, joissa opiskelijat erityisesti tarvitsevat oppimisessa tukea.

Lähtötasotestin tavoitteena oli

- selvittää opiskelijoiden ohjelmointitaidon tasoa,
- selvittää opiskelijoiden matematiikan osaamisen tasoa ja
- auttaa opettajaa valitsemaan opetuksen painopisteet opiskelijoiden osaamisen tason mukaan.

³ <http://www.cs.helsinki.fi/u/pollarim/tira/k06/>

Opiskelijat ohjeistettiin seuraavasti:

Lähtötasotesti

Tämän testin tarkoituksena on tutkia, miten hyvin opiskelijat hallitsevat kurssilla tarvittavia esitietoja. Testi ei vaikuta kurssin arvosanaan muuten kuin että testin tekeminen vastaa korkeintaan neljän laskuharjoitustehtävän tekemistä. Kunkin opiskelijan vastaukset arvostellaan, ja opiskelija saa saavutetun pistemäärän mukaan 0, 1, 2, 3 tai 4 harjoitustehtävärastia. Jokaisen tehtävän maksimipistemäärä on 2 pistettä.

Kokeessa oli kuusi kysymystä, joista kolme testasi matematiikan ja kolme ohjelmoinnin esitietoja. Seuraavaksi esitellään kysymykset ja niiden perustelut.

1. Laske summan $1 + 2 + 3 + \dots + (n-1) + n$ arvo, kun n on mielivaltainen positiivinen kokonaisluku. Älä siis kirjoita tuloksen laskevaa ohjelmaa, vaan anna vain summan arvo.

Opiskelijaa pyydettiin laskemaan yksinkertainen aritmeettisen sarjan summa. Kysymys oli otettu mukaan, koska sarjojen summat esiintyvät usein algoritmien aikavaativuuksien analysoinnissa.

2. Mitä alla annettu Java-metodi *metodi* tekee, jos sille antaa parametreina kaksi (*char*-tyyppisiä) merkkejä sisältävää taulukkoa. Kerro lyhyesti, miten päädyit ratkaisuusi.

```
public static boolean metodi(char[] taulukko1, char[] taulukko2) {
    int koko1, koko2, i, j;

    koko1 = taulukko1.length;
    koko2 = taulukko2.length;
    i = 0;
    j = 0;

    while (j < koko2) {
        if (i == koko1)
            return true;
        else if (taulukko1[i] == taulukko2[j]) {
            i++;
            j++;
        }
        else {
            j = j - i + 1;
            i = 0;
        }
    }
    if (i == koko1)
        return true;
    else
        return false;
}
```

Toisen tehtävän aliohjelma tutkii, sisältyykö ensimmäisenä parametrina annettu merkkijono toisena parametrina annettuun merkkijonoon. Tarkoituksena oli testata sitä, miten hyvin opiskelija ymmärtää vähän monimutkaisempaa ohjelmakoodia.

3. Mitä alla annettu, rekursiivinen Java-metodi *mystinen* tekee, kun sitä kutsutaan

```
mystinen(merkkitaulukko, 0, pituus-1)
```

siten, että merkkitaulukko on joku (*char*-tyyppisiä) merkkejä sisältävä taulukko ja pituus tämän taulukon koko. Kerro lyhyesti, miten päädyit ratkaisuusi.

```
public static boolean mystinen(char[] taulu, int ala, int yla) {
    if (ala >= yla)
        return true;
    else if (taulu[ala] != taulu[yla])
        return false;
    else
        return mystinen(taulu, ala+1, yla-1);
}
```

Rekursiivinen aliohjelma tutkii, onko sille parametrina annettu merkkijono palindromi. Tarkoituksena oli selvittää, ymmärtääkö opiskelija yksinkertaisia rekursiivisia ohjelmia. Tehtävän sisällyttäminen lähtötasotestiin oli sikäli vähän kyseenalaista, että vaikka esitietoina edellytetyillä ohjelmointikursseilla kerrotaan lyhyesti rekursiosta, niin rekursion soveltaminen ei sinänsä kuulu esitietokurssien vaatimuksiin. Luennoija halusi kuitenkin saada käsityksen siitä, miten hyvin opiskelijat ymmärtävät rekursion, koska se on keskeisessä asemassa monissa Tietorakenteet-kurssin algoritmeissa.

4. Kirjoita metodi/funktio (nimitys riippuu käytettävästä ohjelmointikielestä), joka etsii ja palauttaa sille parametrina annetusta kokonaislukutaulukosta taulukon suurimman alkion arvon. Voit käyttää valintasi mukaan ohjelmointikielenä Javaa, C:tä, C++:aa, Pascalia tai Fortrania. Joissakin ohjelmointikielissä on tarpeen määritellä myös taulukon koko metodin/funktion parametriksi.

Tehtävän tarkoituksena oli testata sitä, miten hyvin opiskelija pystyy kirjoittamaan yksinkertaisen algoritmin.

5. Todista induktiolla seuraava kaava, kun $n \geq 2$:

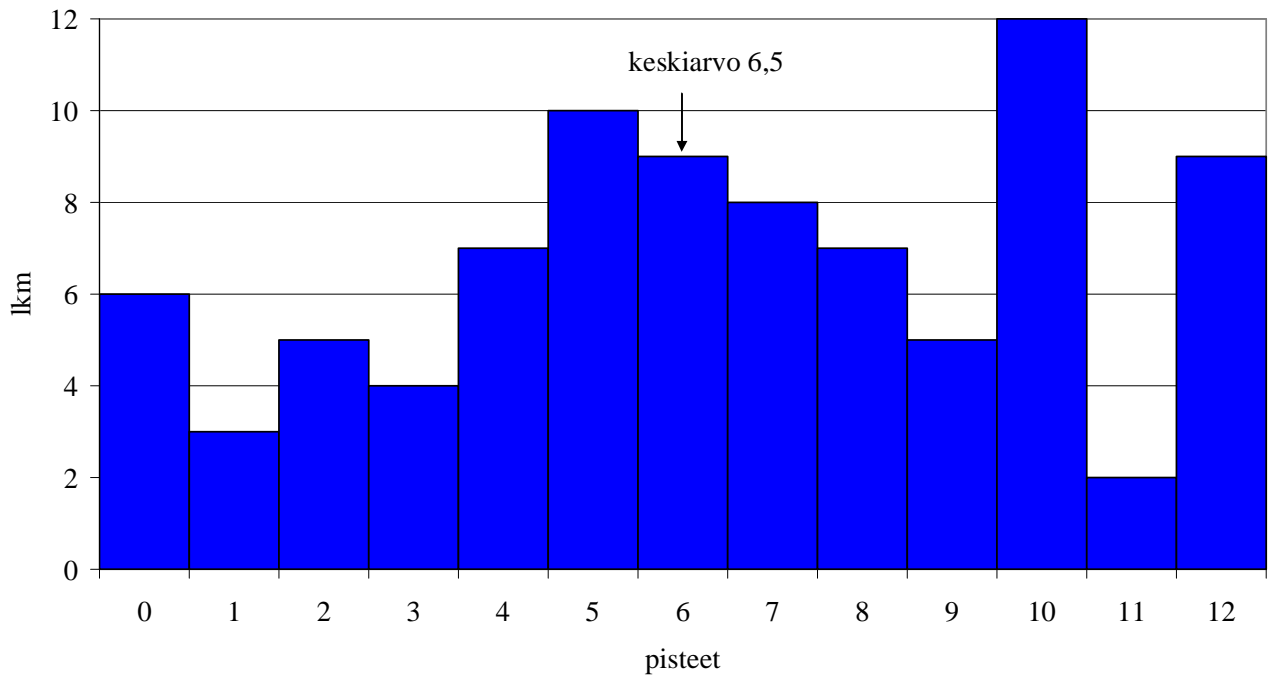
$$\frac{1}{2!} - \frac{2}{3!} + \frac{3}{4!} - \dots + \frac{n-1}{n!} = 1 - \frac{1}{n!}$$

Suhteellisen yksinkertaisen induktiokaavan avulla haluttiin testata, hallitseeko opiskelija induktiotodistuksen, jota käytetään osoittamaan monia tietorakenteiden ominaisuuksia.

6. Mitä tarkoittaa a -kantainen logaritmi b :stä (merkitään $\log_a b$)? Kuinka paljon on $\log_2 32$?

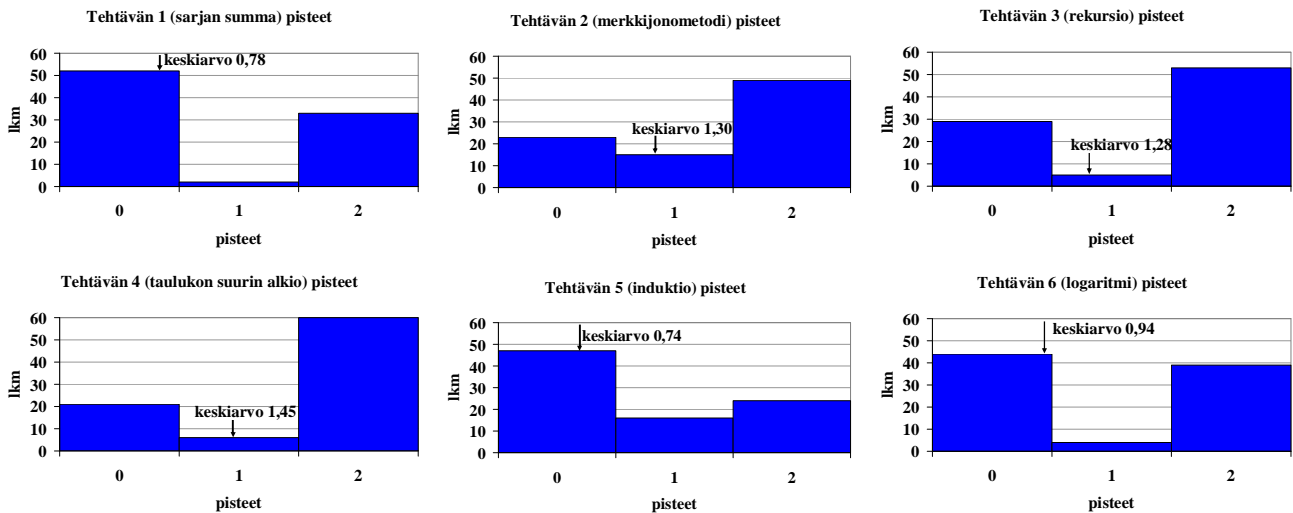
Logaritmin käsite on keskeinen monien algoritmien aikavaativuuksien arvioinnissa, joten luennoija halusi varmistaa ennen kurssin alkua, että kaikki opiskelijat ymmärtävät logaritmin.

Kuva 3 : Lähtötasotestin yhteispisteet (n = 87)



Kuvassa 3 on lähtötasotestin pistejakauma. Testiin otti osaa 87 opiskelijaa. Kuvassa 4 on tehtäväkohtainen pistejakauma.

Kuva 4: Tehtäväkohtainen pistejakauma (n = 87)



Muilta osin kokeen tulokset vastasivat suunnilleen luennoijan ennakkokäsitystä opiskelijoiden osaamisesta, mutta rekursiotehtävä (tehtävä 3) oli osattu jonkin verran ennako-odotuksia paremmin.

Logaritmit tehtävän (tehtävä 6) tulokset olivat dramaattisesti huonompia kuin mitä luennoija oli etukäteen kuvitellut. Luennoija oli kyllä kuullut huhuja siitä, että nykyisin jotkut opiskelijat eivät tiedä, mitä logaritmi tarkoittaa. Hän oli kuitenkin olettanut tämän joukon olevan korkeintaan 5 – 10 % kurssin opiskelijoista. Niinpä oli todellinen yllätys havaita, että yli puolet lähtötasotestiin

osallistuneista opiskelijoista ei osannut vastata kumpaankaan logaritmitehtävän osaan – kertoa mitä logaritmi tarkoittaa tai sanoa, kuinka paljon on kaksikantainen logaritmi 32:sta. Useat opiskelijat olivat arvioineet jälkimmäisen luvun olevan joko 2^{32} tai 32^2 eli koko käsitteen suuruusluokka oli hahmotettu väärin.

Kurssin opettajalle tämä oli todella tärkeä tieto, koska logaritmi esiintyy jatkuvasti algoritmien aikavaativuuksia arvioitaessa. Ilman lähtötasotestiä luennoija olisi käyttänyt logaritmin käsitettä itsestään selvyytenä tai korkeintaan kerran maininnut yhdellä tai kahdella virkkeellä, mitä logaritmi tarkoittaa. Käytännössä se olisi tarkoittanut sitä, että yli puolella kuulijoista ei olisi ollut käsitystä siitä, mistä puhutaan. Lähtötasotestin tulosten perusteella luennoija tiesi, että logaritmista puhuttaessa pitää myös tuoda selvästi esille käsitteen merkitys.

3.2 Kurssikokeiden tehtävät ja niiden suhde oppimistavoitteisiin

Molemmissa kurssikokeissa oli 4 tehtävää. Kurssin matriisimuotoiset oppimistavoitteet (liite 1) olivat tekeillä keväällä 2006 eikä niitä vielä tuolloin oltu julkaistu opiskelijoiden käyttöön.

Ensimmäinen kurssikoe

1. (8 p) Ystäväsi osaa ohjelmoida kohtuullisen hyvin, mutta hänellä ei ole mitään käsitystä siitä, mitä tarkoitetaan sillä, että algoritmin aikavaatimus on $O(f(n))$, missä $f(n)$ on joku annettu funktio. Ystäväsi ei myöskään ymmärrä, mitä merkitystä on sillä, onko algoritmin pahimman tapauksen aikavaatimus $O(1)$, $O(\log n)$, $O(n)$, $O(n^2)$ vai $O(2^n)$. Kirjoita teksti, jossa selität nämä asiat ystävällesi. Kirjoita selitys ystävällesi, älä asian jo osaavalle kokeen tarkastajalle. Sopiva vastauksen pituus on 1 – 1,5 sivua.

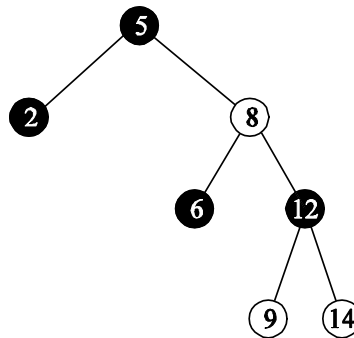
Kysymys liittyy suoraan kurssin pääteeman "algoritmien oikeellisuus ja analyysi" oppimistavoitteisiin (liite 1) "osaa selittää, miksi ja miten algoritmin käyttämää aikaa ja tilaa mallinnetaan asympotoottisesti" ja "ymmärtää, mikä ero on sillä, onko algoritmin asympotoottinen aikavaatimus vakio, logaritminen, lineaarinen, polynomiaalinen vai eksponentiaalinen".

2. (8 p) Olkoon annettu linkitetty lista, jonka jokainen alkio sisältää yhden kokonaisluvun. Luvut ovat listassa muuten nousevassa suuruusjärjestyksessä, mutta etukäteen tiedetään, että yksi listan luvuista on väärässä paikassa. Esimerkiksi listan luvut voisivat olla järjestyksessä 1, 5, 7, 9, 13, 18, 14, 15, jolloin luku 18 on väärässä paikassa. Kirjoita pseudokoodilla algoritmi, joka etsii väärässä paikassa olevan alkion, poistaa sen väärältä paikalta ja lisää alkion listaan oikealle paikalleen. Sinulla ei ole käytössäsi valmiina kurssilla esiteltyjä listaoperaatioita SEARCH, INSERT, PRED, SUCC ja DELETE, vaan sinun on kirjoitettava tarvittava koodi kokonaan itse. Huomaa, että listassa olevat luvut ja lukujen määrä voivat olla eri kuin yllä annetussa esimerkissä. Myöskään väärässä kohdassa olevan alkion paikkaa ei tiedetä etukäteen. Voit itse valita, käytätkö yhteen vai kahteen suuntaan linkitettyä listaa, rengaslistaa vai päättyvää listaa, tunnussolmulla varustettua listaa vai ilman tunnussolmua olevaa listaa. Kerro kuitenkin selvästi, millaista listavariaatiota käytät.

Kysymyksellä testattiin pääteeman "perustietorakenteet (listat, pinot, jonot, keot)" oppimistavoitteen "pystyy toteuttamaan nämä rakenteet ja niiden perusoperaatiot pseudokoodina".

3. a) (2 p) Selitä lyhyesti, millä perusteella punamustassa puussa pisin polku juurisolmusta lehtisolmuun on korkeintaan kaksi kertaa niin pitkä kuin lyhin polku juurisolmusta lehtisolmuun.

b) (4 p) Alla olevassa kuvassa on eräs punamusta puu. (Kuvassa mustat solmut on väritetty sisäpuolelta mustiksi, punaisten solmujen sisäpuoli on valkoinen.) Siihen lisätään uusi avain 15. Selitä miten lisäys ja siihen kuuluva tasapainotus etenevät vaihe vaiheelta ja piirrä puu jokaisessa vaiheessa.



Punamustia puita käsittelevä tehtävä testasi pääteeman "avainhakurakenteet (hakupuut, hajautustaulut)" oppimistavoitteen "osaa jonkin yleisesti keskusmuistissa käytettävän tasapainoisen hakupuurakenteen perusalgoritmien toiminnan periaatteellisella tasolla".

4. (2 p) Selitä lyhyesti (muutamalla virkkeellä), miksi kaksoishajautus (engl. double hashing) toimii avoimessa hajautuksessa (engl. open addressing) yleensä paremmin kuin lineaarinen tai neliöllinen kokeilu.

Toinen pääteeman "avainhakurakenteet (hakupuut, hajautustaulut)" kysymys liittyi oppimistavoitteen "ymmärtää ja osaa selittää hajautuksen periaatteen" hallitsemiseen. Tehtävä mittasi vähän pidemmälle menevää tietoa erilaisista yhteentörmäysten hallintastrategioista.

Toinen kurssikoe

1. Binäärikeko (maksimikeko) on tallennettu taulukkoon seuraavan kuvan mukaisesti:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	14	12	4	8	11	9	2	1	5	3	7

a) (1 p) Piirrä kekoa vastaava binääripuu.

b) (3 p) Poista keosta maksimialkio. Piirrä (binääripuita käyttämällä) se, miten keko muuttuu poiston yhteydessä. Piirrä jokainen välivaihe (puu aina, kun jonkun solmun sisältämä alkio on muuttunut).

c) (3 p) Selitä, miksi ja miten kekoa käytetään apuna Primin algoritmossa verkon minimaalisen virittävän puun laskemisessa.

Tehtävä liittyy pääteeman "perustietorakenteet (listat, pinot, jonot, keot)" tavoitteeseen "osaa kuvata näiden rakenteiden perusoperaatiot periaatteellisella tasolla" sekä aihealueen "verkot" tavoitteeseen "tuntee pienimmän virittävän puun ongelman määritelmän ja Primin algoritmin Dijkstran muunnoksena".

2. Vastaa muutamalla virkkeellä jokaiseen seuraavista kysymyksistä.

a) (2 p) Mitä tarkoittaa hajota ja hallitse -periaate (engl. divide and conquer) algoritmien suunnittelussa?

b) (3 p) Miten tätä periaatetta sovelletaan pikajärjestämisalgoritmissa (engl. quicksort)? Selitä samalla lyhyesti koko algoritmin periaate.

c) (3 p) Miten tätä periaatetta sovelletaan lomitusjärjestämisalgoritmissa (engl. merge sort)? Selitä samalla lyhyesti koko algoritmin periaate.

Tehtävässä testattiin pääteeman "järjestäminen" oppimistavoitteen "hallitsee keskeiset nopeat järjestämisalgoritmit - pikajärjestäminen ja lomitusjärjestäminen" saavuttamista tosin vain periaatteellisella tasolla, kun oppimistavoitteessa puhutaan pseudokoodin tasosta.

3. (3 p) Mikä on lomitusjärjestämisen (engl. merge sort) aika- ja tilavaativuus? Perustele antamasi vaativuustulokset lyhyesti. Tarkkoja matemaattisia johtoja ei kuitenkaan tarvitse esittää.

Tehtävässä testattiin sekä pääteeman "algoritmien oikeellisuus ja analyysi" tavoitteen "pystyy määrittämään yksinkertaisen algoritmin aika- ja tilavaativuuden" että pääteeman "järjestäminen" oppimistavoitteen "hallitsee keskeiset nopeat järjestämisalgoritmit - lomitusjärjestäminen" hallintaa.

4. Suuntaamaton verkko $G = (V, E)$ kuvaa tieverkkoa siten, että verkon solmut ovat risteyksiä tai teiden päätepisteitä ja kaaret risteyksien (tai päätepisteiden) välillä olevia teitä. Jokaiseen kaareen (u, v) liittyy paino $w(u, v)$, joka kertoo solmuja u ja v yhdistävän tien pituuden. Lisäksi jokaiseen kaareen liittyy totuusarvoinen attribuutti $t(u, v)$, jonka arvo on true, jos tieosuudella on käynnissä tietyö ja false, jos tieosuudella ei ole käynnissä tietöitä. Haluat löytää solmusta a solmuun b lyhimmän reitin, joka ei sisällä yhtään sellaista osuutta, jossa on käynnissä tietöitä.

a) (3 p) Esitä sellaisen algoritmin periaate, joka löytää annettujen solmujen välillä lyhimmän reitin, jolla ei ole lainkaan käynnissä tietöitä. Antamasi algoritmin tehokkuus vaikuttaa vastauksesi arvosteluun. Jos käytät hyväksesi jotain tunnettua verkkoalgoritmia, selitä myös tämän algoritmin toiminta.

b) (3 p) Kirjoita (a)-kohdassa selostamasi algoritmi pseudokoodilla. Tässäkin kohdassa annetun algoritmin tehokkuus otetaan huomioon vastauksen arvostelussa. Jos algoritmisi tarvitsee verkon ohella jotain toista kurssilla opetettua tietorakennetta (esim. jono, hakupuu tms.), voit olettaa tuon tietorakenteen operaatioiden olevan käytössäsi. Niiden koodia ei tarvitse kirjoittaa.

Tehtävä liittyy pääteeman "verkot" oppimistavoitteeseen "tuntee lyhimpien polkujen ongelman määrittämisen ja Dijkstran algoritmin periaatteellisella tasolla".

4 AJANKÄYTÖN SEURANTA

4.1 Ajankäyttö ja oppiminen

Opetussuunnitelmatyö, sen linjakkuus⁴ ja suunnitelmallisuus nousivat voimakkaasti esille Bologna-prosessin yhteydessä. Opetussuunnitelmien tulisi kattaa koko opiskelijan opintokaari ja opintojen tulisi olla mitoitukseltaan sellaisia, että oppimiseen varataan riittävästi aikaa suhteessa opetettaviin asioihin. Kuormittavuutta tulisi tarkastella paitsi yksittäisten opintojaksojen kohdalla myös koko tutkinnon tasolla, jotta tutkintojen valmistuminen annetuissa aikatavoitteissa olisi mahdollista.

Ajankäytön kannalta opetussuunnitelmatyössä keskeisiä suunnittelun välineitä ovat opintojaksojen mitoitus ja niiden kuormittavuus. Ymmärtävä, syvälinen oppiminen vaatii opiskelijalta ajattelua ja siten aina myös aikaa. Ymmärtävään oppimiseen vaadittava aika on yksilöllistä ja siihen vaikuttavat mm. opiskelijan kyvykkyys, motivaatio, lähtötietojen todellinen taso, kurssin vaativuus ja vaikeustaso sekä opetuksen ja ohjauksen laatu.⁵ Opiskelijan ajankäyttöä tutkittaessa on hyvä huomioida myös opiskelijan lähestymistapa oppimiseen (*approaches to studying*). Lähestymistavalla tarkoitetaan tapoja, joilla opiskelija kokee, ymmärtää ja tulkitsee tiettyä oppimistehtävää.⁶ Marton⁷ ja Entwistle⁸ kollegoineen jaotteli lähestymistavat kahteen eri suuntaukseen: *pintasuuntautuneeseen* ja *syväsuuntautuneeseen*, jotka ovat teoreettisesti toisilleen vastakkaiset. Syväsuuntautunut opiskelija pyrkii yhdistämään oppimaansa aikaisempaan tietoon, ymmärtämään taustalla olevia periaatteita ja muodostamaan merkityksellisiä rakenteita. Pintasuuntautunut opiskelija puolestaan käsittelee oppimaansa rutiininomaisesti ja joustamattomasti, jolloin oppiminen on sarja peräkkäin muistettavia asioita, jotka unohtuvat nopeasti tentin jälkeen. Entwistle ja Ramsden toivat tähän jaotteluun lisäksi *strategisen suuntautumisen*, jossa arviointimenetelmät vaikuttavat opiskelijan lähestymistapaan. Strategisen opiskelijan tavoitteena on suorittaa kurssi mahdollisimman korkein arvosanoin siten, että hän opiskelee mahdollisimman järjestelmällisesti ja johdonmukaisesti.⁶

Ongelmana opiskelun ajankäytössä on se, etteivät opiskelijat ota riittävästi huomioon opintojaksojen mitoittamisen perusteita eivätkä oppimiseen tarvittavaa aikaa. Myöskään opintopisteen ja kurssin sisällön oppimiseen tarvittavan ajan yhteyttä ei ymmärretä. Oulun yliopistossa tehdyissä ajankäyttötutkimuksissa on havaittu, että ajankäytön tiedostaminen opintojen alkuvaiheessa lisää opiskelijoiden opintoihin käyttämää aikaa tulevissa opinnoissa.⁹ Opetussuunnitelmissa tulisikin entistä selkeämmin ohjata opiskelijoita myös suunnitelmalliseen ajankäyttöön, jotta saavutetaan syvälinen oppimista.

⁴ Biggs, J. (2003), *Teaching for Quality Learning at University*, 2. ed., Open University Press, London.

⁵ Karjalainen, A. (2003), *Anna aikaa ajatella*, Oulun yliopiston kehittämissyksikön julkaisuja.

⁶ Lindblom-Ylänne, S., Nevgi, A. ja Kaivola, T. (2003), *Yliopisto- ja korkeakouluopettaja käsikirja*, luku 6 s. 116, WSOY, Vantaa.

⁷ Marton & Säljö (1976), *On qualitative differences in learning: 1. Outcome and process*. *British Journal of Educational Psychology*.

⁸ Entwistle & Ramsden (1983), *Understanding Student Learning*, London, Croom Helm.

⁹ Wennström, M. (2006), *Haluaisin ymmärtää*, Oulun yliopiston Opetuksen kehittämissyksikkö, Yliopistopaino, Oulu.

4.2 Tavoitteet ja toteutus

Keväällä 2006 Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta toteutti yhteistyössä ainelaitosten kanssa koko tiedekunnan kattavan ajankäytön seurantatutkimuksen ensimmäisen vuoden opiskelijoille. Tietojenkäsittelytieteen laitoksella tutkimukseen valittiin aineopintoihin kuuluva pakollinen Tietorakenteet-kurssi.

Ajankäytön seurantatutkimuksen tavoitteena oli

- selvittää opiskelijoiden itselleen asettamia oppimistavoitteita,
- kerätä tietoa opiskelijoiden ajankäytöstä kurssien aikana,
- selvittää ajankäytön suhdetta opintomenestykseen ja opintojen etenemiseen,
- saada opiskelijoiden tietoisuuteen heidän todellinen ajankäyttönsä suhteessa kursseille varattuun työskentelymäärään,
- selvittää kurssien kuormittavuutta,
- tukea opiskelijan oppimisprosessia ja opiskelukokemuksia sekä
- antaa kurssin vastuuhenkilöille tietoa kurssin suunnitteluun ja opetussuunnitelmatyöhön (ongelmakohdat, kuormittavuus, keskeyttämisen syyt).

Kyselytutkimuksen pohjana käytettiin Oulun yliopiston opetuksen kehittämissyksikön laatimaa ajankäytön seurantakyselyä⁹, jota muokattiin tutkimukseen sopivaksi. Tutkimus toteutettiin kolmessa osassa, joista kaksi ensimmäistä tehtiin paperikyselynä (liitteet 2 ja 3) ja kolmas sähköisenä lomakkeena (liite 4). Tutkimuksen toteutuksesta ja aineiston analysoinnista vastasi tiedekunnan opetuksen kehittämisen suunnittelija.

Kyselyn ensimmäisen osan (liite 2) opiskelijat täyttivät kurssin ensimmäisellä laskuharjoituskerralla ja siinä kartoitettiin

- monettako kertaa opiskelija osallistuu kurssille,
- onko hän pää- vai sivuaineopiskelija,
- mitkä ovat kurssin oppimistavoitteet (opiskelijan näkemys),
- minkälaiset oppimistavoitteet opiskelijalla on kurssin suhteen,
- mitkä asiat vaikuttavat opiskeluun ja
- montako tuntia viikossa opiskelija työskentelee ansiotyössä opintojen ohessa.

Toisessa osassa opiskelijat seurasivat yhden opetusperiodin ajan (7 viikkoa) viikoittain kurssiin käyttämänsä aikaa. Opiskelijat seurasivat ajankäyttöään kontaktiopetukseen ja omaan työskentelyyn. Kontaktiopetus oli jaettu luento-opetukseen ja muuhun kontaktiopetukseen (harjoitukset, seminaarit, tenttitilanteet) ja oma työskentely opetustilanteisiin valmistautumiseen, kirjallisten töiden tai harjoitustehtävien tekemiseen sekä tenttiin valmistautumiseen. Opintoihin käytetty aika merkittiin seurantalomakkeisiin minuutteina ja kontaktiopetuksessa yksi 45 minuutin luento kirjattiin 60 minuutiksi. Ohjeistuksessa oma työskentely pyydettiin kirjaamaan 15 minuutin tarkkuudella (liite 3).

Kolmannessa osassa (liite 4) opiskelijoilta kysyttiin sähköisellä lomakkeella mitä he mielestään oppivat, saavuttivatko opiskelijat itselleen asettamansa oppimistavoitteet ja kuinka kuormittavalta kurssin työmäärä tuntui.

Tietorakenteet-kurssin kesto on kaksi opetusperiodia eli 14 viikkoa, mutta ajankäytön seuranta tehtiin vain ensimmäisen periodin ajan eli 7 viikkoa. Tähän päädyttiin, koska ajankäytön seuranta koko kurssin ajalta olisi saattanut tuntua opiskelijoista liian työläältä ja siten laskenut vastausten määrää. Riittävän tutkimusaineiston saamiseksi Tietorakenteet-kurssilla kannustettiin opiskelijoita

ajankäytön seurantaan antamalla heille lisäpisteitä kurssin laskuharjoitustehtäviin. Edellisen kerran opiskelijoiden ajankäyttöä tietorakenteiden kurssilla seurattiin keväällä 2004 tehdyssä kuormittavuusseurannassa.¹⁰

4.3 Tuloksia

4.3.1 Oppimistavoitteet

Tutkimuksen ensimmäiseen osaan vastasi 102 opiskelijaa, joista 22 % osallistui kurssille toista tai useampaa kertaa. Sivuaineopiskelijoita oli seitsemän, joiden pääaineet ovat tähtitiede (1), kemia (1), teoreettinen filosofia (1) ja matematiikka (4).

Kurssin oppimistavoitteita kysyttäessä suurin osa opiskelijoista ei osannut määritellä niitä. Vain 19 opiskelijaa 102:sta eli 17 % vastasi kysymykseen ja silloinkin määrittelyt viittasivat enemmän omaan oppimistavoitteisiin kuin kurssille määritettyihin oppimistavoitteisiin. Tutkimuksen kolmanteenkin osaan vastasi 54 opiskelijaa.

Kurssille määritellyiksi oppimistavoitteiksi mainittiin

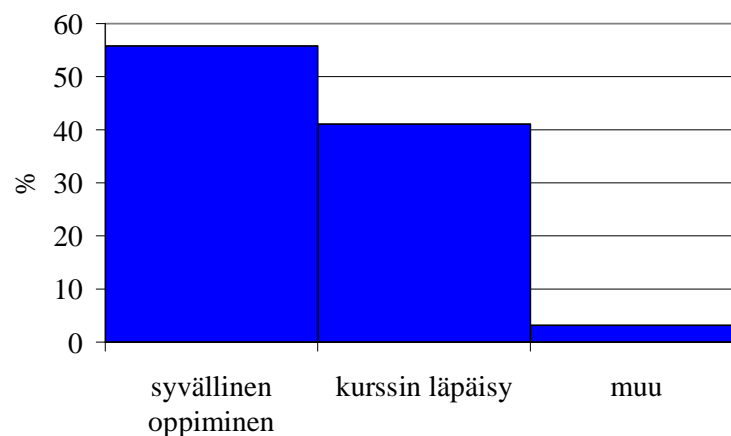
- *Hakupuiden ja verkkojen osaaminen, pseudokoodin oppiminen.*
- *Oppia algoritmien analysoinnin perusteet ja tietorakenteiden ominaisuuksia ja käyttö.*
- *Oppia algoritmien toiminta ja ajattelemaan algoritmisesti.*
- *Ymmärtää algoritmien luonne, tarpeellisuus ja vaativuus. Oppia luomaan oikeat algoritmit oikeisiin tilanteisiin.*

Oman oppimistavoitteen kohdalla vaihtoehtoiksi annettiin:

- 1) Haluan ymmärtää asiat syvällisesti.
- 2) Tavoitteeni on läpäistä kurssi.
- 3) Tavoitteeni on ... (muu, mikä?).

Tähän kohtaan vastasi 95 opiskelijaa, joista 56 % valitsi syvällisen ymmärtämisen, 41 % tentin läpäisyn ja 3 % muun tavoitteen (kuva 5).

Kuva 5: Opiskelijoiden omien oppimistavoitteiden osuudet (n = 95)



¹⁰ Huovinen (2004), <http://www.cs.helsinki.fi/u/mphuovin/seuranta.html>

Muihin tavoitteisiin oli mainittu

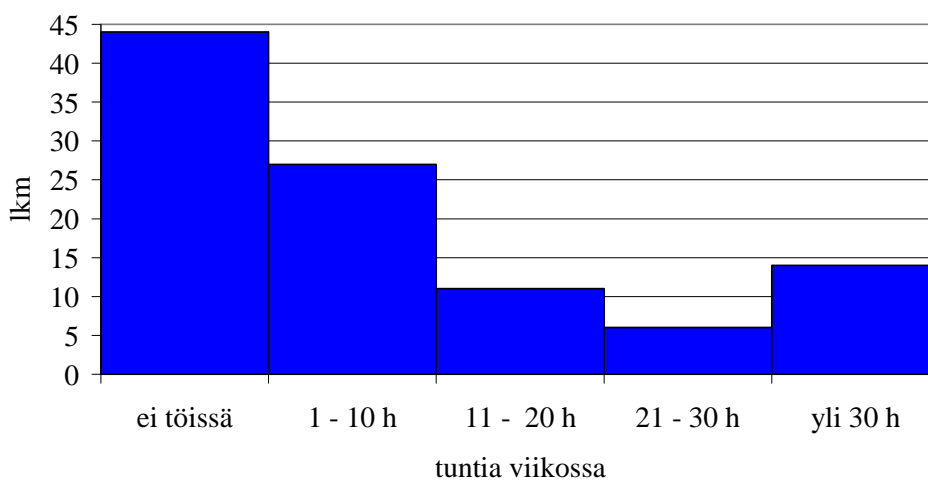
- *asioiden ymmärtäminen oman rajallisen ajankäytön suhteen,*
- *halu oppia hyödyntämään kurssin tietoa omiin koneellisiin ongelmiin ja*
- *ymmärtää asiat suhteellisen hyvin.*

4.3.2 Ajankäyttö

Ajankäyttöä tarkasteltaessa laskennallinen opiskelijan tuntityömäärä on 8 opintopisteen laajuisella kurssilla 216 tuntia. Jos kurssin kestoajaksi lasketaan 14 viikkoa (= 2 periodia), niin keskimääräinen opiskelijan viikkotyömäärä on 15,4 tuntia. Kurssin opetusjärjestelyissä 6 viikkotuntia on varattu kontaktiopetukselle ja loput runsaat 9 tuntia itsenäiselle työskentelylle. Periodin viimeisellä viikolla (koeviikolla) ei kuitenkaan kontaktiopetusta ole.

Tietojenkäsittelytieteessä on hyvin yleistä, että opiskelijat rekrytoituvat työelämään jo hyvin varhaisessa opintojen vaiheessa. Ajankäyttöä tutkittaessa haluttiin selvittää myös ansiotyöskentelyn mahdollinen vaikutus opiskelun ajankäyttöön ja opintomenestykseen. Tietorakenteet-kurssin opiskelijoista 56 % kävi töissä opintojen ohella (kuva 6).

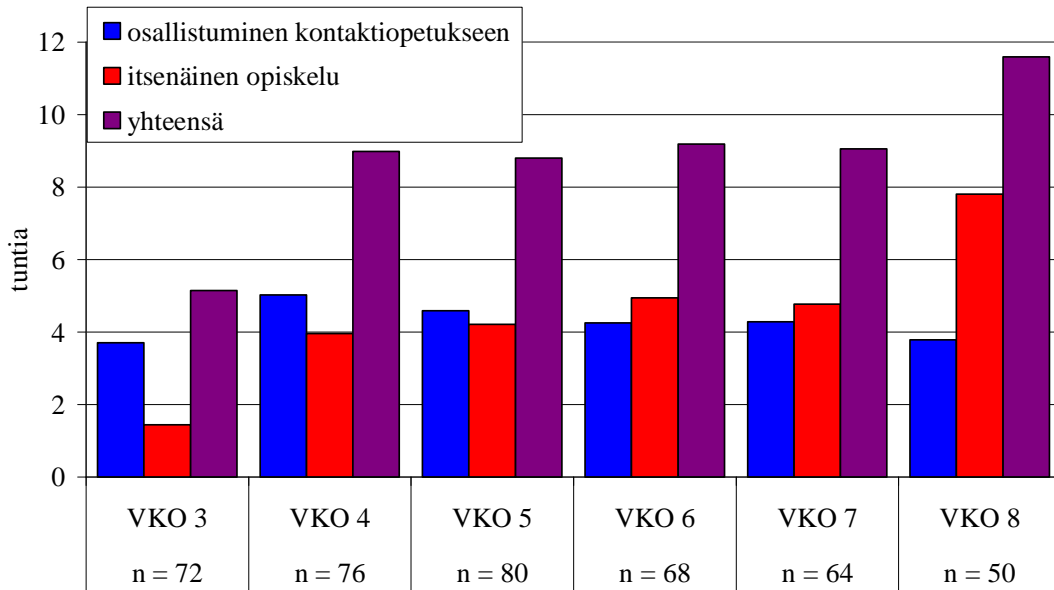
Kuva 6 : Opiskelijoiden (n = 102) työssäkäynti kurssin aikana



Tutkimuksen toisessa osassa 93 opiskelijaa eli 87,4 % osallistujista seurasi omaa ajankäyttöään enemmän tai vähemmän säännöllisesti. Opiskelijat palauttivat viikon alussa edellisen viikon seurantalomakkeet laskuharjoitusassistenteille, jotka toimittivat ne suljetussa kirjekuoressa edelleen tiedekuntaan.

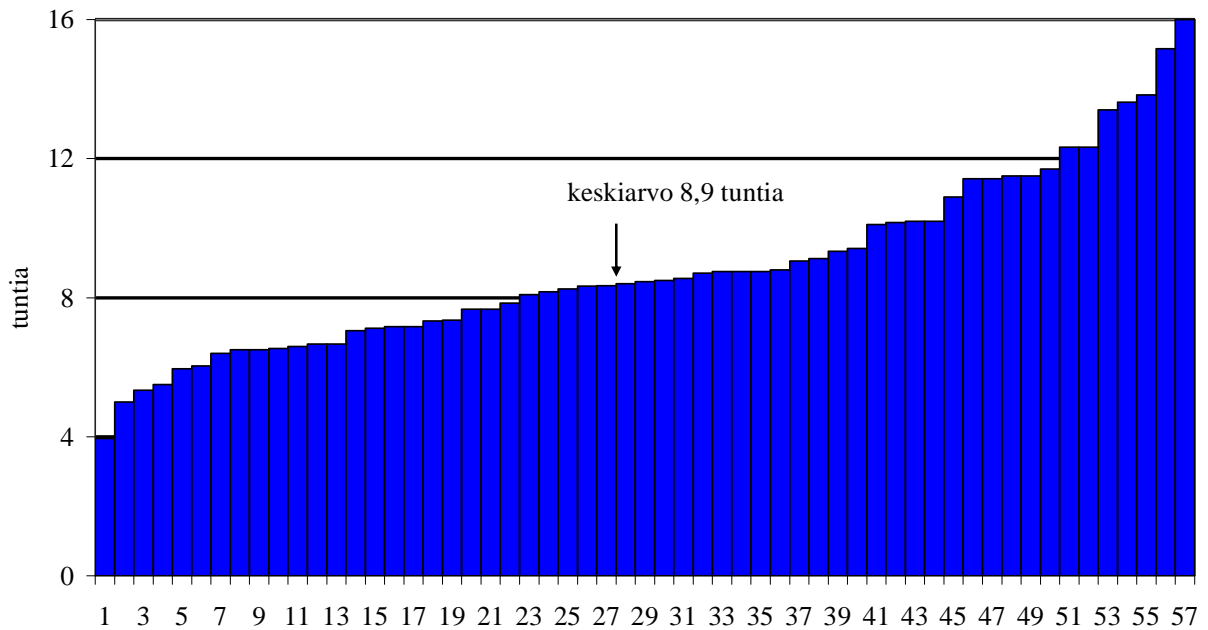
Viikoittaisen keskimääräisen ajankäytön laskennassa (kuva 7) on huomioitu kaikki seurantalomakkeen ko. viikosta palauttaneet. Osassa lomakkeista opiskelijoiden kontaktiopetukseen kirjaama aika ylitti kontaktiopetukseen tarjotun ajan eli 6 tuntia. Tämä voi selittyä sillä, että opiskelijat ovat osallistuneet esimerkiksi useampaan laskuharjoitusryhmään.

Kuva 7: Keskimääräinen ajankäyttö viikoittain



Kuvassa 8 on niiden opiskelijoiden viikoittainen keskimääräinen opiskeluaika, jotka vastasivat ajankäyttökyselyyn vähintään kolmena viikkona. Opiskeluaikaan on laskettu yhteen osallistuminen kontaktiopetukseen ja itsenäiseen opiskeluun käytetty aika.

Kuva 8: Opiskelijoiden (n = 57) keskimääräinen opiskeluaika viikossa



Edellä olevista kuvista nähdään, että opiskelijat käyttävät opiskeluihinsa huomattavasti vähemmän aikaa kuin kurssin sisällön oppimiseen keskimäärin tarvitsisi.

4.3.3 Kuormittavuus

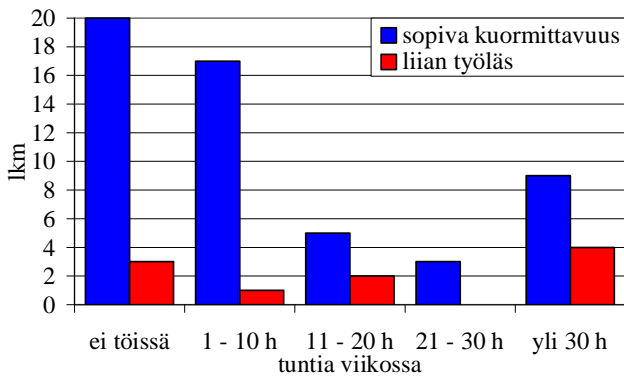
Seurantajakson päätteeksi eli kurssin puolella välissä opiskelijoille lähetettiin sähköinen lomakekysely (liite 4). Tähän vastasi 57 opiskelijaa eli 56 % kurssille osallistuneista opiskelijoista. Vastanneista 82 % piti kurssia tässä vaiheessa kuormittavuudeltaan sopivana ja loput 18 % liian kuormittavana. Kuormittavuuden ja stressin tunnetta aiheuttivat päällekkäisyys muiden opintojen (8 mainintaa), laskuharjoitusten tai ryhmätöiden suuri työmäärä (5), päätoiminen työskentely (5), oma saamattomuus (5), tenttiin valmistautuminen (4), sairastelu (2) ja ennen väärin opitun asian oppiminen uudella tavalla (1).

Seurantajakson aikana vain yksi opiskelija ylitti niukasti (16 tuntia) laskennallisen opiskelijan keskimääräisen viikkotuntityöajan (15,4 tuntia) ja keskiarvo oli vain 8,9 tuntia. On kuitenkin muistettava, että kyselyssä 45 minuutin kestoisen luennon seuraaminen on laskettu 60 minuutin mittaiseksi, josta seuraa se, että laskettu keskiarvo (8,9 tuntia) on liian korkea. Oikeampi keskiarvo olisi noin 8,0 – 8,5 tuntia riippuen opiskelijoiden luentojen seuraamiseen käytetystä viikoittaisesta keskimääräisestä ajasta.

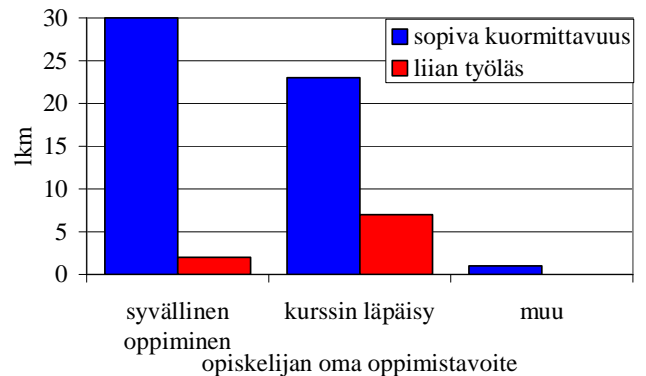
Tässä yhteydessä verrattiin ansiotyöskentelyn vaikutusta kuormittavuuden tunteeseen (kuva 9). Näyttää siltä, että suurempi osuus kokopäiväisessä ansiotyössä olevista tunti kurssin liian työlääksi kuin ne opiskelijat, jotka eivät olleet ansiotyössä lainkaan tai alle 10 tuntia viikossa. Liian työläänä kurssia pitävien lukumäärä on niin pieni, että luotettavia johtopäätöksiä ei voi tehdä.

Kuormittavuutta näyttävät tuntevan enemmän ne opiskelijat, jotka olivat asettaneet oppimistavoitteekseen vain kurssin läpäisyn (kuva 10).

Kuva 9: Työskentely ja tunne kuormittavuudesta (n = 54)



Kuva 10: Oppimistavoitteen suhde kuormittavuuteen (n = 54)



4.3.4 Oppimiskokemus

Opiskelijoita pyydettiin arvioimaan oppimiskokemustaan seuraavien väittämien avulla ja perustelemaan valintansa sanallisesti (suluissa vastausten määrä).

- 1) Oppimiseni oli mielestäni opintojakson tavoitteiden mukainen (16)
- 2) Ymmärsin asiat erittäin hyvin ja sain välineitä ajattelulleni/toiminnalleni (20)
- 3) Saihan tuosta irti jotakin (22)
- 4) Läpäisin tentin, se riittää (2)
- 5) En oppinut mitään uutta. Asiat oli opetettu jo aiemmilla opintojaksoilla (0)
- 6) En tiedä mitä opin (0)
- 7) Muu, mikä? (4)

Vaihtoehtoista kohta 1 edustaa strategisesti suuntautumista, kohta 2 syväsuuntautuvaa ja kohdat 3 ja 4 pintasuuntautuvaa lähestymistapaa. Kurssi onnistui ainakin siinä suhteessa, että kaikki opiskelijat tiesivät oppineensa ainakin jotain kurssilla. Oppimiskokemuksista oli mahdollista valita useampi vaihtoehto samanaikaisesti.

Valintojen sanalliset perustelut luokiteltiin kolmen lähestymistavan perusteella *pintasuuntautuneeseen*, *syväsuuntautuneeseen* ja *strategiseen* lähestymistapaan. Alla on koottu esimerkkejä kysymyksittäin valintojen perusteluista.

1) Oppimiseni oli mielestäni opintojakson tavoitteiden mukainen.

Syväsuuntautuneita

Mielestäni opin kohtuullisen hyvin kurssin tärkeimmät asiat ja sain ymmärtämystä siitä, kuinka käsiteltyjä asioita voidaan hyödyntää käytännön työssä ja mikä kyseisten asioiden merkitys on.

Kurssi ei ole vielä ohi, mutta olen oppinut mielestäni kurssin sisällön sekä uusia tapoja ajatella.

Strategisesti suuntautuneita:

Aivan kaikkea en kurssilta ymmärtänyt, mutta uskon saaneeni sen opin mitkä tarkoitus olikin.

En näe mieltä opiskella, jos tavoitteeni ei ole myös oppia. Alkuperäinen tavoitteeni oli kohdan 2) mukainen, mutta työkiireistä johtuen jouduin laskemaan riman tasolle ”ymmärrän asiat”.

Tein miltei kaikki laskuharjoitukset ja muutenkin jouduin panostamaan kurssin läpäisyyn poikkeuksellisen paljon ennen kuin se onnistui.

2) Ymmärsin asiat erittäin hyvin ja sain välineitä ajattelulleni/toiminnalleni.

Syväsuuntautuneita:

Ajattelulle ja toiminnalle on todella tullut välineitä. Kehittelen jo päässäni algoritmia, joka ratkaisee sudokun kuin sudokun millisekunnissa.

Tarvitsen oppimiani välineitä väitöstutkimuksessani. Tunsin kurssilla käsiteltävät asiat pintapuolisesti jo ennen kurssin alkua, mutta kurssin aikana tiedot syventyivät ja laajenivat ja pystyn nyt entistä paremmin valitsemaan sopivat ratkaisuvälineet kulloiseenkin ongelmaan.

Loppujen lopuksi aika käytännönläheinen kurssi, josta hyötyä ”oikeassa elämässä”.

Ymmärsin mielestäni kurssin kaikki asiat hyvin. Kurssin asiat olivat pääosin kiinnostavia ja tuntuivat myös hyödyllisiltä, mikä auttoi motivaation pysymisessä. Näitä oppeja olen ehtinyt jo jonkin verran hyödyntääkin ohjelmoinnissa.

Kurssin keskeiset algoritmit (ja suurin osa tietorakenteistakin) olivat enimmäkseen uusia tuttavuuksia ja ymmärsin mielestäni niiden kaikkien toiminnan täysin.

Strategisesti suuntautuneita:

Kurssin ymmärrettävyys/vaikeustaso oli aika sopiva. Harjoitustyöt olivat oppimisen kannalta keskeisessä asemassa.

Asia on loogisesti oikeaa ja hyödyllistä. Joka tapauksessa joudun tsemppaamaan kurssin kanssa.

Ymmärsin kurssin tavoitteet ja pointin, enemmän panostamisella olisin tosin hyötynyt kurssista enemmän.

3) Saihan tuosta irti jotakin

Strategisesti suuntautuneita:

Kurssi oli hyödyllinen, mutta minun täytyy vielä hieman prosessoida sen sisältöä ennen kuin voin sanoa sisäistäneeni kurssin asiat.

Jos olisin alusta asti ottanut hommat haltuun niin olisin saanut varmaan irti enemmänkin. Kyllä kuitenkin tuntuu, että jos käytyihin asioihin törmää tulevaisuudessa niin osaa niitä pääpiirteissään.

Minulla ei ole ollut mahdollisuutta ymmärtää asioita niin hyvin kuin haluaisin, koska en ole pystynyt osallistumaan luennoille.

Pintasuuntautuneita:

En ainakaan mielestäni oppinut hyvin, mutta joitain pieniä asioita muistan, tosin en kaikkea.

Tuntuu, että kaikki mitä lukee laskareita varten (ja osaa laskarit sitten tehdä), poistuu seuraavalla viikolla viimeistään (jos ei heti laskareiden jälkeen).

No meni se paremmin kuin rimaa hipoen, mutta en nyt uskalla sanoa ymmärtäneeni kaikkea erittäin hyvinkään.

On mielenkiintoista tietää näitä asioita, tietorakenteista ohjelmien takana, mutta en todennäköisesti osaisi käyttää niitä yhtään mihinkään.

Jos olisin panostanut enemmän, niin olisin ehkä oppinut enemmän. Tällä panostusmäärällä sai kumminkin jotain irti.

4) Läpäisin tentin, se riittää vastaukset ilmentävät *strategista suuntautumista*.

Jos 2. kurssikoe menee riittävän hyvin ja opintojaksosta pääsee läpi, se riittää. Tietysti hyvä arvosana lämmittää mieltä, mutta itsestäni tiedän sen, että arvosanaan 5 pääseminen edellyttäisi niin paljon työtä, että se ei välttämättä olisi mielekästä. Olen täällä opiskellakseni itselleni tutkinnon kohtalaisen nopeasti ja opin samalla sen mitä mahdollisesti sinä aikana voin oppia. Keskityn syvällisesti niinin asioihin, jotka sattuvat minua kiinnostamaan ja näen ne käyttökelpoisiksi tulevilla työurallani.

Kaikki tietojenkäsittelytieteeseen liittyvät asiat ovat niin uusia ja vaikeita, etten halua asettaa itselleni liian korkeita tavoitteita.

7) Muu, mikä?

Strategista suuntautumista:

Opin kohtuullisesti sen minkä ehdin opetella. En tiedä läpäisenkö tentin (ensimmäisen välikokeen kyllä juuri ja juuri, mutta toiseen ei taida näillä tiedoilla kannattaa osallistua)

Joistain asioista sai paljonkin irti, toisaalta jotkin asiat yhä edelleen epäselviä, ei voi kuin toivoa ettei niitä kysytä tentissä. Ensimmäinen osa kurssista oli vaikeusasteeltaan ihan sopiva ja harjoitukset tukivat hyvin oppimista.

Ymmärsin keskeisimmät asiat ja sain välineitä ajattelulleni/toiminnalleni, mutta paremminkin olisin voinut opintojakson suorittaa. Opintojakson tavoitteet sain juuri ja juuri varmaankin täytettyä. Oma tavoitteeni oli läpäistä opintojakso mahdollisimman hyvällä arvosanalla.

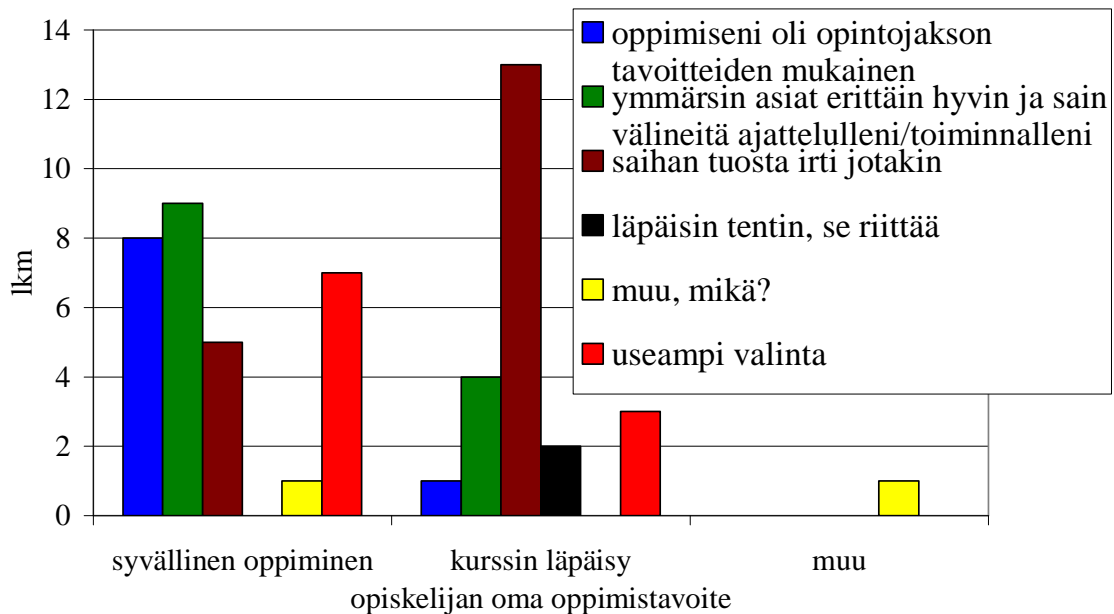
Taulukossa 2 on yhteenveto oppimiskokemusten valintojen sanallisten perustelujen luokittelusta syväsuuntautuneeseen, pintasuuntautuneeseen ja strategiseen lähestymistapaan. Ei-luokitelluissa ovat sellaiset perustelut, joista ei selkeästi voinut tulkita lähestymistapaa.

Taulukko 2: Opiskelijoiden vastaukset opiskelun lähestymistapojen mukaisesti luokiteltuna

kysymys	syväsuuntautunut	pintasuuntautunut	strateginen	ei luokiteltu	Yht.
1	4	0	5	-	9
2	4	1	4	6	15
3	-	9	6	4	19
4	0	0	2	-	2
7	0	0	3	-	3
Useampi valinta	2	1	5	2	10
Yht.	10	11	25	12	58

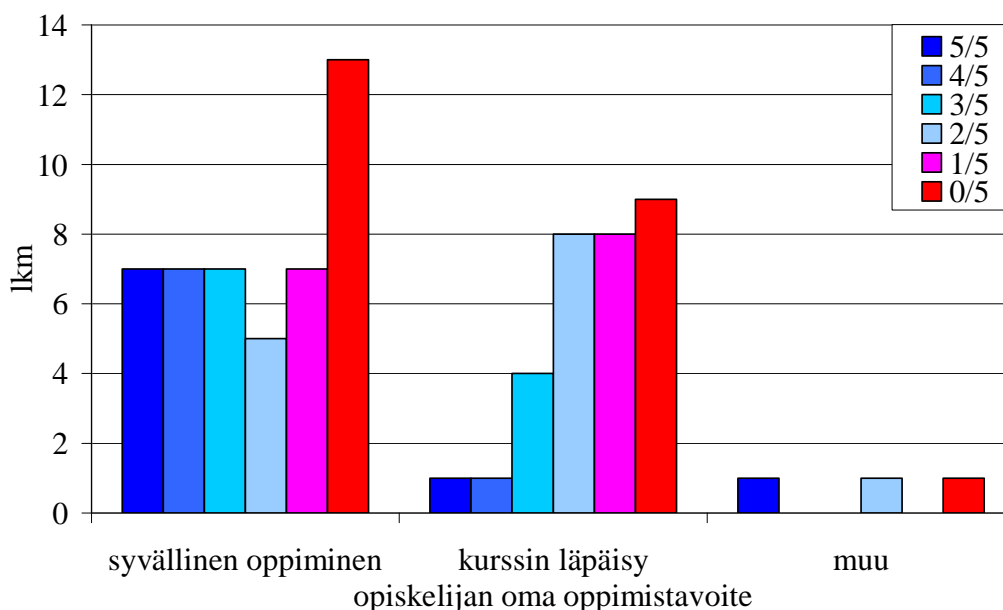
Kolmanteen kyselyyn vastanneista 55 % asetti omaksi oppimistavoitteekseen syvällisen ymmärryksen. Kun oppimiskokemuksia verrattiin omiin oppimistavoitteisiin kurssin puolella välissä, saatiin kuvan 11 mukainen jakauma. Kuvasta näkee, että omat oppimistavoitteet ja kokemukset oppimisesta vastaavat hyvin toisiaan.

Kuva 11: Oman oppimistavoitteen suhde oppimiskokemukseen kurssin puolella välissä (n = 54)



Kurssilla menestymisen ja oman oppimistavoitteen yhteyttä verrattaessa nähdään kuvasta 12, että niistä opiskelijoista, jotka asettivat kurssin alussa oppimistavoitteekseen ymmärtävän oppimisen (n = 46), saavutti 14 (30 %) arvosanan 5/5 tai 4/5 ja 13 (28 %) ei saanut kurssia suoritettua ollenkaan. Niistä opiskelijoista, jotka asettivat oppimistavoitteekseen vain kurssin läpäisyn (n = 31), saavutti vain 2 arvosanan 5/5 tai 4/5 ja 9 (29 %) hylättiin.

Kuva 12: Oman oppimistavoitteen suhde kurssilla menestymiseen



Opiskelijat antoivat myös avointa palautetta kurssiin liittyen. Avoimessa palautteessa kurssi sai moitteita

- laskuharjoitustehtävien ja ryhmätehtävien kuormittavuudesta ja työmäärän jakautumisesta epätasaisesti,
- ryhmissä työskentely koettiin hankalaksi,
- toivottiin enemmän aikaa vaikeampien asioiden käsittelyyn,
- liian nopeasta etenemistahdista,
- työssäkäyville toivottiin luentoja ilta-aikaan ja
- toivottiin miettimistä vaativia tehtäviä enemmän pitkien algoritmiketjujen simuloinnin sijaan.

Kehuja tuli puolestaan

- mielenkiintoisesta kurssisisällöstä,
- hyvästä toteutuksesta,
- luennoitsijan selkeästä ja selittävästä luennointityylistä,
- monipuolisista harjoitustehtävistä ja
- hyvästä luentomateriaalista.

Tutkimuksen otosta voidaan pitää edustavana, koska vastausprosentti oli yli 50 %. Ajankäytön tutkimus toi selkeästi esille sen, että vaikka 56 % opiskelijoista asettaa omaksi oppimistavoitteekseen syvällisen, ymmärtävän oppimisen, he käyttävät opiskeluunsa aikaa huomattavasti vähemmän kuin tämän tavoitteen saavuttaminen vaatisi. Tämä näkyy myös kurssin reuttaneiden suurena määränä.

Kurssin puolella välissä opiskelijat kokivat kurssin kuormittavuudeltaan sopivaksi. Opiskelijoiden ajankäyttöä olisi kuitenkin kannattanut seurata koko opintojakson ajan, jotta olisi saatu selville opiskelijoiden kokonaisajankäyttö kurssin aikana. Ajan merkitseminen tosin vaatii vielä miettimistä: nythän kontaktiopetuksen ilmoitettu aika oli suurempi kuin todellinen käytetty aika, koska kontaktiopetuksen todellinen 45 minuuttia merkittiin vastaamaan 60 minuuttia.

Myös opintojakson oppimistavoitteiden määrittelyä on selkiytettävä entisestään ja tuotava ne paremmin esiin opiskelijoille, koska opiskelijat eivät osanneet määritellä kurssille asetettuja oppimistavoitteita. Oppimistavoitteet ja arviointimenetelmät ohjaavat opiskelijoiden lähestymistapaa opiskeluun voimakkaasti. Kyselyyn vastanneista 43 % opiskelijoista voitiin luokitella lähestymistavaltaan strategisesti suuntautuneeksi.

5 SELVITYKSIÄ LÄHTÖTASOTESTIN TULOKSISTA

5.1 Yleistä

Tässä luvussa jaotellaan lähtötasotestin tehtävät matematiikan ja tietojenkäsittelytieteen tehtäviin sekä opiskelijat opiskeluhistorian mukaan eri ryhmiin. Lähtötasotestin tehtävien osaamista verrataan ryhmien kesken piirtämällä verrattavien ryhmien pistejakaumat vierekkäin ja laskemalla keskiarvojen erotuksen itseisarvon tilastollinen merkitsevyys. Keskiarvojen erotuksen itseisarvon empiirinen jakauma laskettiin olettaen hypoteesin

H_0 : Tutkittava ominaisuus ei vaikuta havaittujen aineistojen keskiarvoihin

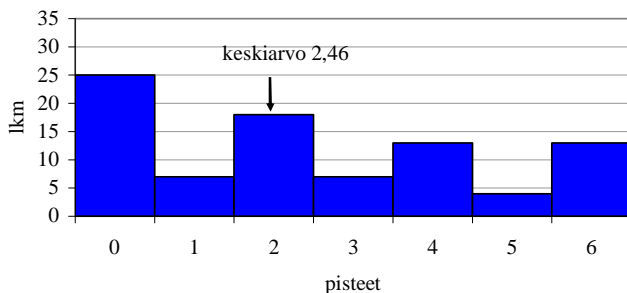
olevan voimassa. Empiirinen jakauma muodostettiin 10 000 satunnaistuksen pohjalta, jolloin tilastollinen merkitsevyys voidaan päätellä noin 1/1000 tarkkuudella, kun havaittua keskiarvojen erotuksen itseisarvoarvoa verrataan laskettuun empiiriseen jakaumaan. Menetelmä selostetaan tarkemmin alla ensimmäisen tutkittavan ominaisuuden kohdalla.

5.2 Matemaattisten tehtävien ja tietojenkäsittelyllisten tehtävien osaamisen vertailu

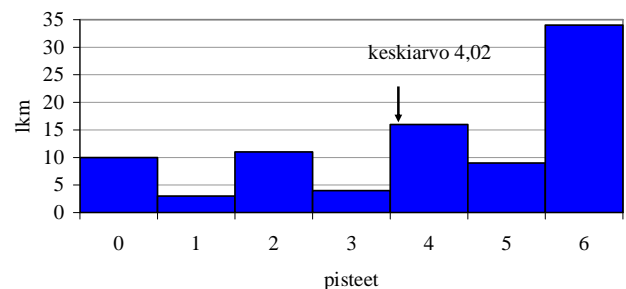
Kuvassa 13 on lähtötasotestin matemaattisten tehtävien vastausten pistejakauma ja kuvassa 14 ohjelmointiin liittyvien tehtävien vastausten pistejakauma. Kuvissa jakaumat vaikuttavat erilaisilta. Testataan havaitun keskiarvojen erotuksen itseisarvon tilastollista merkitsevyyttä seuraavasti.

1. Kuvan 13 havainnot ($n_1 = 87$) ja kuvan 14 havainnot ($n_2 = 87$) yhdistetään $n_1 + n_2$ havainnon joukoksi.
2. Yhdistetty havaintojoukko jaetaan satunnaisesti kahdeksi joukoksi, joiden koot ovat n_1 ja n_2 .
3. Lasketaan ja talletetaan kohdan 2 joukkojen keskiarvojen erotuksen itseisarvo.
4. Toistetaan kohtia 1 – 3 monta ($N = 10\,000$) kertaa.
5. Järjestetään kohdan 4 arvot suuruusjärjestykseen ja verrataan havaittua keskiarvojen erotuksen itseisarvoa järjestettyyn joukkoon. Olkoon k satunnaistuksen tuloksena saatua arvoa suurempia kuin havaittu arvo. Tällöin voidaan päätellä, että havaittu arvo on sattuman tulosta todennäköisyydellä $p \approx k / N$.

Kuva 13: Lähtötasotestin matemaattisten tehtävien (1, 5 ja 6) yhteispisteet (n = 87)



Kuva 14: Lähtötasotestin ohjelmointitehtävien (2, 3 ja 4) yhteispisteet (n = 87)

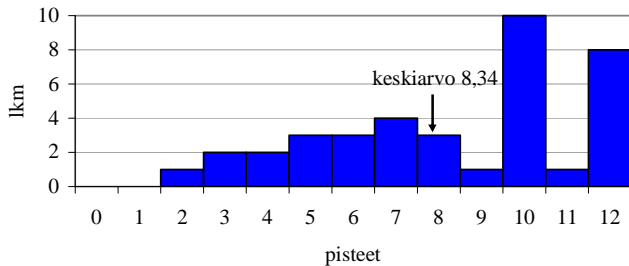


Satunnaistuksessa suurin arvo on 1,31 ja havaittu arvo 1,56, joten voidaan päätellä, että lähtötasotestin ohjelmointitehtäviin osattiin vastata paremmin kuin matemaattisiin tehtäviin ($p < 0,001$).

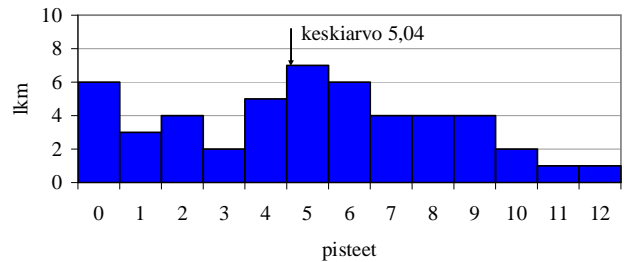
5.3 Esitietovaatimusten merkitys lähtötasotestin vastauksiin

Tietorakenteet-kurssin esitietovaatimuksina on kurssien Ohjelmoinnin perusteet, Java-ohjelmointi ja Johdatus diskreettiin matematiikkaan suoritus tai asioiden hallinta. Opiskelijat ja opettajat tietävät esitietovaatimukset. Kuvassa 15 on sellaisten opiskelijoiden vastausten pistejakauma, jotka ovat suorittaneet esitietovaatimuksina olevat kurssit ja kuvassa 16 vastaava jakauma, kun opiskelijalta puuttuu yksi tai useampi esitietovaatimusten kurssisuoritus.

Kuva 15: Lähtötasotestin yhteispisteet, kun Ohjelmoinnin perusteet, Java-ohjelmointi ja Johdatus diskreettiin matematiikkaan suoritettu (n = 38)



Kuva 16: Lähtötasotestin yhteispisteet, kun Ohjelmoinnin perusteet, Java-ohjelmointi tai Johdatus diskreettiin matematiikkaan suorittamatta (n = 49)

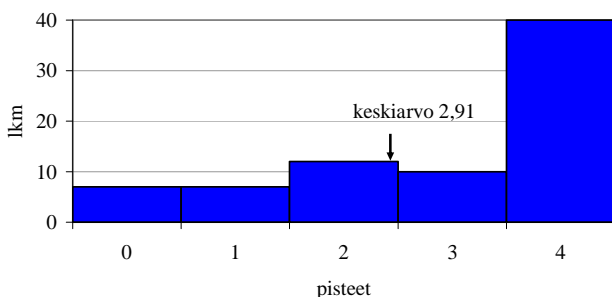


Satunnaistuksessa suurin arvo on 2,96 ja havaittu arvo 3,30, joten voidaan päätellä, että lähtötasotestin tulos oli parempi esitietovaatimukset täyttävien opiskelijoiden joukossa kuin puutteellisten esitietojen varassa kurssille tulevien joukossa ($p < 0,001$). Huomio kiinnittyy myös puutteellisten esitietojen varassa kurssille tulevien suureen osuuteen (56 %). Eniten puuttui kurssin Johdatus diskreettiin matematiikkaan suorituksia (41 opiskelijalta).

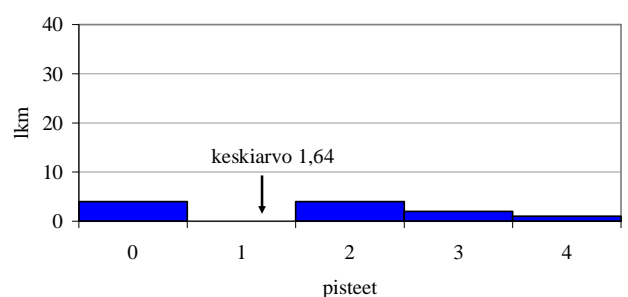
5.4 Ohjelmoinnin perusteet kurssin suorituksen merkitys ohjelmointitehtävien vastauksiin

Kuvassa 17 on kurssin Ohjelmoinnin perusteet suorittaneiden opiskelijoiden vastausten tehtäviin 2 ja 4 pistejakauma ja kuvassa 18 on vastaava jakauma niiden opiskelijoiden vastauksien pisteistä, joilta Ohjelmoinnin perusteet –kurssin suoritus puuttuu. Tehtävä 3 (rekursio) on jätetty tarkastelusta pois, koska rekursio ei kuulu Johdatus ohjelmointiin –kurssin oppimistavoitteisiin.

Kuva 17: Ohjelmointitehtävien (tehtävät 2 ja 4) yhteispisteet, kun Ohjelmoinnin perusteet on suoritettu (n = 76)



Kuva 18: Ohjelmointitehtävien (tehtävät 2 ja 4) yhteispisteet, kun Ohjelmoinnin perusteet suorittamatta (n = 11)

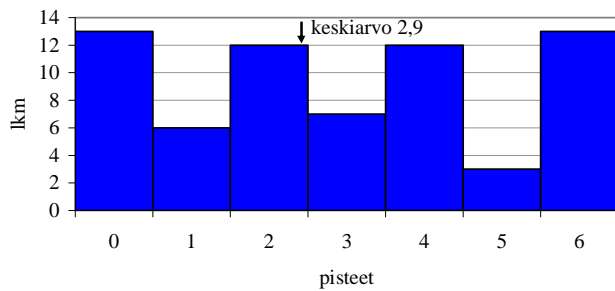


Pistemäärien ero on tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,005$), joten voidaan päätellä, että Ohjelmoinnin perusteet suorittaneet opiskelijat ratkaisivat ohjelmointitehtävät 2 ja 4 paremmin kuin kurssia suorittamattomat opiskelijat.

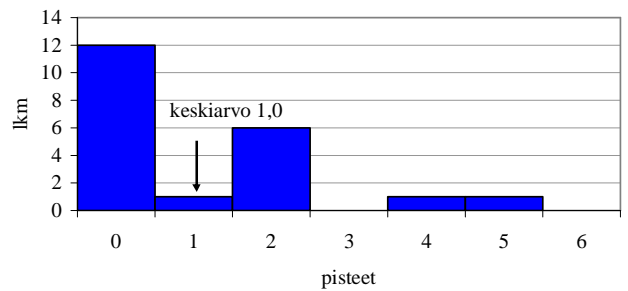
5.5 Matematiikan kurssien suorittamisen merkitys matemaattisten tehtävien vastauksiin

Kuvassa 19 on matematiikan kurssin tai kurseja suorittaneiden opiskelijoiden matemaattisten tehtävien (tehtävät 1, 5 ja 6) vastausten pisteiden jakauma ja kuvassa 20 vastaava jakauma, kun matematiikan kurseja ei ole lainkaan suoritettu.

Kuva 19: Matemaattisten tehtävien (teht. 1, 5 ja 6) yhteispisteet - matematiikan opintopisteitä > 0 (n = 66)



Kuva 20: Matemaattisten tehtävien (teht. 1, 5 ja 6) yhteispisteet - matematiikan opintopisteet = 0 (n = 21)

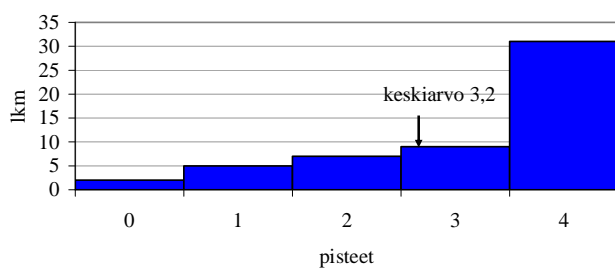


Ero on tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,001$), joten voidaan päätellä, että matematiikan kurseja suorittaneet opiskelijat ratkaisivat matemaattiset tehtävät paremmin kuin matematiikan kurseja suorittamattomat opiskelijat.

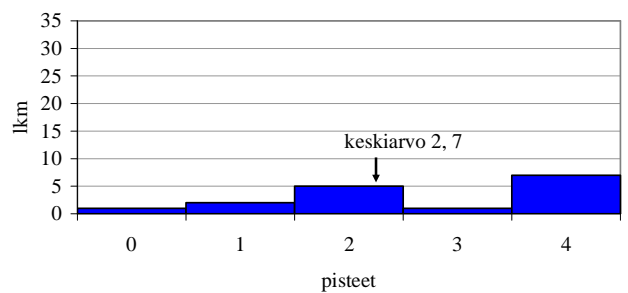
5.6 Muualla suoritettujen ohjelmointikurssien ja laitoksen omien ohjelmointikurssien vaikutus ohjelmointitehtävien vastauksiin

Kuvassa 21 on tietojenkäsittelytieteen laitoksella Ohjelmoinnin perusteet ja Java-ohjelmoinnin suorittaneiden opiskelijoiden ohjelmointitehtävien (tehtävät 2 ja 4) vastausten pistejakauma. Kuvassa 22 on vastaava jakauma, kun ohjelmointikurssit on korvattu muualla suoritetuilla vastaaviksi arvioituilla kurseilla

Kuva 21: Ohjelmointitehtävien (teht. 2 ja 4) pisteet - Ohjelmoinnin perusteet ja Java-ohjelmointi suoritettu (n = 54)



Kuva 22: Ohjelmointitehtävien (teht. 2 ja 4) yhteispisteet - tkt:n opintoja korvattu (n = 16)



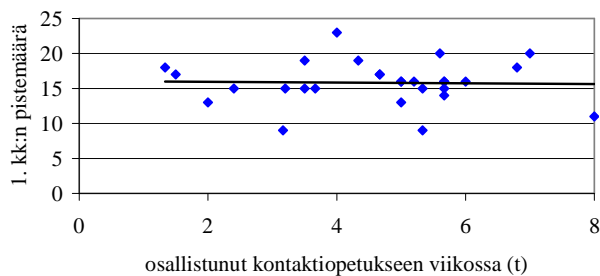
Opiskelijoiden, jotka ovat suorittaneet ohjelmointikurssit laitoksella, vastausten pisteiden keskiarvo (3,2) on suurempi kuin muualla vastaavat kurssit suorittaneiden opiskelijoiden pisteiden keskiarvo (2,7). Ero ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,17$).

6 OPISKELUUN KÄYTETYN AJAN, ESITIETOJEN SEKÄ ANSIOTYÖSSÄ KÄYNNIN YHTEYS KURSSILLA MENESTYMISEEN

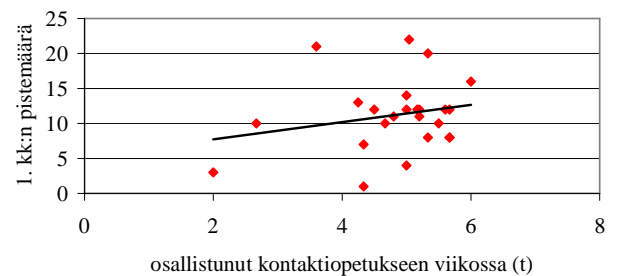
6.1 Ajankäytön yhteys kurssilla menestymiseen

Opiskelijoiden ajankäyttöä kurssin asioiden oppimiseen seurattiin viikoittaisin kyselyin kurssin alkupuolella ennen ensimmäistä kurssikoetta (kk). Kyselyssä opiskelijoita pyydettiin ilmoittamaan erikseen kontaktiopetukseen osallistumisaika ja omaehtoiseen opiskeluun käyttämä aika. Kuvissa 23 – 26 ovat mukana ne opiskelijat, jotka osallistuivat ajankäytön seurantaan vähintään kolmen viikon aikana. Ajankäyttöä seurattiin kuutena viikkona kurssin alusta lukien.

Kuva 23 : Kontaktiopetuksen ja 1. kk:n pistemäärän yhteys - esitietovaatimukset on täytetty (n = 28)



Kuva 24 : Kontaktiopetuksen ja 1. kk:n pistemäärän yhteys - esitietovaatimukset ei täytetty (n = 24)

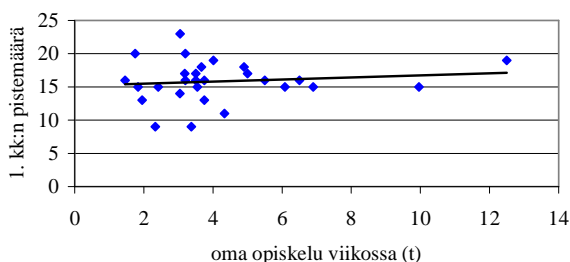


Kuvaparissa 23 ja 24 on 1. kurssikokeen pistemäärän ja kontaktiopetukseen osallistumisen välinen yhteys, kun opiskelija on suorittanut esitietovaatimuksina olevat kurssit (kuva 23) ja kun opiskelijalta puuttuu ainakin yhden esitietovaatimuksena olevan kurssin suoritus (kuva 24). Matematiikan esitietovaatimukset on katsottu täytetyksi vaikka diskreetin matematiikan kurssin suoritus puuttuisi, jos matematiikan opintopisteitä on vähintään 11.

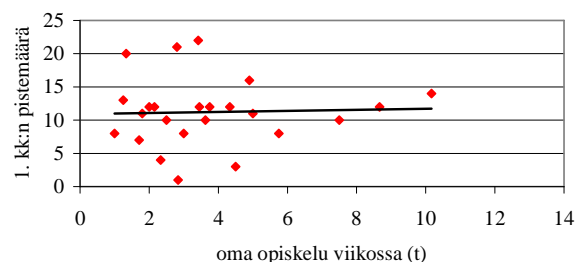
Kuvasta 23 nähdään, että opiskelijan ilmoittama osallistuminen kurssin kontaktiopetukseen ei vaikuta menestymiseen ensimmäisessä kurssikokeessa, kun opiskelija täyttää esitietovaatimukset. Kuvan 24 lineaarinen trendi on nouseva, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi ($p = 0,18$). Se antaa kuitenkin heikosti viitteitä siitä, että puutteellisilla esitiedoilla kurssille tulleet opiskelijat saattoivat hyötyä kontaktiopetuksesta enemmän kuin esitietokurssit suorittaneet opiskelijat.

Esitietovaatimuksena olevien kurssien suorittaminen ei vaikuta opiskelijan ilmoittamaan kontaktiopetukseen määrään, koska sekä kuvan 23 että kuvan 24 opiskelijoiden mediaani osallistumisessa kontaktiopetukseen on keskimäärin 5 tuntia viikossa

Kuva 25 : Oman opiskelutyön ja 1. kk:n pistemäärän yhteys - esitietovaatimukset on täytetty (n = 28)



Kuva 26 : Oman opiskelutyön ja 1. kk:n pistemäärän yhteys - esitietovaatimukset ei täytetty (n = 24)



Kuvaparissa 25 ja 26 on 1. kurssikokeen pistemäärän ja oman opiskelumäärän välinen yhteys, kun opiskelija on suorittanut esitietovaatimuksina olevat kurssit (kuva 25) ja kun opiskelijalta puuttuu ainakin yhden esitietovaatimuksena olevan kurssin suoritus (kuva 26).

Kuvista 25 ja 26 nähdään, että opiskelijan ilmoittama omaehtoisen opiskelun määrä ei vaikuta menestymiseen ensimmäisessä välikokeessa.

Esitietovaatimuksena olevien kurssien suorittaminen ei vaikuta opiskelijan ilmoittamaan oman opiskelun määrään, koska kuvan 25 opiskelijoiden mediaani on 3,5 ja kuvan 26 mediaan 3,2 tuntia omaa opiskelua keskimäärin viikossa.

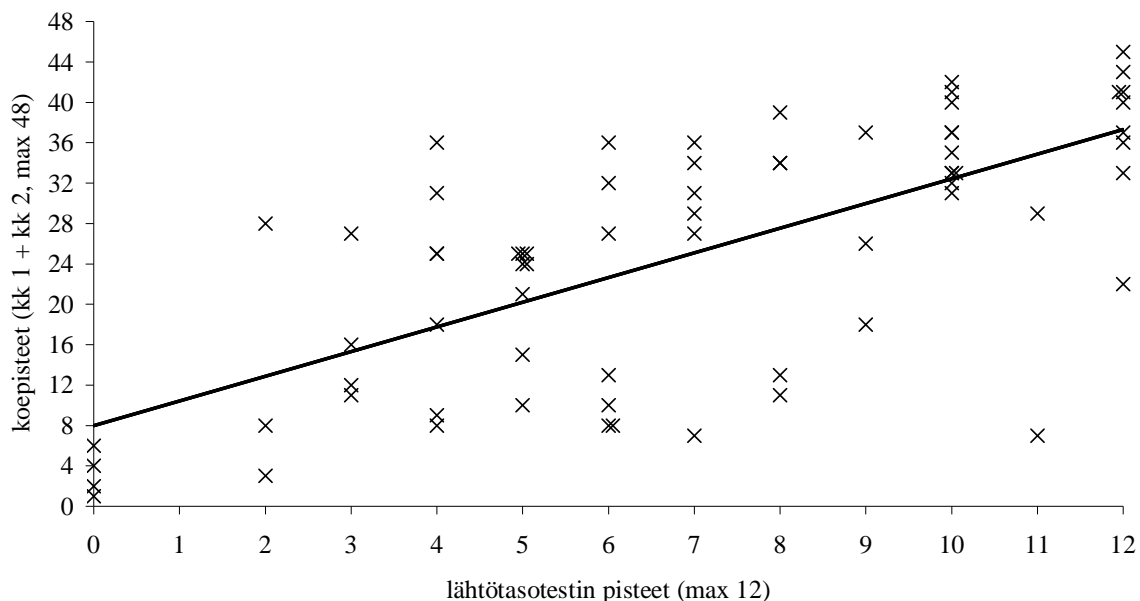
Huomionarvoista on, että opiskelijat ilmoittavat osallistuneensa keskimäärin enemmän kontaktiopetukseen (kuvat 23 ja 24, mediaani molemmissa 5 tuntia viikossa) kuin opiskelleensa omaehtoisesti (kuvat 25 ja 26 mediaanit 3,5 ja 3,2 tuntia viikossa).

6.2 Esitietojen hallinnan yhteys kurssilla menestymiseen

Sekä kuvaparista 23 – 24 että 25 – 26 näkyy, että ensimmäisen kurssikokeen pistemäärä on korkeammalla tasolla niiden opiskelijoiden joukossa, jotka ovat suorittaneet esitietovaatimuksina olevat kurssit (keskiarvo 15,8 pistettä) kuin niiden opiskelijoiden joukossa, joilta puuttuu ainakin yhden esitietovaatimuksena olevan kurssin suoritus (keskiarvo 11,2). Keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,001$).

Kuvassa 27 on merkitty koordinaatistoon molempien kurssikokeiden yhteispistemäärän riippuvuus lähtötasotestin pistemäärästä. Mukaan on otettu ainakin toisessa kurssikokeessa pisteitä saaneet opiskelijat. Kuvaan on piirretty pienimmän neliösumman mukainen suora.

Kuva 27: Lähtötasotestin pisteiden ja koepisteiden riippuvuus ($kk1 + kk2 > 0$, $n = 69$)

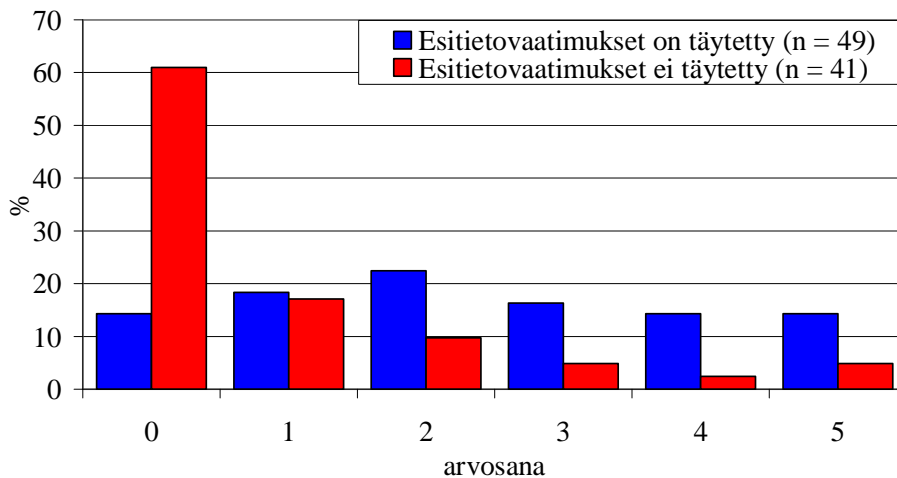


Lineaarisen trendin kulmakerroin on 2,44 kun satunnaistuksissa suurin kulmakerroin oli 1,63. Voidaan siis päätellä, että lähtötasotestin pisteet ja välikokeiden pisteet riippuvat toisistaan merkitsevästi ($p < 0,001$)

Kuvassa 28 kurssin opiskelijat, jotka ovat saaneet 1. kurssikokeesta vähintään yhden pisteen, on jaettu kahteen ryhmään: siniset, joilla on esitietovaatimuksena olevat kurssit suoritettu ja punaiset, joilta puuttuu yksi tai useampi esitietovaatimuksena olevan kurssin suoritus. Kuvasta 28 nähdään, että 61 % sellaisista opiskelijoista, jotka eivät täyttäneet esitietovaatimuksia, eivät saaneet kurssia suoritetuksi. Lisäksi lähes puolet (7/16) hyväksytyistä ”punaisista” opiskelijoista sai alimman hyväksytyin arvosanan 1/5 ja siis 22 % ”punaisista” opiskelijoista sai arvosanan 2/5 – 5/5.

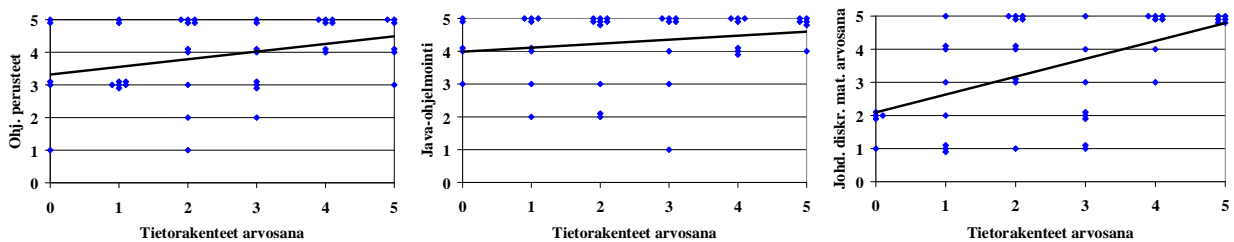
Esitietovaatimuksena olevat kurssit suorittaneista opiskelijoista 14 % hylättiin ja 67 % sai arvosanan 2/5 – 5/5 (kuva 28).

Kuva 28: Esitietovaatimusten täyttämisen vaikutus arvosanaan



Kuvassa 29 on Tietorakenteet-kurssin arvosanan riippuvuus Ohjelmoinnin peruskurssin arvosanasta (vasemmalla), Java-ohjelmointi –kurssin arvosanasta (keskellä) ja Johdatus diskreettiin matematiikkaan –kurssin arvosanasta (oikealla). Mukana ovat nämä esitietokurssit suorittaneet opiskelijat.

Kuva 29: Esitietokurssien arvosanan ja Tietorakenteet-kurssin arvosanojen riippuvuus (n=44)



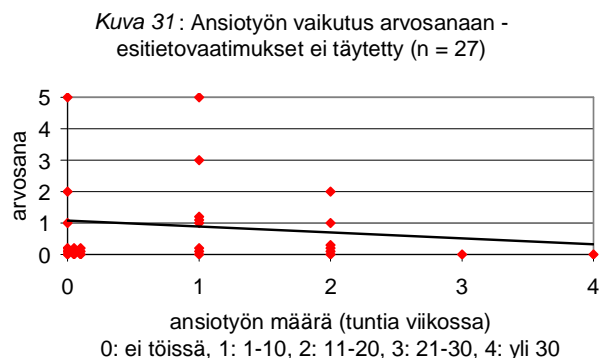
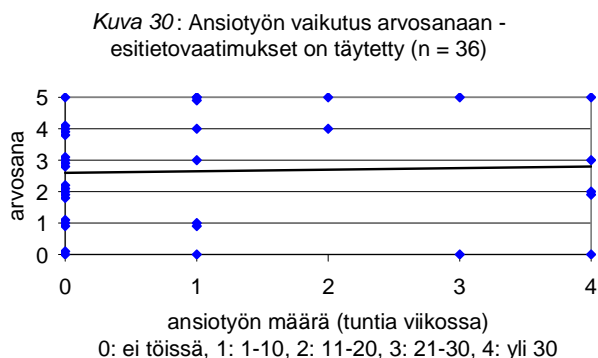
Kuvasta 29 nähdään, että keskimäärin opiskelija menestyy Tietorakenteet-kurssilla sitä paremmin mitä paremmin hän on menestynyt esitietokurseilla. Kuvien lineaaristen trendien tilastolliset merkitsevyydet ovat vasemmalta oikealle $p = 0,02$, $p = 0,11$ ja $p < 0,001$.

6.3 Ansiotyössä käynnin yhteys kurssilla menestymiseen

Opiskelijoiden ajankäytön seurannan yhteydessä kysyttiin opiskelijoilta ansiotyössä käynnin määrää syyslukukauden 2006 aikana. Opiskelijoita pyydettiin sijoittamaan itsensä yhteen luokista:

0	Ei töissä
1	1 – 10 tuntia viikossa töissä
2	11 – 20 tuntia viikossa töissä
3	21 – 30 tuntia viikossa töissä
4	Yli 30 tuntia viikossa töissä

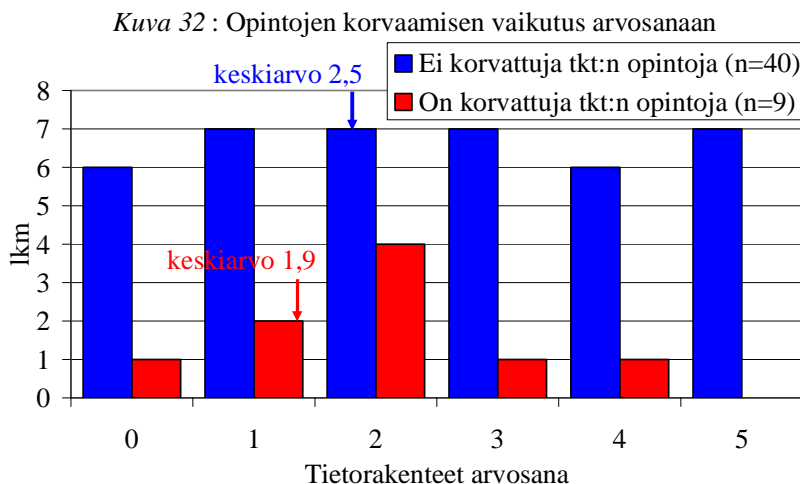
Kussakin luokassa olevien opiskelijoiden määrät on esitetty kuvassa 6.



Kuvissa 30 ja 31 on esitetty ansiotyön määrän ja kurssin arvosanan välinen yhteys, kun opiskelija on suorittanut esitietovaatimuksina olevat kurssit (kuva 30) ja kun opiskelijalta puuttuu ainakin yksi esitietovaatimuksena olevan kurssin suoritus (kuva 31). Kuvasta 30 nähdään, että aineistossa arvosana ei riipu ansiotyön tekemisen määrästä, kun esitietovaatimukset on täytetty. Kuva 31 ei ole informatiivinen, koska puutteellisilla esitiedoilla kurssille tulevat eivät menesty kurssilla, mikä näkyy myös kuvan 31 trendin alhaisessa arvosanatasossa.

6.4 Opintojaksojen korvaamisen vaikutus kurssilla menestymiseen

Kuvassa 32 on esitetty Tietorakenteet-kurssin opiskelijoiden arvosanojen jakaumat, kun opiskelijalla ei ole tietojenkäsittelytieteen korvattuja opintojaksoja (siniset) ja jos niitä on (punaiset). Kaikilla opiskelijoilla on esitietovaatimuskurssit hyväksytysti suoritettu.



Kuvasta nähdään, että korvauksia saaneiden opiskelijoiden Tietorakenteet-kurssin arvosanan keskiarvo on 1,9 ja muiden 2,5. Keskiarvojen ero ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,26$).

Viidellä tietojenkäsittelytieteen opintojaksojen korvauksia saaneella opiskelijalla, jotka osallistuivat ainakin 1. kurssikokeeseen, ei kaikkia esitietovaatimuskursseja ollut hyväksyttynä. Heistä kolme tuli hylätyksi, yksi sai arvosanan 1/5 ja yksi arvosanan 3/5.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tärkein tavoite oli selvittää syitä Tietorakenteet-kurssin alhaiseen hyväksytyjen osuuteen. Syitä etsittiin opiskelijoiden tiedollisista ja taidollisista valmiuksista kurssille tultaessa sekä opiskelijoiden ajankäytöstä kurssin asioiden opiskeluun. Tutkimuksen monipuolinen aineisto tarjosi mahdollisuuden selvittää oppimisen laatua opiskelijoiden aiemmassa opiskelussa sekä muita opintomenestykseen vaikuttavia tekijöitä.

7.1 *Opiskelijoiden tiedollisten ja taidollisten valmiuksien vaikutus menestymiseen*

Opiskelijoiden tiedollisia ja taidollisia valmiuksia selvitettiin järjestämällä kurssin alkaessa lähtötasotesti ja selvittämällä opiskelijoiden aikaisempi opiskeluhistoria.

Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan opinto-oppaassa ja Tietorakenteet-kurssin verkkosivuilla on selvästi ilmaistu, että esitietoina edellytetään Java-ohjelmointi ja Johdatus diskreettiin matematiikkaan kurssien suoritus tai vastaavat esitiedot. Kuva 1 on mukailtu opinto-oppaan kuvasta. Ohjelmoinnin peruskurssi on Java-ohjelmointi –kurssin esitietovaatimus. Tietorakenteet-kurssille tulevien opiskelijoiden esitietoja ei kuitenkaan tarkasteta. Tämän seurauksena *osa opiskelijoista ei piittaa esitietovaatimuksista*, vaan tulee kurssille puutteellisin esitiedoin. Keväällä 2006 56 % opiskelijoista puuttui ainakin yksi kurssien Ohjelmoinnin perusteet, Java-ohjelmointi tai Johdatus diskreettiin matematiikkaan suoritus.

Lähtötasotesti mittasi onnistuneesti opiskelijoiden tietoja kurssille tultaessa, koska vastausten pisteiden keskiarvo oli 6,5 pistettä (maksimi 12 pistettä) ja pisteiden jakauma oli kohtalaisen tasainen (kuva 3). Lisäksi lähtötasotestin kysymykset oli valittu olennaisista esitiedoista. Toisaalta lähtötasotestin tehtäviä voidaan pitää helppoina, joten vastausten pistejakauman olisi odottanut olevan painottunut korkeampiin pisteisiin.

Kuvista 15 ja 16 ilmenee, että esitietovaatimuksena olevat kurssit (Johdatus ohjelmointiin, Java-ohjelmointi ja Johdatus diskreettiin matematiikkaan) suorittaneet opiskelijat menestyivät merkittävästi paremmin lähtötasotestissä kuin opiskelijat, joilta yksi tai useampi esitietokurssin suoritus puuttui. Lähtötasotestissä menestyneet opiskelijat saivat myös kurssikokeista enemmän pisteitä (kuva 27). Tämän kanssa yhtäpitävä tulos näkyy kuvassa 28, jonka mukaan *esitietovaatimuksina olevien kurssien suorittaminen on erittäin tärkeä tekijä Tietorakenteet-kurssin menestyksellisessä suorittamisessa*.

7.2 *Opiskelijoiden opiskeluun käyttämän ajan ja oman oppimistavoitteen vaikutukset menestymiseen*

Luvun 6.1 kuvissa 23 – 26 on esitetty ensimmäisen kurssikokeen ja kontaktiopetukseen sekä omaan opiskeluun opiskelijoiden käyttämän ajan yhteys. Opiskelijat on jaettu kahteen ryhmään: niihin, joilla on esitietovaatimuksena olevat kurssit suoritettu ja niihin, joilta ainakin yksi esitietokurssin suoritus puuttuu. *Opiskelijoiden opiskeluun käyttämä viikoittainen aika ei näytä vaikuttavan lainkaan opintomenestykseen*. Ainoastaan ne opiskelijat, joilla on puutteita esitiedoissa, saattoivat hieman hyötyä kontaktiopetuksesta (kuva 24). Lähtötasotestin perusteella kurssin luennoitsija osasi

suunnata opetusta lähtötasotestin paljastamiin esitietojen puutteisiin, kuten logaritmin käsitteeseen. On kuitenkin huomattava kuvasta 24, että mahdollisesta positiivisesta korrelaatiosta huolimatta puutteellisin esitiedoin kurssille tulleet opiskelijat menestyivät ensimmäisessä kurssikokeessa selvästi heikommin kuin esitietokurssit suorittaneet opiskelijat (kuva 23).

Marja Huovinen havaitsi Tietorakenteet-kurssin opiskelijoiden ajankäytön seurannassa keväällä 2004, että opiskelijoiden opintoihin käyttämällä ajalla ei ole yhteyttä kurssilla menestymiseen. Tämän tutkimuksen ja Huovisen selvityksen havainnot siis tukevat toisiaan.

Kuvassa 8 on opiskelijoiden käyttämät keskimääräiset viikkotuntimäärät kurssin asioiden opiskeluun ja kuvassa 7 opintoihin käytetty aika on jaettu kontaktitunteihin ja omaan opiskeluun viikoittain kuuden ensimmäisen kurssiviikon aikana. Kuvassa 8 opiskelijoiden opintoihin käyttämä aika on keskimäärin 8,9 tuntia. On kuitenkin huomattava, että tässä tutkimuksessa 45 minuutin luento laskettiin 60 minuutin mittaiseksi. Siis todellinen opiskelijoiden opintoihin käyttämä aika on arviolta 8 – 8,5 tuntia sen mukaan kuinka monelle luennolle opiskelijat viikoittain osallistuivat. Huovisen selvityksessä opiskelijoiden käyttämä aika keväällä 2004 oli keskimäärin 9 tuntia viikossa, mikä vaikuttaa olevan enemmän kuin keväällä 2006. Tähän vaikuttanee opintopiirityöskentelyn selvästi suurempi osuus kevään 2004 kurssilla kuin kevään 2006 kurssilla.

Opiskelijat käyttävät keskimäärin selvästi vähemmän aikaa kurssin asioiden opiskeluun kuin opintopistemäärän mukainen laskennallinen aika olisi. Sekä keväällä 2004 että keväällä 2006 vain yksittäiset opiskelijat käyttivät kurssin parissa enemmän aikaa kuin laskennallinen määrä edellyttäisi. Tässä tutkimuksessa opiskelijoiden käyttämä aika on keskimäärin noin 8 – 8,5 tuntia viikossa ja keväällä 2004 vastaava tuntimäärä oli noin 9. Laskennallinen kurssin kuormittavuus on 15,4 tuntia viikossa.

Luvun 4.3 kuvassa 7 ja luvun 6.1 kuvissa 23 – 26 on opiskelijoiden viikoittainen kontaktiopetukseen osallistumisaika ja omaehtoiseen opiskeluun käyttämä aika. On huomattava, että kuvassa 7 ovat mukana kaikki kyseisellä viikolla ajankäytön seurantaan osallistuneet opiskelijat ja luvussa 6.1 käsitellään ensimmäiseen kurssikokeeseen osallistuneita opiskelijoita. Lukujen 4.3 ja 6.1 kuvia vertaamalla voidaan havaita, että ensimmäiseen kurssikokeeseen osallistuneet opiskelijat osallistuivat kontaktiopetukseen enemmän kuin kaikki kurssille osallistuneet opiskelijat. Ensimmäisen kurssikokeeseen osallistuneet opiskelijat sen sijaan käyttivät keskimäärin vähemmän aikaa omaehtoiseen opiskeluun kuin kaikki opiskelijat.

Luvussa 4.3 on selvitetty myös opiskelijoiden omia oppimistavoitteita ja niiden suhdetta oppimiskokemukseen ja kurssilla menestymiseen. Opiskelijoiden omat oppimistavoitteet ja oppimiskokemukset vastasivat toisiaan varsin hyvin. Kuvasta 11 nähdään, että syvällisen oppimisen tavoitteekseen asettaneista opiskelijoista enemmistö koki oppineensa asiat myös syvällisesti ja kurssin läpäisyn tavoitteekseen asettaneet kokivat itsensä ylensä pintasuuntautuneiksi oppijoiksi. Kuvasta 12 nähdään, että ***syvällisen oppimisen tavoitteekseen asettaneet opiskelijat saivat parempia arvosanoja kuin kurssin läpäisyn tavoitteekseen asettaneet opiskelijat.***

7.3 Ansiotyössä käynnin vaikutus menestymiseen

Osana opiskelijoiden ajankäytön selvitystä kysyttiin opiskelijoilta heidän ansiotyöhön käyttämänsä viikoittaista ajan määrää. Kurssin opiskelijoista hiukan alle puolet ei ollut lainkaan ansiotyössä lukukauden aikana (kuva 6). Kuvan 30 mukaan opiskelijan ***ansiotyön määrä ei vaikuta kurssilla menestymiseen.***

7.4 Matematiikan ja ohjelmoinnin osaamisen vertailu

Luvussa 5 on selvitetty lähtötasotestin matemaattisten tehtävien ja ohjelmointiin liittyvien tehtävien osaamista. Lähtötasotestin matemaattiset tehtävät (luku 3.1) pitäisi pystyä ratkaisemaan lukion matematiikan ja Matematiikka tutuksi –kurssin tai jonkin muun matematiikan peruskurssin pohjalta. Ohjelmointiin liittyvistä tehtävistä yksinkertaisen rekursion (tehtävä 3) selittäminen ei kuulu Ohjelmoinnin peruskurssin oppimistavoitteisiin. Kuvista 19 ja 20 nähdään, että matematiikan opintoja suorittaneet ratkaisivat paremmin lähtötasotestin matemaattiset tehtävät kuin opiskelijat, joilla matematiikan opintoja ei ole. Vastaavasti kuvista 17 ja 18 nähdään, että Ohjelmoinnin peruskurssin suorittaneet opiskelijat ratkaisivat lähtötasotestin ohjelmointitehtävät menestyksellisemmin kuin kurssia suorittamattomat opiskelijat.

Kun verrataan kuvia 17 ja 19, niin huomataan, että matemaattisten tehtävien ratkaiseminen on onnistunut selvästi heikommin kuin ohjelmointitehtävien ratkaiseminen, kun tehtävien aihepiirin sisältävä kurssi on suoritettu. Vaikuttaa siis siltä, että *matematiikkaa on opittu matematiikan kursseilla heikommin kuin ohjelmointia ohjelmointikursseilla.*

7.5 Tietojenkäsittelytieteen kurssien korvaaminen

Luvussa 5.6 on verrattu menestymistä lähtötasotestin ohjelmointitehtävien ratkaisemisessa sen mukaan onko opiskelija suorittanut Ohjelmoinnin peruskurssin tietojenkäsittelytieteen laitoksella tai onko suoritus korvattu muualla suoritettuna kurssin perusteella.

Kuvien 21 ja 22 mukaan Ohjelmoinnin peruskurssin suorituksen korvaamalla saaneet opiskelijat ratkaisivat lähtötasotestin ohjelmointitehtävät heikommin kuin tietojenkäsittelytieteen laitoksella kurssin suorittaneet opiskelijat. Tulos ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevää.

Kuvasta 32 ilmenee, että korvaavuuksia saaneiden opiskelijoiden Tietorakenteet-kurssin arvosanojen keskiarvo oli alhaisempi kuin niiden, joilla korvaavuuksia ei ollut. Tarkastelussa olivat vain esitietovaatimuksena olevat kurssit suorittaneet tai korvanneet opiskelijat. Keskiarvojen ero ei ole tilastollisesti merkitsevää, mutta voidaan todeta, että olisi odottanut korvaavuuksia saaneiden opiskelijoiden menestyvän paremmin tietojenkäsittelytieteellisen yleistietoutensa perusteella, koska heidän tietojenkäsittelytieteen opintopistemääränsä oli lähes kaksinkertainen (59 op) verrattuna sellaisten opiskelijoiden opintopistemäärään, joilla korvauksia ei ollut (32 op).

Tietojenkäsittelytieteen kurssien korvaavuuksia saaneet opiskelijat eivät menestyneet Tietorakenteet-kurssilla niin hyvin, että korvaavuuskäytäntöä voisi pitää ongelmattomana. Ei ole opiskelijan etu, että hänet ohjataan kurssille, jolle hänen esitietonsa eivät ehkä ole riittävät. Vaikka kurssisisällöt eri oppilaitoksissa olisivatkin korvaavuuksien kannalta riittävän yhteneväiset, saattaa oppimisen laadussa olla eroja eri oppilaitosten kursseilla. Saattaisi olla harkinnan arvoista ohjata opiskelijoita nykyistä useammin osoittamaan tietonsa ja taitonsa erilliskokeissa kurssin korvaamisen sijaan.

Kiitokset

Ilman kevään 2006 Tietorakenteet-kurssin opiskelijoiden myönteistä suhtautumista tässä raportissa käytetyn aineiston keruuseen ei tätä raporttia olisi voitu tehdä tässä laajuudessa. Kiitos kaikille tietoja antaneille opiskelijoille yhteisten asioiden edistämiseksi! Dos. Taina Kaivola ja FT Jaakko Kurhila antoivat arvokkaita kommentteja raportin käsikirjoituksesta. Tammikuussa 2007 tietojenkäsittelytieteen laitoksen strategiapäivien ryhmä 4 käsitteli raportin luonnosta ja antoi siitä hyviä kommentteja. Kiitos kaikille osallisille!

**Oppimistavoitteet kurssilla Tietorakenteet
(ehdotus)**

HUOMAA: Kurssi on koko lukukauden mittainen; yhden periodin kurssille mahtuu sitä vähemmän pääteemoja!

Pääteema	Esitiedot	Lähestyy oppimistavoitteita	Saavuttaa oppimistavoitteet	Syventää oppimistavoitteita
Algoritmien oikeellisuus ja analyysi	<ul style="list-style-type: none"> • Pystyy luomaan yksinkertaisia päättelyketjuja luonnollisella kielellä¹ (1. syksyn matematiikka). • Logaritmin määritelmä ja yksinkertaiset laskutoimitukset logaritmeilla (lukion matematiikka) • Summamerkintä ja aritmeettisen sarjan summan laskeminen (lukion matematiikka) 	<ul style="list-style-type: none"> • Osaa selittää, miksi ja miten algoritmin käyttämää aikaa ja tilaa mallinnetaan asymptoottisesti ("iso-O"-notaatiolla). • Ymmärtää, mikä ero on sillä, onko algoritmin asymptoottinen aikavaatimus vakio, logaritminen, lineaarinen, polynomiaalinen vai eksponentiaalinen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pystyy perustelemaan yksinkertaisen algoritmin oikean toiminnan luonnollisella kielellä ilmaistujen invarianttien avulla. • Pystyy määrittämään yksinkertaisen algoritmin asymptoottisen aika- ja tilavaatimuksen. • Osaa argumentoida eri tietorakenne- ja algoritmivalintojen puolesta ja vastaan asymptoottisiin tuloksiin vetoamalla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Osaa perustella, miksi algoritmien (oikeellisuuden ja resurssitarpeiden) tarkasteleminen systemaattisesti on merkityksellistä. • Pystyy johtamaan ja ratkaisemaan yksinkertaisia palautuskaavoja, joilla ilmaistaan rekursiivisten algoritmien resurssitarpeita.

¹Looginen päättely on esimerkki sellaisesta taidosta, jossa jo hyvän suoriutumisen tunnistaminenkin vaatii oleellisesti samoja kykyjä kuin itse suoriutuminen. Tällaisten taitojen kohdalla ihmisten itsearviot omasta suoriutumisestaan ovat petollisia: miten voisin edes tunnistaa sen, että tehtävästä voisi suoriutua paremminkin kuin mihin itse pystyin? (D. Dunning: *Self-Insight: Roadblocks and Detours on the Path to Knowing Thyself*. Psychology Press, 2005, ss. 14-17.) Koko yliopisto-opetusta koskeva metakysymys lieneekin, miten tällaisten taitojen opettamisen tulisi tapahtua...

Pääteema	Esitiedot	Lähesty oppimistavoitteita	Saavuttaa oppimistavoitteet	Syventää oppimistavoitteita
Perustietorakenteet (listat, pinot, jonot, keot)	<ul style="list-style-type: none"> Osaa kuvailla, miten linkitetyt rakenteet on esitetty tietokoneen muistissa (Java-ohjelmointi). 	<ul style="list-style-type: none"> Tunnistaa niiden arkipäivän vastineita (kassa- vs. potilasjonot, jne.). Osaa kuvata näiden rakenteiden perusoperaatiot periaatteellisella tasolla. 	<ul style="list-style-type: none"> Pystyy toteuttamaan nämä rakenteet ja niiden perusoperaatiot pseudokoodina. Osaa käyttää pinoa ja jonoa apuna muita algoritmeja kirjoittaessaan. 	<ul style="list-style-type: none"> Käyttää ohjelmoinnissaan apulistoja arkipäiväisenä työvälineenä. (Tietorakenteiden harjoitustyö.)
Avainhakerakenteet (hakupuut, hajautustaulut)		<ul style="list-style-type: none"> Osaa selittää, miksi tehokas avainhaku tulee välttämättömäksi tietomäärän kasvaessa. Osaa ymmärtää binäärihakupuun (ei tasapainotetun) perusperiaatteen ja hallitsee sen operaatiot haku, lisäys ja poisto periaatteellisella tasolla. Ymmärtää ja osaa selittää hajautuksen periaatteen 	<ul style="list-style-type: none"> Pystyy laatimaan pyydetyt yksinkertaisen algoritmin pseudokoodilla binääripuulle Osaa jonkin yleisesti keskusmuistissa käytettävän tasapainoisen hakupuurakenteen perusalgoritmien toiminnan periaatteellisella² tasolla. Osaa B-puun perusalgoritmien toiminnan periaatteellisella tasolla. Pystyy laatimaan pseudokoodin ylivuotoketjuja käyttävälle hajautustaululle. Osaa valita perustellen hakupuun ja hajautusrakenteen väliltä annetussa ohjelmointiongelmassa. 	<ul style="list-style-type: none"> Käyttää avainhakerakenteita ohjelmoinnissaan taulukon yleistyksenä, jossa indeksinä onkin jotakin rikkaampaa kuin pienet kokonaisluvut.

²Periaatteellisella tasolla tarkoittaa tässä sitä, että opiskelijan on pystyttävä kuvailemaan rakenteen toiminta periaatteessa ja esimerkiksi piirtämään se, miten eri operaatiot (tasapainotuksen kanssa) suoritetaan annetussa esimerkkipuussa. Opiskelijan ei kuitenkaan tarvitse pystyä kirjoittamaan operaatioiden pseudokoodia ilman lähdemateriaalia

<i>Pääteema</i>	<i>Esitiedot</i>	<i>Lähestyy oppimistavoitteita</i>	<i>Saavuttaa oppimistavoitteet</i>	<i>Syventää oppimistavoitteita</i>
Järjestäminen	<ul style="list-style-type: none"> Tuntee avainvertailuihin perustuvan järjestämisen $\Omega(n \log n)$ alarajatodistuksen tuloksen (1. syksyn matematiikka). 	<ul style="list-style-type: none"> Hallitsee jonkun neliöllisen järjestämisalgoritmin periaatteellisella tasolla Hallitsee periaatteellisella tasolla jonkun seuraavista keskeisistä nopeista järjestämisalgoritmeista: <ul style="list-style-type: none"> pikajärjestämisen lomitusjärjestämisen kekojärjestämisen. 	<ul style="list-style-type: none"> Hallitsee jonkun neliöllisen järjestämisalgoritmin pseudokoodin tasolla Hallitsee keskeiset nopeat järjestämisalgoritmit pseudokoodin tasolla: <ul style="list-style-type: none"> pikajärjestämisen lomitusjärjestämisen kekojärjestämisen. Osa valita perustellusti annetussa ohjelmointiongelmassa niistä parhaimmin soveltuvan. Tunnistaa ohjelmointiongelmia, joissa järjestäminen alarajaa nopeammin onkin mahdollista; tuntee ainakin yhden silloin soveltuvan algoritmin. 	<ul style="list-style-type: none"> Ratkaisee ohjelmointiongelmia yksinkertaistamalla tilannetta järjestämällä käsiteltävän aineiston ensin sopivasti.

<p>Verkot (merkityksessä "graph")</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tuntee verkkojen perusmääritelmät (1. syksyn matematiikka). 	<ul style="list-style-type: none"> • Hallitsee periaatteellisella tasolla verkkojen perusoperaatiot: <ul style="list-style-type: none"> • vieruslistaesityksen ylläpidon • leveyssuuntaisen läpikäynnin • syvyysuuntaisen läpikäynnin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hallitsee pseudokoodin tasolla verkkojen perusoperaatiot: <ul style="list-style-type: none"> • vieruslistaesityksen ylläpidon • leveyssuuntaisen läpikäynnin, sekä sen käytön vähäkaarisimpien polkujen muodostamisessa • syvyysuuntaisen läpikäynnin, sekä ainakin yhden esimerkin sen käytöstä (tyypillisesti topologisen järjestämisen). • Tuntee <i>lyhyimpien polkujen</i> ongelman määritelmän ja Dijkstran algoritmin periaatteellisella tasolla (myös sen miksei negatiivisia kaaripainoja voi sallia). • Tuntee <i>pienimmän virittävän puun</i> ongelman määritelmän ja Primin algoritmin Dijkstran muunnoksena. • Osaa pelkistää yksinkertaisen ohjelmointiongelman sen taustalla olevaksi tutuksi verkko-ongelmaksi, ja valita sille sopivan algoritmin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuntee lyhyimpien polkujen ongelmaan periaatteellisella tasolla myös Fordin ja Bellmanin algoritmin, joka soveltuu silloinkin kun Dijkstran ei. • Tuntee periaatteellisella tasolla pienimmän virittävän puun ongelmaan myös Kruskalin algoritmin sekä sen tehokkaaseen toteutukseen tarvittavan union-find-tietorakenteen. • Näkee verkot hyödyllisinä ongelmanmallinnus- ja ratkaisuvälineinä, mikä motivoi tutustumaan myös sellaisiin verkko-ongelmiin, joita ei kurssilla käsitelty (muut syvyyslöpikäynnin sovellukset, väritykset, virtauslaskenta,...).
---------------------------------------	---	---	---	---

OPISKELUN SEURANTATUTKIMUS
AJANKÄYTTÖTUTKIMUS

Hyvä opiskelija,

Uudet tutkintorakenteet on otettu käyttöön 1.8.2005 alkaen. Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta tekee tutkimusta opintojen kuormittavuudesta ja opiskelijoiden ajankäytöstä. Tarkoituksena on selvittää, kuinka hyvin tutkintorakenteen uudistus on onnistunut ja vastaavatko kurssien opintopistemäärät toteutuvia työmääriä. Kerätty tieto käsitellään tiedekunnassa luottamuksellisesti. Yhteenvedot julkaistaan kevään 2006 aikana sekä kurssin opiskelijoille että opettajille. Tutkimustuloksia hyödynnetään tiedekunnan opetuksen suunnittelussa ja kehittämisessä.

Kyselyn toteuttaa tiedekunnan suunnittelija Nina Aremo (nina.aremo@helsinki.fi, puh. 50074).

OSA I

OPINTOJAKSON TIEDOT

Nimi: Tietorakenteet Koodi: 58131 Laajuus: 8 op

OPISKELIJAN TIEDOT

Nimi: _____

Opiskelijanumero: _____ Opintojen aloitusvuosi: _____

Pääaine/Koulutusohjelma:

Sähköposti: _____

Puhelinnumero: _____

Oletko pääaine- vai sivuaineopiskelija ?

Olen osallistunut kurssille aikaisemmin _____ kertaa.

Osallistun kurssille ensimmäistä kertaa. _____

Oletko töissä opintojen ohessa tänä keväänä? Arvioi viikoittainen työtuntimäärä.

1. 1-10 h
2. 11-20 h
3. 21-30 h
4. yli 30 h

Vaikuttaako joku muu tekijä opiskeluusi tällä hetkellä?

TAVOITTEET

Opintojakson oppimistavoite:

Oma oppimistavoitteesi opintojaksolle. (Perustele)

1) Haluan ymmärtää asiat kunnolla ja syvällisesti

2) Tavoitteeni on läpäistä kurssi/tentti

3) Tavoitteeni on ... (Muu, mikä?)

OSA II

OPINTOJAKSON TIEDOT

Nimi: Tietorakenteet

Koodi: 58131 Laajuus: 8 OP

Opiskelijan tiedot:

Nimi: _____

Opiskelijanumero: _____

Merkitse opiskeluun käyttämäsi aika n. 15 min tarkkuudella.

Periodi: III

VKO	Luennot tuntia	Muu kontaktiopetus (harjoitukset, seminaarit, tenttitilanteet jne.) tuntia	Opetustilanteisiin valmistutuminen, muistiinpanojen kertaaminen, kurssin asioiden pohtiminen itsenäisesti, kavereiden kanssa tai opintopiireissä tuntia	Kirjallisten töiden tai harjoitustehtävien tekeminen ja tiedonhaku (esseeet, referaatit, käännöstyöt, oppimispäiväkirjat, portfoliot, seminaarityöt jne) tuntia	Tenttiin valmistautuminen / lukeminen tuntia	Yhteensä tuntia
Ma						
Ti						
Ke						
To						
Pe						
La						
Su						

Ajankäytönseurantatutkimus osa III

Tämä on matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan ajankäyttöseurantatutkimuksen kolmas osio. Kysely toteutetaan verkkokyselynä e-lomakkella. Tutkimuksen toteuttaa suunnittelija Nina Aremo.

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta tekee tutkimusta opintojen kuormittavuudesta ja opiskelijoiden ajankäytöstä. Tarkoituksena on selvittää, kuinka hyvin 1.8.2005 käyttöön otettu tutkintorakenteen uudistus on onnistunut ja vastaavako kurssien opintopisteet toteutuvia työmääriä. Tutkimustuloksia hyödynnetään tiedekunnan opetuksen suunnittelussa ja kehittämisessä.

Vastaa seuraaviin kysymyksiin.

Opintojakson tiedot

Opintojakso

--Valitse tästä--

Opiskelijan tiedot

Opiskelijanumero

Kuormittavuus

Liian vähän työtä. Sopiva työmäärä. Liian työläs.

1. Arvioi kurssin kuormittavuutta suhteessa opintopisteisiin.



2. Kokemus kuormittavuudesta. Oliko sinulla ylikuormituksen tunnetta eli stressiä, ahdistusta tai aikapulaa opintojaksoon liittyen?

Missä vaiheessa opintojaksoa? Mistä se johtui?

3. Kokemus oppimisesta

Valitse sopivin

- a) Oppimiseni oli mielestäni opintojakson tavoitteiden mukainen.
- b) Ymmärsin asiat erittäin hyvin ja sain välineitä ajattelulleni/toiminnalleni.
- c) Saihan tuosta irti jotakin.
- d) Läpäisin tentin, se riittää.
- e) En oppinut mitään uutta. Asiat oli opetettu jo aiemmilla opintojaksoilla.
- f) En tiedä mitä opin.
- g) Muu, mikä?

Perustele edellinen valintasi.

4. Omia kommentteja ja huomioita kurssista ja sen toteutuksesta.

Tietojen lähetys

Tyhjennä

Kiitos vastauksistasi! Tutkimuksen tuloksia käytetään tiedekunnan opintojen suunnitteluun ja kehittämiseen.



HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Tietojenkäsittelytieteen laitoksen julkaisuja, Sarja B, Raportti B-2007-5