Toimintatutkimus tietojenkäsittelytieteen opetuksen kehittämisestä Kuopion yliopistossa

Maija Marttila-Kontio

Risto Honkanen

Raportti B/2004/2

KUOPION YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

PL 1627, 70211 Kuopio

Tiivistelmä

Tietokoneiden käyttö on lisääntynyt voimakkaasti viimeisten vuosikymmenien aikana. Samanaikaisesti sekä tietotekniikka että ohjelmistot ovat monimutkaistuneet. Nämä seikat ovat lisänneet tarvetta tietokoneiden käytön ja tietojenkäsittelytieteen opetukseen. Tietojenkäsittelytieteen opetus on perinteisesti perustunut pääosin luentoihin, harjoituksiin ja pienryhmissä tehtäviin projektitöihin. Perinteisen luentotyyppisen opetuksen avulla pystytään siirtämään helposti suurelle joukolle yksiselitteiset perustiedot. Jotta opiskelija saataisiin motivoitumaan ja ajattelemaan kriittisesti, tarvitaan mahdollisesti uudentyyppisiä opetus- ja arviointimenetelmiä.

Tämän tutkimuksen päämääränä oli tutkia toimintatutkimuksen keinoin uudentyyppisten opetus- ja arviointimenetelmien käyttöä tietojenkäsittelytieteen opetuksessa. Opetusmenetelmiä arvioitiin Diskreetin matematiikan, Optisen kommunikaation ja Tietokonejärjestelmien kursseilla. Tämän tutkimusraportin alkuosassa käymme kirjallisuuteen perustuen lyhyesti läpi opetuksen ja oppimisen pääperiaatteita sekä tutkimuksen lähtökohdat Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella. Loppuosassa esitämme yleissuunnitelmat erityyppisten kurssien kehittämiseksi ja raportoimme käytetyistä menetelmistä saadut palautteet.

Tutkittuja opetusmenetelmiä olivat opintopäiväkirjan ja visualisaattoreiden käyttö luento-opetuksen tukena, ryhmäytys laskuharjoituksissa sekä laajojen esseetyyppisten loppukuulustelutehtävien julkaisu etukäteen. Tutkimustemme perusteella luentopäiväkirjan käyttö parantaa oppimistuloksia, kunhan sen teko ohjeistetaan riittävän selkeästi. Visualisaattoreiden käyttö erilaisten ilmiöiden havainnollistajana otettiin myönteisesti vastaan. Opiskelijoiden jako ryhmiin ja laskuharjoitusten teko ryhmätyönä harjoitustilaisuuden alussa koettiin myös myönteiseksi. Opintojakson sisällön kannalta järkevästi jäsenneltyjen esseetehtävien julkaisu etukäteen näytti motivoivan opiskelijoita opiskelemaan silloin, kun kurssin sisältö oli laaja ja hajanainen.

Sisältö

Kuvat

Taulukot

Luku 1

Johdanto

Tietokoneet ja tietojenkäsittely ovat tulleet osaksi meidän kaikkien päivittäistä elämäämme. Käytämme tietokonetta vapaa-aikanamme tiedonhakuun Internetistä ja useimmat meistä joutuvat työssään tekemisiin tietojenkäsittelyn kanssa, vaikka eivät olisikaan varsinaisia tietojenkäsittelyn ammattilaisia. Ammattilaisten tarve on viime vuosina voimakkaasti lisääntynyt ja trendi tulee todennäköisesti jatkumaan samana. [RYT02]

Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitos kouluttaa tietojenkäsittelytieteen ammattilaisia, jotka pystyvät itsenäisesti suunnittelemaan ja toteuttamaan tietojärjestelmiä, kehittämään uusia tiedon käsittelyn menetelmiä ja opettamaan atk:n hyväksikäyttäjiä. Tietojenkäsittelytiede on menetelmätiede, joka tutkii tiedon esittämistä, menetelmiä tiedon käsittelemiseksi, tietojärjestelmiä sekä tietokoneita ja niiden hyväksikäyttöä. Tietojenkäsittelytiede on keskeisiltä osiltaan abstraktia ja sovelluksista riippumatonta. [RYT02]

Perustutkintonaan tietojenkäsittelytieteen pääaineopiskelijat suorittavat filosofian maisterin tutkinnon, jonka laajuus on 160 opintoviikkoa. Yksi opintoviikko vastaa keskimäärin 40 tunnin työtä. Välitutkintona suoritettavan luonnontieteiden kandidaatin tutkinnon laajuus on 120 opintoviikkoa. Jatkotutkintoina opiskelija voi suorittaa filosofian lisensiaatin ja filosofian tohtorin tutkinnot. Tietojenkäsittelytieteen koulutusohjelmassa on kolme valinnaista linjaa, tietojenkäsittelytiede, ohjelmistotekniikka sekä tieto- ja tietoliikennetekniikka. Tietojenkäsittelytieteen sekä tieto- ja tietoliikenteen linjoilla on pakollisena sivuaineena matematiikka. Ohjelmistotekniikan linjan pakollisena sivuaineena on terveyshallinto tai yrittäjyys. Muiksi sivuaineikseen opiskelija voi valita melko vapaasti minkä tahansa oppiaineen tai täydentää aiempia sivuaineopintojaan.

Tietojenkäsittelytieteen opetus on kurssimaista perustuen pääosin luentoihin, harjoituksiin, harjoitustöihin ja pienryhmissä tehtäviin projektitöihin. Näiden lisäksi kunkin tutkinnon suorittamiseen liittyy tutkielman kirjoitus. Opintojaksojen suoritustavat vaihtelevat kursseittain. Suoritustapoja ovat muun muassa loppukuulustelun hyväksytysti suorittaminen, aktiivinen osallistuminen projektityöskentelyyn jne. Opetusmenetelmät ja suoritustavat ovat pysyneet vuosikausia suurin piirtein samoina. Voidaankin kysyä, ovatko käytettävät opetusmenetelmät ajanmukaisia ja tarkoituksenmukaisia?

Opetuksessa törmätään usein tietyntyyppisiin ongelmiin. Eräs ongelma saattaa olla opiskelijoiden puutteelliset pohjatiedot opetettavasta aiheesta. Jos tarkastelemme vaikkapa syventäviin opintoihin kuuluvaa algoritmien analysoinnin kurssia, niin opiskelijoiden oletetaan hallitsevan aiemmilla algoritmiteorian kursseilla ja matematiikan perusopintokursseilla esitetyt asiat. Jos näin ei ole, niin kurssin opiskelu vaatii paljon työtä.

Joskus opiskelijoiden on vaikea motivoitua jonkin uuden asian opiskeluun. Motivointi esimerkiksi abstraktin algebran kurssilla on tärkeää, sillä muutoin opiskelijoilla herää kysymys, tulevatko he koskaan tarvitsemaan opetettavia asioita käytännön töissä? Tällaisissa tapauksissa opettajan olisi syytä jo varhaisessa vaiheessa motivoida opiskelijoita esittämällä esimerkkejä siitä, missä opetettavia asioita käytetään hyväksi. Ongelmaksi saattaa muodostua myös jonkin asian vaikeatajuinen esitystapa. Esimerkiksi monimutkaisen algoritmin opetuksessa vie algoritmin läpikäynti perinteiseen tapaan rivi riviltä paljon aikaa, eikä toimintaidea siitä huolimatta selviä välttämättä kaikille. Saman asian esittäminen graafisen simulaation avulla saattaa selvittää idean välittömästi.

Kasvavat opiskelijamäärät aiheuttavat osaltaan ongelmia. Eräs ongelma on lisääntyvä tila-, laitteisto- ja opettajatarve. Resurssipulaan emme kuitenkaan ota tässä esityksessä kantaa. Toinen ongelma on suurenevien sisäänottojen aiheuttama opiskelijaryhmien heterogenisoituminen. Kaikilla opiskelemaan saapuvilla opiskelijoilla ei välttämättä ole valmiuksia opiskeluun ilman täydentäviä opintoja.

Tämän työn tarkoituksena oli tuottaa toimintatutkimuksen keinoin tietoa uudentyyppisistä opetusmenetelmistä ja käytännöistä erilaisissa tietojenkäsittelytieteen opetus- ja oppimistilanteissa. Toimintatutkimus voidaan nähdä syklisenä prosessina, jossa yleistilanteen ja ongelmien kartoituksen jälkeen laaditaan yleissuunnitelma ongelmien poistamiseksi. Yleissuunnitelma ohjaa toimintaa (opetusta) ja tuloksena saatavan palautteen perusteella laaditaan uusi, tarkistettu yleissuunnitelma. Palautteena toimivat muun muassa opiskelijoiden mielipiteet uudesta opetus- tai arviointimenetelmästä.

Tämän toimintatutkimuksen yhteydessä tutkittiin luentopäiväkirjan teon ja erilaisten visualisaattoreiden käyttöä luento-opetuksen tukena ja opiskelumotivaation lisääjänä. Lisäksi tarkasteltiin ryhmäytyksen käyttöä, laskuharjoitusten tekoa yhdessä harjoitustilaisuuden aluksi ennen varsinaista tehtävien tarkastusta ja esseetyyppisten loppukuulustelutehtävien julkaisua ennen loppukuulustelua. Menetelmiä testattiin ensimmäisen kerran syksyllä 2003 Diskreetin matematiikan ja Optisen kommunikaation kursseilla. Saatujen kokemusten ja reflektoinnin pohjalta laadittiin korjattu yleissuunnitelma keväällä 2004 pidetylle Tietokonejärjestelmät -kurssille, jossa menetelmien käyttöä tutkittiin uudelleen.

Luentopäiväkirjan tekoon suhtauduttiin ristiriitaisesti. Palautetta tuli sekä puolesta että vastaan. Tämä johtui osittain siitä, että päiväkirjan teko-ohjeet eivät olleet riittävän täsmällisiä ja aiheuttivat väärinkäsityksiä. Toisaalta luentopäiväkirjaa pitäneet näyttävät suoriutuneen opintojaksoista muita opiskelijoita paremmin arvosanoin. Tulosten pohjalta voidaankin todeta, että luentopäiväkirjan teettäminen tuottaa myönteisiä oppimistuloksia, kunhan teko-ohjeet laaditaan riittävän selkeiksi ja yksinkertaisiksi.

Visualisaattoreita käytettiin erilaisten fysikaalisten prosessien havainnollistamiseen. Esimerkkinä voidaan mainita aaltojen interferenssi, johon pohjautuvat monet fysiikasta tai optiikasta tutut ilmiöt. Ilmiön teoreettisen taustan selvityksen jälkeen sama asia näytettiin visualisoituna. Menetelmä sai myönteisen vastaanoton ja sitä voi suositella kaikkeen opetukseen mahdollisuuksien mukaan.

Ryhmäytys toteutettiin siten, että laskuharjoitustilaisuuden aluksi opiskelijat saivat ratkoa tehtäviä yhdessä pienissä ryhmissä ja kysellä epäselviä asioita harjoituksen pitäjältä. Menetelmä tarjosi opiskelijoille mahdollisuuden yhteistoiminnalliseen opiskeluun. He pystyivät pohtimaan epäselviä asioita toisaalta ryhmän sisällä, toisaalta kysymään neuvoa laskuharjoituksen pitäjältä. Tämä lienee madaltanut kynnystä uskaltaa kysyä. Ryhmäytys otettiin pääosin myönteisesti vastaan. Kritiikkiä tuli ainoastaan tavasta, jossa osa tehtävistä jaettiin etukäteen ja osa vasta harjoitustilaisuudessa.

Esseetehtävien julkaisu etukäteen toteutettiin siten, että luennoija jäsenteli kurssin oppisisällön ja laati 20 tehtävää aihealueesta. Näistä tehtävistä valittiin neljä varsinaiseen loppukuulusteluun. Menetelmä sai lähes varauksettoman hyväksynnän, sillä se motivoi vahvasti opiskelemaan ydinasioita yksityiskohtien sijaan.

Tämä toimintatutkimus suoritettiin vuosien 2003–2004 välisenä aikana Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella. Tutkimuksen suorittivat yliassistentit Maija Marttila-Kontio ja Risto Honkanen osana yliopistopedagogiikan opintojaan. Marttila-Kontio valmistui vuonna 2000 filosofian maisteriksi Kuopion yliopistosta pääaineenaan tietojenkäsittelytiede ja sivuaineinaan matematiikka, fysiikka ja kasvatustiede. Lisäksi hän on suorittanut yliopistopedagogiikan opintoja Kuopion yliopiston oppimiskeskuksessa ja kasvatustieteitä Savonlinnan opettajankoulutuslaitoksessa lukuvuonna 1995–1996. Honkanen valmistui filosofian maisteriksi vuonna 1997 ja filosofian lisensiaatiksi vuonna 2000 Joensuun yliopistosta pääaineenaan tietojenkäsittelytiede ja sivuaineinaan fysiikka ja matematiikka. Lisäksi hän on suorittanut yliopistopedagogiikan opintoja Kuopion yliopiston oppimiskeskuksessa.

Tämän toimintatutkimuksen luku 2 esittelee yleisiä opetuksen ja oppimisen pääperiaatteita. Luvussa tarkastellaan erilaisten oppimisnäkemysten kehitystä behaviorismista kokemukselliseen oppimiseen, reflektioon ja dialogiin. Tarkoituksena on antaa lukijoille yleiskuva oppimisnäkemysten kehityksestä ja niiden vaikutuksesta opetukseen, opetussuunnitelmiin ja oppimisen arviointiin. Lisäksi luvussa 2 esitetään lyhyesti erilaisia oppimiseen vaikuttavia tekijöitä ja pohditaan opettajan roolia yliopisto-opetuksessa. Luvussa 3 esittelemme tutkimuksen lähtökohdat. Käymme lyhyesti läpi Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella annettavan opetuksen, koetut ongelmat ja asetamme kehittämistavoitteet ja -menetelmät. Luku 4 sisältää tutkimuksen toteutussuunnitelman. Tutkimuksen tuloksena saatavan palautteen käymme läpi luvussa 5. Luku 6 sisältää loppupäätelmiä.

Luku 2

Opetuksen ja oppimisen pääperiaatteita

Jotta pystyisimme kriittisesti tarkastelemaan tietojenkäsittelytieteen opetuksessa ja oppimisessa esiintyviä ongelmia ja kehittämään niitä oppimisen kannalta suotuisaan suuntaan, käymme tässä luvussa läpi joitakin oppimisteoriaan liittyviä pääperiaatteita. Kohta 2.1 käsittelee lyhyesti erilaisia oppimisnäkemyksiä ja niiden kehitystä behaviorismista kokemukselliseen oppimiseen. Oppimiseen vaikuttavat paitsi käytettävät opetusmenetelmät, myös esimerkiksi opiskelijan motivaatio, tapa vastaanottaa uutta tietoa ja oppimistyyli. Kohta 2.2 esittelee erilaisia opiskelijasta lähtöisin olevia, oppimiseen vaikuttavia tekijöitä. Opettajan roolia yliopisto-opetuksessa pohditaan kohdassa 2.3.

2.1 Oppimisnäkemysten kehitys

Näkemys ihmisen oppimisprosessista on muuttunut huomattavasti viimeisten vuosikymmenien aikana. Tässä kohdassa käsittelemme erilaisia oppimisnäkemyksiä ja niiden kehitystä. Behaviorismin mukaisessa opetuksessa opettaja opettaa ja opiskelijat kuuntelevat. Behavioristisen oppimisnäkemyksen mukainen opetus on tehokkaimmillaan silloin, kun halutaan siirtää suurille ryhmille yksiselitteiset perustaidot. Kohta 2.1.1 tarkastelee behavioristista, ns. perinteistä oppimisnäkemystä. Kognitiivis-konstruktivistisen oppimisnäkemyksen mukaisessa opetuksessa otetaan huomioon myös se, mitä opiskelijan mielessä tapahtuu. Huomio keskittyy oppimiseen opetuksen sijasta. Kognitiivis-konstruktivistista oppimisnäkemystä tarkastelemme kohdassa 2.1.2. Humanistis-andragogismissa tärkeää ovat oppimaan oppiminen ja itseohjautuvuus. Kohta 2.1.3 käsittelee lyhyesti humanistis-andragogista oppimisnäkemystä. Kokemuksellisessa oppimisessa, reflektiossa ja dialogissa tärkeää ovat muun muassa konkreettinen kokeminen, kokeilu, reflektiivinen havainnointi ja vuoropuhelu. Kohdassa 2.1.4 tutustumme kokemukselliseen oppimiseen, reflektioon ja dialogiin. Kohta 2.1.5 käsittää yhteenvedon aiemmin esitellyistä opetusmenetelmistä.

2.1.1 Behaviorismi

Behaviorismi oli vallitseva oppimisnäkemys 1920-luvulta aina 1960-luvulle asti. Behavioristisen oppimisnäkemyksen mukaan oppiminen tarkoittaa ensi sijassa opiskelijan tiedon määrällistä kasvua [EVS00]. Behaviorismi ei pyri vaikuttamaan esimerkiksi siihen, mitä ihmisen mielessä liikkuu hänen ratkoessaan ongelmaa. Sen sijaan oppiminen nähdään prosessina, jossa ärsykkeiden aiheuttamiin oppijan ulkoisiin reaktioihin pyritään vaikuttamaan joko palkkiolla toivottujen reaktioiden yhteydessä tai rangaistuksella (välinpitämättömyydellä) ei-toivottujen reaktioiden yhteydessä.

Behavioristisen oppimisnäkemyksen mukainen opetus käsitetään tiedon siirtämiseksi opettajalta opiskelijalle. Behaviorismin mukaiset opetussuunnitelmat laaditaan osatavoite kerrallaan siten, että osatavoitteet voidaan yhdistää laajemmiksi kokonaisuuksiksi. Opetussuunnitelmat laaditaan ilman opiskelijoiden vaikutusmahdollisuutta opetettavan asian sisältöön. Opettajan tehtävät ja opiskelijan opiskeltavat asiat määritellään tarkasti, eikä opiskelijalta välttämättä vaadita, että hän osaisi soveltaa oppimiaan tietoja ja taitoja. Tyypillinen behaviorismin mukainen lukujärjestys etenee johdanto- ja peruskurssin kautta jatkokurssille.

Tyypillisiä behavioristisen oppimisnäkemyksen mukaisia opetusmenetelmiä ovat perinteiset opettajakeskeiset luennot, ohjatut harjoitustyöt ja erilaiset työkirjatehtävät. Opetusvälineinä suositaan esimerkiksi kalvoja, dioja ja harjoitustyömonisteita. Opetus suunnitellaan etenemään askeleittain siten, että opetettava asia pilkotaan pienemmiksi osiksi ja oikeita suorituksia vahvistetaan. "Rangaistuksena" ei-toivotuista reaktioista voidaan jakaa lisätehtäviä. Opiskelijoiden arviointimenetelminä käytetään lähinnä tenttejä ja harjoitustöitä, joissa mitataan opitun tiedon määrää.

Behaviorismin etuina voidaan pitää sitä, että se on sekä opettajalle että opiskelijalle selkeä ja johdonmukainen. Behaviorististen opetusmenetelmien avulla pystytään opettamaan helposti suurille ryhmille yksiselitteiset perustaidot, menetelmien tuntemus ja laitteiden käyttötaito. Haittapuolena on opiskelijan ohjaaminen positiiviseen palautteeseen (ulkolukuun). Opiskelijan kriittinen ajattelu ei välttämättä kehity, eikä asioiden soveltamista opita.

2.1.2 Kognitiivis-konstruktivismi

Kognitiivisen oppimisnäkemyksen mukaan oppimisessa on olennaista se, mitä mielessä tapahtuu tehtävää suoritettaessa. Huomion tulee kohdistua keskeisemmin oppimiseen opetuksen sijasta. Kognitiivisen psykologian mukaiset opetusmenetelmät perustuvat toisaalta prosessipainotteiseen ajatteluun ja toisaalta konstruktiiviseen käsitykseen ihmisen muistista ja oppimisesta. Longan mukaan todellinen oppiminen ei ole olemassa olevien faktojen tallentamista, vaan merkityksellisten kokonaisuuksien muodostamista opitusta [LL91].

Konstruktiivisen muistikäsityksen mukaan ihmisen muistissa saatua tietoa edustavat kokonaisuudet eli muistiedustukset. Erilaisia muistiedustusten muotoja nimitetään kirjallisuudessa mm. tietorakenteiksi, skeemoiksi tai sisäisiksi malleiksi.

Kognitiivis-konstruktivistisen oppimisnäkemyksen ideana on se, että ulkoa oppimisen sijaan opiskelijan tulisi pyrkiä asioiden ja ilmiöiden ymmärtämiseen ja merkitysten luomiseen. Opettaja voi edesauttaa opiskelijaa parhaiten muun muassa seuraavin toimin [EVS00]:

- tarjoamalla oppimistilanteessa useita erilaisia esitysmuotoja (representaatioita) oppimisen kohteesta,
- tuomalla kohteeseen yhdistyvää todellisuutta esille kaikessa monimutkaisuudessaan,
- kiinnittämällä huomio tiedon rakentamiseen sen uudelleen tuottamisen sijaan,
- käyttämällä oppimistilanteessa aitoja oppimistehtäviä (on pyrittävä opittavan kontekstointiin ja konkretisointiin mieluummin kuin abstrahointiin),
- käyttämällä opetuksessa reaalimaailmalle ominaisia, tapausperustaisia oppimisympäristöjä (mieluummin kuin opettajan ennalta suunnittelemia ja peräkkäisiä toimintoja),
- esittämällä reflektiivistä (omaan ja muiden tekemiseen kohdistuvaa) ajattelua,
- korostamalla tilanteen kontekstista ja sisällöstä riippuvaa konstruointia ja
- tukemalla yhteistoiminnallista (kollaboratiivista) tiedon rakentamisen prosessia.

Kognitiivis-konstruktivistisessa oppimisessa korostuu oppiminen ja tiedon henkilökohtainen rakentaminen opetuksen ja "valmiiksi pureskeltujen" tietojen opiskelun sijaan.

2.1.3 Humanistis-andragogismi

Humanistis-andragogismin pohjana on *itseohjautuvuus* ja *opiskelijan vastuu* omasta oppimisestaan. Tämän periaatteen vaikuttajahenkilöitä ovat mm. Sokrates, Platon ja Aristoteles.

Malcom Knowles [Lin94] kiteyttää andragogismin ideologian seuraavin sanoin:

> *"Kasvatus tulisi määritellä elinikäiseksi prosessiksi, jossa jatkuvasti haetaan uutta tietoa. Niinpä kaikkein tärkeintä oppimisessa on sekä aikuisille että lapsille oppimaan oppiminen sekä itseohjautuvan oppimisen taidot."*

Tärkeää on luoda opetus- ja oppimistilanteisiin mukava ja turvallinen ilmapiiri, jossa noudatetaan *yhteistoiminnallisuuden* toimintaperiaatetta. Opetustilanne on ongelmalähtöistä, joka motivoi opiskelijan liikkeelle. Alussa on myös tärkeää painottaa opiskelijan vastuuta sekä sopia tavoitteista ja oppimisen arviointimenetelmistä. Yleensä arvostelu pyritään suorittamaan opiskelijan kanssa yhdessä. [Lin94]

Opetus/oppimisprosessin aikana tulisi ihmisessä tapahtua sisäinen tietoisuuden muutos. Humanistis-andragoginen oppimisnäkemys perustuu neljään opiskelijoita koskevaan perusoletukseen:

1. minäkäsitys kehittyy riippuvuudesta kohti itseohjautuvuutta,
2. kasvavan kokemusreservin karttumisesta tulee oppimisen lähde,

3. oppimisvalmiudet suuntautuvat enemmän sosiaalisten roolien kehitystehtäviin ja

4. aikaperspektiivi muuttuu tiedon viivästyneesta soveltamisesta välittömään soveltamiseen.

Jos tarkastelemme esimerkiksi ensimmäisen vuosikurssin tietojenkäsittelytieteen opiskelijaa, niin hän on todennäköisesti varsin *riippuva* opettajistaan. Hänelle pitää yleensä sanoa, mitä tehdä ja mitä opiskella. Toinen ääripää lienee jatko-opiskelija, joka hakee *itsenäisesti* uusia tutkimuskohteita, ideoita ja ratkaisuja ongelmiin. Esimerkiksi tietojenkäsittelytieteen opetuksessa lopputyönä tehdään mm. erikoistyö, jossa opiskelija työskentelee melko itsenäisesti näyttäen hallitsevansa tietyn osaamisalueen, esimerkiksi ohjelmointikielen. Myös erilaiset projektit (yksin tai ryhmässä) kannustavat itseohjautumiseen.

Kokemusreservin karttuessa opiskelija saa yhä enemmän rohkeutta tarttua entistä vaikeampiin ongelmiin ilman opettajan tai ohjaajan valvontaa. Mitä enemmän opiskelija harjoittaa taitojaan esimerkiksi tietyn ohjelmointikielen parissa, sitä helpompaa hänen on uudelleen tarttua aihepiirin ongelmiin ja ratkaista ne itsenäisesti. Jos taas opiskelija ei hallitse tiettyä ohjelmointikieltä, hän on hyvin riippuvainen opettajasta/ohjaajasta.

Sosiaaliset valmiudet ovat erityisen tärkeitä ohjelmistosuunnittelun opiskelijoille. Ohjelmistojen suunnittelu on hyvin pitkälle ryhmätyötä, johon osallistuu varsinaisen suunnitteluryhmän ohella myös asiakas ja ohjelmoijat. Työn onnistumisen kannalta on tärkeää, että kaikki jäsenet noudattavat yhteisiä pelisääntöjä. Laitoksemme opetuksessa sosiaalisten taitojen opetteluun rohkaistaan erilaisilla projektitöillä.

Tiedon *välitön soveltaminen* auttaa sisäistämään sen paremmin. Esimerkiksi tiedonhallinnan kurssilla opetellaan Oracle-tietokannanhallintajärjestelmän käyttöä. Opetus on suunniteltu niin, että ensin puhutaan noin tunti opiskeltavasta asiasta ja opiskellaan sitä yhdessä, ja tämän jälkeen opiskelija alkaa käydä läpi omatoimisia tehtäviä ohjaajan kiertäessä luokassa. Juuri saatu uusi tieto hyödynnetään heti, ja opiskelija saa palautteen osaamisestaan tehtäviä tekemällä.

Kaiken kaikkiaan oppiminen muuttuu ainekeskeisestä suorituskeskeiseksi. Andragogisen opetusmallin perusteisiin luetaan hyvän ilmapiirin luominen. Hyvä ilmapiiri tarkoittaa mm. keskinäistä kunnioitusta, luottamuksellisuutta, avoimuutta sekä kannustavuutta. Lisäksi painotetaan opittavan asian kytkemistä opiskelijan kokemusmaailmaan eli ns. normaalielämään. Andragoginen opetusmalli painottuu myös oppimisprosessin yhteiseen suunnitteluun, oppimistavoitteiden asetteluun mm. henkilökohtaisen opintosuunnitelman avulla sekä oppimisen arviointiin reflektoinnin avulla. Näihin (opetusmallin) perustehtäviin osallistuvat kaikki osapuolet.

Itseohjautuvuus on osa humanistis-andragogista oppimisnäkemystä. Humanistinen oppimisnäkemys pyrkii johdattamaan opiskelijaa kohti itseohjautuvuutta. Osa itseohjautuvan oppijan piirteistä on mainittu jo edellä, mutta lisäksi itseohjautuvan oppijan perustuntomerkkejä ovat oma-aloitteisuus, itsenäisyys, sisäinen motivaatio ja oppimisen innostavuus. Itseohjautuvalla opiskelijalla on myönteinen kuva itsestä oppijana ja hän on luova sekä uusiin tilanteisiin hyvin sopeutuva. Itseohjautuvan oppijan on täten helppo noudattaa ja ottaa osaa andragogisen opetusmallin perustehtäviin, kuten sisäiseen arviointiin (reflektioon), oman opiskelun vastuunottoon. Hänen on myös helppo tarkastella kriittisesti omaa toimintaansa. Opiskelijan aktiivinen itseohjautuvuuteen ohjaaminen ja sen tukeminen on hyvin tärkeää. Itseohjautuvuuden käynnistyminen on erityisen kriittinen vaihe, ja opettajan/ohjaajan tulisikin tämä tiedostaa ja toimia tällöin erityisen aktiivisesti ja opiskelijaa tukien. Opiskelijan tukemista kohti itseohjautuvuutta edesauttavat myös tutor- ja mentor-toiminta.

2.1.4 Kokemuksellinen oppiminen, reflektio ja dialogi

Käytäntö, reflektio, teoria ja toiminta kuuluvat oleellisina osina ammatilliseen kehittymiseen. Kolbin mukaan [Kol84] uuden oppimisen perusta on aina yksilön aiempi tieto eli kokemushistoria. Merkitykset uusille kokemuksille löytyvät oppijan kokemushistoriasta. Oppiminen on tehokkainta ja johtaa todennäköisesti käyttäytymisen muutokseen, kun oppimistilanteessa ongelmalliseksi koettu asia kohdataan ja sitä analysoidaan avoimesti. Kohdassa **(A)** käymme läpi kokemuksellisen oppimisen pääperiaatteet. Kohta **(B)** esittelee reflektion oman oppimisen ohjaajana. Dialogia oppimismenetelmänä on tarkasteltu kohdassa **(C)**.

(A) *KOKEMUKSELLINEN OPPIMINEN*

Kokemuksellisen oppimisen juuret ovat humanistisessa psykologiassa ja ne levittäytyvät valistusfilosofiaan asti (Rousseau). Kokemuksellisessa oppimisessa painotetaan luonnonmukaista kehitystä sekä luonnonmukaista minäkuvaa. Luonnonmukaista kehitystä ja minäkuvaa tukee oppimis- ja opetusprosessissa konkreettinen kokeminen ja reflektiivinen havainnointi. Tällöin henkilökohtaiset kokemukset, tunteet ja *taiteellinen* orientaatio ovat prosessissa etualalla. Kokemusten ja tilanteiden monipuolinen reflektointi tulee luonnollisena osana mukaan prosessiin. Kokemuksellisessa oppimisessa opetusprosessia ei suunnitella kovinkaan yksityiskohtaisesti, mutta sitäkin enemmän painotetaan itse oppimisprosessia. Periaate on siinä, miten opitaan eikä siinä, miten opetetaan.

Luonnonmukaiseen kehitykseen liittyy ilmiöiden ja tapahtumien aktiivinen ja konkreettinen kokeilu. Aktiivisessa kokeilussa korostuvat käytännön toiminta sekä ihmisiin ja tilanteisiin vaikuttaminen. Konkreettisten havaintojen ohella myös abstrakti käsitteellistäminen on tärkeässä asemassa. Abstraktille käsitteellistämiselle on ominaista systemaattinen ajattelu ja ongelmanratkaisu. Konkreettisista asioista muodostuu oppijalle abstrakti käsite- ja toimintamalli, jonka avulla hänen on helpompi myöhemmin käyttää muodostamaansa mallia uusissa ongelmanratkaisutilanteissa. Uusista konkreettisista ongelmanratkaisutilanteista seuraa jälleen uusia abstrakteja käsitteellistämisiä ja ketju jatkuu samankaltaisena yhä uudelleen ja uudelleen.

Kolb [Kol84] painottaa kokemuksellisen oppimisen yhteydessä oppimisen orientaatiota. Kolbin mukaan tehokas oppiminen edellyttää [Kol84]

- kykyä omakohtaiseen kokemiseen,
- kykyä reflektoivaan havaintojen tekemiseen,
- kykyä muodostaa abstrakteja käsitteitä ja yleistyksiä ja
- kykyä aktiivisesti kokeilla asioita uusissa tilanteissa.

Opiskelijalle on annettava mahdollisuus *omakohtaisiin kokemuksiin*, jossa hän voi käyttää hyväkseen aiempaa tietämystään ja kokemushistoriaansa. Esimerkiksi ohjelmointi on kokemuksellista oppimista parhaimmillaan. Opiskelija ei pysty kehittämään ohjelmointitaitojaan ellei hän kokemuksen kautta opi tietyn ohjelmointikielen rakennetta ja ohjelmointityyliä. Tietojenkäsittelytieteessä myös projektit ja projektityöskentely perustuvat kokemukselliseen oppimiseen. Ryhmäviestintätaitoja ei voi kokonaisuudessaan oppia kirjasta lukemalla.

Reflektion aikana opiskelija pyrkii selvittelemään kokemuksiaan. Tavoitteena on uudenlainen ymmärrys ja arviointien muuttaminen. Ensimmäinen vaihe reflektioprosessia on kokemuksen mieleenpalauttaminen, jonka jälkeen kokemuksen aiheuttamat positiiviset ja negatiiviset tunteet eritellään ja näiden pohjalta suoritetaan ennakko-olettamusten analyysi. Analyysin jälkeen kokemus voidaan uudelleenarvioida. Esimerkiksi yllä olevissa kohdissa pohditaan mistä virheet/ongelmat syntyivät, miten ne voidaan ratkaista/välttää.

Muodostaessaan *abstrakteja käsitteitä ja yleistyksiä* opiskelija muodostaa uuden, syvemmälle menevän tietämyksen opiskeltavasta asiasta. Kohdatessaan samantyyppisen ongelman opiskelija pystyy soveltamaan uutta tietämystään ongelmaan. Ohjelmointiin liittyen mm. ymmärretään pikkuhiljaa käytännön kautta mitä *olio* ja *ilmentymä* olio-ohjelmoinnissa tarkoittaa. Samoin uusien työmenetelmien kehittäminen projektityöskentelyssä ja ohjelmistotuotannossa vaatii abstraktien käsitteiden hahmotuskykyä.

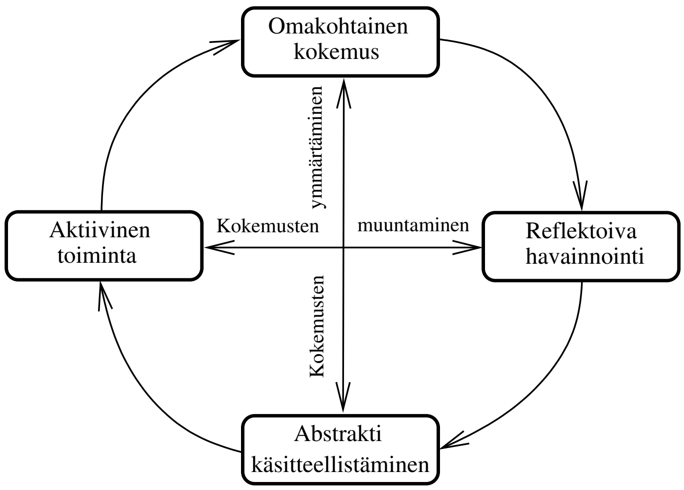
Kyky *aktiivisesti kokeilla asioita* uusissa tilanteissa on edellytys omakohtaisille kokemuksille. Opiskelija saattaa huomauttaa:

> *"Kuukauden työskentelyn jälkeen huomasin, että yliopistossa opetettuja asioita voi todellakin soveltaa paljon työelämässä eikä itse asiassa tule toimeen ilman niitä."*

Tiedoilla ja taidoilla ei ole paljonkaan merkitystä, ellei niitä pystytä soveltamaan ja hyödyntämään erilaisissa tilanteissa. Soveltaminen jää melko pitkälti opiskelijan vastuulle ja hän motivoituu yhä enemmän löytäessään uuden tiedon sovelluskohteen, jossa osaa käyttää tietoaan ja taitojaan oikein päästäkseen hyvään lopputulokseen. Aktiivisen kokeilun tavoitteena on ns. lumipalloefekti: Siinä soveltaminen johtaa tiedon uudenlaiseen käyttämiseen, mikä puolestaan johtaa uuden oppimiseen. Uuden oppiminen johtaa jälleen soveltamiseen. Kokemuksellisen oppimisen malli on esitetty kuvassa 2.1. Kuvan 2.1 malli liittyy kiinteästi Kolbin oppimistyylimalliin, jota käsittelemme myöhemmin tässä esityksessä.

(B) *REFLEKTIO*

Reflektio on rutiininomaisen toiminnan vastakohta, johon sisältyy mahdollisuus uuden tiedon luomiseen. Reflektiivisyys on aktiivinen tutkimis- ja löytämisprosessi, joka usein johtaa sellaiseen lopputulokseen, jota ei osattu odottaa. Itseohjautuva oppija voidaan nähdä selkeästi omaa oppimistaan ohjaavana subjektina ja opettajan roolin muuttuvan tiedonjakajasta oppijan itse ohjaaman oppimisen tukijaksi. Reflektiivisyyden ja vastuullisuuden lisäksi Kolb on listannut itseohjautuvan oppijan muitakin piirteitä. Niitä



Kuva 2.1: Kokemuksellisen oppimisen malli [Kol84].

ovat muun muassa [Kol84]

- sisäinen motivaatio, oppimishalukkuus ja oppimisen innostavuus, suunnitelmallisuus ja tulevaisuuteen suuntautuneisuus,
- myönteinen käsitys itsestä oppijana ja itsensä hyväksyminen oppijana, oma-aloitteisuus ja itsenäisyys,
- luovuus, joustavuus ja sopeutuminen uusiin tilanteisiin,
- sisäinen arviointi, vastuu omasta oppimisesta ja kriittisyys omaa toimintaa kohtaan (kriittinen reflektio) sekä
- kyky tehdä yhteistyötä toisten kanssa.

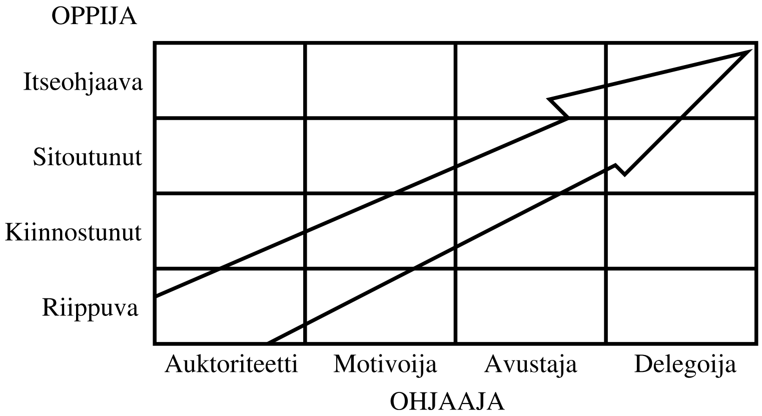
Reflektion kohteita opettajan työssä voisivat olla mm. seuraavat kysymykset:

- Mitä minä teen?
- Mikä merkitys tällä on?

- Miten minusta tuli tällainen?
- Miten voisin tehdä asiat toisin?

Reflektioon liittyy myös negatiivisia puolia. Eräs kriittisen tarkastelun kohteista on oppijan itseluottamus, joka helposti lisääntyy hänen tietojaan nopeammin. Tämä tarkoittaa sitä, että opiskelija kokee tulleensa ekspertiksi tutulla saralla ja samalla lakkaa ennakoimasta muutoksia ja etsimästä uusia vaihtoehtoja. Kokemuksellinen oppiminen on helposti liian tehokasta, jolloin kokemuksen jatkuvan kehittämisen ja itsereflektion viitetausta katoaa. Tällaisen negatiivisen puolen voi löytää tietojenkäsittelytieteen piirissä mm. ohjelmoinnin opetuksesta. Kun opiskelija tulee kurssille opettelemaan uutta ohjelmointikieltä, hän on melko täydellisesti opettajan jakaman tiedon varassa. Oppiminen tapahtuu nopeasti ja uuden oppiminen alkaa tuntua tylsältä ja tarpeettomalta, koska opiskelija luulee jo osaavansa kaiken tarpeellisen ja tuntee pärjäävänsä perustiedoilla vaativimmissakin ohjelmoinnin ongelmatilanteissa. Uutta tietoa ei haluta enää kuulla opettajan suusta, vaan opiskelija pyrkii noudattamaan vanhoja perustekniikoita. Opettaja on kenties jo muutamaan otteeseen huomauttanut, että perustekniikka ei sovellu uuden ongelman ratkaisemiseen esim. peruskoodin huonon suorituskyvyn vuoksi.

Toisaalta tulee ottaa huomioon, että varsinkin ohjelmoinin opettelussa oppimisvastuu on opiskelijalla ja ohjelmoinnin opettelu onkin juuri omassa rauhassa koodin rakentelua, *tekemällä oppimista*. Opettajalla ei voi olla mahdollisuutta opettaa kaikkia tuhansia erilaisia kontekstiriippuvaisia koodiratkaisuja, vaan näiden löytäminen ja oman ratkaisunsa pohdiskelu on juuri ohjelmoinnin opettelun ydin. Tietojenkäsittelytiedettä opiskelemaan tulleille pyritään jo aikaisessa vaiheessa selventämään se, että yliopistossa annetaan mahdollisuus ymmärtää, *miten* ohjelmakoodi rakentuu erilaisissa ohjelmointiympäristöissä. Näin tarjotaan opiskelijoille mahdollisuus ymmärtää ohjelmointikielten yleisrakennetta, jolloin uuden kielen opettelu on nopeaa ja helposti sisäistettävää.



Kuva 2.2: Oppijan itseohjautuvuuden ja ohjaajan roolin välistä suhdetta kuvaava kaavio.

Kuvassa 2.2 on esitetty oppijan itseohjautuvuuden ja ohjaajan roolin välistä suhdetta kuvaava kaavio. Jotta oppijan ja ohjaajan välinen yhteistyö sujuisi kitkattomasti, niin heidän rooliensa tulisi olla sopusoinnussa keskenään. Jos tarkastelemme vaikkapa riippuvaa oppijaa, joka saa ohjaajakseen delegoijan, niin heidän välilleen syntyy heti ristiriita. Toisaalta oppija odottaa ohjaajan neuvovan pienimmissäkin asioissa ja toisaalta ohjaaja odottaa oppijan oma-aloitteisesti ratkaisevan pulmatilanteet. Oppijan itseohjautuvuutta voidaan arvioida itseohjautuvuusvalmiutta mittaavalla mittarilla. Mittarin pienin mahdollinen pistemäärä on 41 ja suurin 205 pistettä, missä alin pistemäärä ilmaisee opiskelijan olevan täysin riippuvainen mm. opettajasta ja ylin vastaajan olevan hyvin itseohjautuva. Mittarin kyselylomake on esitetty liitteessä 2 [Eko92].

(C) *DIALOGI*

Dialogissa vaikuttaa positiivinen ja keskinäinen riippuvuus (kaikki yhden ja yksi kaikkien puolesta). Dialogissa vaaditaan ja se myös kehittää opiskelijan vuorovaikutustaitoja. Kun oppimisprosessi tapahtuu ryhmässä, niin yksilöllinen tilivelvollisuus on jokaisen opiskelijan liikkeelle paneva voima. Ryhmätyöskentelyssä jokaisen oma panos luo ryhmästä ja prosessista juuri omanlaisensa. Ilman henkilökohtaista panostusta ei ole ryhmätyöskentelyäkään. Toki tulee muistaa se tosiasia, että kaikki opiskelijat eivät osallistu samalla tyylillä tai yhtä aktiivisesti ryhmätoimintaan, mutta tämä juuri on ryhmätoiminnan yksi oppimismuoto: opitaan tulemaan toimeen ja työskentelemään erilaisten ihmisten kanssa ja saadaan omasta ryhmästä voimaa, jonka avulla opitaan uusia asioita.

Opiskelijoiden erilaisuutta tulee hyödyntää ryhmätyötilanteessa. Opettajan/ohjaajan vastuulla on varmistaa, ettei ryhmistä tule liian homogeenisiä. Hänen tulee tuntea opiskelijat, jotta ryhmiin saadaan riittävästi erityyppisiä opiskelijoita. Jos opiskelijat saavat itse määrätä ryhmänsä, he mielellään menevät ystäviensä joukkoon. Tällöin vaarana on mm. homogeenisistä ryhmistä johtuva surkastunut ryhmätyötaito. Ryhmien rakentamisen lisäksi opettajan roolina on ryhmätoiminnan tarkkailija. Hän puuttuu asioihin vain tarpeen vaatiessa ja pyrkii taka-alalta ainoastaan ohjaamaan ja tukemaan ryhmän toimintaa.

Jaettu johtajuus antaa opiskelijalle mahdollisuuden tarkastella ryhmätoimintaa ja omaa toimintaansa ryhmässä eri näkökulmista. Tietyllä hetkellä opiskelijalla on vastuu vain itsestään ryhmälle, mutta johtajana hänen tulee myös vastata tietyn osa-alueen toiminnasta. Jaettu johtajuus voidaan ajatella joko kiertäväksi johtajuudeksi tai tiettyjen toimintakokonaisuuksien jakamista ryhmän eri henkilöille. Ryhmätoiminnan aikana ja sen jälkeen opiskelijat reflektoivat toimintaansa. Mitä opimme? Miten voisimme parantaa työskentelyämme?

Dialogissa ei opetuksen suunnittelua viedä pitkälle, mutta itse *oppimisprosessin* suunnittelu suoritetaan tarkasti. Ryhmätyöskentely vaatii aikaa ja tilaa ja kenties tärkeimpänä mukavaa ilmapiiriä. Vaikka itse opetuksen suunnittelua ei toteuteta laajasti, ei se tarkoita opettajalle helppoa työtä vaan hyvinkin vaativaa tilannetajua ja tulevaisuuden arviointia.

2.1.5 Yhteenveto opetusmenetelmistä

Opettajan keskeisimpiä tehtäviä on sopivan opetusmenetelmän (työtavan) valinta. Ei ole yhdentekevää, millaista opetusmenetelmää kulloinkin käytetään. Toisaalta erilaisia opetusmenetelmiä sopivasti yhdistelemällä saavutetaan todennäköisesti tehokkaimmat tulokset. Jos tarkastelemme esimerkiksi tietokoneen käytön opetusta suurelle opiskelijajoukolle, niin perusideat ja -menetelmät on helpointa opettaa luentotyyppisellä opetuksella koko ryhmälle yhtä aikaa. Jotta tietokoneen käyttö tulisi tutuksi ja menetelmät sisäistyisivät, niin opiskelija tarvitsee omakohtaista kokemusta ja mahdollisesti virheiden kautta oppimista. Kokemuksen hankkiminen vaatii sitä, että opiskelija pääsee käyttämään tietokonetta koneharjoituksissa.

Opetusmenetelmään vaikuttavia asioita ovat

- oppisisällöt ja tavoitteet,
- oppijayksilöt ja oppijaryhmät,
- opettajan osaaminen ja valmiudet sekä
- oppimateriaali, välineet, tila ja aika.

Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen Ohjelmointiprojekti-opintojaksolle on asetettu tavoitteeksi: "*Opintojakson aikana suunnitellaan, toteutetaan ja dokumentoidaan ryhmätyönä laajahko ohjelmointityö graafista ohjelmointiympäristöä tai vastaavaa käyttäen*". Opetusmenetelmäksi opintojaksolle on valittava tavoitteen mukaisesti ryhmässä tehtävä ohjelmointityö.

Oppijayksilöiden vaikutus opetusmenetelmän valintaan näkyy vaikkapa siinä, että opintojen alkuvaiheessa opetus on enimmäkseen behavioristisen oppimisnäkemyksen mukaista, ohjattua luento-opetusta ja laskuharjoitusten tekoa. Opintojen edetessä opiskelijat ohjataan itseohjautuvuuteen ja oma-aloitteisuuteen. Lopputyönä tehtävä pro gradu -tutkielmaa voidaan pitää opiskelijan taidonnäytteenä, jonka hän laatii itsenäisesti ilman ohjaajan jatkuvaa kontrollia.

Tietojenkäsittelytiede on hyvin laaja tieteenhaara. Harvalla meistä opetustyöhön osallistuvista on laaja tietämys useammasta kuin parista kolmesta erikoisalasta. Opettajan, joka on erikoistunut esimerkiksi rinnakkaislaskentaan ja verkkoteoriaan, on hyvin vaikea lähteä opettamaan ryhmätyönä tehtävää ohjelmistosuunnittelua. Sama pätee myös toisin päin.

Olemme tarkastelleet kohdassa 2.1 erilaisia opetusmenetelmiä psykologisten näkemysten mukaan kategorisoituna. Opetusmenetelmät voidaan jakaa karkeasti myös seuraavasti:

1. Esittävät opetusmenetelmät, jotka soveltuvat suurille ryhmille opettajalta opiskelijoille tapahtuvaan opetukseen. Tyypillinen esimerkki on luento-opetus.

2. Yhteistoiminnalliseen työskentelyyn perustuvat opetusmenetelmät, esimerkiksi erilaiset ryhmätyöt. Nämä menetelmät kehittävät erityisesti opiskelijoiden sosiaalisia ja vuorovaikutusvalmiuksia.

3. Opiskelijan itsenäiseen työskentelyyn perustuvat opetusmenetelmät, esimerkiksi tietokoneavusteinen opetus. Opetusmenetelmän tarkoituksena on luoda opiskelijalle mahdollisuus yksilölliseen etenemiseen ja oppimisen ohjaukseen.

Käyttipä opettaja mitä opetusmenetelmää tahansa, niin seuraavat asiat on syytä pitää mielessä. Uuden oppimisen ehtona Lonka mainitsee seuraavat asiat [LL91]:

1. opittava asia on *liitettävä mielekkääseen kokonaisuuteen* eli skeemaan,

2. opettajan on *autettava opiskelijaa jo oppimistilanteessa* ja

3. opiskelijalle on *annettava palautetta* työstään.

Jollei opittavaa asiaa liitetä mielekkääseen skeemaan, niin opiskelija ei pysty liittämään asiaa oikeaan yhteyteen ja seuraa mahdollisesti väärinkäsityksiä. Usein käy niin, että opiskelija turvautuu irrallisten asioiden ulkolukuun. Jotta tältä vältyttäisiin, opettajan tulisi ottaa ennen uuden kokonaisuuden opetusta selvää opiskelijoiden tietojen ja taitojen tasosta esimerkiksi alkukokeen järjestämisellä. Alkukokeen avulla opettaja välttää oppilaiden tietojen ja taitojen yli- tai aliarvioinnin, hahmottaa oppilaiden mahdolliset väärinkäsitykset ja aktivoi sopivat muistiedustukset.

Jos huomiota kiinnitetään vain lopputulokseen, on vaikea huomata, mitkä ovat opiskelijoiden todelliset vaikeudet. Opetusmenetelmiä, joissa seurataan koko oppimisprosessia pelkän suorituksen sijaan, kutsutaan prosessipainotteisiksi opetusmenetelmiksi.

Palautteen antamisessa on otettava huomioon opiskelijan lähtötaso ja koko oppimisprosessi. Longan mukaan tenttipainotteinen, opitun toistamiseen keskittyvä opiskelutapa voi olla haitallinen oppimisprosessin kannalta. Sen sijaan kunnollisen palautteen avulla tapahtuva ongelmanratkaisuun, tiedon rakenteluun ja käyttöön ohjaaminen on hänen mielestään huomattavasti hedelmällisempää.

2.2 Oppimiseen vaikuttavia tekijöitä

Jotta opiskeltava asia menisi perille ja opiskelu tuntuisi mielekkäältä, tulisi opiskelijan olla motivoitunut uuden opiskeluun ja hänen orientaatioperustansa olla kohdallaan. Kohdassa 2.2.1 pohdimme motivaation ja orientaation vaikutusta oppimiseen ja opiskeluun. Ihmiset reagoivat erilaisiin ärsykkeisiin eri tavalla. Kohdassa 2.2.2 tarkastelemme ihmistä informaationkäsittelijänä. Meillä jokaisella on oma sopivimmaksi ja miellyttävimmäksi kokemamme tapa oppia. Eri ihmiset reagoivat eri tavalla ulkoisiin, aistien kautta tuleviin ärsykkeisiin. Erilaiset oppija- ja vastaanottajatyypit voidaan luokitella karkeasti kolmeen päätyyppiin sen mukaan, mikä aisteista on hallitseva. Tyyppejä ovat *visuaalinen*, *auditiivinen* ja *kinesteettinen* vastaanottajatyyppi. Havainnointikanavaan perustuvaa oppimistyyliluokittelua tarkastelemme kohdassa 2.2.3. Toisaalta oppimistyyli voidaan luokitella yhdistelmänä informaation hahmottamis- ja prosessointitavoista. Tarkastelemme Kolbin oppimistyylimallia kohdassa 2.2.4.

2.2.1 Opiskeluorientaation ja motivaation vaikutus oppimiseen

Meillä jokaisella on omat syymme opiskelulle ja sille, mitä opiskelulla haluamme saavuttaa. Tätä käsitettä kutsutaan *opiskeluorientaatioksi* eli suuntautumistavaksi opetustilanteessa [Haa01]. Opiskelijan orientaatioita voidaan luokitella usealla eri tavalla sen mukaan, mikä on hänen motivaationsa opiskeluun. Jos opiskelijan motivaation lähteenä on kiinnostus opiskeltavaa asiaa ja oppimista kohtaan, puhumme *sisäsyntyisestä motivaatiosta*. Kun opiskelijaa motivoi ennen kaikkea jokin ulkoinen seikka, esimerkiksi pätemisen tarve, puhumme *ulkoisesta motivaatiosta*. Opiskeluorientaatiot voidaan vastaavasti jakaa *tehtävään suuntautuneeseen* ja *tehtävästä poissuuntautuneeseen* orientaatioon. Tarkastelemme kohdassa **(A)** tehtävään suuntautunutta orientaatiota. Kohta **(B)** sisältää pohdintaa tehtävästä poissuuntautuneista orientaatioista.

(A) *TEHTÄVÄÄN SUUNTAUTUNUT ORIENTAATIO*

Tehtäväorientoitunut opiskelija on kiinnostunut opiskeltavasta asiasta ja opiskelutilanteen hallinnasta sekä pyrkii ymmärtämään opiskeltavan asian syvällisesti. Uusien asioiden suhteuttaminen aiempaan tietoon ja käsitteiden vertailu jokapäiväisiin kokemuksiin on hänelle tärkeää [Haa01]. Tehtäväorientaation taustalla on yleensä sisäsyntyinen motivaatio ja kiinnostus opiskeltavaa asiaa kohtaan. Tehtäväorientoituneen opiskelijan tyypillisiä piirteitä ovat [Haa01, Yrj95]

- itseluottamus ja kiinnostus oppimiseen,
- reflektoivan ajattelun käyttäminen,
- varmuuden kokeminen opiskelussa,
- itseohjautuva opiskelu,
- omaan osaamiseen luottaminen,
- oman oppimisen arvioiminen,
- oppimista koskevan päättelyn käyttäminen,
- opittavan sisällön rakenteiden pohtiminen ja
- opittavaan sisältöön liittyvien abstraktien käsitteiden osaaminen.

Listasta näemme, että tehtäväorientoituneella opiskelijalla on sekä kokemuksellisen oppimisen että humanistis-andragogisen oppimiskäsityksen piirteitä. Tarkkaa piirteiden erottelua näiden oppimisnäkemysten välille ei voida tehdä, sillä piirteet ovat osittain yhteisiä. Oppimisen kannalta tärkeintä lienee se, että opettaja pyrkii omalla toiminnallaan vahvistamaan tehtävään suuntautuneen orientaation mukaisia piirteitä.

(B) *TEHTÄVÄSTÄ POISSUUNTAUTUNUT ORIENTAATIO*

Joskus opiskelumotivaatio saattaa muodostua muutoin kuin opiskeltavan asian oppimisesta. Tällaisia motivaation lähteitä saattavat olla pyrkimys oman pätevyyden tunnustamiseen, tyydytys jonkin asian tekemisestä hyvin tai pyrkimys menestymiseen paremmin kuin muut [Haa01]. Tehtävästä poissuuntautuneet oppimisorientaatiot voidaan jakaa motivaation perusteella kolmeen luokkaan [Haa01, Yrj95]:

1. sosiaaliseen riippuvuusorientaatioon,
2. minädefensiiviseen orientaatioon ja
3. luopumisorientaatioon.

Sosiaalisen riippuvuusorientaation taustalla on opiskelijan halu saada sosiaalinen hyväksyntä, ja opiskeltavan asian oppiminen saattaa olla toissijainen asia. Riippuvuusorientoituneen opiskelijan tyypillisiä piirteitä ovat [Haa01, Yrj95]

- ulkoisten ohjeiden noudattaminen,
- muistamiseen pyrkiminen,
- pysyvien toimintamallien tarkka noudattaminen,
- opitun toistaminen arviointia varten,
- riippuvuus opiskeluyhteisöstä ja ulkoaohjattu opiskelu,
- muuhun sosiaaliseen päättelyyn suuntautuminen ja
- opitun avuttomuuden oppiminen.

Opiskelijana hän on helppo ja miellyttävä pyrkiessään aktiivisuudellaan ja opettajaa miellyttävillä vastauksilla saamaan hyväksynnän. Jonkinasteinen riippuvuusorientaatio yhdistyneenä tehtäväorientaatioon lienee opiskelun kannalta hyödyllistä. Tällöin opiskelija pyrkii toisaalta omaksumaan syvällisesti opiskeltavan asian, toisaalta menestymään hyvin ja saavuttamaan erinomaiset arvosanat. Hänen opetusmenetelmien käyttönsä on systemaattista ja hän suunnittelee ajankäyttönsä huolella.

Minädefensiivisesti orientoitunutta opiskelijaa ohjaa epäonnistumisen pelko opiskelussa. Opiskelija pyrkii torjumaan itseensä kohdistuvia "uhkia". Minädefensiivisen opiskelijan tyypillisiä piirteitä ovat [Haa01, Yrj95]

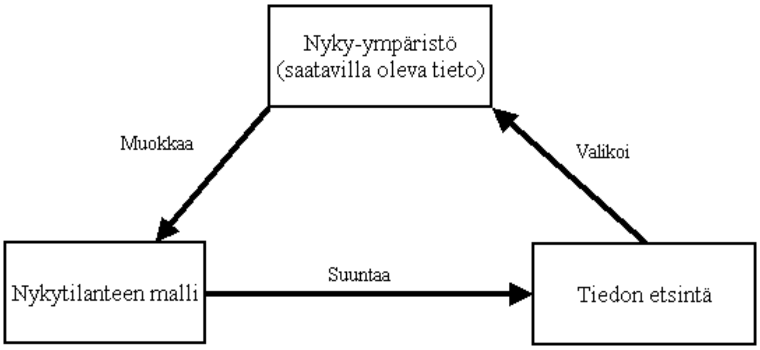
- pyrkimys opittavan asian yksityiskohtien muistamiseen,
- käytettyjen käsitteiden vaikeaksi kokeminen,
- oppimistehtävien ymmärtämisen kokeminen vaikeaksi,
- epäonnistumisen pelko opiskeluun ryhdyttäessä,
- mielistelyyn suuntautuminen,
- oppimisen arvon kieltäminen ja
- taantuminen tai korvaaviin toimintoihin turvautuminen.

Minädefensiivisesti orientoitunut opiskelija ei kykene keskittymään varsinaiseen asiaan vaan pyrkii selviämään stressaavasta tilanteesta. Taustalla on usein epäonnistumisen kokemuksia.

Luopumisorientoituneelta opiskelijalta puuttuu opiskeluun tarvittava riittävä motivaatio. Hän saattaa kokea olevansa väärällä alalla, pitää opiskelutehtäviä merkityksettöminä tai välttämättömänä velvollisuutena [Haa01]. Luopumisorientaatio voi ilmetä provosoivana käyttäytymisenä tai vetäytymisenä. Luopumisorientaatioon saattavat johtaa jatkuvat epäonnistumiset opinnoissa. Toisaalta joskus käy niin, että opiskelija ei saa opiskeluoikeutta siinä oppiaineessa, johon hän on ensisijaisesti pyrkinyt. Ottaessaan vastaan opiskeluoikeuden jossain muussa oppiaineessa hän on jo valmiiksi orientoitunut vaihtamaan alaa heti tilaisuuden koittaessa.

2.2.2 Ihminen informaationkäsittelijänä

Ihmisen tiedonkäsittelyä voidaan syvällisemmin tutkia kognitiivisen psykologian näkökulmasta, jota kuvataan esimerkiksi kuvassa 2.3 olevalla Neisserin havaintokehällä. Ihmisen tiedonkäsittelyprosessit muodostavat laajan kokonaisuuden. *Ihminen muistaa havaitessaan ja tarkkailee ajatellessaan.*



Kuva 2.3: Neisserin havaintokehä: ihmisen tiedonkäsittelyä voidaan kuvata syklisen mallin avulla [SKH01].

Ihmisen tiedonkäsittely voidaan ajatella koostuvan joukosta toisiaan seuraavia perusprosesseja. Näitä perusprosesseja ovat havaitseminen, tarkkaavaisuus, apperseptio eli mieltäminen, ajattelu sekä muistitoiminnot. [SKH01]

Havaitseminen viittaa vahvasti kohdassa 2.2.3 esitettävään visuaalisen ihmisen hallitsevaan aistiin. Havaitseminen on välitön, automaattinen prosessi, jossa hyödynnetään ympäristöstä saatavaa informaatiota ilman tietoista ponnistelua. Ensin ulkomaailmaa koskeva informaatio kootaan aistielimissä, sen jälkeen siitä muodostetaan sarja havaintorepresentaatioita eli -tietoesityksiä ja lopuksi havainto tulkitaan. Tiedonkäsittely eri havaintoelimissä tapahtuu useilla eri tasoilla; mitä korkeammalle tasolla tietoesitys saadaan tulkittua, sitä paremmin on saatu tietoa ympäristön kohteesta. Koska havainnoija kiinnittää alitajuisesti huomiota aivan pieniinkiin kohteen yksityiskohtiin, olisi tärkeää ottaa tämä huomioon mm. opetusta suunniteltaessa ja varsinkin tietoa havainnollistettaessa. Pienikin epäsymmetrisyys tai virhe kuvassa häiritsee kuvan havainnoimista ja sen tallentumista ihmisen muistiin. Selkeät, yksinkertaiset kuvat on helpompi muistaa kuin hyvinkin yksityiskohtaiset ja tietoesitykseltään laajat kokonaisuudet. Toki tähän vaikuttaa myös ihmisen visuaalinen kyky eli se, kuinka hyvin opiskelija pystyy oppimaan havaintojen avulla.

Ihminen ei kykene havainnoimaan useita kohteita samanaikaisesti vaan hän valitsee jollakin perusteella tietyt kohteet havaintojen tekemiseen. Tällöin puhutaan *valikoivasta tarkkaavaisuudesta*. Tämä tarkoittaa tiedon valikointia, kykyä suuntautua valikoituun kohteeseen ja kykyä pitää tarkkaavaisuus tietyn aikaa suunnattuna kyseiseen kohteeseen [SKH01]. Näin henkilöstä tärkeimmältä tuntuva asia havainnoidaan ensin. Mikä sitten on kenenkin mielestä tärkeää ja toisen mielestä taas epäolennaista? Opettaja pystyy nostamaan tärkeimmät asiat esille mm. havainnoinnin apuvälinein; jokainen meistä varmasti tietää, että tekstissä alleviivattu, vahvennettu tai esimerkiksi punaisella värjätty teksti tarkoittaa tärkeää, muista erottuvaa ja huomioitavaa kohtaa. Alkeispiirteitä, joiden avulla näköärsykkeitä on helppo erotella toisistaan ovatkin väri, koko, kontrasti, kallistuskulma, liikesuunta, ja -nopeus sekä stereosyvyys [SKH01].

Visuaalisen havainnon lisäksi opettaja pystyy keskittämään opiskelijoiden tarkkaavaisuutta tiettyyn kohteeseen esimerkiksi puheessa sanojen painotuksien avulla. Lisäksi on huomattu, että tutut ärsykkeet löydetään ja tunnistetaan nopeammin ja virheettömämmin kuin uudet. Tällöin puhutaan *automatisoitumisesta*. Toisaalta taas *tottuminen* aiheuttaa sen, että ihminen suuntaa mielenkiintonsa kohti uusia ärsykkeitä. Nämä valikoivaa tarkkaavaisuutta ohjaavat toiminnot eivät välttämättä ole opettajan tai opiskelijan suunnalta tiedostettuja vaan hyvinkin jokapäiväisiä ja alitajuisia, mutta silti vaikuttavia ja käyttökelpoisia tapoja autettaessa informaation vastaanottajaa prosessoimaan optimaalisesti saamaansa tietoa.

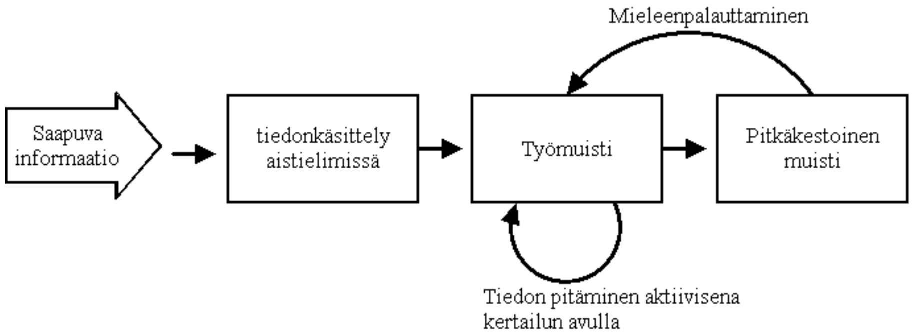
Havaitseminen ja tarkkaavaisuus ovat ärsykkeeseen sidottuja prosesseja; ihminen voi havaita vain sen, mikä ärsyttää aisteja. *Mielikuvien* avulla ihminen pystyy kuvittelemaan abstrakteja tilanteita ja tapahtumia, jotka eivät ole nähtävissä. Tällaisia ovat esimerkiksi ystävyys, eilinen päivä, ikuisuus tai vaikka aivoissa juuri nyt prosessoitava tieto. Me emme pysty näkemään esimerkiksi ikuisuutta, mutta voimme jokainen *kuvitella*, mitä se voisi olla. *Ajattelun* pohjana ovat representaatiot eli tietoesitykset. Tietoesitykset puolestaan pohjautuvat prosessiin, jossa rakennetaan saadun informaation (mm. aistien välityksellä) sekä mielikuvien avulla tietoesitys kohteesta ja tilanteesta. Tätä prosessia kutsutaan *apperseptioksi* eli *mieltämiseksi*. Apperseptio muodostaa ajatteluprosessin ytimen, koska apperseptiossa ajattelun pohjana oleva tietoesitys saa sisällön [SKH01]. Lisäksi olennaisen ja epäolennaisen valinta tapahtuu mieltämisprosessin aikana.

Ihmisen ajattelu vaatii kategorisointia, päätöksentekoa, päättelyä sekä ongelmanratkaisua. Kategorisointi tarkoittaa ihmisen jokapäiväistä asioiden ja kohteiden luokittelua erilaisiin luokkiin. Tärkeää ajattelun kannalta on se, miten ja miksi ihminen luokittelee asiat tietyllä tavoin ja tietyin kriteerein. Päätöksenteko ja päättely ovat olleet hyvin tutkittu alue kognitiotieteessä, yleensä näiden toimintojen mallintamisessa hyväksikäytetään erilaista formaalia logiikkaa.

Ongelmanratkaisu on ajattelutehtävistä monipuolisin ja vaikein. Yleensä ongelmanratkaisu perustuu jo olemassa oleviin käyttäytymismalleihin ja ratkaisuihin, joita sitten sovelletaan tilanteen mukaan. Ongelmanratkaisusta opitaan siten uusia malleja ja ratkaisutapoja, joita voidaan jälleen myöhemmin soveltaa. Yleisesti ottaen ongelmalähtökohtainen opetus onkin mielekäs opetustyyli, koska silloin opiskelijan on tiedettävä aihepiiristä jotain ja/tai hänen on etsittävä uutta tietoa aiheesta, jotta ongelma voitaisiin ratkaista. Tällöin, kuin ilmaiseksi, ihminen hankkii uutta sovellettavissa olevaa tietoa ja huomaamattaan oppii uusia asioita ja tilannekohtaisia ongelmanratkaisutyylejä.

Päätöksenteko, päättely ja ongelmanratkaisu ovat prosesseja, jotka vaativat ihmisen fyysisen työmuistin käyttöä. Vaikea ja monimutkainen prosessi vaatii enemmän työmuistia kuin yksinkertainen ja helppo prosessi. Kognitiivisista järjestelmistä muistin sijoittaminen tiedonkäsittelyprosessin yhteyteen on kenties vaikein tehtävä. Ihmisen *muistitoiminnot* voidaan jakaa kahteen osaan: työmuistiin eli lyhytkestoiseen muistiin sekä pitkäkestoiseen muistiin. Tätä on havainnollistettu kuvassa 2.4. [SKH01]

Työmuisti eli lyhytkestoinen muisti on rajallinen aktiivisen tiedon varasto



Kuva 2.4: Muistijärjestelmämme yksinkertaistettu malli.

[SKH01]. Ihmisen on normaalisti vaikea muistaa yhdellä kertaan enemmän kuin 4–7 eri asiaa [SKH01]. Työmuistissa voi olla esimerkiksi tämä kirjoitettu lause. Se on kirjoittajan työmuistissa hetken eikä se siirry pitkäkestoiseen muistiin. Jos taas lauseella on kirjoittajalleen syvä ja vahva merkitys, se voi siirtyä pitkäkestoiseen muistiin. Pitkäkestoisessa muistissa on mm. ihmisen oma nimi ja henkilötunnus, oma osoite ja puhelinnumero sekä vanhempien nimet. Oppiminen tarkoittaa osaltaan sitä, että opittu asia tallentuu pitkäkestoiseen muistiin. Nykyään valitettavan usein, varsinkin opiskelijalla, moni opittu asia säilyy muistissa tentin loppuun asti, jonka jälkeen opiskelija on “oikeutettu” unohtamaan (ulkoa)opitut asiat.

Jos opittu asia taas on opiskelijaa motivoiva ja kiinnostava, se säilyy pitkäkestoisessa muistissa. Ja mitä useammin opittua asiaa tarvitaan mm. uusien ongelmanratkaisujen soveltamiseen, sitä paremmin se tallentuu pitkäkestoiseen muistiin. Jo näiden fyysisten ominaisuuksien vuoksi olisikin tärkeää, että opiskelija saataisiin *motivoitua oppimaan* eikä ainoastaan hetkellisesti muistamaan ulkoa vaadittavia asioita. Soveltamisen ja koko ajatteluprosessin kannalta on tärkeää, että opittu asia tallentuisi mahdollisimman hyvin pitkäkestoiseen muistiin.

2.2.3 Havainnointikanavaan perustuva luokittelu

Eri ihmiset reagoivat eri tavalla ulkoisiin, aistien kautta tuleviin ärsykkeisiin. Erilaiset oppija- ja vastaanottajatyypit voidaan luokitella karkeasti kolmeen päätyyppiin sen mukaan, mikä aisteista on hallitseva. Vastaanottajatyyppejä ovat seuraavat:

- *Visuaalisen* ihmisen hallitsevin aisti on näköaisti. Hän prosessoi maailmaa silmillään ja haluaa saada asioista kokonaiskuvan. Se, missä järjestyksessä yksityiskohdista hänelle puhutaan, ei ole tärkeää, kunhan hän pystyy liittämään yksityiskohdat kokonaisuuteen ja hahmottamaan yksityiskohtien keskinäiset suhteet. Visuaaliselle tyypille ovat tärkeitä kuvat ja piirrokset, mutta hän ei jaksa kuunnella pitkiä selostuksia.

- *Auditiivisen* ihmisen hallitsevin aisti on kuuloaisti. Hän etenee ja odottaa muiden etenevän asioissa kohta kohdalta loogisessa järjestyksessä. Auditiiviselle tyypille on tärkeää puhe, kerronta ja selitykset.

- *Kinesteettisen* ihmisen hallitsevin aisti on liikeaisti. Hänelle on tärkeää aktiivinen osallistuminen, tekeminen, kokeilu ja tuntuman saaminen asiaan. Asian esitysjärjestyksellä ei ole olennaista merkitystä, kunhan hänelle tarjotaan vaihtelua, miellyttävä ympäristö ja osallistumisen mahdollisuus.

Ihmisillä on kaikki edellä mainitut kanavat edustettuina eri suhteissa. Opettajan tulisikin ohjata oppimista monikanavaisesti, jotta kaikki vastaanottajatyypit voitaisiin tavoittaa. Samalla oppijoiden vähän käyttämät kanavat kehittyvät.

2.2.4 Kolbin oppimistyylimalli

Kolbin oppimistyylimallissa yhdistyy kaksi ulottuvuutta tiedon hahmottamisen ja kaksi tiedon prosessoinnin suhteen [Kol84]. Tiedon hahmottamisen kaksi ääripäätä ovat *konkreettinen kokeminen* (CE = Concrete Experience) ja *abstrakti käsitteellistäminen* (AC = Abstract Conseptualization). Vastaavasti tiedon prosessoinnin kaksi ääripäätä ovat *aktiivinen kokeilu* (AE = Active Experimentation) ja *reflektiivinen havainnointi* (RO = Reflective Observation). Kutsumme näitä perusoppimistavoiksi (mode).

Kolbin kokemuksellisen oppimisen mallin mukaan tehokas oppiminen etenee vaiheittain konkreettisen kokemuksen, reflektiivisen havainnoinnin ja abstraktin käsitteellistämisen kautta aktiiviseen kokeiluun (ja edelleen syklisesti konkreettiseen kokemiseen). Kolbin kokemuksellisen oppimisen mallia käsittelimme jo kohdassa 2.1.4. Se, kuinka eri vaiheet sujuvat ja mikä tuntuu mielekkäältä, määrää yksilöllisen oppimistyylin. Perusoppimistapojen vahvuutta voidaan mitata erilaisilla testeillä ja testien tuloksia käyttää hyväksi opintojaksojen suunnittelussa. Oppijat voidaan jakaa perusoppimistapojen mukaan neljään eri luokkaan:

1. konkreettinen kokija,
2. abstrakti käsitteellistäjä,
3. aktiivinen kokeilija ja
4. reflektiivinen havainnoija.

Konkreettinen kokija oppii omakohtaisten kokemusten ja sosiaalisen kanssakäymisen kautta. Hänellä on yleensä hyvät ihmissuhdetaidot ja tunnepohjaisten päätösten tekeminen on hänelle helppoa. Teoreettinen lähestymistapa asioihin on hänelle vähemmän tärkeää. Hän kaipaa vuorovaikutusta muiden kanssa, kokeellista ongelmanratkaisua, ryhmätöitä ja mahdollisimman vähän tiukkoja aikatauluja.

Abstrakti käsitteellistäjä oppii loogisen ajattelun ja järkiperäisen arvioinnin kautta. Hänen suuntautumisensa on enemmän asioihin ja symboleihin kuin ihmisiin ja kokemuksiin. Hyvin jäsennellyt luentorungot, systemaattinen ohjeistus tehtäviin ja selkeästi organisoidut opiskelumenetelmät ovat abstraktille käsitteellistäjälle tärkeitä.

Aktiiviselle kokeilijalle mahdollisuus aktiiviseen kokeiluun antaa tilaisuuden tehokkaaseen oppimiseen. Hän tekee päätökset usein tunnepohjalta ja saattaa pitää tulosten syvempää ymmärtämystä ja havainnointia toissijaisena. Aktiiviset kokeilijat kaipaavat kokeilumahdollisuuksia, käytännön harjoituksia ja pienryhmäkeskusteluja. Luentojen tyyppiset passiiviset opiskelutilanteet ovat aktiiviselle kokeilijalle vastenmielisiä.

Reflektiivinen havainnoija keskittyy asioiden ja tilanteiden kokeilunluonteiseen, puolueettomaan ja pohdiskelevaan lähestymistapaan. Hänelle faktatieto on ensiarvoisen tärkeää ja käytännön kokemukset toissijaisia. Hän luottaa huolelliseen observointiin ja hänellä on kyky nähdä asiat useasta eri näkökulmista hyvin perusteltuina. Reflektiivinen havainnoija suosii esimerkiksi luentoja, joissa hän voi omaksua objektiivisen tarkkailijan roolin.

On hyvin epätodennäköistä, että vain yksi perusoppimistavoista kuvaa täsmällisesti opiskelijan oppimistyyliä. Yleensä oppimistyyli on yhdistelmä näistä neljästä oppimistavasta. Kun nämä neljä tekijää yhdistetään, saadaan neljä eri oppimistyyliä:

1. *Pragmaatikko* (Converger), jonka vallitsevia oppimistapoja ovat *abstrakti käsitteellistäminen* ja *aktiivinen kokeilu*. Pragmaatikon vahvoja puolia ovat ideoiden käytännöllinen soveltaminen.

2. *Pohtija* (Diverger), jonka vahvuudet tulevat esille tilanteissa, joissa vaaditaan *konkreettista kokemista* ja *reflektiivistä havainnointia*. Pohtijalla on kyky käyttää mielikuvitusta ja tarkastella asioita monesta näkökulmasta.

3. *Teoreetikko* (Assimilator), jonka hallitsevia oppimiskykyjä ovat *abstrakti käsitteellistäminen* ja *reflektiivinen havainnointi*. Teoreetikko on etevä induktiivisessa päättelyssä ja mukauttaessaan yhteensopimattomia havaintoja yhtenäiseksi teoreettiseksi malliksi.

4. *Aktivisti* (Accommodator), jonka vahvuudet tulevat esille tilanteissa, joissa vaaditaan *konkreettista kokemista* ja ja *aktiivista kokeilua*. Aktivistin vahvoja puolia ovat asioiden tekeminen, suunnitelmien ja kokeilujen toteuttaminen.

2.3 Opettajan rooli yliopisto-opetuksessa

Yliopiston toinen perustehtävä tutkimuksen ohella on yliopistotasoisen opetuksen antaminen. Opetuksen laadun kannalta opettajalla on keskeinen rooli. Keskusteluissa on korostettu perinteisen opettajakäsityksen romuttamisen tarvetta. On esitetty, että opettajan tulisi toimia lähinnä opiskelijan oppimisen tukena ja ohjaajana sen sijaan, että hän toimisi auktoriteettina jakaen tietoa passiivisille vastaanottajille [Yli96]. Näkökulma tulisi kääntää opetuksesta oppimiseen. Tämä edellyttää opetuksen dialogimaisuutta ja opiskelijakeskeisyyttä.

Opettaminen voidaan mieltää opettajan ja oppilaiden väliseksi kielelliseksi ja ei-kielelliseksi vuorovaikutustapahtumaksi – viestintäprosessiksi. Opettajan ammattitaidon voidaan nähdä koostuvan kolmesta tasosta [HV02]:

- asenteista,
- ammatillisesta osaamisesta ja
- viestintätaidoista.

Asenteet ohjaavat opettajan valintoja ammatillisissa kysymyksissä, hänen suhtautumistaan työhönsä, omaan itseensä alan edustajana ja opiskelijoihin.

Opettajan asenteisiin lienee hankala vaikuttaa esimerkiksi koulutuksella, sillä ne pohjautuvat kunkin kasvatukseen ja kulttuuriympäristöön, jossa hän on kasvanut.

Ammatillisilla *tietotaidoilla* tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin opettaja hallitsee opetettavan oppiaineksen. Toimiessaan omaa tutkimusalaansa lähellä olevan opintojakson vetäjänä opettajan tietotaitoja ei voida asettaa kyseenalaiseksi. Suurissa opetus- ja tutkimusyksiköissä ihanteellinen tilanne onkin, että kunkin tutkimusaiheen tutkija toimii samalla aihealueensa opettajana. Näin uusin tutkimustieto saadaan välitettyä suoraan opiskelijoille.

Ammatillisuuden uloimmalla tasolla olevien *viestintätaitojen* avulla opettaja välittää tietoa, rakentaa ilmapiiriä jne. Osa viestintätaidoista kehittyy luontaisten valmiuksien perusteella, osa opitaan sosiaalistumisen myötä, kokemuksesta ja käytännön tilanteista. Toisin kuin voisi luulla, voidaan puhumisen ja kuuntelemisen taitoja kehittää opiskelun avulla [HV02]. Suoritimme keväällä 2003 kyselytutkimuksen tietojenkäsittelytieteen ja ympäristötieteen laitosten henkilökunnan keskuudessa [MH03]. Pyysimme kyselyssä henkilökuntaa arvioimaan omia viestintätaitojaan ja asenteitaan opetukseen. Kyselyyn osallistui 29 tietojenkäsittelytieteen laitoksen henkilökuntaan kuuluvaa. Joitakin poimintoja kyselyn tuloksista on koottu taulukkoon 2.1.

Kysely suoritettiin viisiportaisella asteikolla, jossa arvo 1 tarkoitti, että vastaaja oli täysin samaa mieltä ja arvo 5, että vastaaja oli täysin eri mieltä väitteen kanssa. Taulukon 2.1 arvot ovat kyselyyn osallistuneiden tietojenkäsittelytieteen laitoksen henkilökunnan jäsenten vastausten keskiarvoja. Vastauksista näemme, ettei kyselyyn osallistuneiden asenteissa opetustyöhön tai pedagogiseen koulutukseen ole vikaa. Mahdollinen ajanpuute rajoittaa kuitenkin vastanneiden huolellista valmistautumista opetustilanteisiin.

Ylijoki pohtii artikkelissaan myös opiskelijoiden merkitystä yliopisto-opettajalle [Yli96]. Hänen mukaansa opiskelijoiden merkitys opettajille on keskei-

Taulukko 2.1: Poimintoja kyselytutkimuksen vastauksista. Vastausten arvot keskiarvoja väliltä 1=*"Täysin samaa mieltä"*...5=*"Täysin eri mieltä"*.

Väite	**Vastaus**
"Pidän pedagogista koulutusta tarpeellisena"	1,14
"Pidän opetustyöstä"	2,21
"Viestintätaitoni ovat monipuoliset"	2,69
"Minulla on aikaa suunnitella opetukseni huolella"	3,17

nen, sillä viime kädessä juuri opiskelijat oikeuttavat opettajan oman työn. Toisaalta vain opiskelijoiden kautta tiede uusiutuu sosiaalisesti, sillä opiskelijat ovat aina opettajan oman tutkimustyön tai ainakin oppiaineen traditioiden jatkajia [Yli96].

Luku 3

Tutkimuksen lähtökohdat

Tietokoneet ja niiden käyttötaito ovat tulleet yhä tärkeämmäksi osaksi ihmisten päivittäistä elämää. Tietojenkäsittelyn ammattilaisten tarve on kasvanut voimakkaasti viimeisten vuosien aikana. Kasvavaan tarpeeseen on pyritty vastaamaan lisäämällä tietojenkäsittelytieteen opetusta myös Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella. Kun vuonna 1993 sisäänotettujen uusien opiskelijoiden määrä oli noin 20, niin vuonna 2003 opiskelemaan hyväksyttiin noin 150 uutta opiskelijaa. Tämä on aiheuttanut luonnollisesti ongelmia. Ongelmia ovat muun muassa pätevän opetushenkilökunnan, laitteiden ja opetustilojen puute. Kohdassa 3.1 käymme lyhyesti läpi Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella järjestettävän opetuksen ja tutkintorakenteen. Kohta 3.2 käsittelee lyhyesti korkeakouluopetuksen tutkinnonuudistusta. Opetuksessa koettuja ongelmia pyrimme kartoittamaan kohdassa 3.3. Opetuksen kehittämistavoitteita ja -menetelmiä käymme läpi kohdassa 3.4.

3.1 Opetus tietojenkäsittelytieteen laitoksella

Tietojenkäsittelytieteen pääainekoulutus Kuopion yliopistossa on aloitettu vuonna 1984. Laitoksen tehtävänä on antaa tietojenkäsittelytieteeen opetusta ja harjoittaa tutkimustoimintaa. Opetus jakautuu kolmeen linjaan: tietojenkäsittelytieteen, ohjelmistotekniikan sekä tieto- ja tietoliikennetekniikan linjoihin. Toimintatutkimuksessamme tarkasteltavat kolme kurssia ovat pääsääntöisesti tarkoitettu tietojenkäsittelytieteen linjan opiskelijoille. Tästä johtuen tarkastelemme opetusta, joka on kohdistettu tietojenkäsittelytieteen linjan opiskelijoille.

Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitos kouluttaa tietojenkäsittelytieteen ammattilaisia, jotka pystyvät itsenäisesti suunnittelemaan ja toteuttamaan tietojärjestelmiä, kehittämään uusia tiedon käsittelyn menetelmiä ja opettamaan atk:n hyväksikäyttäjiä. Tietojenkäsittelytiede on menetelmätiede, joka tutkii tiedon esittämistä, menetelmiä tiedon käsittelemiseksi, tietojärjestelmiä sekä tietokoneita ja niiden hyväksikäyttöä. Tietojenkäsittelytiede on keskeisiltä osiltaan abstraktia ja sovelluksista riippumatonta. [RYT02]

Tietojenkäsittelytieteen koulutusohjelman tavoitteena on antaa opiskelijoille [RYT02]

- yleistiedot tietojenkäsittelyalan yhteiskunnallisesta merkityksestä,
- perusteelliset tiedot tietojenkäsittelytieteen menetelmistä ja välineistä sekä tietojärjestelmien rakentamisesta,
- valmiudet toimia työyhteisössä ja kehittyä työssään sekä
- valmiudet jatko-opiskeluun, tieteelliseen työskentelyyn ja tieteelliseen raportointiin.

Tietojenkäsittelytieteen pääaineopiskelijoiden perustutkinto on filosofian maisterin tutkinto, jonka laajuus on 160 opintoviikkoa. Yksi opintoviikko vastaa keskimäärin 40 tunnin työtä. Filosofian maisterin tutkinto koostuu 15 opintoviikon laajuisista perusopinnoista, vähintään 30 opintoviikon laajuisista aineopinnoista, vähintään 45 opintoviikon laajuista syventävistä opinnoista, kieli- ja viestintäopinnoista sekä vähintään 45 opintoviikon laajuisista sivuaineopinnoista.

Tietojenkäsittelytieteen *perusopinnot* antavat yleiskuvan tietojenkäsittelytieteestä sekä tietotekniikan ja ohjelmoinnin perustaidot. Perusopintoihin kuuluvia opintojaksoja ovat Tietotekniikka, Johdatus tietojenkäsittelytieteeseen, Ohjelmointi I ja Perusopintojen harjoitustyö. Opiskeltavana ohjelmointikielenä on Java.

Aineopintojen tarkoituksena on syventää perusopinnoissa hankittuja tietoja, perehdyttää opiskelija tietojenkäsittelytieteen keskeiseen käsitteistöön, teoreettiseen ja metodologiseen sisältöön ja tärkeimpiin tutkimustuloksiin. Opiskelijalle pyritään antamaan yleiskuva tietojenkäsittelytieteen keskeisistä ongelmakokonaisuuksista. Opintokokonaisuuteen liittyy useita algoritmiteoriaa sekä ohjelmoinnin ja laskennan teoriaa käsitteleviä kursseja. Opintokokonaisuuteen liittyy lisäksi laajat, koko lukukauden kestävät suunnittelu- ja ohjelmointiprojektit.

Tietojenkäsittelytieteen *syventävien* opintojen loppuvaiheessa opiskelija erikoistuu johonkin tietojenkäsittelytieteen osa-alueeseen, esimerkiksi rinnakkaislaskentaan, tietokantojen hallintajärjestelmiin tai ohjelmistojen testaukseen. Erikoistumisen ohella opiskelija tutustuu tutkimustyöhön ja tieteelliseen raportointiin.

Sivuaineikseen opiskelija voi valita melko vapaasti minkä tahansa oppiaineen. Tietojenkäsittelytieteen sekä tieto- ja tietoliikennetekniikan linjoilla pakollisten 15 opintoviikon laajuisten matematiikan opintojen lisäksi mahdollisia sivuaineita ovat esimerkiksi yrittäjyys tai terveyshallinto. Välitutkintona suoritettavan luonnontieteiden kandidaatin tutkinnon laajuus on

120 opintoviikkoa. Jatkotutkintoina opiskelija voi suorittaa filosofian lisensiaatin ja/tai filosofian tohtorin tutkinnot tietojenkäsittelytieteessä.

Laitoksemme on mukana Joensuun yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen ja Lappeenrannan teknillisen yliopiston informaatioteknologian osaston kanssa IMPIT-yhteistyössä (International Master's Program in Information Technology). Yhteistyöyliopistoja ovat muun muassa Petroskoin ja Pietarin valtionyliopistot Venäjällä. IMPIT-opiskelijaksi voidaan hyväksyä kotiyliopistossaan bachelor-tasoisen tutkinnon hyvin arvosanoin suorittanut opiskelija. Ohjelmaan hyväksytty täydentää tutkintonsa laitoksellamme filosofian maisterin tutkinnoksi. IMPIT-ohjelmaan liittyen laitoksemme tarjoaa runsaasti syventävien opintojen kursseja englannin kielellä.

Tietojenkäsittelytieteen opetus on valtaosin kurssimaista perustuen pääosin luentoihin ja luennoilla käsiteltyihin asioihin liittyviin laskuharjoituksiin. Opetus noudattaa suurelta osin kohdassa 2.1.1 esiteltyä behavioristista opetusmenetelmää. Jos tarkastelemme vaikkapa algoritmiteorian opetusta, niin se aloitetaan perusopintoihin kuuluvalla Johdatus tietojenkäsittelytieteeseen -kurssilla. Kurssilla opiskelijat saavat perusidean algoritmin käsitteestä ja joitakin yksinkertaisia esimerkkejä niiden käytöstä. Tietoja syvennetään sitten aineopintoihin ja syventäviin opintoihin kuuluvilla Tietorakenteet ja algoritmit sekä Algoritmien suunnittelu- ja analysointi -kursseilla. Jotta syventävien kurssien opiskelu onnistuisi, tulisi aiempien algoritmiteorian kurssien sisällön olla sisäistetty.

Toinen jo perusopintovaiheessa aloitettava opetusmuoto on ohjelmoinnin harjoitustöiden teko. Harjoitustyöt ovat helpohkoja ohjelmointitehtäviä, joiden aikana opiskelija muodostaa toimivan ohjelman ja laatii työstään raportin. Työn aikana opiskelija tutustuu johonkin ohjelmointiympäristöön ja samalla ohjelmoinnin ongelmiin omien kokemustensa kautta. Useimmiten ohjelmoija joutuu käyttämään hyväkseen myös algoritmiteorian opinnoissa esitettyjä ideoita ja asioita.

Tietojenkäsittelytieteen aineopintoihin liittyy pienryhmissä tehtäviä projektitöitä. Nämä ovat suhteellisen laajoja suunnittelu- ja ohjelmointiprojekteja. Projektiryhmät koostuvat 3–5 henkilöstä, jotka laativat työnsä tuloksena systeemisuunnitelman tai huolellisesti dokumentoidun ohjelman. Projektitöiden yhteydessä opiskelijat pääsevät tutustumaan ryhmätyöskentelyyn ja laajan systeemisuunnitelman tai ohjelman rakentamiseen.

Näiden lisäksi filosofian maisterin että luonnontieteiden kandidaatin tutkintojen suorittamiseen liittyy tutkielman kirjoitus. Maisterin tutkintoa varten tehtävä Pro gradu -tutkielma on 15 opintoviikon laajuinen opintokokonaisuus, jonka aikana opiskelija perehtyy johonkin tietojenkäsittelytieteen osa-alueeseen kirjallisuuden ja omakohtaisen työskentelyn pohjalta. Työstään opiskelija laatii kirjallisen tutkielman. Aiheena on yleensä jokin oman laitoksen tutkimusaiheisiin liittyvä ongelma. Tutkielman kirjoituksen yhteydessä opiskelija joutuu soveltamaan jo oppimiaan asioita ja etsimään uutta tietoa tieteellisestä kirjallisuudesta ja Internetistä.

3.2 Bolognan prosessi ja tutkinnonuudistus

Kesäkuussa 1999 allekirjoittivat 29 Euroopan maata Bolognan julistukseksi kutsutun asiakirjan. Sen tavoite on synnyttää yhteinen eurooppalainen korkeakoulutusalue vuoteen 2010 mennessä [Ope00]. Opetusministeriö on julkaissut työryhmämuistionsa yliopistojen kaksiportaisen tutkintorakenteen toimeenpanosta vuonna 2002 [Ope02]. Koska tutkinnonuudistuksen valmistelu on meneillään tämän työn suorituksen aikana, käsittelemme uudistusta lyhyesti myös tässä esityksessä. Eurooppalaisten korkeakoulututkintojen harmonisointiin pyritään kuudella toimenpiteellä [Ope00]:

1. kehittämällä tutkintorakenteiden ymmärrettävyyttä ja selkeyttä,

2. yhdenmukaistamalla tutkintorakenteita,

3. ottamalla käyttöön yhteinen opintojen mitoitusjärjestelmä,
4. lisäämällä liikkuvuutta yliopistojen välillä,
5. kehittämällä yhteistyötä laadunarvoinnissa ja
6. kehittämällä korkeakoulutuksen eurooppalaista ulottuvuutta.

Työkaluina tutkintorakenteiden ymmärrettävyyden ja selkeyden lisäämiseksi tullaan käyttämään ECTS (European Credit Transfer System) -opintosuoritusten siirto- ja mitoitusjärjestelmää sekä tutkintotodistuksen liitettä. Uuden järjestelmän käyttöönoton jälkeen yksi opintovuosi tarkoittaisi 1600 opiskelijatyötuntia ja tuottaisi 60 opintopistettä. Opetusministeriön työryhmä edellyttää, etteivät uudistusten yhteydessä tutkintovaatimukset saisi kasvaa ja että niiden tulisi perustua alakohtaiseen ydinainesanalyysiin. Tietojenkäsittelytieteen koulutusohjelmissa ydinainesanalyysiä helpottaa alan ammatillisten ja tieteellisten järjestöjen IEEE ja ACM yhteisesti laatima IEEE/ACM Computing Curricula -opintosuunnitelmaluonnos [IEE01]. Luonnoksen käyttö helpottaa samalla tutkintotodistuksen liitteen (diploma supplement) tekemistä. Liite antaa lisätietoja opiskelijan suorittamista opinnoista, tutkinnon statuksesta sekä kelpoisuudesta jatko-opinnoissa ja työelämässä.

Tutkintorakenteiden yhdenmukaistamiseen pyritään ottamalla käyttöön kaksiportainen tutkintorakenne, jossa alemman korkeakoulututkinnon (bachelortaso, LuK) laajuudeksi työryhmä ehdottaa 180 opintopistettä. Opinnot tulisi voida suorittaa kolmessa vuodessa. Toisen vaiheen muodostavat (180+) 120 opintopisteen ylempään korkeakoulututkintoon (master-taso, FM) johtavat opinnot. Vastaavat vaatimukset tällä hetkellä ovat 120 opintoviikkoa (LuK) ja 160 opintoviikkoa (FM). Suora muunnos suomalaisesta tutkintorakenteessa eurooppalaiseen ei onnistu, vaan vaatii ydinainesanalyysin ja rakenteen uudelleenorganisoinnin.

Yhteisen opintojen mitoitusjärjestelmän käyttöönotto ei suomalaisessa järjestelmässä liene ongelma, sillä meillä on perinteisesti ilmoitettu opintojen laajuus työsuoritukseen perustuvalla järjestelmällä eikä — kuten joissakin muissa Euroopan maissa — vuosina tai lukukausina [Ope00]. Liikkuvuutta pyritään lisäämään erityisesti poistamalla liikkuvuuden esteitä. Laadunvarmistustukseen on useissa maissa otettu käyttöön erilaisia akkreditointijärjestelmiä. Suomessa asiaa hoitaa Korkeakoulujen arviointineuvosto. Korkeakoulujen eurooppalaisen ulottuvuuden kehittäminen tarkoittaa lähinnä kansainvälisen yhteistyön ja verkostoitumisen kehittämistä sekä kieli- ja kulttuurikoulutusta.

Tämän tutkimuksen aikana valmisteltava tutkinnonuudistus vaikuttaa tutkimuksen suorittamiseen lähinnä opintojaksoille tehtävän ydinainesanalyysin kautta. Ydinainesanalyysissä kullekin opintojaksolle määritellään jakson ydinaines ja kartoitetaan kuormittavuus. Tästä johtuen opintojaksojen sisältö saattaa prosessin aikana hieman muuttua. Toisaalta analyysi selkeyttää opintojaksojen keskinäisiä suhteita, vaikkei sillä opetusmenetelmien suhteen vaikutusta olisikaan.

3.3 Opetuksessa koetut ongelmat

Opetustilanteissa törmätään väistämättä sekä opettajan että opiskelijoiden kokemiin ongelmiin. Monesti ongelmien ratkaisua voi vaikeuttaa se, ettei opettaja ole halukas myöntämään, että parantamisen varaa olisi. Jos ongelmia ei kohdata tai niitä vähätellään, joudutaan auttamatta ristiriitatilanteisiin. Kun ongelmat tiedostetaan ja tunnetaan, on niitä helpompi lähteä ratkaisemaan. Kaikki ongelmat eivät toki ole opettajan tai ryhmänohjaajan ratkaistavissa, myös opiskelijan panos on ehdottoman tärkeä opetus/oppimistilanteessa.

Yleisiä opetuksessa tavattuja ongelmia on mm. *materiaalin huono laatu tai sen puute*. Opiskelijat kritisoivat luentomonisteita riittämättömiksi, mutta eivät muista, että kyseessä on vain luentorunko, joka ei kata koko kurssin opittavaa aineistoa vaan tarjoaa ainoastaan sisällysluettelonomaisen katsauksen aihepiiriin. Lisäksi varsinkin tietojenkäsittelytieteen opiskelussa on kummallista, etteivät opiskelijat osaa tai viitsi etsiä tietoa Internetistä tai kirjastosta. Monesti kurssipalautteessa ollaan kysytty, onko opiskelija etsinyt vaihtoehtoista materiaalia, varsinkin jos hän on ollut tyytymätön luentomonisteeseen. Vain harva on vastannut etsineensä lisämateriaalia. *Luottavatko siis opiskelijat edelleen peruskoulunomaiseen opetustyyliin, jossa kaikki ohjeet, neuvot, kehoitukset ja käskyt tulevat suoraan ja yksinomaan opettajalta?* Onko motivaatio niin olematon, ettei lisätiedon etsintä tunnu mielekkäältä? Opettajan tulisikin tällaisen ongelman välttämiseksi kertoa pelisäännöt hyvin selkeästi jo kurssin alussa eikä odottaa kurssipalautetta, jossa valitetaan huonoa materiaalia.

Toinen vakava ongelma on *aikapula* ja *kurssien päällekkäisyys*. Varsinkin tietojenkäsittelytieteen muuntokoulutettavia kiusaa ajan puute. Kurssien päällekkäisyyteen on varmasti jokainen opiskelija törmännyt. Päällekkäisyysongelmaa ei voida kuitenkaan kokonaan poistaa. Yliopisto ei pysty tarjoamaan kaikkea opetusta viikon aikana niin, etteivät mitkään kurssit mene toistensa kanssa päällekkäin. Tietojenkäsittelytieteen sivuaineopinnot ovat melko vapaasti opiskelijan itsensä valittavissa ja tästä syystä on melko hankalaa lähteä ennustamaan, kuinka suuri joukko käy mitäkin sivuainekurssia ja kuinka moni joutuu tämän vuoksi olemaan päällekkäisyyksien vuoksi pois toisen kurssin opetuksesta. Toki jokaisella laitoksella on tapana järjestää omat perus- ja aineopinnot sekä syventävät opinnot siten, etteivät ne kulje lukujärjestyksessä päällekkäin.

Opiskelijoiden aikapulaan on opettajan melko hankala suoraan vaikuttaa. Hän voi ainoastaan ymmärtää tilanteen ongelmallisuuden ja ottaa sen huomioon vaikkapa laskuharjoituksia laatiessaan. Opiskelijat ilmoittavat herkästi, jos mm. laskuharjoituksien tekemiseen ei jää riittävästi aikaa. Kun laskuharjoitustehtävät jaetaan hyvissä ajoin (viikkoa ennen laskuharjoituksia), on opiskelijalla aikaa suunnitella työjärjestystään ja varautua ajoissa tehtävien tekoon.

Myös opettajia vaivaa aikapula. Asiaa ei helpota se, etteivät kaikki *opiskelijat käsitä sitä, että opettajalla on myös muita töitä kuin tietyn kurssin vetäminen.* Opiskelijaa voi närkästyttää se, ettei opettaja ole aina tavattavissa, hän ei heti vastaa sähköpostikyselyyn (jos ollenkaan) tai kieltäytyy jossain tilanteessa ottamasta opiskelijaa vastaan vedoten kiireisiinsä. Valitettavasti opettajan on joskus toimittava näin, jotta kaikki työt tulevat tehdyksi. Opettajan aikaongelman parempaan ymmärtämiseen on pyritty mm. 1. vuosikurssille järjestettävällä HOPS-kurssilla (henkilökohtainen opintosuunnitelma), jossa kerrotaan henkilökunnan töistä ja työpäivästä. Tämä on osaltaan auttanut lyhentämään opettajan työhuoneen ovella olevaa opiskelijajonoa.

Ajan puutteen ja kurssien päällekkäisyyksien ongelmaan vaikuttaa lisäksi yliopistomme *huono salitilanne.* Koska luentosaleja ja muita työskentelytiloja on rajallinen ja tarpeisiin nähden pieni määrä, on kaikki salit täytettävä niin optimaalisesti kuin suinkin mahdollista. Nämä kolme edellä mainittua ongelmatekijää ruokkivat toinen toisiaan ja se aiheuttaa ongelmatilanteita sekä opiskelijoille että opettajille.

Salien lukumäärän lisäksi *opetustilojen rakenne* vähentää aktivoivien opetusmenetelmien käyttöä. Perinteinen luentosali ei sovellu ryhmätyötilaksi saati pienryhmäopetukseeen. Luentosalit on suunniteltu ainoastaan luennoimista varten. Ryhmätyötiloja lienee harvassa koko yliopistoalueella.

Ulkoisten tekijöiden rinnalla opetustilanteiden ongelmaksi aiheutuu *opiskelijoiden motivaation puute* ja *teoriatiedon karttaminen.* Motivaatio-ongelman taustalta löytyy lukuisia selityksiä, joihin opettaja voi joskus vaikuttaa ja joskus ei. Motivaatiota voitaisiin nostaa lisäämällä aktivoivien opetustapojen käyttöä. Teoriatietoutta ei voida yliopistossa vältellä vaan se kuuluu jokaisen tieteenalan perustaan. Se, *miten* teoriaa opiskelijoille opetetaan, onkin täynnä mahdollisuuksia. Joskus teoriaa on opetettava hyvin perinteisin menetelmin ilman värikkäitä vaihtoehtoistyylejä, mutta opettaja voisi aina omalla kohdallaan miettiä, voisiko olla mahdollista alentaa opiskelijoiden teoriapelkoa opettamalla teoria jollakin muulla kuin perinteisellä tavalla.

Aktivoivat opetustavat, mm. pienryhmätyöskentelyt, helpottaisivat myös opiskelijajoukon *heterogeenisyydestä* johtuvaa ongelmaa. Aktivoiva opetus voisi nostaa *luentojen ja laskuharjoitusten arvostusta* opiskelijoiden keskuudessa. Usein opettaja huomaa kurssillaan, että jotkut opiskelijat pitkästyvät ja turhautuvat liian helposta asiasta, kun taas toiset opiskelijat tekevät todella lujasti töitä pysyäkseen jotenkin mukana kurssilla. Kuinka siis sovittaa opetettava aineisto siten, että se täyttäisi kaikkien opiskelijatasojen toiveet ja vaatimukset? Tähän lienee mahdoton vastata. Luentojen ja laskuharjoitusten arvostus on laskenut koko ajan viimeisten vuosien aikana. Yhtenä valitettavana syynä tähän on myös ylemmiltä vuosikursseilta kantautuneet huhut, joiden mukaan luennoilla ja laskuharjoituksissa ei kannata, ei tarvitse tai ei ole tarpeellista käydä. Arvostusongelmaa ei toki kokonaan voi selittää tällä, mutta henkilökunnan kanssa keskusteltaessa edellä mainittu "perinnetietous" on noussut yhdeksi vakavaksi tekijäksi.

Opiskelijoiden suunnalta yhdeksi keskeisimmistä parannusehdotuksista on noussut verkko-opetus. Verkko-opetus onkin lisännyt suosiotaan ja monesti sen katsotaan vastaavan kaikkiin edellä mainittuihin ongelmiin. Silti tähänkin liittyy omat riskinsä. Opiskelijat saattavat toivoa sitä, että *verkko-opetus olisi henkilökohtaista, opettajan kanssa vuorovaikutteista ja reaaliaikaista opetusta.* Toisin sanoen esimerkiksi sähköpostikeskustelujen kautta tapahtuva opetus olisi suotavaa, kunhan se tapahtuu silloin, kun opiskelijalla on siihen aikaa. Edellä mainittu ongelmaesimerkki on tietenkin kärjistetty, mutta tässä kohtaa tulisikin korostaa sitä, että puhuttaessa verkko-opetuksesta tulisi kaikkien osapuolien olla tietoisia siitä, mitä verkko-opetus itse asiassa on, mitä se pitää sisällään ja mitä ei. Yllä mainittuihin ongelmiin verkko-opetus muun opetuksen tukena lienee erinomainen lääke, kunhan se järjestetään yhdessä aktivoivan kasvoista kasvoihin tapahtuvan vuorovaikutteisen opetustavan kanssa.

3.4 Kehittämistavoitteet ja -menetelmät

Sen sijaan, että opettaja toimisi tiedon jakajana passiivisille kuuntelijoille, hänen tulisi toimia opiskelijan oppimisen innostajana, tukena ja ohjaajana. Mielestämme tähän soveltuvat erinomaisesti erilaiset aktivoivan opetuksen työmenetelmät. Aktivoivalla opetuksella tarkoitetaan opetusta, jossa *oppiminen* on keskeisin tavoite [LL91]. Vastuuta opiskelusta pyritään siirtämään opiskelijalle; opettaja toimii tiedon jakajan roolin ohella myös yhteistyökumppanina, innostajana ja työn ohjaajana. Tämän kohdan tarkoituksena on esitellä erilaisia aktivoivan opetuksen työmenetelmiä. Kohdassa 3.4.1 tarkastelemme erilaisten aktivoivien opetusmenetelmien lisäämistä luento-opetuksessa. Aktivoivien menetelmien käyttöä pienryhmäopetuksessa käydään läpi kohdassa 3.4.2. Kohta 3.4.3 sisältää pohdintaa erilaisten arvostelumenetelmien käytöstä.

3.4.1 Aktivoivien menetelmien lisääminen luento-opetuksessa

Perinteinen yliopisto-opetus pohjautuu kurssiluentoihin ja luentojen jälkeiseen tenttiin. Luentojen ohella voidaan järjestää myös harjoituksia. Luentojen ja laskuharjoitusten avulla opiskelijan tulisi saada kattava määrä uutta tietoutta aiheesta. Monesti opiskelijan oppiminen voi jäädä melko pinnalliseksi ulkoaoppimiseksi ja tämä osaaminen mitataan sitten tentillä. Kirsti Lonka esittääkin [LL91], että opetuskäytännöissä pitäisi ohjautua *tuotospainotteisesta* – oppimisen lopputuloksiin keskittyvästä – opetuksesta *prosessipainotteiseen*, oppimistapahtumaan keskittyvään opetukseen. Lonka toteaa myös, että juuri tietotekniikan kehitys on lisännyt kiinnostusta prosessipainotteiseen opetukseen.

Kuinka sitten perinteistä luento-opetustilannetta voitaisiin muuttaa ja muokata vastaamaan paremmin aktivoivan opetuksen menetelmiä ja prosessipainotteisia opetusmenetelmiä? Tähän päivään asti luento-opetus on toiminut siten, että luennoija puhuu ja opiskelijat istuvat hiljaa paikallaan kirjoittaen samalla muistiinpanoja. Toki tällaisessakin opetusmuodossa noudatetaan pienissä määrin prosessipainotteista opetustapaa, koska muistiinpanojen kirjoittaminen vaatii opiskelijalta taitoa valikoida kuulemastaan tiedosta perusteet ja kirjoittaa ne ylös. Silti Longan peräänkuuluttama [LL91] yhtenäisen ja selkeän ajatusmallin saaminen opetukseen ei välttämättä onnistu nopeasti tulvivan tietomäärän paineen alla.

Aktivoivassa opetuksessa vastuu oppimisesta pyritään siirtämään opiskelijalle opettajan toimiessa taustalla pikemminkin ohjaajan roolissa kuin valmiin tiedon syöttäjänä. Luennoilla esille tuleva opettajan auktoriteetti häivytetään taka-alalle ja tällöin opettajan rooli ohjautuu lähinnä hänen asiantuntemuksensa kautta. [LL91]

Aktivoivien opetusmenetelmien lisääminen luento-opetuksessa voi kuulostaa hankalalta, mutta silti lääkkeitä löytyy. Menetelmien lisäämisen kulmakivenä on opettajan (ja toki myös opiskelijoiden) myönteinen suuntautuneisuus uudenlaiseen opetustyyliin. Ensisijaisen tärkeää on, että opettaja astuu pois auktoriteettinsa suojasta ja pyrkii lähentymään opiskelijoita. Hänen tulisi pyrkiä kokonaisvaltaiseen joustavuuteen sekä itsensä että opetettavan asian suhteen. Tämä tarkoittaa sitä, että opettajan pitää pystyä sietämään epävarmuuttaan ja sanomaan tarpeen tullen, ettei tiedä kaikkea kaikesta. Asioista voidaan ottaa yhdessä selvää. Opiskelijoiden kysymykset ja kommentit pitää ottaa mielenkiintoisina haasteina, joita voidaan yhdessä ja erikseen kehittää eteenpäin. Lisäksi joustavuus tarkoittaa sitä, että luennoilla ei voida noudattaa tiukkaan suunniteltua aikataulua vaan luentotilaisuus etenee omalla painollaan. Silti opettajan tulisi pitää huoli siitä, että opetettava asia tulee joka tapauksessa läpikäydyksi eikä opetusaika tuhlaudu kokonaan jutustelemiseen.

Keskeinen aktivoivan opetuksen menetelmä, joka tulisi pitää mielessä, on opetettavan tiedon liittäminen asiayhteyteen ja jo opittuihin asioihin. Tietoja ei pitäisi esitellä pieninä irtonaisina palasina. Ihminen liittää aina uuden oppimansa käsitteen ja tiedon johonkin skeemaan tai skeemojen moniulotteiseen verkkoon. Siksi luennoillakin tulisi ensin kertoa *mihin* tietty asia liittyy. Kun asiayhteys on selvillä, on opiskelijan helpompaa sisäistää opittava asia. Muutoin vaarana on se, että tieto ulkoaopitaan ja tentin yhteydessä “sylkäistään paperille” ja tämän jälkeen unohdetaan. Kuten Lonka toteaa [LL91]:

> *"Yksittäiset tiedot ja asiat, joita ei pystytä mieltämään minkään kokonaisuuden osiksi, joko opitaan pänttäämällä ulkoa tai unohdetaan."*

Luento-opetuksessa hyvä aktivoiva menetelmä on *ongelmalähtökohtaisuus*. Menetelmää voidaan käyttää mm. siten, että esimerkiksi luentojen lopuksi annetaan opiskelijoille ongelma tai “pähkinä” kotiin vietäväksi. Tämä aktivoi opiskelijan uuteen asiaan. Opiskelija voi pyöritellä ongelmaa alitajuisesti tai aivan konreettisesti paperilla ja jopa tietoa aktiivisesti etsien. Seuraavalla luennolla ongelmaa käsitellään, siitä keskustellaan ja esitetään mahdollisia ratkaisutapoja. Asioista voidaan rakentaa vaikkapa yhteistä käsitekarttaa, jolla hahmotetaan ongelmaa kokonaisvaltaisesti erilaisista näkökulmista. Näin jokainen opiskelija voi omalla panoksellaan olla mukana opetuksessa; joko kirjoittaa vain oikea vastaus ja käsitekartta ylös paperille kuunnelleen toisten keskustelua tai sitten osallistua keskusteluun ja ääneen käytyyn pohdintaan. Viimeinen edellyttää tietenkin sitä, että opiskelija on tutustunut ongelmaan ja sen ratkaisuun itsenäisesti. Ongelmaksi saattaa koitua se, etteivät opiskelijat uskalla puhua luentosalissa ääneen. Jos on mahdollista, niin tätä ongelmaa voidaan helpottaa jakamalla opiskelijat keskusteluryhmiin. Keskusteluryhmistä aina yksi esittää ryhmänsä vastaukset muille. Tällöin ei tarvitse olla yksin sanojensa takana vaan vastauksista ja kommenteista vastaa koko ryhmä.

Ongelmanlähtökohtaisen opetusmenetelmän lisäksi opiskelijoita voi aktivoida mm. opintopäiväkirjan tai opintoportfolion avulla. Tällöin suuri osa oppimisen vastuusta siirtyy opiskelijalle. Oman päiväkirjan tai portfolion täyttäminen voi olla hyvin motivoivaa, kirjoittaahan opiskelija tietoa juuri itselleen, itseään varten. Motivaatiota voidaan kasvattaa mm. sillä, että (jonkinmuotoisessa) loppukuulustelussa/tentissä saisi pitää oppimiskansiotaan mukanaan. Lyhyet aktivoivat kirjoitukset luentotilaisuudessa piristävät myös perinteistä luento-opetusta. Nämä kirjoitukset voidaan joko antaa opettajalle, joka kommentoi niitä seuraavalla luennolla tai ne voidaan liittää suoraan opintopäiväkirjaan tai -portfolioon.

Aktivoivan opetuksen tärkeimpiä tehtäviä on herättää opiskelijan mielenkiinto opiskeltavaa asiaa kohtaan. Edellä on mainittu muutamia aktivoivia menetelmiä. Eräs aktivoiva menetelmä ovat erilaiset mittarit, joissa opiskelija testaa itseään ja tietouttaan. Tämän vuoksi lähdettäessä tutustumaan uuteen asiaan, voisi opettaja laatia aiheesta alkukokeen. Tällöin jokaiselle opiskelijalle jäisi kuva omasta tietotaidostaan opittavan asian suhteen ja hän tietäisi, mitkä asiat tulisi vielä oppia. Kun alkukokeet vielä liitetään oppimispäiväkirjaan tai -portfolioon, saa opettajakin kokonaisvaltaisen kuvan opiskelijan oppimisesta tutkiessaan opiskelijoiden tekemiä oppimiskansioita ja seuratessaan opiskelijoidensa henkilökohtaista oppimista.

Kun opettaja on astunut ulos auktoriteettinsa suojista, on opiskelijoiden helpompi lähestyä häntä ja keskustelu voi luennoilla käydä hyvinkin vilkkaasti. Tällöin opettaja voisi ohjata opiskelijoitaan kohti argumentoinnin oppimista. Argumentoinnissa on tärkeää oman kantansa perustelu omia tietojaan hyväksikäyttäen. Tärkeää ei ole itse väittely vaan argumentointi ja opittujen asioiden soveltaminen ja käyttäminen. Täten opiskelija pääsee käyttämään heti oppimaansa asiaa ja oppimaan uutta argumentointinsa kautta. Myös tietojen käyttäminen aktiivisesti lisää niiden muistettavuutta.

Lopuksi yhteenvedonomaisesti todettakoon, mitä Kirsti Lonka on kirjoittanut [LL91] aktivoivasta luennosta:

- luennon tarkoituksena on, että opettajalla on mahdollisuus seurata kuulijoidensa oppimisprosessia ja suunnitella opetuksensa sen mukaisesti,

- aktivoivan luento-opetuksen tarkoituksena tulisi olla näkemysten ja uudenlaisten ajattelumallien välittäminen siten, että ne stimuloivat opiskelijoita aktiiviseen omakohtaiseen pohdintaan sekä
- painopisteen on oltava opiskelijoiden aktivoinnissa siten, että he pyrkivät itse kehittämään synteesiä mielessään.

3.4.2 Aktivoivien menetelmien lisääminen pienryhmäohjauksessa

Erilaiset ryhmätöinä ratkaistavat tehtävät ovat tärkeä osa nykyistä tietojenkäsittelytieteen opetusta. Ryhmätyön etuja on muun muassa se, että ryhmän jäsenillä on yleensä hyvinkin erilainen tausta ja tietämys asioista. Jos ryhmä saadaan toimimaan, niin kaikkien tietämys saadaan koko ryhmän käyttöön. Ryhmässä työskentely mahdollistaa jäsenten välisen vuorovaikutuksen, jonka aikana erilaiset tietotaidot, osaamiset ja näkemykset pääsevät esille [HV02]. Ryhmässä työskentely opettaa lisäksi sen jäsenille sosiaalisia taitoja, sillä eräs ryhmätyön onnistumisen edellytys on ryhmän hyvä ilmapiiri.

Ongelmia ryhmätyön yhteydessä saattaa muodostua silloin, jos jäsenten välille syntyy ryhmän ilmapiiriä heikentäviä jännitteitä ja henkilökohtaisia ristiriitoja. Toisaalta ryhmän heterogeenisyys saattaa myös joskus aiheuttaa ongelmia. Esimerkiksi työtaakka ryhmän jäsenten kesken voi jakautua epätasaisesti. Jos tarkastelemme vaikkapa ryhmässä tehtävää ohjelmointityötä, niin pääosa ohjelmoinnista saattaa jäädä ryhmän taitavimman ohjelmoijan harteille. Tämä ei suinkaan ole järkevää, sillä tällöin uuraimman työtaakka kasvaa suureksi, eivätkä vähemmän ohjelmoivat saavuta haluttua oppimistulosta.

Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella annettava ryhmätyöhön perustuva opetus koostuu lähinnä suunnittelu- ja ohjelmointiprojektien yhteydessä annettavasta opetuksesta. Kukin ryhmä koostuu 3–5 jäsenestä, jotka valitsevat keskuudestaan projektipäällikön. Ryhmä tuottaa laitoksen asettaman ohjaajan valvonnassa joko systeemisuunnitelman tai toimivan ohjelman. Projektien tuloksena syntyy joukko raportteja, joiden perusteella projektiryhmäläiset saavat arvosanan. Mielestämme projektitöiden yhteydessä annettava opetus on perusteltua ja toimivaa. Projektiryhmäläiset saavat arvokasta kokemusta ryhmätyöstä ja systeeminsuunnittelu- tai ohjelmointitaitoja.

Luentokursseihin liittyy yleensä laskuharjoituksia, joissa käydään läpi luennoilla opetettuja asioita. Laskuharjoituksissa käsiteltävät kysymykset jaetaan harjoituksia edeltävällä viikolla. Ongelmana perinteisissä laskuharjoituksissa on se, että osa opiskelijoista ei osaa tai viitsi tehdä jaettuja harjoituksia. Vaihtoehtoinen tapa laskuharjoitusten pitoon saattaisi olla tehtävien ratkaisu ryhmätyönä harjoitusten alussa ennen niiden läpikäyntiä. Menetelmän etuna on se, että näin saadaan ryhmien tietävämpien jäsenten tietotaito muiden jäsenten hyväksi ja tietämättömämmät osallistumaan tehtävien ratkaisuun. Käytimme menetelmää kevään 2003 Tietokonejärjestelmät-kurssin yhteydessä ja vastaanotto oli valtaosin positiivinen.

Eräs tietojenkäsittelytieteen opetuksessa harvoin käytetty ryhmätyömenetelmä on poster-näyttelyjen järjestäminen. Poster-näyttelyssä opiskelijat laativat harjoituskurssin tuloksista tai jostain luentokurssin aiheesta posterin eli esittelyjulisteen [LL91]. Posterit asetetaan esille oppilaitoksen käytävälle noin viikon ajaksi, jonka jälkeen järjestetään julisteiden esittelytilaisuus. Esittelytilaisuuteen tulisi pyrkia saamaan paikalle laitoksen henkilökuntaa. Menetelmän etuja ovat saatu ryhmätyökokemus ja perehtyminen oman esittelyjulisteen aiheeseen.

Tietokoneen käyttö ryhmäopetuksen tukena rajoittuu tällä hetkellä tietojenkäsittelytieteen laitoksella lähinnä opintojaksojen kotisivujen ylläpitoon.

Kotisivuilta löytyy yleensä opintojaksoon liittyvää materiaalia, tietoa suoritustavoista jne. Tietokoneavusteista opetusta olisi mahdollista laajentaa ottamalla käyttöön Kuopion yliopistolla käytössä oleva WebCT-opetusympäristö. WebCT mahdollistaa esimerkiksi erilaisten keskusteluryhmien käytön opetuksen tukena.

3.4.3 Erilaisten arviontimenetelmien käyttö

Yliopistossa on pyritty perinteisesti arvostelemaan ja arvioimaan opiskelijoiden osaamista tentein. Tietojenkäsittelytieteen laitoksella ja muillakin Kuopion yliopiston laitoksilla arvosanaan vaikuttavat tenttiarvosanan lisäksi harjoituksiin osallistuminen ja tehtävien tekeminen. Kuten Lonka toteaa [LL91]:

> *"Tentissä perinteisesti mitataan opiskelijoiden kykyä toistaa kirjoista lukemiaan asioita. Tämä ei siis edellytä opittavan asian sisäistämistä vaan toistamista ja tenttikäytäntö saattaa pikemminkin olla monen opiskelijan oppimisen ongelmien taustalla."*

Silti pitää muistaa, että jollakin tapaa osaamista on kuitenkin arvioitava ja opiskelijat toivovat arvosanaa työstään. Tentti on yleensä koettu opettajien puolelta helpoimmaksi tavaksi mitata opiskelijoiden osaamista, eikä tenttiä pitäisi välttämättä syrjäyttää kokonaan uusien pedogogisten tuulien puhaltaessa yliopistolla.

Tenttiä voi parantaa jo sillä, että opiskelijalle annetaan mahdollisuus soveltaa oppimiaan asioita. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi antamalla tentissä aineisto, josta opiskelija tekee yhteenvedon ja pohtii tekstin sisältöä kurssilla oppimistaan (mahdollisista) erilaisista näkökulmista. Myös sellaiset tenttikysymykset, joissa opiskelijan tulee yhdistellä erilaisia oppimiaan asioita, motivoi opiskelijaa syvällisempää tietojen sisäistämiseen. Pyrkimys ymmärtää asioita helpottaa muistamista enemmän kuin suoraviivainen pyrkimys muistaa niitä [LL91]. Lisäksi, jos opiskelijat ovat kurssilla pitäneet opiskelupäiväkirjaa, voisi sen ottaa tenttiin mukaan. Tällöin jokainen voi ratkaista tenttitehtäviä koko aiemman työnsä avulla eikä tentissä tällöin mitata ulkoa opittuja asioita.

Perinteisen tentin voi suorittaa muutoinkin kuin henkilökohtaisesti. Tenttejä voidaan tehdä sekä ryhmätenttinä että suullisena kuulusteluna. Ryhmätentin hyvänä puolena on dialogi ja vielä itse tenttitilaisuudessakin tapahtuva oppiminen. Tällöin myös ryhmä tekee yhdessä vastuullista työtä hyvän arvosanan saamiseksi; jokainen antaa oman tietoutensa peliin kohti yhteistä päämäärää. Tämän arvostelumenetelmän varjopuolena voi olla ns. siivellä kulkeminen, eli ryhmän mukana hyvän arvosanan voi saada myös sellainen opiskelija, joka ei ole osallistunut tenttitilaisuudessa lainkaan ryhmätyöhön. Opiskelijat reagoivat kuitenkin melko nopeasti “siipeilijöihin”. Ryhmätentin yhteydessä voidaan kerätä jokaisen ryhmän jäsenen mielipide tenttitilaisuudesta ja sen kulusta sekä siitä, kuka ehkä teki eniten töitä tentin eteen ja kuka vähiten. Tämä yleensä vähentää mahdollisten siipelijöiden ilmestymistä tenttitilaisuuteen.

Suullinen tentti on noussut myös uudeksi mukavaksi tenttityyliksi. Tämä edellyttää kurssin vetäjältä lisää resursseja kurssin tenttijärjestelyyn ja aikatauluihin. Jos kurssilla on suuri joukko opiskelijoita, voidaan suullinen kuulustelu suorittaa ryhmittäin. Tällöin myös opettaja näkee suoraan, kuka kenties hallitsee opitun asian paremmin kuin joku toinen. Suullisen tentin vahvuus on juuri dialogi. Kun asiaa ei tarvitse selittää tarkasti ja eksaktisti paperille, voi opiskelija keskittyä asiansa esittämiseen eikä siihen, tuleeko vastaus hyvin ja puhtaalla äidinkielellä kirjoitetuksi paperille. Lisäksi asioiden esittäminen on helpompaa, koska opiskelija voi elehtiä, liikkua ja havainnollistaa asioita helpommin suoraan opettajalle. Muistettakoon, että opettajan pitää tuntea opiskelijat melko tarkkaan huomioidakseen erilaiset viestijätyypit, muuten vaarana voi olla kurssin ns. hiljaisen puurtajan jääminen tenttitilaisuudessa suulaampien varjoon.

Jos kurssilla ei haluta arvioida opiskelijoita tentein, voidaan se suorittaa mm. seminaariluontoisesti. Siinä opiskelijat joko yksin tai pienessä ryhmässä pitävät valitsemastaan kurssin aihepiiristä esityksen, jonka opettaja arvostelee. Tämä motivoi opiskelijoita kenties tenttiä enemmän, koska opiskelija saa perehtyä juuri siihen aihepiiriin, jonka hän kokee mielenkiintoisemmaksi kurssilla. Vaarana on se, että muut tärkeät asiat jäävät oppimatta opiskelijan keskityttäessä vain omaan osa-alueeseensa.

Esityksien lisäksi opettaja voi arvostella opiskelijoiden tekemiä oppimiskansioita (opintopäiväkirjoja tai portfoliotyyppisiä kansioita). Myös tässä tapauksessa pitää ottaa huomioon vaadittavat resurssit, jos opiskelijoita on kurssilla suuri määrä.

Edellä mainittujen erilaisten arviointityylien käyttö aktivoisi ja motivoisi opiskelijoita perinteisiä arviointimenetelmiä enemmän. Arviointityylejä ei tarvitse välttämättä käyttää juuri siten, kuin yllä on esitetty vaan niitä voi mielensä mukaan yhdistellä ja muokata omalle kurssille sopivaan muotoon. Tärkeää olisi myös kurssin alussa keskustella näistä erilaisista vaihtoehdoista opiskelijoiden kanssa. Silloin jokainen voi helpommin ymmärtää esimerkiksi oppimiskansioiden tarkoituksen ja merkityksen sekä mm. oman vastuun ryhmätyöskentelytilanteessa.

Luku 4

Tutkimuksen toteuttaminen

Toimintatutkimuksen tulokset tulee osoittaa luotettaviksi. Siksi kriittisen tutkijan on esitettävä, mitä menetelmällisiä ja tutkimusteknisiä ratkaisuja hän on käyttänyt. Toimintatutkimus on syklinen prosessi, jonka aikana opetusmenetelmiä tai -käytäntöjä pyritään kehittämään aiempien kokemuksien ja reflektoinnin avulla. Tässä tutkimuksessa syklisyys toteutettiin siten, että käytimme esimerkiksi luentopäiväkirjaa tai ryhmäytystä ensimmäisen kerran Diskreetin matematiikan ja Optisen kommunikaation kursseilla. Näiden kokemusten perusteella laadimme korjatun yleissuunnitelman Tietokonejärjestelmät-kurssin toteuttamiseksi.

Tämän luvun kohdassa 4.1 käydään läpi toimintatutkimuksen yleiset pääperiaatteet ja aikataulu. Kohta 4.2 esittelee yksityiskohtaisen suunnitelman Diskreetin matematiikan opetuksen kehittämisestä. Optisen kommunikaation osalta suunnitelma esitellään kohdassa 4.3. Kohdassa 4.4 käymme läpi yksityiskohtaisen suunnitelman Tietokonejärjestelmät-kurssin kehittämiseksi. Kehitystyössä käytetään hyväksi IEEE/ACM Computing Curricula -opintosuunnitelmaluonnosta niiltä osin, kuin siitä löytyy valmiita ydinainesrunkoja [IEE01].

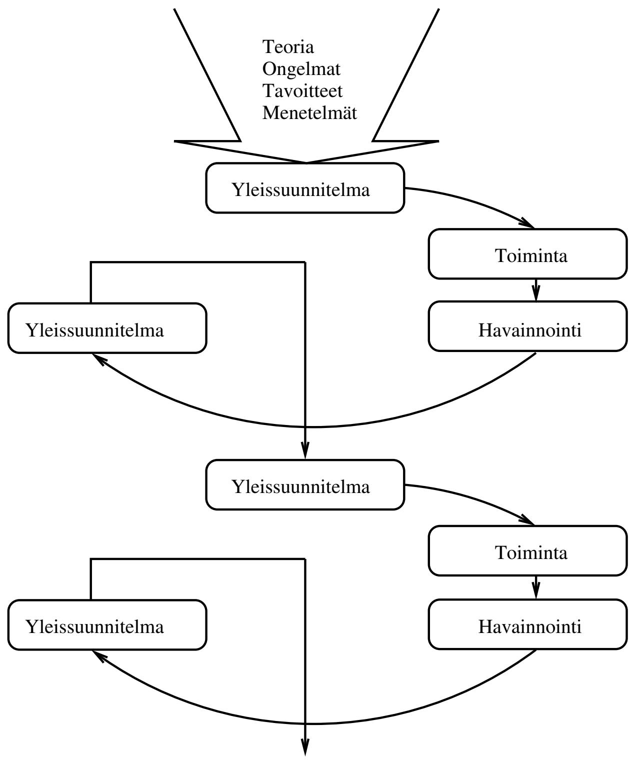
4.1 Tutkimuksen pääperiaatteet ja aikataulu

Opetukseen ja oppimiseen liittyvä toimintatutkimus on tutkimusstrategia, jossa tutkija osallistuu kiinteästi kohdeyhteisön elämään pyrkien yhdessä kohdeyhteisön jäsenten kanssa kehittämään opetussuunnitelmaa, ammatillista osaamista, opetusjärjestelyjä ja opetusmenetelmiä. Toiminnoille on yhteistä suunniteltujen toimintastrategioiden identifiointi ja toteuttaminen sekä systemaattinen havainnointi, reflektio ja käytäntöjen muuttaminen. Tutkimusstrategiana toimintatutkimus pyrkii käytännön toiminnan ja teoreettisen tutkimuksen vuorovaikutukseen [Täh94]. Kohta 4.1.1 esittelee toimintatutkimuksen aikataulutuksen ja vaiheistuksen yleisellä tasolla toteutusspiraalin avulla havainnollistettuna. Kohdassa 4.1.1 ei määritellä vielä tarkasti yksittäisten opintojaksojen osalta tutkimuksen kulkua. Kohdassa 4.1.2 määritellään kaikilla tutkimukseen kuuluvilla opintojaksoilla käytettävät yhteiset pelisäännöt aineiston kokoamisen ja analysoinnin osalta. Kohta 4.1.3 sisältää pohdintaa toimintatutkimuksen luotettavuustarkastelusta.

4.1.1 Aikataulu toteutusspiraalina

Toimintatutkimuksen etenemistä voidaan kuvata mallilla, jonka keskeisenä ideana on etenevä toiminta- ja tutkimusvaiheiden vuorottelu. Yksittäinen toimintatutkimuskierros koostuu suunnittelusta, toiminnasta, havainnoinnista ja reflektoinnista [Täh94]. Esimerkki toimintatutkimuksen spiraalista on esitetty kuvassa 4.1. Kukin toimintatutkimusvaihe on perusta seuraavalle kierrokselle. Tutkimusvaiheiden tarkoituksena on lisätä tutkimukseen osallistujien ymmärtämystä toiminnoista ja ymmärtämyksen pohjalta kehittää niitä edelleen.

Yleissuunnitelma on perusta kullekin toimintatutkimusvaiheelle. Tämän toimintatutkimuksen tavoitteena ei ole aikaansaada perusteellista tieteellistä tutkimusraporttia perinteisessä mielessä, vaan tuottaa tietoa uudentyyppi-



Kuva 4.1: Aikataulu toteutusspiraalina.

sistä opetusmenetelmistä ja käytännöistä tietojenkäsittelytieteen opetus- ja oppimistilanteissa. Toki selkeä ja analyyttinen raportti on osa kelvollista toimintatutkimusta. Yleissuunnitelman onnistuneen laatimisen edellytyksenä on, että tutkimukseen osallistujat perehtyvat opetuksen ja oppimisen teoriaan sekä analysoivat tutkimuksen lähtökohdat. Lähtökohtien analysoinnin aikana kirjataan opetuksessa koetut ongelmat, laaditaan kehittämistavoitteet ja pohditaan menetelmiä tavoitteisiin pääsemiseksi. Tämän tutkimuksen osalta opetuksen ja oppimisen pääperiaatteita on käsitelty luvussa 2. Tutkimuksen lähtökohdat on kirjattu lukuun 3.

Toiminnan aikana toteutetaan edellisen toimintatutkimusvaiheen tuloksena syntynyt uusi yleissuunnitelma. *Havainnointi* tarkoittaa tiedonkeruuta toiminnan tuloksista ja tiedon objektiivista tarkastelua. Tiedonkeruussa voidaan käyttää hyväksi oppilasarvioinnin järjestämistä (joko sähköisessä muodossa tai paperilla). Havainnointi on pohjana reflektiolle, jonka aikana saatuja kokemuksia peilataan aiempaan kokemusmaailmaan ja teoriaan.

4.1.2 Aineiston kokoaminen ja analysointi

Perinteiset opetusmenetelmät on kehitetty aikana, jolloin tutkimuksessakin keskityttiin lähinnä *suoritusten* mittaamiseen. Suoritusten eli oppimistulosten mittaamiseksi pyrittiin kehittämään erilaisia mittareita ja testejä, joiden avulla oppijoita ja heidän oppimistuloksiaan voitiin luokitella eritasoisiksi [LL91]. Tällaisena mittarina voi toimia esimerkiksi tentti ja siitä saatava arvosana. Pelkkä suorituksen mittaaminen ei kuitenkaan välttämättä anna tietoa siitä, kuinka *opitaan* eli miten asiantuntijaksi kehitytään.

Jos haluaisimme mitata pelkkiä oppimistuloksia, niin siihen riittäisi tenteistä saatujen arvosanojen tarkastelu. Siinäkin tapauksessa pitäisi ottaa huomioon opintojakson aloittaneiden lähtötaso. Pelkkä oppimistulosten tarkastelu ei yksin riitä, sillä tarkoituksemme on analysoida sitä, kuinka jokin opetus- tai arviointimenetelmä auttaa opiskelijoita motivoitumaan, oppimaan uusia asioita ja käyttämään oppimiaan tietoja hyväkseen uusissa ongelmatilanteissa. Jotta tähän päästäisiin, on pyrittävä selvittämään opiskelijoiden mielipiteet siitä, kuinka käytetty opetus- tai arvostelumenetelmä on auttanut häntä motivoitumaan opiskeluun, oppimaan ja sisäistämään opetetun asian.

Kursseilta kerätään opiskelijapalaute liitteiden 5 ja 6 mukaisilla paperilomakkeilla, joiden tarkoitus on auttaa opettajaa hahmottamaan kurssin ja oppimisen sujumista. Opiskelija antaa palautetta sekä numeerisesti että kirjallisesti. Numeerisen palautteen tarkoitus on mahdollistaa arvioinnin nopea ja selkeä analyysi. Tämän menetelmän varjopuolena on "tiukka" arvosana ilman selityksiä. Osa opiskelijoista suosii kuitenkin numeerista arvostelua eikä tahdo tai jaksa arvioida kurssia tai oppimistaan sanallisesti. Sanallisen arvioinnin etuna on monipuolinen ja opiskelijan oma persoonallinen näkökulma. Mielestämme sanallinen arviointi kertoo numeerista selkeämmin opiskelijan mielipiteen.

Kohdassa 2.2.4 tarkastelimme erilaisia oppimistapoja ja -tyylejä. Tämän toimintatutkimuksen kannalta on kiinnostavaa tutkia opintojaksoille osallistuvien opiskelijoiden oppimistyylejä ja niiden yhteyttä käytettyihin opetusmenetelmiin.

4.1.3 Tutkimuksen luotettavuustarkastelua

Toimintatutkimus on lähinnä tutkimusstrategia, jonka tutkimusaineisto on yleensä sekä laadullista että määrällistä. Tutkimuksen tarkoituksena on paitsi käyttäytymisen (oppimisen/opettamisen) objektiivinen tutkiminen, myös toimintojen kehittäminen ja sosiaalisen toimintaympäristön muuttaminen [Täh94]. Toimintatutkimus perustuu kohdassa 4.1.1 esitettyyn toteutuspiraaliin ja sen eri vaiheiden vuorotteluun. Toimintatutkimus eroaa menetelmänä sekä empiiris-analyyttisestä että puhtaasti tulkinnallisesta tutkimusmenetelmästä. Syynä tähän on lähinnä tutkimustilanteessa tapahtuva teorian ja käytännön vuorovaikutus. Toisaalta voidaan pohtia, kuinka opettaja voi tutkia omaa toimintaansa.

Opetukseen liittyvä toimintatutkimus on tutkimusmenetelmänä lähellä tulkinnallista paradigmaa. Toimintatutkimuksen luotettavuustarkastelussa luotettavuudelle ei voi asettaa ehdoiksi tutkimuksen toistettavuutta ja tulosten yleistettävyyttä, sillä ne ovat liian kapea-alaisia. Opetustilanteessa tapahtuvan toiminnan toistamista samanlaisissa olosuhteissa ei pystytä järjestämään. Näin ollen tulosten todentaminen perinteisin menetelmin on mahdotonta ja niiden yleistäminen johonkin toiseen tilanteeseen on vaikeaa. Opetustilanteeseen liittyvä tutkimus on vahvasti sidoksissa opettajan persoonaan.

Luotettavuusarvoinneissa on tärkeää se, onko toimintatutkimuksen avulla saatu hankittua sellaisia tietoja ja valmiuksia, joiden avulla pystytään aiempaa paremmin hallitsemaan tutkimuksen kohteena olleita tilanteita [Täh94]. Tärkeitä asioita tulosten saavuttamiseksi ovat muun muassa

- tutkijan ammattitaito ja tutkittavan ilmiön tuntemus,
- tutkijan sitoutuneisuus ajallisesti pitkään prosessiin ja
- työskentely lähellä tutkimuskohdetta.

Ilman riittävää ammattitaitoa ja tutkittavan ilmiön tuntemusta oleellisten ongelmien havaitseminen ja tulosten tulkinta voi olla vaikeaa. Vuosia opettajana toimineella on hyvät lähtökohdat oman opetustyönsä tutkimiseen. Toimintatutkimus on ajallisesti pitkä prosessi, jonka aikana opettaja ehtii tutustua osallistuvaan ryhmään ja mahdollisuudet tehdä luotettavia havaintoja ovat hyvät. Tämä ei pidä täysin paikkaansa yliopisto-opettajan suhteen, sillä opintojaksoille saapuvat opiskelijat vaihtuvat uuden opintojakson alkaessa. On tärkeää, että tutkija toimii samassa työyhteisössä, missä tutkittava toiminta tapahtuu. Jos näin ei ole, niin todennäköisesti toiminnan kehittyminen ja tutkimuksen luotettavuus kärsii. Yliopisto-opettajana toimiva oppii tuntemaan opiskelijansa useamman vuoden aikana, mikä mahdollistaa luotettavan tietojen keräämisen, tietojen tarkistamisen ja oikeiden tulkintojen tekemisen.

Toimintatutkimuksen luotettavuuden osoittamiseksi tutkimuksen kulku, aineiston keruu ja johtopäätösten teko on raportoitava siten, että tutkimuksen luotettavuus on lukijan itsenäisesti arvioitavissa. Toimintatutkimusraporttiin on sisällytettävä ainakin seuraavat asiat [Täh94]:

- taustatiedot tutkimukseen osallistuvista ja kehitettävästä ilmiöstä,
- tutkimuksen lähtökohdat, koetut ongelmat ja kehittämistavoitteet,
- tutkimuksen kulku,
- selvitys aineiston kokoamisesta ja analysoinnista,

- aineiston ja johtopäätösten tarkistusmenettely, esim. triangulointi,
- tutkimusaineiston kuvaus,
- suoria lainauksia keskusteluista ja reflektoinneista,
- osallistujien mahdollisuus arvioida tutkimusraporttia ennen sen julkistamista ja
- tutkimuksen teoreettista pohdintaa.

Toimintatutkimuksen raportointiin ei ole yleispätevää ohjetta tai mallia. Tärkeintä lienee kuitenkin se, kaikki oleelliset asiat tulee raportoitua.

4.2 Diskreetin matematiikan opetuksen kehittäminen

Diskreetin matematiikan kurssi kuuluu tietojenkäsittelytieteen laitoksen opetussuunnitelmassa vapaasti valittaviin sovelletun matematiikan kursseihin. Kurssi antaa perusteet ymmärtää käsitteellisellä tasolla yleisimmät tietojenkäsittelytieteessä käytetyt menetelmät. Kurssin aikana käydään läpi esimerkiksi joukko-opin ja relaatioalgebran alkeet, erilaisia todistusmenetelmiä ja graafiteoriaa. Kohdassa 4.2.1 tarkastelemme lähtökohtia Diskreetin matematiikan opetuksen kehittämiselle. Kohta 4.2.2 sisältää tutkimusaineiston ja kursseilla käytettävien opetusmenetelmien kuvauksen. Kohdassa 4.2.3 esittelemme menetelmät aineiston kokoamiseksi ja analysoimiseksi.

4.2.1 Lähtökohdat Diskreetin matematiikan opetuksen kehittämiselle

Diskreetin matematiikan kurssi on ollut perinteinen luentokurssi. Kurssiin kuuluu 36 tuntia luentoja ja 16 tuntia laskuharjoituksia. Opiskelijan on tehtävä laskuharjoituksista vähintään 25%, jotta hän saa kurssin tenttimisoikeuden. Opintojakson sisällöksi on opetussuunnitelmaan kirjattu seuraavaa:

> *"Kurssilla käsitellään joukko-opin ja relaatioiden alkeita, kombinatoriikkaa, induktiotodistusta, graafiteoriaa, Boolen algebran alkeita ja differenssiyhtälöitä ja z-muunnoksen alkeita. "*

Nykyisin yliopistot ja myös muut oppilaitokset kärsivät matematiikan taitajien vähäisestä lukumäärästä. Yliopistossa matematiikka koetaan hankalaksi oppiaineeksi ja opiskelija mielellään sivuuttaa matematiikan opiskelua niin pitkälle kuin on mahdollista. Tietojenkäsittelytieteessä matematiikka on välttämättömyys. Toimintatutkimuksemme pyrkii osaltaan tutkimaan ja muokkaamaan matematiikan koko opetus- ja oppimisprosessia mielekkäämmäksi sekä näin nostamaan oppimismotivaatiota uusien oppimismenetelmien keinoin. Motivaatiota lisää mm. se, että matematiikan teoreettiset asiat yhdistetään tietojenkäsittelytieteen muihin kursseihin, jolloin opiskelija ymmärtää oppimansa asian syy-yhteyden muihin reaalimaailman tilanteisiin ja ilmiöihin. Esimerkkinä toimintatutkimuksen tehtävistä mainittakoon se, että syyslukukaudella 2004 on tarkoitus mm. järjestää kokeilumuotoisesti yhteisluento Diskreetin matematiikan ja Optisen kommunikaation kurssien opiskelijoille. Luennolla kerrotaan näiden kahden oppiaineen yhteyksistä toisiinsa.

4.2.2 Aineiston kuvaus

Opiskelijoille suoritettavat oppimistyyli- ja itseohjautuvuustestit toteutetaan ensimmäisen vuosikurssin Henkilökohtainen opiskelusuunnitelma -opintojakson (HOPS) yhteydessä. Oppistyyli- ja itseohjautuvuustesteillä ohjataan opiskelijaa ymmärtämään omaa oppimistaan ja opiskelutyyliään. Testilomakkeet esitellään liitteissä 1 ja 2. Koska Diskeetin matematiikan kurssi on tällä kertaa suunnattu lähinnä ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoille, niin uskomme tämän menettelyn antavan selkeän kuvan myös Diskreetin matematiikan kurssille osallistuvien oppimistyyleistä ja itseohjautuvuudesta.

Diskreetin matematiikan kurssilla kokeillaan syksyllä 2003 uudenlaisia opetus- ja oppimismenetelmiä. Verrattuna aiempaan opetusmetodiin, nyt pyritään lisäämään opiskelijan motivaatiota poistamalla pakollisuus ja asioiden ulkoa opettelu kurssilta. Usein juuri pakottaminen johtaa huonompaan motivaatioon ja sitä kautta kehnoon yleissuoritukseen. Uusia menettelytapoja ovat mm. seuraavat lähtökohdat:

- laskuharjoituksista poistetaan 25 % “pakottava” osallistuminen,
- opinto-/luentopäiväkirjan tekeminen,
- luentopäiväkirjan saa tuoda tenttitilaisuuteen,
- arvostelussa otetaan huomioon tenttiarvosana painolla 2/3 ja luentopäiväkirja painolla 1/3 ja
- luentojen ja laskuharjoitusten sisältö ei sanottavasti muutu, mutta luentopäiväkirjan salliminen tentissä lisää tunnetta, jossa “opitaan itseä varten, ei ulkolukua tenttiä varten”.

Luentopäiväkirja on jokaisen opiskelijan vapaamuotoinen kokoelma Diskreetin matematiikan opista. Kurssin vetäjä tulee kuitenkin vaatimaan, että kansiossa on ensimmäisenä sivuna oma arvio matematiikan ja erityisesti Diskreetin matematiikan (DSK) osaamisesta ennen kurssia. Tällainen arvio täytetään DSK:n ensimmäisellä luennolla. Lisäksi jokainen luentopäiväkirjaa tekevä kirjoittaa ennen tenttitilaisuuteen tuloaan yhteenvedon siitä, mitä nyt kurssin jälkeen osaa verraten senhetkistä tietotasoaan kurssin alussa kirjoitettuun arvioon. Luentopäiväkirja jätetään tenttitilaisuudessa tentaattorille tenttivastauksen mukana. Lisäksi opiskelijan tulisi hankkia lisätietoa vähintään yhdestä valitsemastaan DSK:n aihealueesta ja pitäisi koota tietonsa luentopäiväkirjaan.

Monesti opiskelijat kyselevät, mihin tiettyä matemaattista teoriatietoa tarvitaan ja onko sillä mitään yhteyttä “normaalimaailmaan”. Huomattavaa “plussaa” opiskelija saa, jos hän on kertonut luentopäiväkirjassaan matemaattisten teorioiden yhteyksistä tavallisiin reaalimaailman ilmiöihin. Tämä auttaa myös kurssin vetäjää, koska saan näin lisää esimerkkejä matematiikan ja reaalimaailman yhteyksistä varsinkin muilta kuin tietojenkäsittelytieteen alueelta. (Kurssille osallistuu muunkin alan kuin tietojenkäsittelytieteen opiskelijoita.)

Yhteenveto luentopäiväkirjaan tulevista vaadittavista asioista esitetään seuraavaksi. Koska luentopäiväkirjalla tuetaan opiskelijan omaa persoonallista oppimistyyliä, ei vaatimuksia ole tarkasti määritelty. Vaatimuksia ei myöskään ole runsaasti, jotteivät opiskelijat ahdistu ja turhaudu suuresta määrästä vaatimuksia. Opiskelijoiden tulee sisällyttää luentopäiväkirjaan seuraavat osiot:

- oma arvio osaamisesta ennen DSK:n kurssia,
- oma arvio osaamisesta kurssin jälkeen ennen tenttiä,
- lisätiedon hankkiminen vähintään yhdestä valitsemastaan DSK:n aihealueesta ja
- esimerkit matemaattisten teorioiden yhteyksistä tavallisiin reaalimaailman ilmiöihin (vapaaehtoinen).

Luentopäiväkirjasta pitää tentin ja arvostelun ajaksi poistaa luentomoniste sekä laskuharjoitukset, sillä muuten opiskelija voi kopioida laskun vastauksen suoraan laskuharjoitusesimerkistä ymmärtämättä lainkaan, mitä hän tekee ja miksi. Moniste ja laskuharjoitukset on kuitenkin hyvä arvioinnin jälkeen palauttaa kansioon tulevia ongelmanratkaisutilanteita varten.

Tenttitilaisuudessa opiskelija palauttaa sekä tenttivastauksen että luentopäiväkirjansa arvosteltaviksi. Tämän lisäksi hän on täyttänyt kyselylomakkeen (liite 5), jossa tiedustellaan opiskelijan tuntemuksia ja mielipidettä kurssista. Kyselylomakkeessa on paitsi numeerisia arvioita, mutta myös kysymyksiä, joihin vastataan vapaamuotoisesti.

Arvostelussa huomioidaan opiskelija tenttiosaaminen, jota verrataan hänen kirjoittamiinsa itsearviointeihin (kirjoitettu kurssin alussa ja lopussa). Tämän lisäksi arvioidaan luentopäiväkirjan sisältöä. Luentopäiväkirjan virheitä tai puutteita ei kurssin vetäjä käy korjaamaan. Tentin, itsearviointien, luentopäiväkirjan ja mielipidekyselyn avulla kurssin vetäjä saa jo melko hyvän kuvan opiskelijan kokonaissuorituksesta ja hänen henkilökohtaisesta osaamisestaan.

4.2.3 Aineiston kokoaminen ja analysointi

HOPS-kurssilta saadut vastaukset oppimistyyli- ja itseohjautuvuustesteistä analysoidaan ja esitetään joko pylväsgraafina tai taulukoituna raportin yhteydessä. Opiskelijan arvioinnin lisäksi myös kurssi arvioidaan. Arviointilomake on esitetty liitteessä 5. Tämän arvioinnin apuna käytetään mielipidekyselyn tuloksia sekä myös opiskelijoiden itsearviointeja. Näitä arvioita voidaan verrata edellisten vuosien palautteisiin ja katsoa, mikä meni kenties pieleen ja mikä onnistui hyvin. Palautelomakkeella kerätään sekä numeerista että vapaamuotoista arviointia. Vapaamuotoinen teksti kertonee enemmän kurssin onnistumisesta kuin pelkkä numeroarvio.

4.3 Optisen kommunikaation opetuksen kehittäminen

Optisen kommunikaation kurssi kuuluu tietojenkäsittelytieteen laitoksen opetussuunnitelmassa syventävien opintojen valinnaisiin kursseihin. Kurssi pidettiin ensimmäisen kerran Kuopion yliopistossa syyslukukaudella 2001. Kohdassa 4.3.1 tarkastelemme lähtökohtia optisen kommunikaation opetuksen kehittämiselle. Kohta 4.3.2 sisältää tutkimusaineiston ja kursseilla käytettävien opetusmenetelmien kuvauksen. Kohdassa 4.3.3 esittelemme menetelmät aineiston kokoamiseksi ja analysoimiseksi.

4.3.1 Lähtökohdat Optisen kommunikaation opetuksen kehittämiselle

Optisella kommunikaatiolla tarkoitamme valon avulla tapahtuvaa tiedonsiirtoa. Optisella kommunikaatiolla on huomattavia etuja verrattuna perinteiseen sähköiseen tiedonsiirtoon. Voimme esimerkiksi käyttää huomattavasti korkeampia lähetystaajuuksia ja optinen signaali on immuuni sähkömagneettisille häiriöille. Optiset tietoliikenneverkot ovatkin valtaamassa alaa sähköisiltä tietoliikenneverkoilta. Opintojakson sisällöksi on opetussuunnitelmaan kirjattu seuraavaa:

> *"Optoelektroniset komponentit. Kuitulinkki ja elektro-optinen reititys. Lähetä ja valitse -verkot. Aallonpituusreititetyt verkot. Optisissa verkoissa käytettyjä protokollia."*

Opintojakson laajuus on 3 opintoviikkoa ja siihen liittyy 32 tuntia luentoja, 14 tuntia laskuharjoituksia ja loppukuulustelu. IEEE/ACM Computing Curricula -opintosuunnitelmaluonnos ei sisällä valmista runkoa tälle opintojaksolle. Vaikkei opintojaksolle ole esisuoritusvaatimuksia asetettukaan, niin asioiden ymmärtämistä helpottaa fysiikan, tietoliikennetekniikan ja matematiikan perusteiden osaaminen. Kurssi on luennoitu perinteisin menetelmin ensimmäisen kerran vuoden 2001 syyslukukaudella. Kurssiin liittyy Honkasen laatima luentomoniste [Hon03].

4.3.2 Aineiston kuvaus

Opiskelijoille tehdään testi heidän oppimistyyliensä ja itseohjautuvuutensa selvittämiseksi. Testi suoritetaan ensimmäisen luentokerran alussa paperisilla testilomakkeilla. Testilomakkeet on esitetty liitteissä 1 ja 2.

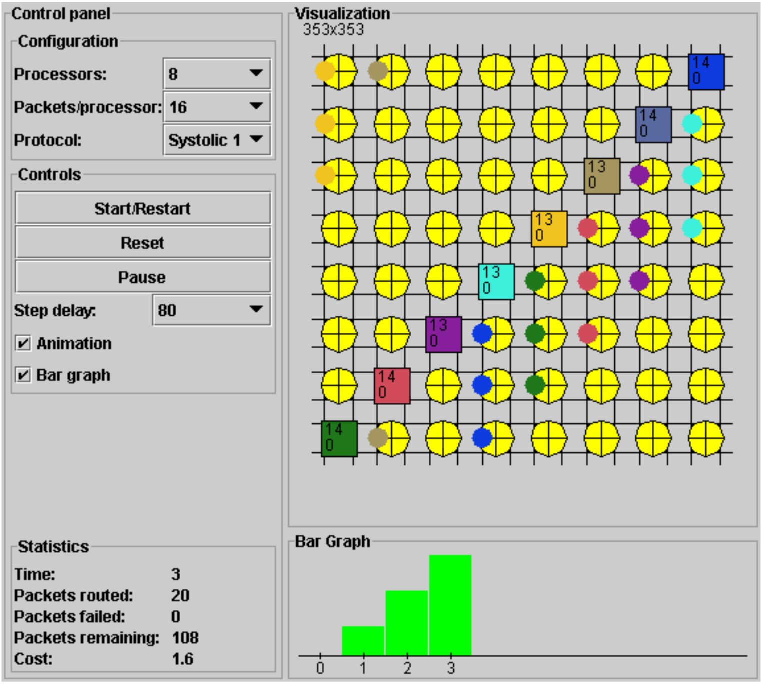
Harjoitustehtävät jaetaan kahteen osaan siten, että osa tehtävistä jaetaan harjoituksia edeltävällä viikolla itsenäisesti tehtäviksi. Harjoitustilaisuuden aluksi opiskelijat jaetaan ryhmiin ja ryhmille jaetaan aihealueeseen liittyviä tehtäviä ryhmän yhdessä ratkottaviksi. Harjoitustilaisuuden lopuksi tarkastetaan sekä itsenäisesti että ryhmätyönä ratkaistut tehtävät.

Tietojenkäsittelytieteen laitoksen ohjelmointiprojektilaiset ja henkilökuntaan kuuluvat ovat ohjelmoineet opetuskäyttöön useita optoelektronisia komponentteja ja -prosesseja sekä reititysprotokollia visualisoivia simulaattoreita [TLH01, Cao02, Pen01, Hyp02, Hai03]. Näitä ja mahdollisesti Internetistä löytyviä muita simulaattoreita pyritään käyttämään mahdollisimman paljon hyväksi opetuksessa. Linkit visualisaattoreihin kootaan kurssin kotisivuille. Esimerkki erään käytettävän visualisaattorin käyttöliittymästä on esitetty kuvassa 4.2.

Kuvan 4.2 esimerkissä käyttöliittymän vasempaan yläkulmaan on koottu visualisaattorin kontrollipainikkeet, joiden avulla käyttäjä voi valita esimerkiksi verkon koon, reititettävien pakettien lukumäärän ja käytettävän reititysprotokollan. Vasemman alakulman statistiikka-alue sisältää tietoa simuloinnin etenemisestä numeerisesti. Käyttöliittymän oikean reunan kuvioissa esitetään simuloinnin eteneminen vaihe vaiheelta graafisessa muodossa.

4.3.3 Aineiston kokoaminen ja analysointi

Oppimistyyli- ja itseohjautuvuustestien tuloksista laaditaan analyysit, joista laaditaan taulukot tai pylväsgraafit. Tuloksia verrataan saatuihin oppi-



Kuva 4.2: Esimerkki erään käytettävän visualisaattorin käyttöliittymästä.

mistuloksiin ja opiskelijoiden vastauksiin opetusmenetelmien sopivuudesta.

Opetusmenetelmien sopivuudesta opintojaksolle kerätään opiskelijoilta kyselylomakkeella (liite 6) mielipiteet sekä numeerisena että tekstin muodossa. Saadut vastaukset analysoidaan ja niiden perusteella suoritetaan reflektointi.

4.4 Tietokonejärjestelmien opetuksen kehittäminen

Tietokonejärjestelmien kurssi kuuluu laitoksen opetussuunnitelmassa tietojenkäsittelytieteen linjan opintojen pakollisiin aineopintokursseihin. Kurssin opetussuunnitelmaan sisällöksi kirjatut asiat käsittävät hyvin laajan kokonaisuuden, eikä mihinkään aiheeseen pystytä syventymään perusteellisesti. Kurssilla opiskeltavia asioita ovat muun muassa tietokoneen peruskomponentit, niiden toiminta ja käyttöjärjestelmien perusteet. Kohdassa 4.4.1 tarkastelemme lähtökohtia Tietokonejärjestelmien opetuksen kehittämiselle. Kohta 4.4.2 sisältää tutkimusaineiston ja kursseilla käytettävien opetusmenetelmien kuvauksen. Kohdassa 4.4.3 esittelemme menetelmät aineiston kokoamiseksi ja analysoimiseksi.

4.4.1 Lähtökohdat Tietokonejärjestelmien opetuksen kehittämiselle

Jos suorittaisimme kyselyn siitä, mitä eri ihmiset ymmärtävät sanalla tietokonejärjestelmät ja mikä vastaavan kurssin sisällön tulisi olla, niin saisimme luultavasti yhtä monta erilaista vastausta, kuin kyselyyn osallistujiakin on. Aihetta voidaan lähestyä lähtien liikkeelle esimerkiksi tietokoneen rakenneosien ja toiminnan esittelyllä, jonka jälkeen voidaan edetä laajempien kokonaisuuksien käsittelyyn. Opintojakson sisällöksi on opetussuunnitelmaan kirjattu seuraavaa:

> *"Tietokonelaitteistojen tekniset määrittelyt. Suorittimet, emolevyn tärkeimmät osat ja toiminnot, keskusmuisti, välimuisti, massamuistit, näyttölaitteet, mikrotietokoneen laajennettavuus ja huolto, mikrotietokoneen ulkoiset liitännät, standardit, mikrotietokoneen käyttöjärjestelmä. "*

Opintojakson laajuus on 3 opintoviikkoa ja siihen liittyy 32 tuntia luentoja, 14 tuntia laskuharjoituksia ja loppukuulustelu. Kurssi on tyypillinen massaluentokurssi, jolle osallistuu vuosittain noin sata opiskelijaa. Tämä aiheuttaa luonnollisesti ongelmia esimerkiksi osallistujakunnan heterogeenisyyden vuoksi.

Kurssin sisältö on perustunut tietokoneen rakenneosien ja toiminnan opetuksen osalta pääosin Lähteisen et al. kirjaan [LPK02] (tai aiempiin painoksiin). Kirjassa on esitelty perusteellisesti ja helppotajuisesti mikrotietokoneen pääkomponentit ja toiminta. Pääosa Tietokonejärjestelmien opintosuoritusvaatimuksiin kirjatuista asioista löytyy kirjasta. IEEE/ACM Computing Curricula -opintosuunnitelma-luonnos sisältää myös valmiin rungon tälle kurssille [IEE01].

Käyttöjärjestelmien osalta kurssilla on käyty läpi UNIX-käyttöjärjestelmää, sen rakennetta, toimintaa ja käyttöä tietokonejärjestelmien hallinnassa. UNIX-osuus opintojakson sisältö on perustunut Oksasen kirjaan [Oks92]. Rajallisen opetustuntimäärän takia käyttöjärjestelmän esittelyyn on jäänyt liian vähän aikaa. Kurssin aikana on pystytty käymään läpi ainoastaan perusteet ja yleisimmät UNIX-komennot.

Mielestämme nykyaikaiseen tietokonejärjestelmään liittyy olennaisena osana tietokoneiden väliset kommunikaatioverkot ja niiden hallintaan käytetyt tietoliikenneprotokollat. Kommunikaatioverkkojen ja -protokollien opetuksen pohjana on käytetty Tanenbaumin kirjaa [Tan96]. Kommunikaatioverkkojen opetuksen ongelmana kurssin yhteydessä on, kuten aiemmissakin tapauksissa, opetustuntimäärän rajallisuus. Asioita ei voida käydä läpi kovin syvällisesti.

Tietokonejärjestelmät-kurssin opetuksessa ongelmana on ollut lähinnä yhtenäisen opetusmateriaalin puute. Aiheeseen liittyvää materiaalia on jouduttu hakemaan useasta kirjasta, verkosta ja lehtiartikkeleista. Honkanen on laatinut kurssiin liittyvän opetusmonisteen [Hon00], joka on kuitenkin melko suppea eikä sisällä kaikkea kurssiin liittyvää materiaalia siinä laajuudessa, kuin olisi toivottavaa. Toisaalta tietokoneiden ja tietokonejärjestelmien nopean kehityksen johdosta luentomateriaali vanhentuu nopeasti ja vaatii vuosittaista päivitystä. Tämä on hyvin työlästä opintojakson vetäjälle.

4.4.2 Aineiston kuvaus

Opiskelijoille tehdään testi heidän itseohjautuvuutensa ja oppimistyyliensä selvittämiseksi. Testi suoritetaan ensimmäisen luentokerran alussa paperisilla testilomakkeilla. Testilomakkeet on esitetty liitteissä 1 ja 2.

Optinen kommunikaatio -kurssilta saatujen kokemusten perusteella kurssin harjoitustehtävät jaetaan edeltävällä viikolla itsenäisesti tehtäviksi. Harjoitustilaisuuden aluksi opiskelijat jaetaan ryhmiin ja ryhmät saavat ratkoa tehtäviä yhdessä ja kysellä laskuharjoituksen pitäjältä epäselviä kohtia. Harjoitustilaisuuden lopuksi tehtävät tarkastetaan.

Oppimismateriaalin yhtenäistämiseksi kurssille laaditaan oma WWW-sivusto, johon kootaan esimerkiksi kurssilla käytettävä materiaali. Samalla materiaalin ylläpidettävyys ja päivitettävyys kasvaa. Sivustolta tulee löytyä ainakin seuraavat asiat:

- kurssin aikataulu,
- suoritusvaatimukset ja arvosteluperusteet,
- kurssimateriaali,
- harjoitustehtävät,
- mahdollinen lisämateriaali ja
- yhteystiedot opintojakson vetäjään.

Oppimispäiväkirjaa varten laaditaan uudistetut ohjeet Diskreetin matematiikan kurssilta saatujen kokemusten ja reflektoinnin pohjalta. Ohjeistuksella pyritään välttämään sekaannusten syntymistä.

Kurssin aihealueesta laaditaan 20 esseetyyppistä loppukuulustelutehtävää siten, että ne kattavat koko kurssin sisällön. Näistä valitaan kolme tai neljä loppukuulusteluun ja täydennetään luennoijan laatimilla lisätehtävillä viiteen. Menetelmän tarkoituksena on motivoida opiskelijoita lukemaan loppukuulusteluun luennoijan etukäteen tekemän jäsentelyn pohjalta.

4.4.3 Aineiston kokoaminen ja analysointi

Itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestien tuloksista laaditaan yhteenveto, jota verrataan saatuihin oppimistuloksiin ja opiskelijoiden vastauksiin opetusmenetelmien sopivuudesta.

Opetusmenetelmien sopivuudesta opintojaksolle kerätään opiskelijoilta kyselylomakkeella (liite 5) mielipiteet sekä numeerisena että tekstin muodossa. Lisäksi kootaan oppimispäiväkirjoista opiskelijoiden "ennen" ja "jälkeen" -arviot kurssista, osaamisestaan ja oppimisestaan.

Saadut vastaukset analysoidaan ja esitetään pylväsgraafeina ja taulukoituna raportin yhteydessä. Analysoinnin tuloksena tulee saada tietoa käytettyjen opetus- ja kuulustelumenetelmien sopivuudesta tietojenkäsittelytieteen opetuksessa.

Luku 5

Tulosten arviointia ja reflektointia

Eräs tärkeimmistä toimintatutkimuksen raportointiin liittyvistä osista on opiskelijoilta saatavan palautteen kerääminen ja niiden pohjalta tapahtuva reflektointi. Tämän tutkimuksen aikana tekijät kartoittivat opetuksessa koettuja ongelmia ja asettivat kehittämistavoitteet ja -menetelmät kolmen opintojakson osalta. Palautteet koottiin itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestien osalta sähköisessä muodossa. Tämän lisäksi opiskelijat täyttivät joko viimeisen laskuharjoituksen tai tentin yhteydessä palautelomakkeen. Osa vastauksista on koottu opintopäiväkirjan kommenteista. Tässä luvussa käydään läpi opiskelijoilta saatu palaute. Kohdassa 5.1 esitellään palaute Diskreetin matematiikan osalta. Optisen kommunikaation kurssi käsitellään kohdassa 5.2. Kohta 5.3 sisältää Tietokonejärjestelmät-kurssilta saadun palautteen.

5.1 Diskreetti matematiikka

Tässä kohdassa käymme lyhyesti läpi Diskreetin matematiikan kurssilta saadut kokemukset ja pyrimme analysoimaan niitä. Kohta 5.1.1 sisältää lyhyen yhteenvedon Diskreetin matematiikan kurssin sisällöstä ja etenemisestä opetuksen aikana. Kohdassa 5.1.2 käymme läpi saadun opiskelijapalautteen. Kohta 5.1.3 esittelee opiskelijapalautteen ja oman analyysimme kurssista ja Diskreetin matematiikan opetuksesta.

5.1.1 Kurssin kulku

Toimintatutkimuksen Diskreetin matematiikan (DSK) osuus toteutettiin syyslukukaudella 2003. Opintojakson luennoijana ja laskuharjoitusten vetäjänä toimi Marttila-Kontio. Diskreetin matematiikan kokonaisuus koostui alla luetelluista viidestä osa-alueesta. Näiden kokonaisuuksien opettamisesta ja oppimisesta on kerrottu tarkemmin hieman jäljempänä.

Kurssin opiskelija-aineksessa oli selvä muutos edellisiin vuosiin verrattuna, sillä nyt kurssi pyrittiin kohdistamaan 1. vuosikurssin opiskelijoille. Aiemmin kurssille osallistujat ovat olleet pääasiassa toisen tai sitä ylemmän vuosikurssin opiskelijoita, joille yliopisto-opiskelu on ollut jo tuttua. Kurssille osallistui noin 70 opiskelijaa, joista noin 45 suoritti kurssin loppuun asti — suurin osa heistä luentopäiväkirjatenttinä. Valtaosa opiskelijoista oli tietojenkäsittelytieteen opiskelijoita, mutta mukana oli myös muutama biokemian, fysiikan ja avoimen yliopiston opiskelija.

Alla on esitetty Diskreetin matematiikan kurssin oppisisältö aihealueittain. Kurssin asiat käytiin tässä järjestyksessä. Luennot olivat melko perinteistä kaavaa noudattavia opetustilaisuuksia, joissa luennoija opettaa piirtoheitinkalvojen avulla ja opiskelijat kuuntelevat ja tekevät muistiinpanoja. Toki opiskeltavista asioista myös keskusteltiin ja mietittiin vastauksia esille tulleisiin kysymyksiin. Laskuharjoitusryhmiä oli kaksi ja ryhmät olivat melko suuria. Luentotunteja oli kaiken kaikkiaan 34 ja laskuharjoitustunteja 14. Opiskelijoiden heterogeenisyys oli huomattava, ehkä huomattavin juuri *asenteen* ja *motivaation* suhteen. Osa lukion lyhyen matematiikan oppimäärän suorittaneista opiskelijoista epäili kykyjään vaikka periaatteessa Diskreetti matematiikka poikkeaa sen verran lukion matematiikasta, ettei pitkän matematiikan luvusta ollut sanottavaa lisähyötyä. Toki voidaan olettaa, että pitkän matematiikan lukijoilla on opiskelumotivaatio ja -rutiini erilainen kuin vähemmän matematiikan parissa työskennelleillä opiskelijoilla.

Diskreetin matematiikan oppisisältö koostui seuraavista osakokonaisuuksista:

1. Kertausta ja täydennystä
   - Joukko
   - Relaatio ja funktio
   - Järjestys ja ekvivalenssirelaatio
   - Indeksimerkintöjä. Induktio
   - Hamming-koodaus
2. Kombinatoriikkaa
   - Kertosääntö
   - Järjestetty otos. Permutaatio.
   - Ei-järjestetty otos ilman toistoa. Binomikertoimet
   - Ei-järjestetty otos (toisto sallittu)
   - Yleinen permutaatio. Multinomikerroin
   - Inkluusion ja ekskluusion periaate
3. Graafit
   - Perusteita
   - Puu. Virittävä puu

- Virittävä minimaalipuu. Prim-algoritmi
- Binääripuu. Haku (ei käsitelty tänä vuonna)
- Tasograafi. Eulerin teoreema
- Dijkstran algoritmi (ei käsitelty tänä vuonna)

4. Algebrallisia peruskäsitteitä. Boolen algebra.
   - Monoidi. Ryhmä (ei käsitelty tänä vuonna)
   - Rengas. Kunta (ei käsitelty tänä vuonna)
   - Boolen algebra (yleistä)
   - Boolen algebra (jatkuu)
   - Boolen funktio
   - Karnaughin kartta

5. Differenssiyhtälöt
   - Differenssiyhtälö
   - Homogeeninen lineaariyhtälö
   - Epähomogeeninen lineaariyhtälö

Kaiken kaikkiaan kurssi sujui hyvin sekä luentojen että laskuharjoitusten osalta. Luennoilla pyrittiin esittämään runsaasti käytännönläheisiä esimerkkejä, joiden tarkoituksena oli liittää opiskeltavat matemaattiset määritelmät ja käsitteet todellisiin ongelmiin. Laskuharjoituksissa käytiin läpi luennoilla esitettyjä ideoita. Viimeistään tässä vaiheessa asioiden olisi pitänyt seljetä.

Kurssin alussa otettiin käyttöön luentopäiväkirja. Luentopäiväkirjan laatimisesta ja vaatimuksista keskusteltiin luennon aluksi. Keskustelua jatkettiin myös myöhemmillä luennoilla. Osittaisia lähtökohtia ja vaatimuksia oli nähtävillä kurssin kotisivuilla. Kuten edellä on tullut mainituksi, vaatimukset eivät olleet laajasti sitovia vaan ne pyrkivät tukemaan opiskelijan persoonallista oppimistyyliä. Päiväkirjat arvosteltiin ja niiden pohjalta opiskelijat saattoivat parantaa kurssiarvosanaansa.

5.1.2 Opiskelijapalaute

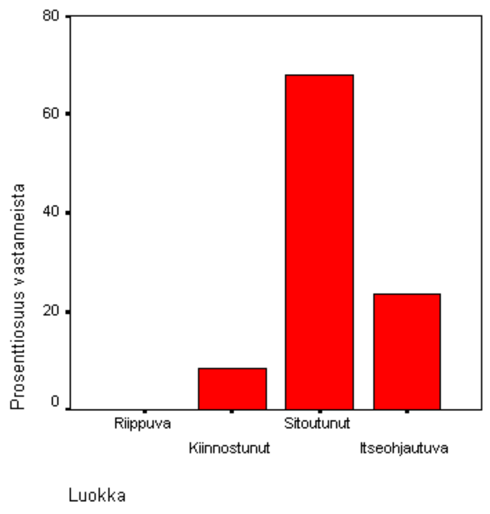
Seuraavaksi on esitelty opiskelijapalaute. Palaute-/kyselylomake on esitetty liitteessä 5. Opiskelijapalaute annettiin kurssin viimeisissä laskuharjoituksissa tai tentissä. Kohta **(A)** sisältää itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestien tulokset. Testilomakkeet on esitetty liitteissä 1 ja 2. Kohdassa **(B)** on esitetty opiskelijoiden antamat numeeriset arvioinnit kurssista ja niihin liittyviä kuvaajia. Tämän jälkeen, kohdassa **(C)**, käydään läpi opiskelijoiden kirjallinen palaute kurssista. Kohdassa **(D)** on vielä opiskelijoiden kirjoittamat "ennen ja jälkeen" arviot omasta osaamisestaan. Tämä arvio piti sisällyttää luentopäiväkirjaan.

(A) *ITSEOHJAUTUVUUS- JA OPPIMISTYYLITESTIN TULOKSET*

Tässä kohdassa esitetyt itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestien tulokset on koottu HOPS-kurssin yhteydessä. Valtaosa Diskreetin matematiikan kurssin opiskelijoista oli ensimmäisen vuosikurssin ja näin myös HOPS-kurssin opiskelijoita. Tällöin voimme siis suuntaa-antavasti pohtia Diskreetin matematiikan opiskelijoiden itseohjautuvuutta ja oppimistyyliä.

Itseohjautuvuustesti tehtiin liitteessä 2 esitellyllä, teoksesta [Eko92] poimitulla testilomakkeella. Testin tulokset on esitetty kuvassa 5.1. Jos käytämme kuvan 2.2 (s. 19) mukaista luokittelua (riippuva, kiinnostunut, sitoutunut ja itseohjaava) tulosten analysointiin niin huomaamme, että pääosa kyselyyn vastanneista sijoittuvat luokkaan "sitoutunut" (indeksiväli 124–164) ja osa jopa luokkaan "itseohjautuva" (indeksiväli 165–205). Tulosten perusteella voimme päätellä, että ryhmän vetäjän tulisi ottaa lähinnä "avustajan" rooli.

Oppimistyylitesti toteutettiin liitteen 1 mukaisella, teoksessa [Kol84] esitetyllä testillä. Kuva 5.2 havainnollistaa HOPS-kurssin opiskelijoiden keskimääräisiä perusoppimistapojen arvoja käytetyn menetelmän mukaan. Perusoppimistavat, joita käsittelimme kohdassa 2.2.4, sijoittuvat pääakselei-



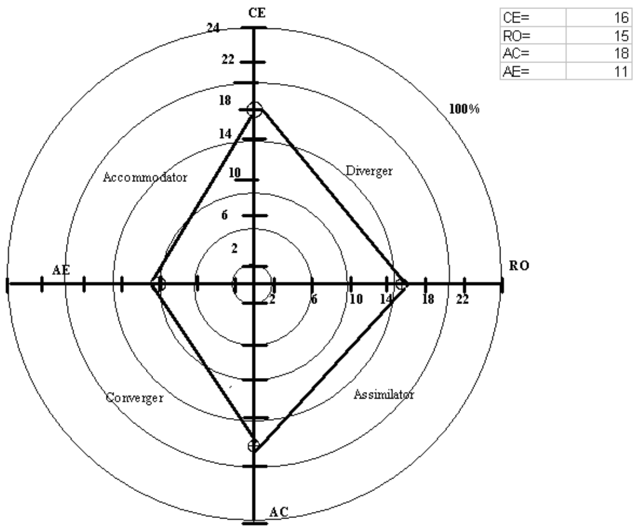
Kuva 5.1: Itseohjautuvuustestin tulokset HOPS-kurssilla.

den ääripäihin. Mitä lähempänä kukin datapiste on akselin ääripäätä, sitä sitä mielekkäämmäksi kyseinen oppimistapa koetaan. Kuviosta näemme, että kyselyyn vastanneilla on kaikki perusoppimistavat suurin piirtein yhtä vahvasti edustettuina. Saatujen arvojen perusteella voimme laskea keskimääräisen oppimistyylin [Kol84]. Oppimistyyliltään kyselyyn vastanneet sijoittuvat keskimääräisesti kuvan 5.2 oikeanpuoleisiin ylä- ja alaneljänneksiin eli “pohtija” (diverger) ja “teoreetikko” (assimilator) -luokkiin.

(**B**) *NUMEERINEN ARVIOINTI KURSSISTA*

LUENNOT

Luentojen tärkeys on voimakkaasti painottunut perinteisessä opetusmuodossa ja opiskelijoiden tulisikin osallistua kaikille luennoille. Kurssipalautteen (liite 5) ensimmäisenä kysymyksenä olikin mitata opiskelijoiden läsnäoloprosenttia luennoilla. Keskiarvoinen läsnäoloprosentti nousi 84:ään, jota voidaan pitää hyvänä saavutuksena. Toki tässä tulee huomioida se, että kyselyyn vastanneet ovat niitä, jotka aktiivisesti osallistuivat kurssille ja antoivat siitä palautetta. Palautteessa ei siis voida ottaa huomioon niitä, jotka kävivät silloin tällöin luennoilla ja/tai laskuharjoituksissa eivätkä syystä tai



Kuva 5.2: Oppimistyylitestin tulokset HOPS-kurssilla.

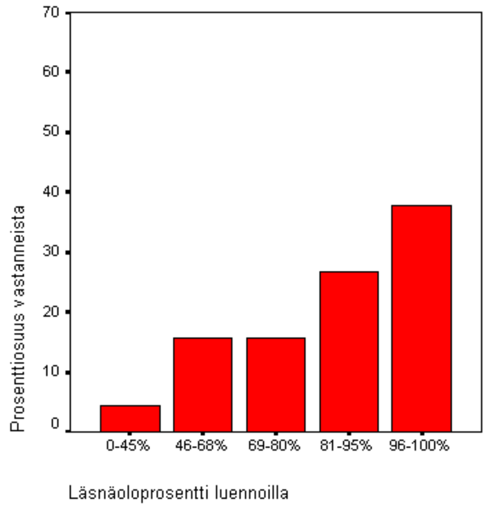
toisesta täyttäneet palautelomaketta. Kuvassa 5.3 esitetään opiskelijoiden läsnäoloprosenttien jakauma luennoilla.

Opiskelijat arvioivat palautteessa luentojen määrää: oliko niitä heidän mielestään ***1****. liian vähän,* ***2****. sopivasti* vai ***3****. liian paljon.* Vastausten keskiarvo oli **(1,9)**. Keskimäärin opiskelijat pitivät luentojen määrää sopivana.

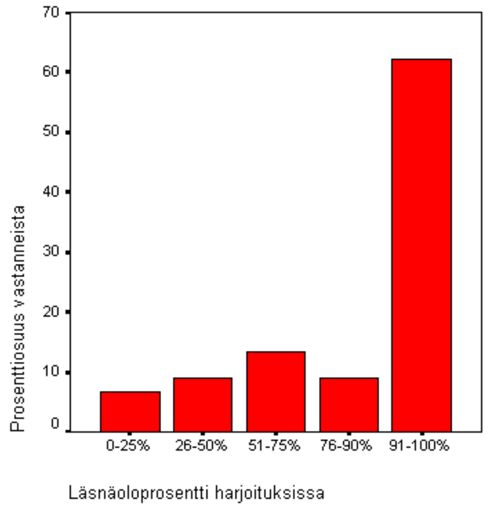
HARJOITUKSET

Laskuharjoituksissa opiskelija oppii käytännön kokemusten kautta. Tehtäviä tehdään kotona ennen laskuharjoituksia. Laskuharjoitustilanteessa laskut käydään läpi ja niistä keskustellaan. Matematiikan oppimisessa laskuharjoitukset ovat ensiarvoisen tärkeä oppimisen lähde. Tästä muistutettiin myös luennolla. Opiskelijat kokivatkin oppivansa laskuharjoituksissa paljon (ks. myöhempi palaute) ja keskimääräinen osallistuminen laskuharjoituksiin oli 85,5 %. Kuvassa 5.4 esitetään opiskelijoiden läsnäoloprosenttien jakauma DSK:n harjoituksissa.

Harjoituksia oli opiskelijoiden mielestä **sopivasti**, kuten luentojakin. Arvosteluasteikko oli: **1**. *liian vähän,* **2**. *hieman vähän,* **3**. *sopivasti,* **4**. *hieman*



Kuva 5.3: Opiskelijoiden läsnäoloprosenttia DSK:n luennoilla kuvaava pylväsgraafi. Valtaosa opiskelijoista osallistui vähintään 80-prosenttisesti kaikille luennoille.



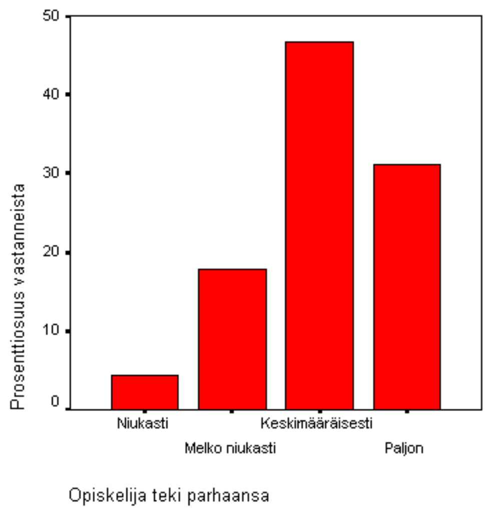
Kuva 5.4: Opiskelijoiden läsnäoloprosenttia DSK:n harjoituksissa kuvaava pylväsgraafi. Noin 60 % opiskelijoista osallistui yli 90-prosenttisesti kaikkiin harjoituksiin.

liikaa, **5**. *liian paljon.* Vastausten keskiarvo tähän kysymykseen oli **2,86**.

Opiskelijan **oma aktiivisuus** kertoo oppimismotivaatiosta. Toki on ymmärrettävää ja huomionarvoista, ettei ujo, mutta erinomainen opiskelija välttämättä osoita suurtakaan aktiivisuutta harjoituksissa. Aktiivisuus ei välttämättä ole oppimisen ja osaamisen mittari, mutta sitä voidaan pitää suuntaa-antavana; jos kukaan ei ole harjoituksissa aktiivinen, voi ongelma olla jossain muussa kuin ujoudessa. Diskreetin matematiikan kurssilla oli selvästi havaittavissa enemmän ja vähemmän aktiivisia opiskelijoita. Aktiiviset opiskelijat osoittivat kysymyksillään paneutuneensa asiaan sekä miettineensä ja tutkineensa asioita. Toki oli myös niitä aktiivisia, jotka yrittivät kysymyksillään saada perusteista kiinni, koska eivät olleet osallistuneet luennoille. Harjoitusaktiivisuuden kohdalla opiskelijat pitivät itseään **melko aktiivisina** keskiarvon ollessa **2,84**. Arvosteluasteikko oli: **1**. *passiivinen,* **2**. *hieman aktiivi,* **3**. *melko aktiivi,* **4**. *aktiivinen,* **5**. *erittäin aktiivinen.*

VUORO-/YHTEISVAIKUTUS

Kurssilla opiskelijalle pitäisi antaa mahdollisuus kysyä häntä askarruttavia kysymyksiä ja myös keskustella erilaisista ratkaisuvaihtoehdoista opiskelijoiden kesken. Vuorovaikutus on pitkälti luennoijan ja laskuharjoitusten pitäjän vastuulla. Opettajasta riippuu, voiko opiskelija helposti lähestyä häntä tai esittää kysymyksen ääneen luento- tai laskuharjoitustilanteessa. Korkealta auktoriteettinsa suojasta puhuva luennoija viestittää opiskelijoille, ettei kysely tai kommenttien esittäminen ole kannattavaa. Luennoilla on tietenkin tarkoitus kuunnella luennoijaa, mutta joustavuus keskustelun viritessä on vain positiivinen seikka. Varsinkin laskuharjoituksissa vuorovaikuksen merkitys korostuu. Laskuharjoitustilaisuus ei muistuta luentotilaisuutta vaan pikemminkin ryhmäkokoontumista. Laskuharjoitusten pitäjä on nyt lähempänä opiskelijaa kuin luentotilaisuudessa. Diskreetin matematiikan kurssilla vuorovaikutusta pidettiin keskimäärin **hyvänä** tai **oikein hyvänä** keskiarvon ollessa **3,5**. Arvosteluasteikko oli: **1**. *huono,* **2**. *hieman huono,* **3**. *hyvä,* **4**. *oikein hyvä,* **5**. *erinomainen.*



Kuva 5.5: Opiskelijoiden arviot siitä, missä määrin he teki parhaansa edistääkseen Diskreetin matematiikan kurssin sisällön oppimista. Huomaa, ettei x-akselilla ole esitetty lainkaan luokkaa “erittäin paljon”.

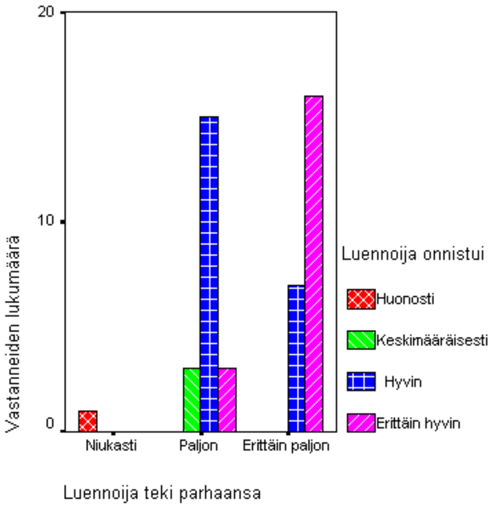
Seuraavaksi pyysimme opiskelijoiden arviota luennoijan, laskuharjoitusten pitäjän ja opiskelijan itsensä panoksesta oppimiseen. Kysyimme heiltä arviota, missä määrin kukin heistä teki parhaansa edistääkseen sisällön oppimista. Arvosteluasteikko oli: **1**. *niukasti,* **2**. *melko niukasti,* **3**. *keskimääräisesti,* **4**. *paljon,* **5**. *erittäin paljon.* Tässä arvioinnissa mm. mitattiin sekä luennoijan että laskuharjoitusten pitäjän motivaatiota ja sen välittymistä opiskelijoille. Lisäksi kysyttiin opiskelijan omaa motivaatiota edistää omaa oppimistaan. **Luennoijan** keskiarvo oli **4,44** ja **harjoitusten pitäjän 4,40**. Opiskelijoiden mielestä sekä luennoija että harjoitusten pitäjä (tässä sama henkilö) teki siis **paljon** töitä edistääkseen kurssin sisällön oppimista. Itselleen opiskelijat antoivat keskiarvoksi **3,04** eli tämän mukaan he tekivät itse parhaansa **keskimääräisesti**. Kuvassa 5.5 on esitetty opiskelijoiden mielipiteet siitä, missä määrin he tekivät parhaansa edistääkseen omaa oppimistaan. Kuvasta näemme, että suurin osa opiskelijoista pyrki edistämään keskimääräisesti tai paljon omaa oppimistaan Diskreetin matematiikan kurssilla.

Lisäksi kysyimme opiskelijoilta arviota, kuinka hyvin luennoija, laskuharjoitusten pitäjä ja opiskelija itse onnistuivat yrityksessään edistää kurssin sisällön oppimista. Arvosteluasteikko oli: **1**. *huonosti,* **2**. *melko huonosti,* **3**. *keskimääräisesti,* **4**. *paljon* , **5**. *erittäin hyvin.* Luennoijan keskiarvo oli **4,29** ja harjoitusten pitäjän **4,22**. Opiskelijoiden mielestä luennoija sekä harjoitusten pitäjä (tässä sama henkilö) onnistui yrityksessään **hyvin**. Opiskelijat arvioivat itse onnistuneensa keskimäärin **melko hyvin**, keskiarvo oli **2,96**. Kuvassa 5.6 havainnollistetaan luennoijan onnistumista suhteessa siihen, missä määrin opiskelijat katsoivat hänen tehneensä parhaansa edistääkseen kurssin sisällön oppimista. Kehnossa ja ei-palkitsevassa tilanteessa luennoija voisi yrittää tehdä erittäin paljon töitä edistääkseen oppimista, mutta siitä huolimatta epäonnistua tässä tavoitteessaan. Optimaalinen tilanne olisi kuvaajan mukaan silloin, kun luennoija olisi tehnyt parhaansa arvosanalla *erittäin paljon* ja olisi onnistunut tässä tilanteessa *erittäin hyvin.* Kaaviosta käy ilmi, että arvosanat ovat melko lailla tasapainossa, ainoastaan yksi opiskelija arvioi luennoijan epäonnistuneen tehtävässään. Huomaa, että selkeyden vuoksi kuvaajassa ei ole esitetty niitä arvosanoja, joita kukaan opiskelija ei ole käyttänyt arvioinnissaan.

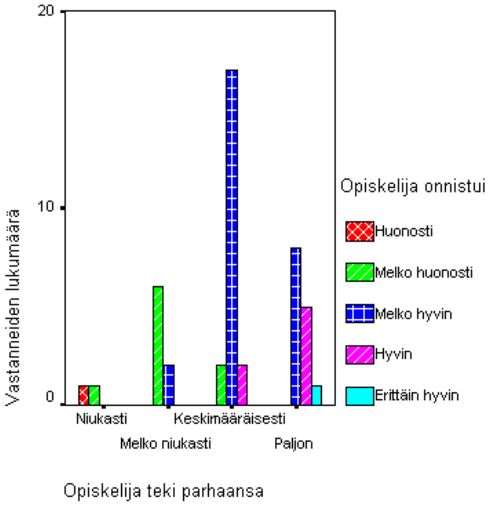
Kuvassa 5.7 on vastaavanlainen kaavio opiskelijan oman oppimisen arviosta. Vain yksi opiskelija katsoi onnistuneensa erittäin hyvin oppimisen tavoitteissa. Suurin osa vastanneista arvioi oppimisprosessiaan keskimääräiseksi, ja onkin mielenkiintoista havaita, ettei kukaan katsonut tehneensä parastaan arvosanalla *erittäin paljon.* Liekö opiskelijat liian itsekriittisiä tai sitten opiskelu ei maittanut kuin keskimääräisesti. Huomaa myös kuvan 5.7 kohdalla, ettei kuvaajassa ole esitetty niitä arvosanoja, joita kukaan opiskelija ei ole arvioinnissaan käyttänyt.

LUENTORUNKO

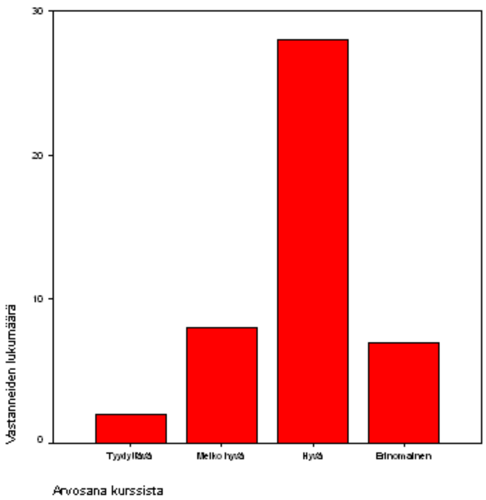
Luentorungon osalta arvioitiin *selkeys ja ymmärrettävyys, käyttökelpoisuus* sekä *laajuus.* Ensimmäisten arviointien kohdalla arvosteluasteikko oli: **1**. *huono,* **2**. *hieman huono,* **3**. *hyvä,* **4**. *oikein hyvä* tai **5**. *erinomainen.* Laajuuden arvosteluasteikko oli: **1**. *suppea,* **2**. *hieman suppea,* **3**. *sopiva,* **4**.



Kuva 5.6: Luennoijan onnistuminen tavoitteessaan Diskreetin matematiikan kurssilla verrattuna siihen, missä määrin opiskelijat uskoivat hänen tekevän parhaansa edistääkseen Diskreetin matematiikan kurssin asioiden oppimista. Huomaa että x-akselilta puuttuvat luokat “melko niukasti” ja “keskimääräisesti”. Lisäksi y-akselilta puuttuu luokka melko huonosti.



Kuva 5.7: Opiskelijan onnistuminen tavoitteessaan Diskreetin matematiikan kurssilla verrattuna siihen, missä määrin hän uskoi tekevän parhaansa edistääkseen kurssin asioiden oppimista. Huomaa, että x-akselilta puuttuu luokka “erittäin paljon”.



Kuva 5.8: Diskreetin matematiikan kurssiarvosanan jakautuminen eri arvosanoille. Hieman yli 60 % opiskelijoista piti kurssia "hyvänä" tai "erinomaisena".

melko laaja, **5**. *liian laaja.*

Luentorungon selkeys ja ymmärrettävyys saivat keskiarvoksi **2,16**, joten opiskelijat pitivät runkoa keskimäärin **hieman huonona**. Luentorungon käyttökelpoisuus oli myös **hieman huono**, keskiarvolla **2,44**. Laajuuden suhteen opiskelijoiden antamien arvosanojen keskiarvo oli **3,41**, joten luentorunkoa pidettiin laajuudeltaan **sopivana**.

KURSSIN KOKONAISUUS

Tässä arviointikohdassa annettiin kokonaisarvosana kurssista. Kenties yksittäistä keskiarvoa enemmän kertovat opiskelijoiden vapaamuotoiset palautteet seuraavassa osiossa. Arvosteluasteikko kurssin kokonaisuutta arvioitaessa oli: **1**. *välttävä,* **2**. *tyydyttävä,* **3**. *melko hyvä,* **4**. *hyvä,* **5**. *erinomainen.* Opiskelijat antoivat kurssille keskimäärin arvosanaksi **3,89** eli **hyvä**. Kuvassa 5.8 esitetään Diskreetin matematiikan kurssiarvosanan jakautuminen eri arvosanoille.

Taulukko 5.1: Yhteenveto Diskreetin matematiikan kurssista. Taulukossa on esitetty numeerisen arvioinnin tulokset keskiarvoina väliltä 1="huono/välttävä/niukasti" ... 5="erinomainen/erittäin paljon". (*) arvosteluväli 1–3.

Väite tai kysymys	**Vastaus**
"Läsnäoloprosentti luennoilla"	84 %
"Luentojen määrä oli sopiva"	1,9$^{(*)}$
"Läsnäoloprosentti harjoituksissa"	85,5 %
"Harjoituksia oli sopivasti"	2,86
"Olin aktiivinen harjoituksissa"	2,84
"Millainen vuorovaikutus kurssilla oli"	3,5
"Luennoija teki parhaansa"	4,44
"Harjoitusten pitäjä teki parhaansa"	4,4
"Tein itse parhaani"	3,04
"Luennoija onnistui"	4,29
"Harjoitusten pitäjä onnistui"	4,22
"Onnistuin itse"	2,96
"Luentomateriaali oli selkeää ja ymmärrettävää"	2,16
"Luentomateriaali oli käyttökelpoista"	2,44
"Luentomateriaali oli riittävän laaja"	3,41
"Kurssin kokonaisuus"	3,89

Taulukossa 5.1 on esitetty yhteenveto Diskreetin matematiikan kurssille osallistuneiden antamista numeerisista arvioista. Lukuun ottamatta kolmea ensimmäistä kysymys/vastaus -paria käytössä oli aiemmin tässä kohdassa esitellyt viisiportaiset asteikot, jossa 1 tarkoitti, että vastaaja oli täysin eri mieltä väitteen kanssa ja arvo 5 vastaavasti sitä, että vastaaja oli täysin samaa mieltä väitteestä. Taulukosta näemme, että vastanneiden mielestä luennoija ja harjoitusten pitäjä sekä pyrki tekemään parhaansa että onnistui pyrkimyksissään keskimääräistä paremmin. Myös kurssiin kokonaisuudessaan oltiin tyytyväisiä.

(C) *OPISKELIJOIDEN KIRJALLISET PALAUTTEET*

Numeeristen arviointien lisäksi opiskelijat arvioivat kirjallisesti palautetta kurssin onnistumista erilaisten kysymysten valossa. Liitteessä 3 on esitetty taulukkomuodossa opiskelijoiden vastaukset esitettyihin kysymyksiin. Jokaisessa taulukossa tietty numero vastaa saman opiskelijan vastauksia. Viimeisissä kahdessa taulukossa esitetään opiskelijoiden vapaamuotoiset kommentit kurssista. Yleisesti ottaen kirjallisista kommenteista saa paremman kuvan opiskelijoiden mielipiteistä ja kurssiarvioinnista kuin keskiarvoisin numeerisin arvosanoin. Seuraavassa on esitetty joitakin poimintoja opiskelijoiden tyypillisistä vastauksista.

1. Mitä asioita opin? Mikä oppi jäi kurssista päällimmäisenä mieleen?

    - *Opin vähän jokaisesta kurssilla käydystä asiasta. Differentiaalit jäivät mieleen, koska niitä käytiin viimeisenä*
    - *Keskeiset kurssin asiat. Päällimmäisenä Boolen algebra ja differenssiyhtälöt*
    - *Boolen algebra, Hammingkoodaus, venn-diagrammi*
    - *Asiat, mitä käytiin kurssin alussa ja binäärijutut*
    - *Paljon, lähes kaiken. Differenssiyhtälöt*

2. Mitkä asiat olivat ennestään tuttuja?

    - *Joukko-oppi*
    - *Joukko-oppi, funktiot, suuri osa kombinatoriikasta, boolen algebran alkeet*
    - *Induktio, Boolen algebran perusteet*
    - *Eivät juuri mitkään*
    - *Kombinatoriikka ja joukko-oppi*

3. Mitkä asiat jäivät oppimatta?

- *Induktio ja differenssiyhtälöt. Induktiosta oli mielestäni liian vähän esimerkkejä. Jälkimmäinen on vain niin vaikea asiakokonaisuus*
- *Differenssiyhtälöt*
- *Luentomonisteen viimeinen kolmannes*
- *Joukko-opin relaatiot ja ekvivalenttisuus*
- *Vähän sieltä ja täältä*

4. Mitkä asiat auttoivat sinua oppimaan tai “toimivat hyvin”?

- *Luennoitsijan lempeä “miesie”-tyyli oli erittäin toimiva*
- *Hyvät esimerkit luennoilla ja perusteellinen läpikäynti*
- *Luentopäiväkirjan tekeminen auttoi kertaamaan asiat hyvin*
- *Harjoitustehtävien tekeminen ja hyvät esimerkit*
- *Harjoituksissa opit paljon jos ei heti osannut*

5. Kuinka oppimistasi olisi voitu edistää enemmän?

- *Hidastamalla tahtia. olit vähällä pudota tai melkein putosit vanhaan ansaan etenemään lahjakkaimpien tahdissa*
- *Laskuharjoituksia enemmän!*
- *Parempi luentomoniste, ehkä kirja jossa harjoitustehtäviä*
- *Lisäämällä omaa aktiivisuutta*
- *Enemmän esimerkkejä luentomonisteessa*

6. Mitkä asiat eivät edistäneet oppimista tai mikä meni pieleen?

- *Nopea eteneminen*

- *Päällekkäisyydet muiden kurssien kanssa*
- *Luentomoniste sinällään*
- *Luentopäiväkirjakokeilu oli uutta, varmaan jää tekemättä*
- *Liian vähän luin*

7. Jos et osallistunut kaikille luennoille tai harjoituksiin, niin mikä siihen oli syynä?

- *Useammat luennot/harjoitukset samaan aikaan*
- *Muut kurssit*
- *Laiskuus ja kun sai maistaan ensimmäisen kerran sitä akateemista vapautta*
- *Väsymys, nukuin*
- *muutama luento jäi väliin menojen takia. Pidin kurssia yleensä tärkeimpänä*

8. Miten muuten tätä opintojaksoa voisi kehittää?

- *Voisi lopuksi olla harjoitus, jossa kaikista alueista tehtäviä. Kertausta koetta varten.*
- *Järjestämällä kertausluentoja*
- *Järjestettäisiin vapaaehtoisia laskuharjoitusten harjoituksia, joissa voisi itsenäisesti laskea lh-tehtäviä ja tarvittaessa voisi kysyä apua. (Monesti koko laskun idean ymmärtäminen on pienen pienestä vinkistä kiinni)*
- *Luentomonisteen selventäminen tai kirja*
- *Luentorunko voisi olla selkeämpi*

9. Vastauksia vapaamuotoiseen kommenttiin

- *Luennoija oli mukava ja tuntui osaavan asiansa. Kurssin aihe ehkä liian vaikea. Monet asiat mentiin hieman liian nopeasti läpi.*
- *Alkuun oli ennakkoluuloja luennoitsijaa kohtaan nuoruutensa vuoksi, ne osoittautuivat vääriksi. Hänen työmoraalinsa ja motivaationsa, sekä pätevyytensä olivat todella positiivisia, ehkä jopa motivoiva yllätys. Suurkiitokset!*
- *Erittäin mielenkiintoinen kurssi ja hienoa, että käytiin läpi paljon esimerkkejä. Luentopäiväkirjasta en tiedä onko sen tekeminen niin kovin hyvä asia, koska sen tekeminen on todella stressaavaa (varsinkaan kun ei tiedä minkälainen se olisi pitänyt olla) Mutta tuleepahan väkisin opiskeltua/luettua nämä asiat.*
- *Luentomoniste oli harvinaisen käyttökelvoton itseopiskelun tai muunkaan kannalta.*
- *Kurssi oli erittäin mielenkiintoinen. Jos en pääse läpi käyn sen uudestaan*

Saaduista kirjallisista palautteista näemme, että opiskelijoille aiemmin tuttuja asioita olivat lähinnä Boolen algebran ja joukko-opin alkeet. Vastaajat kokivat oppineensa tai omaksuneensa kaikki kurssin keskeiset asiat. On mielenkiintoista huomata, että sekä päällimmäisenä mieleen jääneenä että oppimatta jääneenä asiana oli differenssiyhtälöt. Syinä tähän lienevät differenssiyhtälöiden teorian (ainakin näennäinen) vaikeus ja asian esittäminen kurssin viimeisenä asiakokonaisuutena.

Käytännönläheisten esimerkkien perusteellinen läpikäynti ja teorian liittäminen käytäntöön näyttää edistävän asioiden sisäistämistä ja oppimista. Tämä tukee kongnitiivis-konstruktivistisen oppimisnäkemyksen erästä pääperiaatetta, jossa opettaja voi edesauttaa opiskelijaa käyttämällä oppimistilanteessa aitoja oppimistehtäviä. Sama koskee myös laskuharjoitustehtäviä, jotka koettiin tässäkin yhteydessä hyvänä apukeinona uuden oppimiselle.

Oppimisen esteiksi Diskreetin matematiikan kurssilla koettiin lähinnä käsin kirjoitettu luentomoniste, kurssin tiukka aikataulu tai muut päällekkäiset kurssit. Tiukkaan aikatauluun on vaikea vaikuttaa muutoin kuin lisäämällä kurssin luentotuntien tai vähentämällä luennoitavien asioiden määrää. Itse asiassa kurssilla aiemmin mukana olleista asioista jätettiin tällä kertaa joitakin graafiteorian ja algebran peruskäsitteitä läpikäymättä. Kurssien päällekkäisyyteen on yksittäisen kurssin osalta samoin hankala vaikuttaa, sillä useimmat opiskelijat suorittavat samanaikaisesti myös muiden aineiden opintoja.

Tätä opintojaksoa voitaisiin kehittää kyselyyn vastanneiden mukaan järjestämällä kurssin loppupuolella mm. kertausluentoja ja -harjoituksia. Mielestämme esitetyt ideat kuulostavat hyviltä ja toteutuskelpoisilta. Vapaaehtoisten laskuharjoitusten ohjaustilaisuuksien järjestäminen yksittäisten opintojaksojen osalta lienee varsin työlästä. (Käytimme Optisen kommunikaation kurssilla menetelmää, jossa opiskelijat saivat laskuharjoitustilaisuuden aluksi tehdä tehtäviä ryhmissä opettajan johdolla. Opiskelijoille tarjottiin tilaisuus kysyä apua ongelmakohdissa toisilta opiskelijoilta tai opettajalta. Menetelmä sai pääosin myönteisen vastaanoton.)

(D) *OPISKELIJOIDEN ARVIONTI OSAAMISESTAAN ENNEN KURSSIA JA KURSSIN JÄLKEEN*

Luentopäiväkirjan sisällön eräänä vaatimuksena oli vastata ensimmäisellä luennolla jaettuun alkukyselyyn ja liittää tämän kyselyn rinnalle yhteenveto tunnelmistaan ja omasta osaamisestaan kurssin loputtua (ennen loppukuulustelua). Tähän kohtaan on kerätty niiden henkilöiden arvioita, jotka laativat luentopäiväkirjaa ja jotka antoivat luvan sen kopioimiseksi toimintatutkimukseen.

Alkukysely oli seuraavanlainen:

> *DSK, syksy 2003, alkukysely*:
>
> *DSK:n pääaiheet: joukot, relaatiot, funktiot, kombinatoriikka, graafiteoria algebran peruskäsitteet(monoidi, rengas, ym.), Boolen algebra, differenssiyhtälöt.*
>
> *Mitä tiedät näistä aiheista? Minkälaisia ajatuksia ne herättävät? Entä matematiikka ylipäätään; miten suhtaudut siihen? Miten/millä keinoin aiot suorittaa DSK:n kurssin? Jne...*

Seuraavissa poiminnoissa "ENNEN" tarkoittaa alkukyselyn vastausta ja "JÄLKEEN" tarkoittaa loppuarviota kurssin lopuksi. Kaksi opiskelijaa oli jättänyt ainoastaan yleisen yhteenvedon tai kommentin kurssista. Yhteenveto vapaamuotoisista kommenteista on esitetty kohdassa 5.1.3.

OPISKELIJA 1, ENNEN:

> *DSK:n pääaiheet eivät ole kovinkaan tuttuja minulle, joten ne eivät ainakaan vielä herätä ajatuksia korkeintaan paljon kysymyksiä. Matematiikkaa on tullut viimeksi laskettua lukiossa n. 2 vuotta sitten. Pitkä matematiikka oli lukiossa mielenkiintoista ja haastavaa, mitä diskreetti tulee varmasti olemaan. Jo lukion pitkän matematiikan kanssa tuli tehtyä paljon töitä ja niin tulee varmasti diskreetinkin kanssa. Joten suunnitelmana olisi laskea paljon, jotta laskurutiini olisi hyvä. Tavoitteena olisi käydä mahdollisimman useasti luennoilla ja laskuharjoituksissa, ettei mikään asia jäisi pimentoon. Luentopäiväkirjaa en ole ennen tehnyt ja sitä aloitan tekemään, jotta siitä olisi hyötyä matematiikan opintojen kanssa.*

OPISKELIJA 1, JÄLKEEN:

Diskreetin oppiminen ja opiskelu on ollut työlästä ja rankkaa mutta palkitsevaa. Alussa tavoitteenani oli "kovan" työn kautta oppia diskreetin saloja, käydä kaikilla luennoilla ja lh:ssa sekä laskea paljon laskuja. Omasta mielestäni suoriuduin tavoitteistani tähän asti hyvin, vaikka välillä oli erittäin vaikeatakin. Motivaatio oli korkea, mutta sekään ei aina riittänyt asioiden sisäistämiseen ja ymmärtämiseen. Onneksi teimme opiskelukavereiden kanssa yhteistyötä, mikä tuottikin tuloksia. Näin pimentoon jääneet asiat saivat vastaukset kysymyksiin.

Kurssi oli laaja ja käsitteli hyvin paljon erilaisia asioita. Nyt ennen tenttiä diskreetin alueen aiheet pyörivät hajanaisesti mielessä mutta ehkä se on hyvä niin. Diskreetin pääaineet ovat suurilta osin hallussa ja siksi luentopäiväkirjan salliminen tentissä on loistava juttu, jolloin tavoitteena ei ole oppia ja lukea tenttiä vaan itseä varten. Nyt odotankin innolla ja jännityksellä tenttiä, joka mittaa todellisen osaamiseni ja taitoni diskreetin matematiikan osalta.

OPISKELIJA 2, ENNEN:

DSK terminä on minulle uusi mutta pääaiheita silmäiltyäni huomasin, että osa aihealueista on ennestään tuttua lukion matematiikan kursseilta ja TKT:n opinnoista. Relaatiota on ainakin käsitelty tiedonhallinnan kurssilla viime vuonna ja Boolen algebrakin on jossain määrin tuttua muilta TKT:n kursseilta. Uhkaavalta kuulostavat differenssiyhtälöt ja graafiteoriakin tulevat toivottavasti tutuiksi tämän kurssin myötä. Joukko-oppia olen opiskellut jollain lukion extrakurssina ja silloin se vaikutti *mielenkiintoiselle. Matematiikka aiheena kiinnostaa minua jossain määrin, mutta luovutan yleensä aivan liian helposti, jos en heti ymmärrä jotakin asiaa. En varsinaisesti ole hirveän lahjakas matematiikassa, joten kärsivällisyyttä oppimiseen kyllä kaivattaisiin. Aion suorittaa kurssin luentopäiväkirjaa tehden. Toivottavasti se on hyvänä tukena oppimiselleni ja avuksi tentissäkin. Kurssi vaikuttaa näin etukäteen kiinnostavalta ja toivon, että minulla on aikaa paneutua siihen tarpeeksi varsinkin pääaineopintojeni lomassa.*

OPISKELIJA 2, JÄLKEEN:

Kurssi osoittautui joiltakin osin helpommaksi ja joiltakin osin vaikeammaksi kuin luulin. Joukot ja relaatiot menivät jakeluun, graafiteoriakin tuntuisi olevan hanskassa mutta Boolen algebra ja DY:T ovat edelleen hieman hämärän peitossa. Syynä lienee se, että aika ja voimavarat tuntuivat loppuvan kurssin loppua kohden enkä ehtinyt opiskelemaan kyseisiä osa-alueita kunnolla. Opiskelutapana luentopäiväkirjan tekeminen kurssin ohessa tuntuu varsin hyvältä varsinkin matematiikan kurssilla. Tenttiin mennessä on paljon varmempi olo, kun tietää tukena olevan muutakin kuin kaavakirja eikä tenttiin lukeminenkaan ollut pelkkää kaavojen ja laskutapojen ulkoaopettelua vaan pystyin keskittymään enemmänkin jokaisen osa-alueen yleiseen hallintaan kun tiesin että voin turvautua luentopäiväkirjaani jonkin pikkuseikan unohtuessa. Lisää tällaisia "uusia"oppimistapoja yliopiston kursseille!

OPISKELIJA 3, ENNEN:

Muutamat DSK:n pääaiheet kuulostavat tutuilta mm. joukot, relaatiot, funktiot sekä Boolen algebra. Näistä aiheista on vähintäänkin ollut jotain mainintaa lukion pitkän matematiikan *kursseilla. Kun taas DY:T sekä graafiteoria eivät juurikaan sano mitään ainakaan tässä vaiheessa kurssia. Yliopistokurssien vaikeustaso on myös aika arvoitus vielä tässä vaiheessa. Otan kaiken uuden kyllä vastaan positiivisella asenteella ja pyrin tekemään parhaani tällä matematiikan kurssilla.*

OPISKELIJA 3, JÄLKEEN:

Kurssi oli kokonaisuutena hyvä, voin sanoa oppineeni paljon uusia asioita matematiikan saralta. Vaikka aluksi kaikki uudet laskutoimitukset saattoivat hieman hämmentää uutta yliopisto-opiskelijaa. Tunsin kuitenkin selviytyneeni kaikista aihealueista kunnialla, vaikka jotkin tuntuivat vaikeammilta ja vaativat paljon enemmän työtä kuin toiset. Luentopäiväkirjan tekeminen oli uusi ja mielenkiintoinen tapa oppia ja kerrata kurssin asioita. Sitä teki ihan mielellään, koska sen saa ottaa mukaan tenttiin. Se myös hieman helpottaa ns. tenttijännitystä, kun ulkoa opeteltavien kaavojen ja sääntöjen määrä ei näin jää suureksi. Myös opettajan opetustapa oli innostava ja energinen. Sekin lisää oppimismotivaatiota kun tuntee, että opettaja on ammattitaitoinen ja asiasta kiinnostunut henkilö. Tenttiin olen lähdössä positiivisella mielellä ja tietenkin toivon, että pääsisin tentistä läpi. Matematiikka ei ole minun vahvimpia osa-alueita opiskelun saralla, silti tykkään käydä matematiikan kursseja. Ja toivottavasti myös tulevista kursseista jäisi yhtä hyvä mieli kuin tästä.

OPISKELIJA 4, ENNEN:

Olen käynyt pitkän matematiikan pari vuotta sitten. Siitä jäi päähän jotain asioita yllämainituista aiheista, mutta armeijan aikana unohtui paljon. Eli kovaa työtä vaaditaan, että selviän *tästä kurssista. Matematiikka on mielestäni mukavaa ja mielenkiintoista kun sitä osaa mutta monesti se on suorastaan hulluksi tekevää. Toisin sanoen töitä pitää tehdä koko ajan muuten menee tuskaiseksi*

OPISKELIJA 4, JÄLKEEN:

Tiedot hieman hataralla pohjalla edelleenkin, mutta tätä kurssia käydessä on tullut monta kertaa todistettua itselleni, että resursseja riittäisi parempaankin. Luentopäiväkirjaidea oli hyvä. Käytännössä henkilökohtaisesti ei tullut tehtyä varsinaisesti päiväkirjaa, mutta se motivoi tekemään parempia muistiinpanoja.

OPISKELIJA 5, ENNEN:

Joukot ja funktiot ovat tuttuja lukiosta, mutta niistäkään en muista paljoa. Todennäköisesti kurssi tulee olemaan monipuolinen ja muistettavaa tulee paljon. Matematiikka on ihan hauskaa jos sitä osaa. Se voi olla myös ärsyttävää jos joku asia ei selviä. Aion käydä harjoituksissa ja tehdä tehtäviä niin paljon kuin ehdin/osaan.

OPISKELIJA 5, JÄLKEEN:

Mielestäni olen sisäistänyt kurssilla opetetut asiat melko hyvin. Varsinkin kurssin viimeisenä käsitellyt asiat (joiden piti olla vaikeimpia) ovat jääneet hyvin mieleen.

Olen myös huomannut, että kurssista on ollut hyötyä muillakin kursseilla.

Mielestäni kurssi on osaltani mennyt hyvin. Ainoastaan luentopäiväkirjasta ei tullut sellaista kuin olisin halunnut. Aluksi oli hieman epäselvää, millainen päiväkirjan tulisi olla ja siksi jouduin tekemään suuren osan siitä jälkikäteen.

OPISKELIJA 6, ENNEN:

Joukot ja relaatiot ovat jonkin verran tuttuja käsitteitä. Myös graafit ovat muistissa viime vuoden kurssin alkuvaiheilta. jolloin olin mukana. Muut käsitteistä ovat enemmän tai vähemmän hämärän peitossa. Matematiikka on mielenkiintoista sen loogisuuden takia. Kaikki asiat ovat ymmärrettävissä jonkinlaisella maalaisjärjellä. Tenttipäiväkirja kuulostaa hyvältä keinolta lisätä pisteitä samalla kun kirjallinen ulosanti on primitiivisellä tasolla ja kaikki omasanainen kuvailu hirvittää.

OPISKELIJA 6, JÄLKEEN:

Oma osaamiseni on luokkaa "tyydyttävä". Boolen algebran sovellukset jäivät jonkin verran hämärän peittoon. Muut osa-alueet opin suht hyvin. En pidä tenttipäiväkirjaa kovin hyvänä (=erinomaisena) oppimistyökaluna. Itse en tosin hyödyntänyt sitä ehkä riittävän hyvin kurssin aikana. Tentissä se kyllä toimii huomattavana apuna. Nykyinen tietotasoni kurssin alkuun verrattuna on paljon parempi; nyt saattaisin jopa osata selittää kyseisiä asioita hataran ymmärryksen sijasta.

OPISKELIJA 7, ENNEN:

Tietoni yllämainituista rajoittuvat joukko-oppiin, funktioihin sekä Boolen algebraan. Näistä olen lukenut perusteet. Yleensä-

kin matematiikka kiinnostaa minua, joten ajatukseni ovat positiivisia DSK:ta kohtaan. Luonnollisesti kaikkeen mihin tosissani ryhdyn, pyrin siinä menestymään parhaalla mahdollisella tavalla. Sama koskee DSK:n kurssia. Kovalla työllä uskon saavuttavani itseäni tyydyttävän arvosanan.

OPISKELIJA 7, JÄLKEEN:

Juuri näin kurssin jälkeen itsestäni tuntuu, että hallitsen osa-alueet hyvin. Kurssi ei ollut liian laaja, joten aikaa jäi keskittyä aina kuhunkin osa-alueeseen riittävästi. Mutta lopullisen tiedon omasta osaamisestahan kertoo vasta tentin tulos, sitä odotellessa...

OPISKELIJA 8, ENNEN:

Suurin osa näistä aiheista ei ole ennalta tuttua asiaa. Vaikealta kuulostavia sanoja, mutta uskon että ne eivät kumminkaan ole ylitsepääsemättömän hankalia aiheita. Matematiikassa tuppaa näitä vaikeita sanoja olemaan joka aiheessa. Oppiaineessa matematiikka on minulle oppiaine muiden joukossa, mutta pientä pelkoa se herättää vaikkakin varmasti turhaan. Uskon, että pärjään tällä kurssilla kohtuullisen hyvin tai tyydyttävästi. Motivaatiota löytyy kyllä. Suoritustapa 1 (luentopäiväkirja-tapa) kuulostaa hyvältä tavalta suorittaa kurssi.

OPISKELIJA 8, JÄLKEEN:

Kyllä oma osaamisen tasoni tuntuu ihan hyvältä. Laskuharjoitukset ovat olleet tärkeässä asemassa ja se on loistava juttu, että *ne on laitettu motivoivaksi tehdä. Jos harjoitukset olisivat olleet pakollisia ilman pistehyvityksiä, ei niistä varmaankaan olisi ollut niin paljoa hyötyä. Vaikka osaamiseni tuntuu ihan hyvältä, ei sitä välttämättä jokainen koetehtävä heti aukeakaan, joten arvosanaa on vaikea arvioida. Luulisin kuitenkin pystyväni tyydyttävään tasoon. Paremmalta tuntuu nyt kuin kurssin alussa. Omat tavoitteeni olisin voinut asettaa jopa tyydyttävää korkeammalle mutta eipäs nyt kuitenkaan viitsitä ahnehtia! Kiitoksia kurssin pitäjälle upeasta opetuksesta!*

ERÄÄN OPISKELIJAN YLEINEN KOMMENTTI:

DSK oli minulle suhteellisen vaikea kurssi. Kaikki asiat olivat minulle uusia. Ennen tätä kurssia en ollut kuullutkaan esim. Hamming-koodauksesta tai vaikkapa ekvivalenssirelaatioista. Nykyään osaan kyllä laskea muutamia laskuja, mutta vain esimerkkien avulla, toisin sanoen en ole sisäistänyt periaatteessa yhtään kappaletta. On todella vaikeaa kirjoittaa esimerkkien viereen omia mielipiteitä tai ajatuksia, kun ei ole edes sisäistänyt asiaa. Kurssin aikana olin myös kipeänä enkä voinut käydä kaikilla luennoilla. Luennot vahvistivat epäilykseni, että matematiikka ei vaan ole minun "juttu".

Kaikesta huolimatta kurssista on ollut minulle ainakin jonkin verran hyötyä, jos ei arkielämässä niin ainakin muilla luennoilla. Minusta mukavimpia aihealueita olivat bittijonot, Hamming-koodaus. Eulerin sykli oli suhteellisen hyvä aihe, mutta en ymmärtänyt asiasta ihan kaikkea. Vaikka en tehnytkään ns. perinteistä luentopäiväkirjaa, kokosin materiaalistani mielestäni parhaat palat.

OPISKELIJA 9, ENNEN:

> *Suurimmasta osasta DSK:n aiheista en ole kuullut ikinä matematiikassa. Johtuu varmaan lyhyen matematiikan suorittamisesta lukiossa, joka oli aika iso virhe näin yliopistomaailmassa. Relaatiot, kombinatoriikka ja DY:t eivät kuulu sanavarastoon. Osasta olen kuullut mutta vain normaaleissa yhteyksissä, kuten joukot, funktiot ja Boolen algebra. Matematiikka on kiehtova ala vaikka en ole siinä kovin hyvä tai ehkä se johtuu juuri siitä, että en ymmärrä sitä kovin hyvin. Voi olla, että se kiinnostaisi minua enemmän, jos opiskelisin sitä enemmän. Olen jo kiinnostunut tietotekniikasta ja ne jotka ovat kiinnostuneita tietotekniikasta, ovat myös kiinnostuneita matematiikasta. Tentin läpipääseminen tulee olemaan ehkä vaikein asia kurssista. Silti tulen yrittämään ja ehkä jopa onnistumaan ja onhan aina mahdollisuus uusia tentti. Tunnilla aion kuunnella luennoitsijaa, opiskella aihetta kotona ja laskea laskuharjoituksia.*

OPISKELIJA 9, JÄLKEEN:

> *Tiedän paljon enemmän nykyään (diskreetistä) matematiikasta, kuin ennen kurssin alkua. Osaan mm. todistaa induktiolla, jotenkuten, ja suorittaa joukkojen perusoperaatioita. Osaan koodata ja dekoodata bittisanoja Hamming-koodauksella, erittäin mielenkiintoinen joukko-opin sovellus. DSK ja matematiikan propedeuttinen kurssi, joka on menossa samaan aikaan, ovat täydentäneet hyvin toisiaan ja auttaneet ainakin minua opiskelussa. Opiskelu ei mennyt niin kuin alkukyselyssä ilmoitin, mutta olen mielestäni sisäistänyt asiat suhteellisen hyvin. Kotona opiskelusta ei tule mitään kun kiinnostus painottuu lähinnä tietokoneeseen ja omaa rauhaa ei ole. Myös väsymys päivän jälkeen painaa päälle ja olenkin ottanut periaatteeksi, että jos pääsen*

myöhään kotiin, neljän jälkeen en lue ollenkaan mihinkään aineeseen. Tiedä sitten onko ihan paras periaate, mutta olkoon.

OPISKELIJA 10, ENNEN:

Nimenä suurin osa kuulostaa tutuilta ja pitkässä matematiikassa varmasti käsiteltiinkin näitä aiheita jonkin verran. Vaikuttaa vähän lukion matematiikan kertaukselta tai syventämiseltä.

Yleensä ottaen tunnun pitävän matematiikasta sitä enemmän, mitä teoreettisempaa se on.

Jos luentopäiväkirjaa saan tehtyä niin hyvä niin, vaikkakin pelkkä tentti vaatisi ehkä vähemmän vaivannäköä. Vähän arveluttaa luentopäiväkirjan suurehko osuus arvostelussa.

OPISKELIJA 10, JÄLKEEN:

No, ainakin alkukyselyssä mainituista pääaiheista on selkeämpi mielikuva. Tuntui siltä, että sinänsä tuttuja asioita käsiteltiin uudelta suunnalta. Ja perusteellisemmin kuin lukiossa, vaikka siellä näille oli varattu useita kursseja.

Parhaiten päähän tarttui ehkä kombinatoriikka ja DY:t, jotka ovatkin ehkä äkkiseltään ajateltuna kauimpana tosielämästä, eli jotain sellaista, mistä minä matematiikassa pidän.

OPISKELIJA 11, ENNEN:

En mitään! Tosin jotkut nimet vaikuttivat tutuilta Matematiikka tieteenhaarana on sinänsä kiehtova, mielenkiintoinen ja haastava. On todella palkitsevaa selvitä jostain vaikeasta laskusta tai huomatessa sisäistäneensä matemaattisen kaavan. Lisäksi mielestäni matematiikka jos mikä kehittää loogista ajattelua! Kurssilla otan tavoitteeksi tietenkin pyrkiä käymään kaikilla luennoilla ja harjoituksissa, lisäksi kerrata asioita koulun ulkopuolella. Aion myös kerrata lukion pitkää matematiikkaa, jos suinkin yhdistäviä tai helpottavia asioita sieltä löytyy. Hyvää arvosanaa unohtamatta.

OPISKELIJA 11, JÄLKEEN:

Mielestäni kurssi oli melko laaja ja sisällöltään haastava. Lähes kaikki käsitellyt asiat olivat minulle uusia entuudestaan tutut käsitteet saivat syvemmän luotauksen.

Tavoitteissani onnistuin keskinkertaisesti. Onnistuin sisäistämään opit yleensä melko nopeasti, tosin työmääräkin oli suuri. Opiskeluja auttoi ryhmätyöskentely, joka oli minulle sinänsä suht uusi asia. Häiritseviä tekijöitä olivat aamuluennot ja epäselvä luentomoniste.

Päiväkirjakokemus toimi omalla kohdallani hyvin. Se todella auttoi tenttiin valmistautumisessa, kun asioihin paneutui syvällisesti. Näin ollen asiat tuntuvatkin jääneen paremmin muistilokeroihin.

OPISKELIJA 12, ENNEN:

Kurssin nimi diskreetti matematiikka kuulosti täysin oudolta, enkä oikeastaan tiennyt, mitä odottaa mutta nyt selailtuani luentomonistetta huomaan, että osa aiheista on jopa tuttujakin. Joukko-oppi, osa kombinatoriikan aiheista sekä graafeista, binääripuun tiesin jo ennen kurssia. Sen sijaan relaatiot, Hamming-koodaus, Boolen algebra ja DY:t olivat uusia käsitteitä. Dy:itä tosin käytiin jollain lukion matematiikan kurssilla, mutta ne jäivät minulle kyllä epäselviksi, enkä nyt 1,5 vuotta kirjoituksista muista niistä mitään. Matematiikka oli minulle peruskoulussa itsestään selvää asiaa, joten valitsin lukiossa laajan matematiikan. Välillä tuntui ettei säännöissä ja todistuksissa ole mitään järkeä mutta miltei aina yhteys reaalimaailmaan löytyi fysiikan kautta. Ilman laajaa fysiikka olisi matematiikan kurssit varmasti olleet turhauttavia. Tämän kurssin aion suorittaa luentopäiväkirjatenttinä, koska mielestäni on turhaa opetella kaavoja ulkoa tenttiin, koska niitä ei kuitenkaan enää muista sitten kun niitä tarvitsisi tentin jälkeen. Onneksi kurssi ei kuitenkaan vaikuta mitenkään ylitsepääsemättömän vaikealta.

OPISKELIJA 12, JÄLKEEN:

Vaikeusasteeltaan kurssi oli oikeastaan sellainen kuin odotin. Osa asioista oli helppoja, osa vaikeampia. Ainoastaan kombinatoriikka tuntuu edelleen vaikealta. Triviaalitapaukset eivät tuota ongelmia, mutta vaikeammat monesta osasta koostuvat otokset ovat edelleen hieman epäselviä. Boolen algebra ja DY:t olivat ehkä helpoimmat asiat kurssissa (myös joukko-opin perusteet olivat itsestään selvää asiaa). Helppoja ne olivat mielestäni sen takia, että niissä oli yksiselitteisemmät ratkaisumallit. Lukiossa todistaminen induktiolla jäi epäselväksi mutta nyt se tuntui selväkin *selvemmältä asialta.*

Päiväkirjassa ei ole asiaa kaikilta luennoilta, koska alun perin luulin, että päiväkirjaan saa laittaa vain kaksi sivua koko kurssin aikana luennoilla käsitellystä aineistosta. Niinpä tein muistiinpanoja vain kun luennoilla tuntui, ettei asia ole itsestään selvää tai mitä en jo ennestään osannut. Sen jälkeen kun selvisi, että päiväkirjaan saakin laittaa kaksi sivua yhdeltä luennolta, en kuitenkaan ryhtynyt kopioimaan asioita luentorungosta, koska mielestäni luentopäiväkirjan sisällöksi riittää tiedot, joita en muuten muista.

Diskreetin matematiikan kurssissa on siitä hyvä puoli, että kaikkia asioita tarvitsee muissa opinnoissa tai niillä on muuten vahva yhteys johonkin käytännön asiaan. Esimerkiksi joukko-oppia ja relaatioita tarvitsee tälläkin hetkellä tiedonhallinnan kurssilla relaatioalgebrassa. Graafeja käsiteltiin yhtä aikaa kun tietorakenteet ja algoritmi-kurssilla käsiteltiin samoja asioita (mm. binääripuu). Kombinatoriikkaa tarvitsee sen sijaan todennäköisyyksiä laskettaessa. Tästä lähtien ei lukusarjoillekaan tarvitse päätellä kaavaa, jolla ne muodostuvat, sillä differenssiyhtälöiden avulla voi sen laskea helposti. Ainoastaan Boolen algebraa en ole vielä itse tarvinnut missään mutta silläkin on selvät yhteydet reaalimaailmaan ja se on loogisesti ymmärrettävä asia. Vaikka jo lukion jälkeen päätin, että en enää lue matematiikkaa, taitaa siitä kuitenkin tulla yksi sivuaineeni.

OPISKELIJA 13, ENNEN:

Joukko-teoriaa olen opiskellut jonkin verran lukoissa ja kombinatoriikkaa on tullut opiskeltua jonkin verran lukoin todennäköisyyslaskennassa mutta en tiedä onko siitä suurempaa hyötyä.

Muista kurssin asioista en ole koskaan kuullutkaan. Matikka on työlästä opiskella mutta myös todella antoisaa kun on oppinut jonkin uuden asian ja laskut tuntuvat sujuvan helposti. DSK:n kurssilla aion tehdä paljon t ehtäviä ja olla hakerasti luennolla. Aion tehdä ahkerasti töitä, että osaisin tärkeät asiat.

OPISKELIJA 13, JÄLKEEN:

Kurssin alkupäässä olevat asiat tuntuivat vaikeimmilta mutta induktiotodistuksen osasin jo ennestään ja siitä seuraavat asiat tuntuivat luistavan todella helposti.Kurssi helpottui loppua kohden koko ajan. Kombinatoriikassa oli vielä joitain vaikeita asioita, jotka vaativat enemmän pohtimista. Kurssin helpoin asiat oli ehdottomasti differenssiyhtälöt kurssin lopussa. Tehtäviä tuli tehtyä todella hyvin noin 5/6 ja luennoillakin istuin noin 90%.

OPISKELIJA 14, ENNEN:

Äkkiseltään arvioituna ainoat mitkä kelloja soittaa ovat joukot ja relaatiot. Kaikki muu on vielä hämärän peitossa. Ei nimittäin lukion lyhyellä matematiikalla paljon yliopistossa juhlita. Taitaa olla työntekoa edessä. Kerta se on ensimmäinenkin. Eipä sitä tultu vissiin laiskottelemaan vaan hankkimaan koulutus jonka kautta porvarillinen ammatti. Matematiikka ei herätä minkäänlaisia intohimoja suuntaan eikä toiseen. Ihan kiva että on olemassa ja on elämää helpottanut, mutta ei kiinnosta kikkailla n umeroilla päivästä toiseen. Taidan suhtautua matematiikkaan enemmän negatiivisesti kuin positiivisesti. DSK-kurssin aion suorittaa käymällä luennoilla, tekemällä muistiinpanot, käymällä harjoituksissa ja opiskelemalla ahkerasti.

OPISKELIJA 14, JÄLKEEN:

Suhtautumiseni matematiikkaan on muuttunut kurssin aikana. Ei välttämättä huonompaan suuntaan. Kurssilta on saatu eväät matemaattiseen kikkailuun joten tunnun olevani valmis suurempaankin haasteeseen. Mutta ikävä kyllä näitä työkaluja ei voi soveltaa muilla matematiikan kursseilla. Kurssin alussa asiat vaikka olivatkin helpoimpia ovat jo kadonneet mielestä, syystä jota en ole kerrannut niitä ajoissa ja tarpeeksi useasti. Syytän siis itseäni. Kurssin lopun asiat ovat kuitenkin kirkkaana mielessä. Ainoa asia mikä ei vieläkään taitu kunnolla, on differenssiyhtälöt. Kyllä siitä piste tai pari tulee jos alan yrittämään mutten usko että täydet irtoaa kuitenkaan. Jospa se joskus tarvittaessa valkenee. Arvioin kuitenkin että osaan enemmän kuin ennen kurssia, joka on parempi kuin ettei mitään olisi oppinut.

OPISKELIJA 15, ENNEN:

Funktioista tulevat mieleen ensimmäisenä matematiikan funktiot. Kombinatoriikka tarkoittaa varmaankin erilaisten suureiden tai muuttujien mahdollisia yhdistelmiä. Algebran käsite on ollut matematiikassa mutta se on kyllä unohtunut. Matematiikka on ollut minulle aina aineena vaikea. Mutta olen saanut siitä aikaisemmin keskittymällä ja panostamalla aineeseen hyviäkin arvosanoja. DSK:n kurssin pyrin suorittamaan osallistumalla luennoille ja pitämällä siellä "korvat auki", sekä osallistumalla laskuharjoituksiin. Pyrin myös etsimään muuta aiheeseen liittyvää materiaalia -> luentopäiväkirja.

OPISKELIJA 15, JÄLKEEN:

Kun ajattelee kriittisesti, on aika vaikea tässä vaiheessa sanoa, *että hallitsen sen tai sen asian. Oma olettamus jostakin mikä tuntui kurssilla helpolta, ei ole sama kuin opitun asian soveltaminen onnistuneesti jonkin annetun ongelman ratkaisemiseksi. Kurssi ei ainakaan minun kohdallani lisännyt itseluottamustani matematiikan suhteen. Matematiikka yleisesti ottaen on ollut minulle aina hankalaa, joitakin osa-alueita lukuun ottamatta. Niinpä päätin jo alussa ottaa tämän kurssin vakavasti ja tehdä itse kaiken sen eteen mitä kykenen jotta oppisin ja ymmärtäisin kurssilla tulleet asiat. Täytyy kyllä sanoa, että näen punaista mennessäni DSK:n kotisivuille ja lukiessani sieltä, mitä luentopäiväkirja tarkoittaa ja mitä se ei tarkoita. Etkö näe vaatimuksissa mitään ristiriitaa? Luentopäiväkirjan tulee olla kurssilla läpikäytyjen asioiden ymmärrystä osoittava mahdollisimman tiivis referaatti. Jonka tosin tulisi sisältää omakohtaisia kommentteja jokaista yksittäistä luentoa kohti, varsinaisen tiivistetyn asian lisäksi. Sekä näiden kurssilla käsiteltyjen asioiden onnistuneita kytköksiä arkipäivän ilmiöihin. Ja tämä kaikki on pakattava todella tiiviisti. Nettitulostukset ovat turhia jos niiden yhteydessä ei ilmene, että oppilas on lukenut tulostamansa, siis toisin sanoen tulostellut huvikseen Diskreetin matematiikan käsittelemää matematiikan osa-aluetta. Minusta vaatimukset menevät auttamatta ristiin. Tulee helposti mieleen, että luennoija unohtaa nyt, että meillä on muitakin kursseja ja kotitehtäviä näiden lisäksi. Sitä paitsi olen edelleen sitä mieltä ja tulen varmaan jatkossakin olemaan, että tietokoneen mikroprosessori ja ihminen ovat kaksi eri asiaa. Ihminen tekee virheitä, saakin tehdä, pitääkin tehdä, jotta voi oppia. Olen itsessäni huomannut, että parhaiten ja pisimpään mieleeni jääneet asiat on opittu niin sanotusti kantapään kautta, ei todellakaan siinä tahdissa tai sillä hetkellä kun ne on luennolla esitetty.*

ERÄÄN OPISKELIJAN YLEINEN YHTEENVETO

Osa 1, Kertausta ja täydennystä

Kertausta kurssin alun asiat eivät minulle olleet, toki termistöstä mm. funktio oli minulle tuttu, mutta enpä ollut tiennytm että se noin esitetään. Alussa minulla menikin muutamat luennot hyvinkin pahasti ohi. Olin jatkuvasti kysymässä neuvoa kahdelta jo appron suorittaneelta kaveriltani, kun en ymmärtänyt mistä joissain laskuharjoituksissa oli kyse. Ajankäytöllisistä syistä meinasin jättää kurssin kesken, nyt olen iloinen että en tehnyt niin, vaan jaksoin loppuun asti.

Osa 2, Kombinatoriikka

Uusi asia, perusteellisesti opetettuna ymmärsin kyllä mistä on kyse, vaikka aluksi tuntui, että olen pihalla kuin lintulauta. Ymmärsin lopulta kaikki asiat, vaikka yhäkin jouduin tutuilta apua pyytämään.

Osa 3, Graafit

Oma matematiikan opiskeluni graafien osalta sisälsi ainoastaan muutaman tunnin lukion lyhyestä matematiikasta. Sielläkään ei käyty läpi mitään monimutkaisia ratkaisuja, esiteltiin vain yksinkertaisia polkuja ongelmanratkaisujen yhteydessä.

Osa 4, Boolen algebra

Lukion matematiikka oli käytännössä algebraa ja geometriaa, joten perusalgebrasta tunsin perusasiat, tosin eri tavalla opetettuna. Binäärien käyttö oli minulle tuttua Lappeenrannan tietotekniikan perusteiden luennoilta, mutta Boolen algebraa oli siellä *vain raapaistu, en tuntenut käytännössä kuin termin ja määritelmiä.*

Osa 5, Differenssiyhtälöt

Täysin uusi asia, jota en ymmärtänyt, koska en päässyt kuin kahdelle neljästä luennoista ja jouduin jättämään viimeiset laskuharjoitukset väliin.

OPISKELIJA 16, ENNEN:

Pääaiheista joukot, relaatiot, funktiot, kombinatoriikka, algebra perustasolla sekä Boolen algebra ovat jokseenkin tuttuja lukion pitkästä matematiikasta. Graafiteoria ja DY:T sen sijaan ovat vieraampia tapauksia, differenssiyhtälöt ovat ehkä mielestäni kokonaisuuden vaikein osa-alue. Matematikka on aina ollut (ja luultavasti tulee aina olemaan) työkalu, keino päästä tavoitteeseen, eikä itsetarkoitus. Tästä johtuu tietynlainen "sivurooli", missä matematiikka on aina itsessään ollut. DSK:n kurssin suoritus ei tule eroamaan paljoakaan samanaikaisesti päällekkäin olevien matematiikan / fysiikan / tietojenkäsittelytieteen / informaatiotekniikan kursseista, pyrin tasapainottelemaan, että kerkeäsi käymään mahdollisimman monella luennolla (päällekkäisyyksiä on aika reilusti, niinpä helpoimmista kursseista joutuu karsimaan) sekä laskuharjoituksissa.

OPISKELIJA 16, JÄLKEEN:

Oma osallistumiseni luennoille oli vain 50-60%, johtuen päällekkäisyyksistä sekä muista esteistä. Osa-alueista dy:t jäivät heikoimmalle pohjalle osittain johtuen siitä etten ollut paikalla ylimääräisellä luennolla (päällekkäin JAN-lh:n kanssa) jossa ne käsiteltiin pääasiallisesti. Muuten kurssi on mennyt ihan hyvin.

5.1.3 Reflektointia kurssista

Kurssin opiskelija-aineksessa oli selvä muutos edellisiin vuosiin verrattuna, sillä nyt kurssi pyrittiin kohdistamaan 1. vuosikurssin opiskelijoille. Kurssille aiemmin osallistuneet ovat olleet pääasiassa toisen tai sitä ylemmän vuosikurssin opiskelijoita. Kurssille osallistui noin 70 opiskelijaa, joista noin 45 suoritti kurssin loppuun asti — suurin osa heistä luentopäiväkirjatenttinä.

Opiskelija-aineksen muutos toi mukanaan sellaisia tilanteita, joihin opettaja ei ollut varautunut, mutta mitkä piti ehdottomasti ottaa huomioon. Ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoille ei välttämättä ole vielä syksyn ensimmäisillä kursseilla selvää, miten ja miksi yliopistossa opiskellaan. Akateemisen vapauden tuoma "omavastuu" ei välttämättä kanna hedelmää ensimmäisillä yliopistokursseilla. Tämä näkyi mm. siten, etteivät opiskelijat heti alussa ymmärtäneet laskuharjoitusten tärkeyttä.

Matematiikan opiskelu tuo "ensimmäisten yliopistokurssien" ongelmaan oman lisämausteensa vaativuutensa vuoksi. Kurssin tempo oli melko lailla hitaampi kuin aiempina vuosina, koska opiskelijat eivät pystyneet päättelemään, mitä kaikkea luennolla pitäisi kirjoittaa ylös ja näin ollen kirjoittivat kaiken mahdollisen kuulemastaan ja näkemästään. Lisäksi jo tutuksi oletetut asiat eivät olleetkaan tuttuja ja mm. joukko-oppia jouduttiin kertaamaan luennoijan mielestä yliopistotasolla liian laaja-alaisesti. Alun kangertelujen vuoksi useille opiskelijoilla jäi kurssin alkuosasta luultavasti melko hajanainen kuva. Kun opiskelijat sitten vähitellen oppivat ja tottuivat yliopistomatematiikan sekä yleisesti yliopisto-opiskelun vaatimuksiin, oli opiskelu ja oppiminen sujuvampaa. Tämän huomasi mm. laskuharjoitusten tekoprosentista; alun hämmästyksen jälkeen listaan alkoi ilmestyä tehdyistä tehtävistä kertovia rasteja. Hitaamman tempon vuoksi yksi osakokonaisuus, algebran peruskäsitteiden osuus, jätettiin käymättä, jotta lopun tärkeämmät asiat ehdittäisiin käydä huolella läpi.

Alun ongelmallisesta lähtöasettelusta huolimatta kurssi meni hyvin. Samalla kun opiskelijat oppivat matematiikkaa, he myös oppivat opiskelemaan. Kurssin puolivälin jälkeen osallistujamäärä oli vakiintunut todellisiin suorittajiin ja heidän motivaationsa opiskeluun oli ilmeisen hyvä. Opiskelijoiden tutustuessa ja tottuessa toisiinsa sekä luennoijaan, tuli kysymisen ja kommentoinnin kynnys matalammaksi. Tämä lisäsi osaltaan leppoisaa ja oppimiseen kannustavaa ilmapiiriä.

Diskreetin matematiikan kurssilla asiaa ja määritelmiä tulee paljon. Kaikki opetetut asiat eivät ehkä opiskelijan silmin näytä liittyvän toisiinsa, eivätkä ne tällä kurssilla välttämättä suoranaisesti liitykään. Juuri suurten tieto- ja nimitysmäärien vuoksi kurssilla otettiin käyttöön luentopäiväkirja. Kuten aiemmin on todettu, opiskelijan tuli kirjoittaa luentopäiväkirjaansa mielestään mielekkäältä tuntuvat seikat — ei siis kaikkea, mitä luennoija kertoo. Tämä tavoite saavutettiin melko kirjavin tyylein. Onneksi useimmat olivat ymmärtäneet, ettei luentopäiväkirja ole kirjallinen todistus luennoilla istumisesta.

Luentopäiväkirjojen sisältö ja laatu oli melko hajanainen. Syynä lienee ollut se, että tietoa luentopäiväkirjasta ei ollut tarpeeksi. Päiväkirjan vaatimuksista ja sisällöstä keskusteltiin ensimmäisellä luennolla ja myös sen jälkeen tulleiden kysymyksien valossa. Lisäksi kaikki tieto luentopäiväkirjaan tulevista asioista ja sen vaatimuksista löytyi Diskreetin matematiikan kotisivuilta. Kovin tarkkarajaisia ja eksakteja määräyksiä luennoija ei tahtonut päiväkirjaan kohdistaa, painottaen kuitenkin sitä, ettei päiväkirjasta saa tulla 300-sivuista romaania (maksimissaan kaksi sivua/luentotunti). Keskusteluista ja annetuista ohjeista huolimatta joillekin opiskelijoille oli jäänyt kuva (huhu?), ettei luentopäiväkirjaan saa tulla kuin maksimissaan kaksi sivua tekstiä. Tämä varmasti aiheutti tuntuvaa sekaannusta opiskelijoiden kesken ja siksi osa hylkäsi luentopäiväkirjan teon. Luentopäiväkirjan ohjeistus pitääkin seuraavia vuosia silmälläpitäen muokata paremmaksi ja selkeämmäksi, jos kyseistä metodia aikoo soveltaa oppimisen apuna.

Päiväkirjojen arvostelu oli hankalaa. Osaltaan työtä helpotti se, että päiväkirjan arvostelu painottui kokonaisarvosanassa “vain” 1/3 verran. Päiväkirjan arvosanalla pyrittiinkin lähinnä ohjaamaan ja tukemaan opiskelijan työtä, ja kokonaisarvosana aleni ainoastaan ala-arvoisen/tyydyttävän päiväkirjan kohdalla (suhteutettuna opiskelijan tenttisuoritukseen). Monissa tapauksissa kokonaisarvosana nousi erinomaisen päiväkirjan myötä.

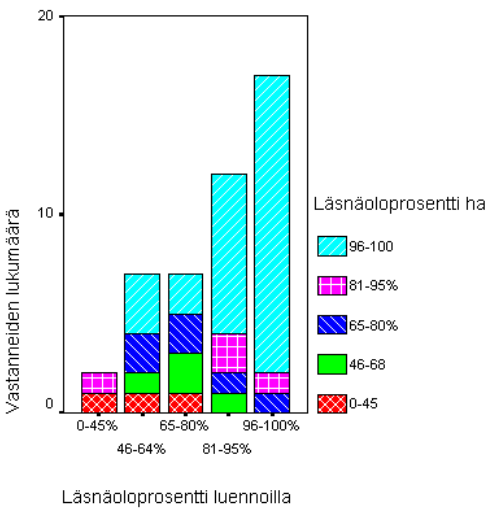
Palautetta luentopäiväkirjan toimivuudesta tällä kurssilla ei saatu niin paljon kuin toivottiin. Tämä johtui siitä, ettei sitä nimenomaisesti ymmärretty kysyä. Palautetta tuli sekä puolesta että vastaan. Positiivisena koettiin se, ettei asioita tarvinnut opetella ulkoa tenttiin ja opittuja tietoja pystyi helposti soveltamaan luentopäiväkirjan avulla. Vastakommentit liittyivät yleensä päiväkirjan sisältövaatimuksiin, mm. aiemmin mainittuun vain kahden sivun luentopäiväkirjaan. Luentopäiväkirjan soveltuvuus tietyn opiskelijan oppimiskeinoksi onkin sangen mielenkiintoinen kysymys, joka liittyy jokaisen yksilölliseen oppimistyyliin. Vaihtoehtoisena suoritustapana luentopäiväkirjan rinnalla oli normaali yliopistotentti, johon kokonaisarvosana tällöin perustui. Suoritustavan valinta jäi opiskelijan itsensä päätettäväksi. Suoritustapaa pystyi vaihtamaan kesken kurssin; halusipa sitten luentomuistiinpanot sisällyttää luentopäiväkirjaksi tai ei.

Yleisesti ottaen oletan, että luentopäiväkirjakokeilu oli onnistunut. Opiskelijoiden arvosanat olivat kokolailla hyviä tai erinomaisia. Tyydyttävien arvosanojen saajien lista korreloi mm. laskuharjoituksiin heikosti osallistuneiden kanssa. Painottaisimmekin matemaattisten aineiden kohdalla aktiivista osallistumista laskuharjoituksiin, vaikkei sitten luennoilla tahtoisi käydäkään.

Laskuharjoitukset olivat opiskelijoiden mieleen ja harjoituksissa oli suuri osanottajamäärä. Opiskelijat totesivat palautteessa, että harjoitusten merkitys oppimisessa oli ollut suuri. Yleensä laskuharjoituksissa jännitetään mahdollista esittämistilannetta sekä “virallista” ilmapiiriä. Tätä ongelmaa yritettiin poistaa teettämällä vastauksia mm. ryhmissä. Lisäksi kaikille kerrottiin, että näissä tilanteissa opiskelijat yleensä (suotta) jännittävät ja painotettiin, että vastauksen ei tarvitse olla täydellisen oikein — riittää, että on yrittänyt tehdä tehtävän. Lisäksi pyrittiin keksimään tehtäväpaperille muutamia humoristisia ja arkipäivään liittyviä harjoitustehtäviä virallisuuden poistamiseksi. Tästä ei tullut sen kummempaa kommenttia opiskelijapalautteessa. Emme siis usko, että humoristiset tai arkipäiväiset tehtävät olisivat tuntuneet opiskelijoista alentavilta tai typeriltä. Laskuharjoituksista saatavat hyvityspisteet nostivat myös monen opiskelijan kokonaispistemäärää (jopa kuudella pisteellä) ja siten myös kurssin arvosanaa. Tämä lisämotivointi otettiin ilolla vastaan. Hyvitystapa on käytössä erilaisine muunnelmineen suurimmassa osassa tietojenkäsittelytieteen kursseja.

Eniten opiskelijat kritisoivat käsinkirjoitettua luentorunkoa. Itse asiat kyllä löytyivät rungosta vaikkei käsinkirjoitetusta tekstistä ei pidetty. Ensimmäisillä luennoilla ja laskuharjoituksissa painotettiin, ettei kyseessä ole luentomoniste vaan runko luennoista. Lisäksi luennoija totesi, että jos opiskelija ei aio käydä luennoilla, ei hän yksin luentorunkoa selaamalla pääse kurssia hyväksytysti läpi. Luentorungon täydennykseksi luennoija valmisteli materiaalia DSK:n WWW-sivuille, osa käytiin luennolla ja osa oli lisämateriaalia luentojen tueksi (ExtraHelp-sivut) — tästä opiskelijat antoivat positiivista palautetta. Uuden materiaalin tuottaminen onkin tärkeää, ettei opiskelumotivaatio putoa materiaalin laadun vuoksi. Toki tässä tulee huomioida resurssit; suuren monisteen puhtaaksikirjoitus ja uudistaminen vaatii runsaasti aikaa ja kerran tuotetun materiaalin uusintatyö tullee valitettavasti prioriteettijonon häntäpäässä.

Luennot koettiin mielekkäiksi eikä niistä tullut suurempia negatiivisia kommentteja. Luennoilla opettaja pyrki opettamaan asioita mahdollisimman monipuolisin esimerkein; sekä teoreettisin, että käytännön tavoin. Määritelmät ja lauseet "suomennettiin", jonka jälkeen niitä käytettiin laskemisen apuvälineinä. Lisäksi luennoija pyrki tuomaan esille mahdollisuuksien mukaan tilanteita, joissa tiettyjä määritelmiä ja laskutapoja tullaan tarvitsemaan muilla kursseilla, muussa teoriassa tai "normaalielämässä". Luentoihin aktiivisesti osallistuneiden määrä oli hyvä. Heikko laskuharjoitusaktiivisuus



Kuva 5.9: Opiskelijoiden luento- ja harjoitusaktiivisuuden suhde diskreetin matematiikan kurssilla. x-akselilla on kuvattu luentojen läsnäoloprosentti.

korreloi silminnähden heikon luento-osallistumisen kanssa ja päinvastoin: aktiivinen osallistuminen luennoille lisäsi tuntuvasti aktiivisuutta laskuharjoituksissa. Kuvassa 5.9 on vaaka-akselilla esitetty palautekyselyyn vastanneiden luentoaktiivisuus ja palkissa vastaava harjoitusaktiivisuus. Kuvaajasta näemme esimerkiksi, että kaikille luennoille osallistuneista suurin osa osallistui myös kaikkiin harjoituksiin.

REFLEKTOINTIA DISKREETIN MATEMATIIKAN KURSSISTA AIHEALUEITTAIN

Seuraavaksi esitämme lyhyet kommentit opetuksesta ja arviomme opiskelijoiden oppimisesta Diskreetin matematiikan kurssilla aihealueittain.

1. Kertausta ja täydennystä

   Opiskelijoiden huono perusjoukko-opin tuntemus oli yllätys. Opetus hidastui tässä vaiheessa huomattavasti, kun perusasioita piti selittää hyvin yksityiskohtaisesti. Opiskelurutiinin ja -tyylin puute aiheutti 1. vuosikurssilaisten kanssa ongelmia sekä opetuksessa että oppimisessa.

Vaikeimpina asioina lienee relaation, funktion ja erilaisten järjestysrelaatioiden käsitteet. Käsitteet ja määritelmät ovat hyvinkin triviaaleja, mutta asia poikkeaa lukion matematiikan sisällöstä; numeroilla ei ole suurtakaan merkitystä näissä määritelmissä. Käsitteitä käytiin läpi normaalielämään liittyvillä esimerkeillä sekä puhtaasti matemaattisin esimerkein. Induktio sujui vaihtelevalla menestyksellä esimerkkien matemaattisuudesta johtuen. Hamming-koodaus oli monen suosikki sen helppouden vuoksi. (Hamming-koodaus opeteltiin noin 15 minuutissa.) Opiskelijat alkoivat nyt pikkuhiljaa sisäistää, mitä on matematiikan opiskelu, oppiminen ja sisäistäminen.

2. Kombinatoriikkaa

   Aiheesta löytyy paljon sekä käytännöllisiä että teoreettisia esimerkkejä. Näillä on myös selvä yhteys muuhun teoriaan (graafiteoria, algebra, relaatiot, joukko-oppi yms.). Vaikein tehtävä onkin erottaa erilaiset ongelmatyypit toisistaan; milloin käytetään mitäkin kaavaa. Asia ei ollut vaikeaa. Tässä vaiheessa heikoimmin motivoituneet jättivät kurssin kesken.

3. Graafit

   Graafit olivat kurssin ehkä suosituin osuus (heijastui osittain luennoijan omastakin mielipiteestä). Graafeistakin on olemassa lukematon määrä käytännön esimerkkejä, mutta myös hyvin vahva yhteys muihin matematiikan sekä tietojenkäsittelytieteen osa-alueisiin. Binääripuuta ja Dijkstran algoritmia ei käyty, sillä molemmat toistuvat niin useasti tietojenkäsittelytieteen kursseilla. Laskuharjoituksissa aktiivisuus oli noussut ja opiskelijat alkoivat tottua rutiineihin.

4. Algebrallisia peruskäsitteitä. Boolen algebra.

   Tästä osiosta jätettiin ajanpuutteen vuoksi käsittelemättä melkein täysin algebran peruskäsitteet ja keskityttiin Boolen algebraan. Boolen algebran yhteys tietojenkäsittelytieteeseen on ilmeinen, mikä tuli suurimmalle osalle opiskelijoista selväksi. Boolen algebran peruslait ja totuustaulut ovat aiemmin olleet useimmille opiskelijoille tuttuja, mutta nyt lähdettiin jälleen perusteista liikkeelle.

5. Differenssiyhtälöt (=DY)

   Differenssiyhtälöt olivat kurssin vaikein osuus. Jo kurssin aluksi vihjatusta DY:iden vaikeudesta johtuen opiskelijat olivat hyvin orientoituneita ja valmiita kohtaamaan tämän asian ja luennoilla ja laskuharjoituksissa käyneet ihmettelivätkin, mikä niissä oli niin vaikeaa. Kenties "taisteluasenne" muutti oppimistavoitteita ja lopputulos oli näinkin yllättävä. Valitettavasti ne, jotka eivät olleet luennoilla, putosivat pääosin DY:iden kyydistä. Kurssin alussa oli mainittu, että vähintään yksi tenttitehtävä käsittelee differenssiyhtälöitä. Tämä lisäsi osaltaan opiskeluintoa.

YHTEENVETO DISKREETIN MATEMATIIKAN KURSSISTA

Seuraavana on esitetty yhteenveto sekä pohdintaa Diskreetin matematiikan kurssista syyslukukaudella 2003. Alun kangertelun jälkeen kurssi sujui hyvin, jopa erinomaisesti. Tätä käsitystä tukevat osaltaan myös opiskelijoiden saamat arvosanat, jotka olivat pääosin hyviä tai erinomaisia. Keskiarvosana luentopäiväkirjan suorittaneilla oli 9.06, eli arvosanana **E9** ja normaalilla tentillä suorittaneilla keskiarvo oli 5,43 eli **T5**. Uusintatentissä keskiarvosana luentopäiväkirjan suorittaneilla oli 9,5 eli ylöspäin pyöristettynä **E10** ja normaalilla tentillä suorittaneilla keskiarvo oli 6,4 eli **H6**, melkein H7.

Opiskelijat tuntuivat pitävän kurssista ja se motivoi heidät valitsemaan muitakin matematiikan kursseja, kuten kurssipalautteesta voidaan huomata. Luennot ja laskuharjoitukset koettiin mielenkiintoisiksi ja mielekkäiksi. Laskuharjoituksista kurssin vetäjä pystyi helposti päättelemään, kuinka suuri on aktiivisten opiskelijoiden määrä kurssilla. Muutamien laskuharjoitusten jälkeen ryhmän koko vakiintui ja pysyi lähes samana loppuun saakka.

Luentopäiväkirja näyttäisi olevan hyvä oppimisen apuväline. Toki tämä oppimismetodi ei sovellu kaikille opiskelijoille ja päätös päiväkirjan teosta jääkin opiskelijalle. Ne opiskelijat, jotka alusta pitäen olivat tietoisia siitä, mitä luentopäiväkirjalta vaaditaan, tekivät hyviä, parempaan oppimistulokseen johtavia luentopäiväkirjoja. Osa opiskelijoista ei kenties ymmärtänyt hakea lisätietoa luentopäiväkirjasta Diskreetin matematiikan kotisivuilta ja he eivät näin ollen tienneet, mitä tietoa päiväkirjaan tulisi sisällyttää. Tällöin luentopäiväkirjan tekeminen hankaloitui tai sen tekemisestä luovuttiin kokonaan. Pääosin kuitenkin luentopäiväkirjan tekijöillä on nähtävissä parempi suoriutuminen kurssista. Jos luentopäiväkirjaa käytetään oppimisen apuvälineenä, pitäisi ohjeistusta tulevia vuosia silmälläpitäen selkeyttää. Lisäksi arvosteluperusteita voisi tarkentaa siinä määrin kuin se on mahdollista. Päiväkirjalle vaihtoehtoisena tapana voisi olla parin sivun mittainen lunttilappu, jonka saa tuoda tenttiin mukanaan. Tällöin arvostelu tapahtuisi vain tentin perusteella. Päiväkirjan eduksi todettakoon, että monet opiskelijat motivoituivat tekemään erinomaisia luentopäiväkirjoja nostaakseen arvosanaansa. Siinä sivussa he oppivat myös opittavat asiat aivan huomaamattaan.

Luentopäiväkirja helpottaa opiskelijoiden oppimista ja edesauttaa paremman arvosanan saamisessa. Kurssin vetäjän tulisi kuitenkin ottaa huomioon, että päiväkirjan teettäminen kurssilla vaatii enemmän resursseja myös kurssin vetäjältä. Päiväkirjojen tarkastaminen ja niiden arvostelu on hankalaa, koska yhtä oikeaa mallikappaletta erinomaisesta luentopäiväkirjasta ei voida määritellä, eikä se ole tarpeenkaan. Eräs arvostelua helpottava keino on tarkastella opiskelijan luentopäiväkirjaa, harjoitusaktiivisuutta, hänen täyttämäänsä alku- ja loppukyselyä sekä tenttisuoritusta samanaikaisesti. Näistä saadaan kattava kokonaiskuva opiskelijan henkilökohtaisesta suoriutumisesta ja luentopäiväkirjan osuudesta tässä tavoitteessa. Luentopäiväkirjaopiskelu on varteenotettava keino oppimisen apuna. Rinnakkaisena suoritustapana tulee kuitenkin tarjota yliopiston normaali suoritustapa eli tässä tapauksessa tentti ja siihen pohjautuva arvostelu (arvostelussa voidaan ottaa myös laskuharjoitushyvitykset huomioon).

Luentopäiväkirjan ylimääräisten resurssivaatimusten lisäksi kurssin vetäjän tulee huomioida opiskelijoiden lähtötaso ja -tilanne. Syksyllä 2003 Diskreetin matematiikan kurssi järjestettiin ensi kertaa pääosin ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoille. Tätä käytäntöä tullaan jatkamaan tulevaisuudessa. Jo luentokalvojen suunnittelussa kannattaa huomioida se, että ensimmäisen vuosikurssin opiskelijat pyrkivät kirjoittamaan kaiken riippumatta tiedon tarpeellisuudesta. Heti yliopisto-opiskelun alkutaipaleella ei opiskelumetodit ja yliopistokurssien vaativuus ole opiskelijoille välttämättä tuttuja. Luentojen ja laskuharjoitusten merkityksellisyys saattaa jäädä akateemisen vapauden tuoman omavastuun varjoon. Jos opiskelija havahtuu huomaamaan oppimisen vaatimukset esimerkiksi vasta kurssin puolivälissä, on tällöin jo yleensä liian myöhäistä yrittää saavuttaa muiden kurssilla käyvien oppimistaso.

Bologna-prosessin vuoksi Diskreetin matematiikan osallistujamäärä tullee tulevaisuudessa kasvamaan, joten luennoijan työmääräkin kasvaa. Kuten edellä mainittiin, luentopäiväkirja tarkastuksineen tuo kurssin vetäjälle lisäkuormitusta. Jos siis luentopäiväkirjan vaatimukset ovat hyvin eksaktisti määritelty, on suurienkin opiskelijamassojen päiväkirjojen tarkastaminen helpompaa. Eksaktit vaatimukset taas vaikeuttavat jokaisen opiskelijan omantyylisen luentopäiväkirjan luomista ja sen tekeminen voi alkaa tuntumaan pakkopullalta eikä mielekkäältä oppimismetodilta.

5.2 Optinen kommunikaatio

Optisen kommunikaation kurssi toteutettiin syksyllä 2003. Kurssille osallistui noin kymmenen opiskelijaa, joista puolet oli informaatiotekniikan ja puolet tietojenkäsittelytieteen pääaineopiskelijoita. Kurssin luennoijana ja harjoitusten pitäjänä toimi Honkanen. Tässä kohdassa käymme lyhyesti läpi Optisen kommunikaation kurssilta saadut kokemukset ja pyrimme analysoimaan niitä. Kohta 5.2.1 sisältää lyhyen yhteenvedon kurssin sisällöstä ja etenemisestä opetuksen aikana. Kohdassa 5.2.2 käymme läpi saadun opiskelijapalautteen. Kohta 5.2.3 esittelee opiskelijapalautteen ja omien mielipiteidemme pohjalta tehdyn analyysin kurssista ja Optisen kommunikaation opetuksesta.

5.2.1 Kurssin kulku

Toimintatutkimuksen Optisen kommunikaation (OPK) osuus toteutettiin syyslukukaudella 2003. Kurssin aluksi suoritimme itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestit. Testilomakkeet on esitelty liitteissä 1 ja 2. Käsittelemme tulokset myöhemmin tässä esityksessä. Kurssin alkuosassa käytiin läpi optisen kommunikaation yleisiä periaatteita ja optoelektronisia komponentteja perustuen Salehin ja Teichin kirjaan [ST91]. Käsiteltäviä asioita olivat mm. optiset kuidut ja aaltojohdekanavat, puolijohdefysiikan perusteet, lähettimet, vastaanottimet jne. Loppuosa keskittyi optoelektronisista komponenteista koostettujen optisten tiedonsiirtoverkkojen konstruointiin sekä verkkojen ohjaukseen käytettyjen tiedonsiirtoprotokollien esittelyyn ja analysointiin. Loppuosan asiat perustuivat lähinnä Mukherjeen [Muk97] sekä Ramaswamin ja Sivarajanin [RS98] kirjoihin.

Kurssin aluksi tehtyihin kyselyihin osallistui 14 opiskelijaa, joista muutama jätti kurssin kesken heti alkuvaiheessa. Kurssi oli tarkoitettu tietojenkäsittelytieteen syventävien opintojen opintojaksoksi. Pääosa kurssilaisista oli informaatiotekniikan koulutusohjelman opiskelijoita, joilla oli hallussaan fysiikan perusteet. Tämä helpotti kurssin alkuosan opetusta. Muutkin osallistujat olivat opinnoissaan pidemmälle edenneitä, joten mainittavia vaikeuksia ei kenelläkään ollut. Tämä näkyi esimerkiksi siinä, että kurssille aktiivisesti osallistuneista pääosa pääsi myös ensimmäisessä loppukuulustelussa läpi.

Kurssiin liittyneiden luentojen osuus sujui onnistuneesti. Ilahduttavaa oli, että opiskelijat viitsivät ja uskalsivat kysellä epäselviä asioita. Tämä johtui varmaan osaltaan siitä, että kurssille osallistuneet olivat jo opinnoissaan pidemmälle ehtineitä. Kurssin kotisivuille oli koottu noin kaksikymmentä linkkiä erilaisiin optiikkaa ja optoelektronisia prosesseja kuvaaviin visualisaattoreihin. Luennoija käytti näitä aina tarpeen tullen hyväkseen. Visualisaattoreiden käytöstä oli ainakin luennoijan mielestä suuri apu ideoiden havainnollistamisessa. Joitakin peruskäsitteitä ja niiden visualisaattoreita — esimerkiksi aaltojen interferenssiä — käytettiin useaan kertaan kurssin aikana.

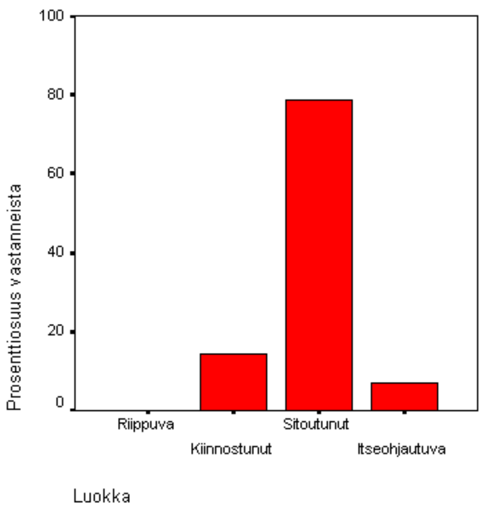
Kurssiin liittyvät harjoitustehtävät jaettiin suunnitelman mukaisesti kahdessa osassa: alkuosa harjoituksia edeltävällä viikolla ja loppuosa harjoitustilaisuudessa. Kunkin harjoitustilaisuuden aluksi opiskelijat saivat pohtia ja ratkaista tehtäviä ryhmätyönä. Harjoitustilaisuuden vetäjä kiersi ryhmissä, oikaisi epäselvyyksiä ja neuvoi eteenpäin vaikeissa kohdissa. Aikaa laskuharjoitusten tekoon kului ehkä hieman normaalia enemmän. Sillä ei kuitenkaan ollut suurta negatiivista vaikutusta harjoitusaktiivisuuteen.

5.2.2 Opiskelijapalaute

Itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestit suoritettiin kurssin alussa jaetuilla kyselylomakkeilla. Kyselylomakkeet on esitelty liitteissä 1 ja 2. Opiskelijapalaute Optisen kommunikaation osalta kerättiin tentin yhteydessä jaetulla palautelomakkeella. Kyselylomake on esitetty liitteessä 6. Kohta **(A)** sisältää itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestien tulokset. Kohdassa **(B)** on esitetty opiskelijoiden antamat numeeriset arvioinnit kurssista ja niihin liittyviä kuvaajia. Tämän jälkeen, kohdassa **(C)** käydään läpi opiskelijoiden kirjallinen palaute kurssista. Koska tällä kurssilla ei ollut käytössä luentopäiväkirjaa, emme voi esittää opiskelijoiden "ennen ja jälkeen" arvioita omasta osaamisestaan.

(A) *ITSEOHJAUTUVUUS- JA OPPIMISTYYLITESTIN TULOKSET*

Itseohjautuvuustesti tehtiin liitteessä 2 esitellyllä, teoksesta [Eko92] poimi-



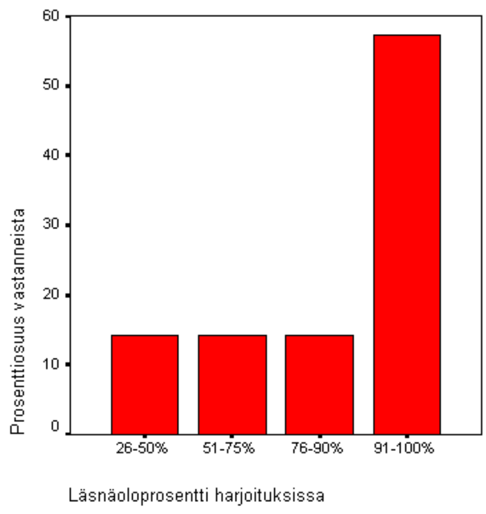
Kuva 5.10: Itseohjautuvuustestin tulokset Optisen kommunikaation kurssilla.

tulla testilomakkeella. Testin tulokset on esitetty kuvassa 5.10. Jos käytämme sivulla 19 esiteltyä kuvan 2.2 mukaista luokittelua (riippuva, kiinnostunut, sitoutunut ja itseohjaava) tulosten analysointiin niin huomaamme, että pääosa kyselyyn vastanneista sijoittuu luokkaan "sitoutunut" (indeksiväli 124–164). Tulosten perusteella voimme päätellä, että ryhmän vetäjän tulisi ottaa lähinnä "avustajan" rooli.

(B) *NUMEERINEN ARVIOINTI KURSSISTA*

LUENNOT

Loppukuulustelun yhteydessä jaetun Optisen kommunikaation kurssipalautelomakkeen jätti täytettynä seitsemän opiskelijaa. Heidän ilmoittamansa keskimääräinen läsnäoloprosenttinsa luennoilla oli 48 %, mitä ei voida pitää kovin hyvänä saavutuksena. Lisäksi kysyttiin opiskelijoiden mielipidettä luentojen määrästä. Käytimme asteikkoa ***1****. liian vähän,* ***2****. sopivasti* tai ***3****. liian paljon.* Vastausten keskiarvo oli **2,2**, joten luentojen määrään opiskelijat olivat tyytyväisiä.



Kuva 5.11: Opiskelijoiden läsnäoloprosenttia harjoituksissa Optisen kommunikaation kurssilla kuvaava pylväsgraafi.

HARJOITUKSET

Optisen kommunikaation kurssilla osa harjoituksista jaettiin harjoitustilaisuutta edeltävällä viikolla ja osa harjoitustilaisuuden alussa. Tarkoituksena oli antaa opiskelijoille tilaisuus ratkoa harjoituksia ryhmätyönä ennen niiden esittämistä. Kysyimme opiskelijoiden kuvaa omasta läsnäoloprosentistaan harjoituksissa, mielipidettä harjoitusten määrästä ja omasta aktiivisuudestaan. Vastanneista neljä ilmoitti käyneensä kaikissa harjoituksissa ja keskimääräiseksi läsnäoloprosentiksi saatiin 85 %. Optisen kommunikaation kurssille osallistuneiden harjoitusaktiivisuus on esitetty kuvassa 5.11.

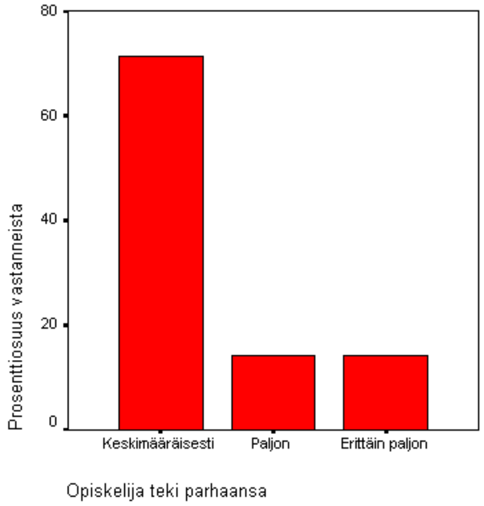
Harjoitusten määrään opiskelijat olivat tyytyväisiä. Käyttämällämme arvosteluasteikolla (**1**. *liian vähän,* **2**. *hieman vähän,* **3**. *sopivasti,* **4**. *hieman liikaa,* **5**. *liian paljon*) saimme vastausten keskiarvoksi **3,1**. Kyselyyn vastanneiden arviot omasta harjoitusaktiivisuudestaan eivät juuri poikenneet esimerkiksi Diskreetin matematiikan kurssin yhteydessä tehdyn kyselyn tuloksista. Arvosteluasteikolla (**1**. *passiivinen,* **2**. *hieman aktiivi,* **3**. *melko aktiivi,* **4**. *aktiivinen,* **5**. *erittäin aktiivinen*) vastausten keskiarvoksi saimme **2,9**. Tämä vaikuttaa hieman alhaiselta, sillä opiskelijoille tarjottiin mahdollisuus vuoropuheluun ja kyselyihin harjoitustilaisuuden aluksi ryhmätöiden yhteydessä.

VUORO-/YHTEISVAIKUTUS

Kaikille opettajille viestintätilanteissa tärkeitä taitoja ovat kyky puhua selkeästi ja lyhyesti, kyky ylläpitää hyviä ihmissuhteita, kykenevyys ohjata ryhmätyötä ja osallistua siihen sekä taito kuunnella ymmärtämystä ja empatiaa osoittaen [Val95]. Ongelmana on usein se, että opettaja on opetustilanteessa valtaosin itse äänessä. Toisaalta suomalaiset opiskelijat pääsääntöisesti "vaikenevat", vaikka heillä kysyttävää olisikin. Kysyimme Optisen kommunikaation kurssille osallistuneilta heidän mielipidettään vuorovaikutuksesta kurssin aikana asteikolla **1**. *huono,* **2**. *hieman huono,* **3**. *hyvä,* **4**. *oikein hyvä,* **5**. *erinomainen.* Vuorovaikutusta pidettiin **hyvänä** keskiarvon ollessa **3,29**.

Tämän lisäksi opiskelijat saivat arvioida sitä, missä määrin kukin teki parhaansa edistääkseen kurssin sisällön oppimista. Arvosteluasteikkona käytettiin **1**. *niukasti,* **2**. *melko niukasti,* **3**. *keskimääräisesti,* **4**. *paljon,* **5**. *erittäin paljon.* Luennoija sai arvolauseekseen **paljon** vastausten keskiarvon ollessa **3,57** ja harjoitusten pitäjä **paljon** keskiarvolla **4,14**. Harjoitusten pitäjän saama keskimääräistä parempi arvolause lienee seurausta harjoitustilaisuuksien alun ryhmätyösessioista. Itselleen opiskelijat antoivat arvolauseekseen **keskimääräisesti** keskiarvolla **3,43**. Kuvassa 5.12 on esitetty pylväsgraafi siitä, missä määrin opiskelija tekivät parhaansa edistääkseen oppimista.

Seuraavaksi kysyimme opiskelijoiden mielipidettä siitä, kuinka luennoija, laskuharjoitusten pitäjä ja opiskelija itse onnistuivat yrityksissään edistää kurssin sisällön oppimista. Arvosteluasteikkona oli **1**. *huonosti,* **2**. *melko huonosti,* **3**. *keskimääräisesti,* **4**. *hyvin,* **5**. *erittäin hyvin.* Opiskelijoiden mielipiteiden mukaan sekä luennoija, harjoitusten pitäjä että he itse onnistuivat yrityksissään **keskimääräisesti** keskiarvojen ollessa vastaavasti **3,29**, **3,43** ja **3,43**. Kuvassa 5.13 havainnollistetaan luennoijan onnistumista suhteessa



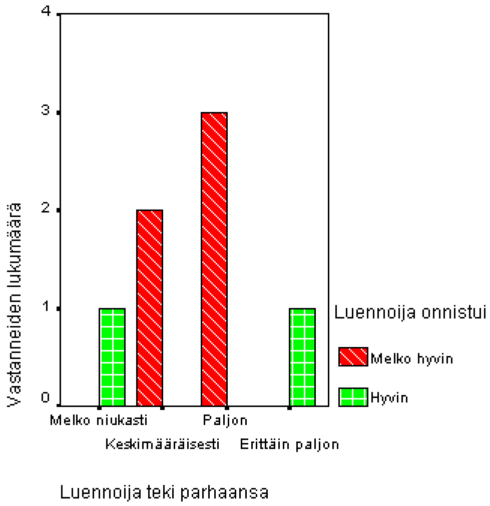
Kuva 5.12: Pylväsgraafi siitä, missä määrin opiskelija tekivät parhaansa Optisen kommunikaation kurssilla edistääkseen oppimista. huomaa, että kuvaajasta puuttuvat luokat "niukasti" ja "melko niukasti"

siihen, missä määrin opiskelijat katsoivat hänen tehneensä parhaansa edistääkseen kurssin sisällön oppimista. Kuvassa 5.14 on esitetty vastaavasti opiskelijoiden mielipide siitä, kuinka he katsoivat onnistuneensa suhteessa siihen, missä määrin he katsoivat tehneensä parhaansa edistääkseen kurssin sisällön oppimista.

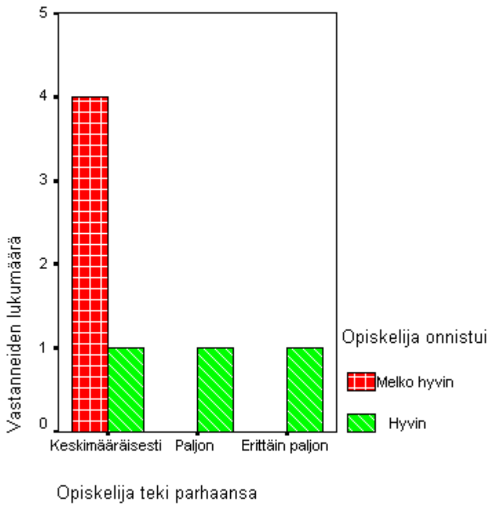
LUENTORUNKO

Luentomoniste oli luennoijan itse laatima tiivistelmä kurssin aiheista. Moniste oli koneella kirjoitettu, joten luettavuuden osalta siinä ei pitänyt olla ongelmia. Luentorungon osalta arvioitiin, kuten Diskreetin matematiikan osaltakin *selkeys ja ymmärrettävyys, käyttökelpoisuus* sekä *laajuus*. Selkeyden ja ymmärrettävyyden sekä käyttökelpoisuuden kohdalla arvosteluasteikko oli **1**. *huono,* **2**. *hieman huono,* **3**. *hyvä,* **4**. *oikein hyvä* tai **5**. *erinomainen.* Laajuuden osalta arvosteluasteikko oli **1**. *suppea,* **2**. *hieman suppea,* **3**. *sopiva,* **4**. *melko laaja* tai **5**. *liian laaja.*

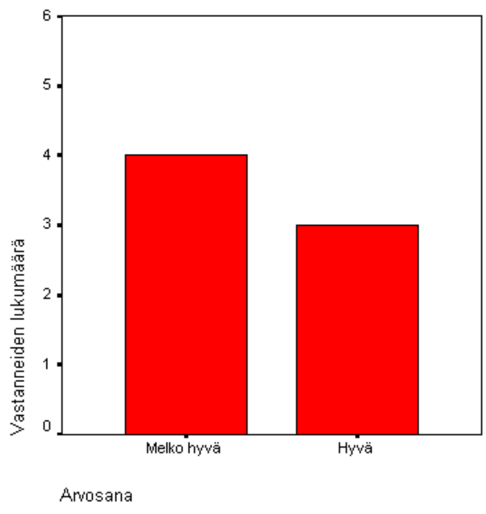
Luentorungon selkeys ja ymmärrettävyys saivat keskiarvoksi **3,14**, joten



Kuva 5.13: Pylväsgraafi luennoijan onnistumisesta suhteessa siihen, missä määrin opiskelijat katsoivat hänen tehneensä parhaansa edistääkseen Optisen kommunikaation kurssin sisällön oppimista. Huomaa, että x-akselilta puuttuu luokka “niukasti”. Lisäksi y-akselilta puuttuvat luokat “huonosti”, “melko huonosti” ja “erittäin hyvin”.



Kuva 5.14: Pylväsgraafi opiskelijoiden onnistumisesta suhteessa siihen, missä määrin he katsoivat tehneensä parhaansa edistääkseen Optisen kommunikaation kurssin sisällön oppimista. Huomaa, että x-akselilta puuttuvat luokat “niukasti” ja “melko niukasti”. Lisäksi y-akselilta puuttuvat luokat “huonosti”, “melko huonosti” ja “erittäin hyvin”.



Kuva 5.15: Pylväsgraafi kurssiarvosanan jakautumisesta eri arvosanoille Optisen kommunikaation kurssilla.

opiskelijat pitivät runkoa **hyvänä**. Luentorungon käyttökelpoisuus oli myös **hyvä**, keskiarvolla **3,14**. Laajuuden suhteen opiskelijoiden antamien arvosanojen keskiarvo oli **3,43**, joten luentorunkoa pidettiin laajuudeltaan **sopivana**.

KURSSIN KOKONAISUUS

Viimeisenä kohtana kurssin numeerisissa arvioissa kysyimme opiskelijoiden mielipidettä kurssista kokonaisuudessaan. Arvosteluasteikkona oli **1**. *välttävä,* **2**. *tyydyttävä,* **3**. *melko hyvä,* **4**. *hyvä,* **5**. *erinomainen.* Kyselyyn vastanneet antoivat kurssille arvosanan **3,43** eli **melko hyvä**. Kuvassa 5.15 on esitetty kurssiarvosanan jakautuminen eri arvosanoille.

Taulukossa 5.2 on esitetty yhteenveto Optisen kommunikaation kurssin loppukyselyyn vastannaiden arvioista. Lukuun ottamatta kolmea ensimmäistä kysymys/vastaus -paria käytössä oli aiemmin tässä kohdassa esitellyt viisiportaiset asteikot, jossa 1 tarkoitti, että vastaaja oli täysin eri mieltä väitteen kanssa ja arvo 5 vastaavasti sitä, että vastaaja oli täysin samaa mieltä väitteestä. Taulukosta näemme, että vastanneiden mielestä harjoitusten pi-

Taulukko 5.2: Yhteenveto Optisen kommunikaation kurssista. Taulukossa on esitetty numeerisen arvioinnin tulokset keskiarvoina väliltä 1="huono/välttävä/niukasti" ... 5="erinomainen/erittäin paljon". (*) arvosteluväli 1–3.

Väite tai kysymys	**Vastaus**
"Läsnäoloprosentti luennoilla"	47,9 %
"Luentojen määrä oli sopiva"	$2{,}2^{(*)}$
"Läsnäoloprosentti harjoituksissa"	85,0 %
"Harjoituksia oli sopivasti"	3,1
"Olin aktiivinen harjoituksissa"	2,9
"Millainen vuorovaikutus kurssilla oli"	3,3
"Luennoija teki parhaansa"	3,4
"Harjoitusten pitäjä teki parhaansa"	4,1
"Tein itse parhaani"	3,4
"Luennoija onnistui"	3,3
"Harjoitusten pitäjä onnistui"	3,4
"Onnistuin itse"	3,4
"Luentomateriaali oli selkeää ja ymmärrettävää"	3,1
"Luentomateriaali oli käyttökelpoista"	3,1
"Luentomateriaali oli riittävän laaja"	3,4
"Kurssin kokonaisuus"	3,4

täjä pyrki tekemään parhaansa keskimääräistä paremmin. Muutoin arviot sijoittuvat keskimääräisen tienoille.

(C) *OPISKELIJOIDEN KIRJALLISET PALAUTTEET*

Optisen kommunikaation kurssilla kurssipalautteeseen vastanneita oli seitsemän opiskelijaa, joten voimme esittää ne kokonaisuudessaan tässä yhteydessä. Seuraavassa on esitetty tehty kysymys ja opiskelijoiden vastaukset. Jokaisen kysymyksen kohdalla on kirjattu kaikki vastaukset, joita opiskelijoita saatiin.

1. Mitä asioita opin? Mikä oppi jäi kurssista päällimmäisenä mieleen?

- *Perusasiat kuiduista*
- *Multipleksaus*
- *Verkkotopologiat*
- *Optisiin verkkoihin liittyvät ongelmat ja optisissa verkoissa käytettävät laitteet*
- *Yleisesti OPK:sta*

2. Mitkä asiat olivat ennestään tuttuja?

- *Multipleksaukset, yleinen teoria*
- *Optiikka (fysiikan opinnoista)*
- *Taittumislait, verkon fyysinen rakenne*
- *Optiikan ja verkkojen perusasiat*
- *Verkkotopologiat*

3. Mitkä asiat jäivät oppimatta?

- *Ehkä verkoista voisi olla jotain tarkemmin*
- *Puolijohteet*

4. Mitkä asiat auttoivat sinua oppimaan tai "toimivat hyvin"?

- *Luentomoniste, oma mielenkiinto*
- *Harjoitukset*
- *Harjoitukset ja harjoituksissa tehtävät tehtävät*
- *Kyseleminen, epäselvyyksien selitykset*

5. Kuinka oppimistasi olisi voitu edistää enemmän?

- *Selkeämpi ja hiukan laajempi luentomoniste*

- *Tarkempi selitys joissakin asioissa*

6. Mitkä asiat eivät edistäneet oppimista tai mikä meni pieleen?

   - *eos*
   - *Jotkut väärin kootut laskarit*

7. Jos et osallistunut kaikille luennoille tai harjoituksiin, niin mikä siihen oli syynä?

   - *Laiskuus/päällekkäisyys*
   - *Osittain päällekkäiset luennot/harjoitukset. Osa asioista ennestään tuttuja*
   - *En ollut mukana asiassa, enkä uskonut saavani aiheesta mitää irti. En pystynyt keskittymään*
   - *Toisten kurssien päällekkäisyys tai muut kiireet*

8. Miten tätä opintojaksoa voisi kehittää?

   - *Puitteet ihan hyvät*
   - *Luentomoniste kts. (Viittaus: Luentomateriaalissa paljon outoja sanoja, mitä ei selitetty selvästi!)*

9. Mielipiteesi käytettyjen simulaattoreiden käytöstä opetuksessa, edistivätkö oppimista, miten?

   - *Näki käytännössä joitakin mielenkiintoisia asioita, edisti*
   - *Kytkimissä käytetyn tekniikan simulointi oli hyödyllistä, muutoin apua oli vain vähän*

- *Simulaattorit olivat havainnollisia ja jotkin niistä selvensivät hyvin teoriaa*
- *Hyviä, "pakotti"tekemään enemmän*

10. Mielipiteesi tehtävien jaosta vasta harjoitustilaisuuden alussa:

- *Voisi olla hiukan vaikeampia tehtäviä (pääasiassa) ja kaikki pitäisi voida tehdä etukäteen*
- *Hyvä idea, yhdessä pohtimisesta oli apua*
- *Hyvä*

11. Vapaamuotoinen kommenttisi tästä kurssista

- *Hyvä kun oli pieni ryhmä*
- *Ihan OK*
- *Luentomateriaalissa oli paljon outoja sanoja, mitä ei selitetty selvästi!*

Saadun palautteen perusteella voidaan todeta, että kurssikyselyyn vastanneilla oli ilmeisesti optiikan perusteet hallussa. Tämä johtunee siitä, että suuri osa kurssille osallistuneista oli informaatiotekniikan koulutusohjelman opiskelijoita, joiden opintoihin kuuluu pakollisina fysiikan opintoja. Tämä oli suuri etu, sillä optoelektronisten ilmiöiden perinpohjainen esittely vaatisi muutoin oman kurssinsa. Kurssilla voitiin näin ollen keskittyä varsinaiseen aiheeseen eli optisten tietoliikenneverkkojen rakentamiseen ja niiden ohjausprotokolliin. Oppi näyttääkin menneen perille.

Vastauksista näemme, että laskuharjoitusten teko, vuorovaikutus luentojen ja harjoitusten aikana sekä visualisaattoreiden käyttö ilmiöiden havainnollistamiseen auttoivat opiskelijoita oppimaan ja ymmärtämään asioita. Oppimisen esteenä näyttää olleen lähinnä opiskelijoiden muut päällekkäiset kurssit ja joidenkin termien puutteelliset selitykset. Testatut opetusmetodit (visualisaattorit, ryhmäytys) otettiin kurssilla pääosin myönteisesti vastaan. Opintojakson kehittämiseksi luentomonistetta tulisi monipuolistaa ja monisteen määritelmien selityksiä tarkentaa.

5.2.3 Reflektointia kurssista

Optisen kommunikaation kurssi on tarkoitettu syventävien opintojen valinnaiseksi kurssiksi. Kurssin alkukyselyyn vastasi 14 opiskelijaa, joista seitsemän osallistui opintojakson päätteeksi lopputenttiin. Opiskelijoista suuri osa oli informaatiotekniikan koulutusohjelman opiskelijoita, joille oli tuttua matematiikan, fysiikan ja optiikan perusteet. Tämä helpotti kurssin luennointia, sillä asiaan voitiin käydä suoraan käsiksi. Toisaalta opiskelijat olivat motivoituneita asian opiskeluun.

Palautteen perusteella kurssin sisältö näytti olevan kohdallaan. Jotta monisteesta olisi enemmän hyötyä, sitä tulisi kuitenkin täydentää ja laatia kattavammat selitykset käsitteistä. Tämä ei kuitenkaan liene ylivoimainen tehtävä. Optiseen kommunikaatioon käytettävät laitteet ja menetelmät kehittyvät jatkuvasti. Tästä johtuen kurssin sisältöä ja luentomonistetta on uudistettava jatkuvasti.

Kurssin aikana käytetyt simulaattorit ja visualisointi otettiin myönteisesti vastaan. Näiden käyttöä voidaankin suositella silloin, kun niitä on käytettävissä. Ongelmana on kuitenkin se, että ilmiöitä havainnollistavien visualisaattorien tekemiseen kuluu runsaasti aikaa. Käytetyt simulaattorit oli teetetty lähinnä oppilastöinä Erikoistyö- ja Ohjelmointiprojekti -opintojaksoilla. Töiden tekemiseen on kulunut useita satoja tunteja yhtä visualisaattoria kohti. Työmäärä sisältää useiden huolellisesti kirjoitettujen raporttien laatimisen. Parhaimmillaankin yhden visualisaattorin tuottamiseen kulunee kokeneelta ohjelmoijalta useita kymmeniä tunteja aikaa. Ilmiöiden visualisointiin kannattaakin käyttää valmiita Internetistä löytyviä sovelluksia.

Tehtävien jako harjoitustilaisuuden aluksi ja niiden ratkominen ryhmissä sai myös jonkinlaisen hyväksynnän. Ideaa voisi mahdollisesti kehittää siten, että tehtävät jaettaisiin etukäteen ratkottavaksi, mutta niiden pohtimista saisi jatkaa edelleen ryhmissä harjoitustilaisuuden alussa. Tässä tapauksessa yhdistyisivät opiskelijoiden omaehtoisen tehtävänratkaisun ja ryhmätyön edut.

5.3 Tietokonejärjestelmät

Tämä kohta sisältää Tietokonejärjestelmät-kurssilta saadun palautteen ja sen pohjalta tehdyn analyysin. Kohdassa 5.3.1 käymme lyhyesti läpi opintojakson sisällön ja opetuksen etenemisen kurssin aikana. Kohta 5.3.2 sisältää kurssilta saadun opiskelijapalautteen. Opiskelijapalautteen ja omien mielipiteidemme pohjalta tehty analyysi kurssista on esitelty kohdassa 5.3.3.

5.3.1 Kurssin kulku

Toimintatutkimuksen Tietokonejärjestelmien osuus toteutettiin kevätlukukaudella 2004 Diskreetti matematiikka ja Optinen kommunikaatio -kurssien ja aiempien vuosien kokemusten pohjalta. Luennoijana ja laskuharjoitusten pitäjänä kurssilla toimi Honkanen. Kurssin aluksi suoritimme itsehjautuvuus- ja oppimistyylistestit, kuten muillakin toimintatutkimukseemme liittyneillä kursseilla. Tietokonejärjestelmien kurssin oppisisältö koostui seuraavista osakokonaisuuksista:

1. Digitaalilogiikkaa
    - Puolijohdetekniikkaa
    - Loogiset peruspiirit
    - Binäärifunktiot ja niiden toteutus piiritasolla

- Sekvenssipiirit

2. Tietokoneen rakenne ja toiminta
   - Prosessori ja sen toiminta
   - Prosessorin käskykanta
   - Liukuhihnaus
   - Muistihierarkia ja -välineet
   - Väylät, siltapiirit ja niiden toiminta
3. Oheislaitteet
   - Näppäimistö
   - Osoitinlaitteet
   - Näyttö ja näytönohjaus
   - Skanneri
   - Modeemi
   - Verkkokortti
4. Tietoliikennetekniikkaa
   - Verkkojen luokittelua
   - Protokollien tehtäviä
   - Protokollakerrosten toiminta ja rakenne
   - Esimerkkejä
5. UNIX-käyttöjärjestelmä
   - Tehtäviä ja rakenne
   - UNIX-käyttöjärjestelmän tärkeimmät komennot
   - Putkitus ja uudelleenohjaus
   - UNIX-ohjelmointia

Kurssin luennoille ja harjoituksiin osallistui aktiivisesti noin kymmenen opiskelijaa. Kurssin ensimmäisillä luennoilla käytiin läpi lyhyesti puolijohdetekniikkaa ja loogisten porttien rakentamista. Tarkoituksena oli esitellä perusideat, eikä käydä kaikenkattavasti asioita läpi. Loogisten porttien jälkeen käytiin läpi binääristen funktioiden ja sekvenssipiirien idea ja joitakin toteutusmahdollisuuksia. Luennoijan tarkoituksena oli tässä vaiheessa edetä pienistä osasista suurempiin kokonaisuuksiin siten, että opiskelijat lopulta ymmärtäisivät yleistetyn sekvenssipiirin — prosessorin — perusrakenteen ja toimintaidean.

Kurssin toisen osan muodosti tietokoneen toiminnallisten osien ja toiminnan läpikäynti. Tässä vaiheessa asiaa siirryttiin tarkastelemaan ensin suurina kokonaisuuksina ja vasta sen jälkeen läpikäytiin yksityiskohdat. Jos tarkastelemme vaikkapa yksittäistä tietokonetta, niin sen voidaan ajatella koostuvan syöttö- ja oheislaitteista, keskusyksiköstä sekä järjestelmän ohjaamiseen käytettävistä käyttöjärjestelmästä ja ohjelmista. Kukin osa-alue voidaan jakaa edelleen pienempiin kokonaisuuksiin.

Tietoliikennetekniikan ja käyttöjärjestelmien osuudet käytiin läpi siten, että kummallekin kokonaisuudelle esitettiin joukko tehtäviä. Jos tarkastelemme vaikkapa pakettikytkentäistä verkkoa, niin järjestelmälle asetettavia vaatimuksia voisivat olla datan pilkkominen sopivan kokoisiin osiin, pakettien kehystys, vuonvalvonta jne. Kummassakin tapauksessa tehtäviä on paljon ja jotta kokonaisuutta voitaisiin hallita, niin niitä täytyy koota suuremmiksi kokonaisuuksiksi: protokollapinon kerroksiksi tietoliikenteessä ja toiminnallisiksi lohkoiksi käyttöjärjestelmien yhteydessä. Näissäkin osuuksissa asiat esitettiin ensin yleisellä tasolla ja sen jälkeen siirryttiin osakokonaisuuksiin.

Opetuksen aikana luennoija pyrki käyttämään hyväkseen havainnollistavaa materiaalia niin paljon kuin mahdollista. Havainnollistamismateriaalia olivat erilaiset kirjallisuudesta poimitut kuvat sekä käytöstä poistettu ja osiin purettu vanha tietokone. Kone oli tosin jo vanha mutta tarjosi opetuskäyttöön kaiken oleellisen.

Harjoitustehtävät jaettiin Optinen kommunikaatio -kurssin kokemusten pohjalta etukäteen harjoitusta edeltävällä viikolla. Näin ollen opiskelijat saattoivat tutustua ja ratkoa tehtäviä etukäteen. Harjoituksen aluksi annettiin mahdollisuus pohtia tehtävien ratkaisuja ryhmissä, jonka jälkeen tehtävät käytiin läpi. Kurssin alkuosan aikana havainnollisuutta pyrittiin lisäämään muun muassa kokoamalla loogisia piirejä transistoreista ja vastuksista sekä kokoamalla tietokone käytöstä poistetuista komponenteista.

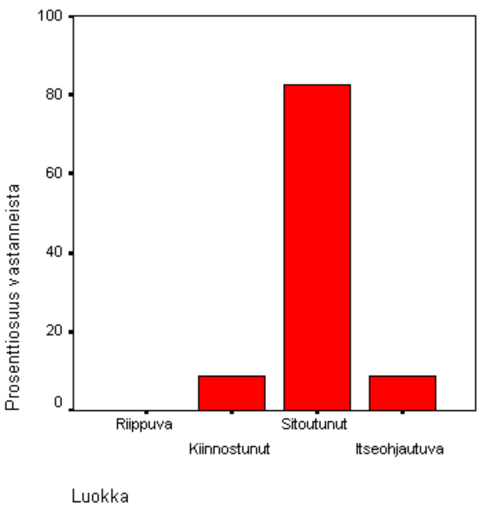
Loppukuulusteluun liittyneet esseetehtävät luennoija julkaisi etukäteen kurssin WWW-sivuilla. Tehtäviä oli 20 kappaletta, joista kukin käsitteli luennoijan mielestä jotain kurssin suorituksen kannalta oleellista kokonaisuutta. Noiden 20 tehtävän joukosta valittiin satunnaiset neljä loppukuulusteluun.

5.3.2 Opiskelijapalaute

Itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestit suoritettiin kurssin alussa jaetuilla kyselylomakkeilla. Kyselylomakkeet on esitetty liitteissä 1 ja 2. Opiskelijapalaute Tietokonejärjestelmien osalta kerättiin tentin yhteydessä jaetulla palautelomakkeella, joka on esitelty liittessä 5. Kohta **(A)** sisältää itseohjautuvuus- ja oppimistyylitestien tulokset. Kohdassa **(B)** on esitetty opiskelijoiden antamat numeeriset arvioinnit kurssista ja niihin liittyviä kuvaajia. Tämän jälkeen, kohdassa **(C)** käydään läpi opiskelijoiden kirjallinen palaute kurssista. Koska kukaan opintojaksolle osallistuneista ei suorittanut kurssia oppimispäiväkirjan avulla, emme voi esittää "ENNEN" ja "JÄLKEEN" -arvioita.

(A) *ITSEOHJAUTUVUUS- JA OPPIMISTYYLITESTIN TULOKSET*

Itseohjautuvuustesti tehtiin, kuten muidenkin opintojaksojen yhteydessä, liitteessä 2 esitellyllä testilomakkeella. Testin tulokset on esitetty kuvassa 5.16. Jos käytämme sivulla 19 esiteltyä kuvan 2.2 mukaista luokittelua (riippuva, kiinnostunut, sitoutunut ja itseohjaava) tulosten analysointiin



Kuva 5.16: Itseohjautuvuustestin tulokset Tietokonejärjestelmien kurssilla.

niin huomaamme, että pääosa kyselyyn vastanneista sijoittuvat luokkaan "sitoutunut". Loputkin vastanneet ovat hyvin lähellä tätä luokkaa. Tulosten perusteella voimme päätellä, että ryhmän vetäjän tulisi ottaa lähinnä "avustajan" rooli.

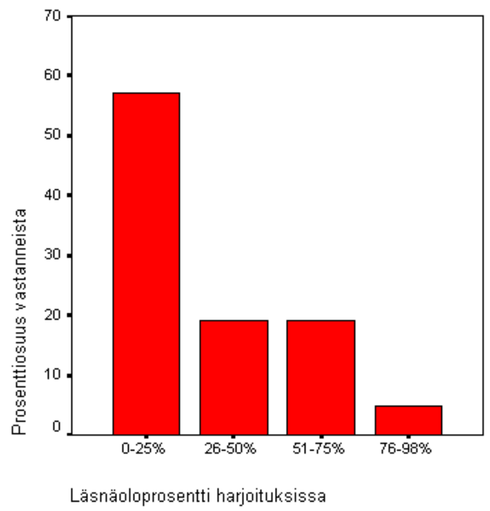
(B) *NUMEERINEN ARVIOINTI KURSSISTA*

LUENNOT

Tietokonejärjestelmien kurssipalauttelomakkeen jätti täytettynä 22 opiskelijaa. Heidän ilmoittamansa keskimääräinen läsnäoloprosenttinsa oli 29,8 %, mitä voidaan pitää varsin heikkona saavutuksena. Lisäksi kysyttiin opiskelijoiden mielipidettä luentojen määrästä. Käytimme asteikkoa ***1****. liian vähän,* ***2****. sopivasti* tai ***3****. liian paljon*. Vastausten keskiarvo oli **2,0**, joten luentojen määrään opiskelijat olivat tyytyväisiä.

HARJOITUKSET

Tietokonejärjestelmien kurssilla kaikki harjoitustehtävät jaettiin harjoitustilaisuutta edeltävällä viikolla. Lisäksi opiskelijoille annettiin tilaisuus rat-



Kuva 5.17: Opiskelijoiden läsnäoloprosenttia harjoituksissa Tietokonejärjestelmien kurssilla kuvaava pylväsgraafi.

koa harjoituksia ryhmätyönä ja opettajan avustuksella ennen niiden esittämistä. Kysyimme opiskelijoiden kuvaa omasta läsnäoloprosentistaan harjoituksissa, mielipidettä harjoitusten määrästä ja omasta aktiivisuudestaan. Vastanneiden keskimääräiseksi läsnäoloprosentiksi saatiin 30,5 %. Tämäkin tulos on varsin heikko. Tietokonejärjestelmien kurssille osallistuneiden harjoitusaktiivisuus on esitetty kuvassa 5.17

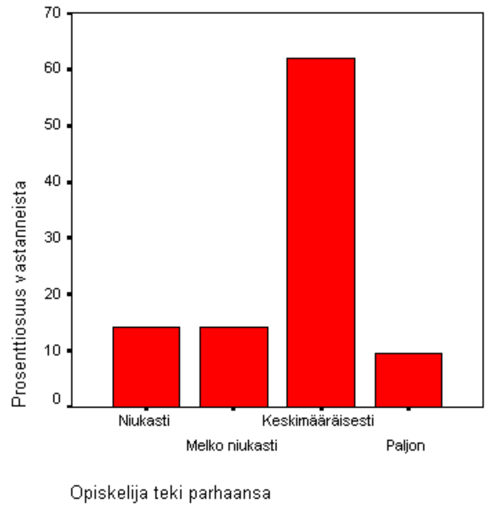
Harjoitusten määrään opiskelijat olivat tyytyväisiä. Käyttämällämme arvosteluasteikolla (**1**. *liian vähän,* **2**. *hieman vähän,* **3**. *sopivasti,* **4**. *hieman liikaa,* **5**. *liian paljon*) saimme vastausten keskiarvoksi **2,8**. Kyselyyn vastanneiden arviot omasta harjoitusaktiivisuudestaan poikkesivat huomattavasti aiempien kurssien vastaavista kyselyn tuloksista. Arvosteluasteikolla **1**. *passiivinen,* **2**. *hieman aktiivi,* **3**. *melko aktiivi,* **4**. *aktiivinen,* **5**. *erittäin aktiivinen* vastausten keskiarvoksi saimme **1,7**. Tämä vaikuttaa alhaiselta, sillä opiskelijoille tarjottiin mahdollisuus vuoropuheluun ja kyselyihin harjoitustilaisuuden aluksi ryhmätöiden yhteydessä.

VUORO-/YHTEISVAIKUTUS

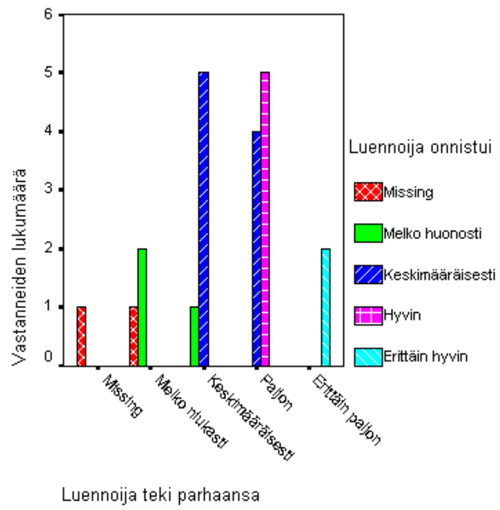
Kuten aiemmin olemme todenneet, kaikille opettajille viestintätilanteissa tärkeitä taitoja ovat kyky puhua selkeästi ja lyhyesti, kyky ylläpitää hyviä ihmissuhteita, kykenevyys ohjata ryhmätyötä ja osallistua siihen sekä taito kuunnella ymmärtämystä ja empatiaa osoittaen [Val95]. Kysyimme Tietokonejärjestelmien kurssille osallistuneilta heidän mielipidettään vuorovaikutuksesta kurssin aikana asteikolla **1**. *huono,* **2**. *hieman huono,* **3**. *hyvä,* **4**. *oikein hyvä,* **5**. *erinomainen.* Vuorovaikutusta pidettiin **hyvänä** keskiarvon ollessa **2,8**.

Tämän lisäksi opiskelijat saivat arvioida sitä, missä määrin luennoija, harjoitusten pitäjä ja opiskelija itse tekivät parhaansa edistääkseen kurssin sisällön oppimista. Arvosteluasteikkona käytettiin **1**. *niukasti,* **2**. *melko niukasti,* **3**. *keskimääräisesti,* **4**. *paljon,* **5**. *erittäin paljon.* Luennoija sai arvolauseekseen **paljon** keskiarvolla **3,5** ja harjoitusten pitäjä **paljon** keskiarvolla **3,8**. Harjoitusten pitäjän saama keskimääräistä parempi arvolause lienee seurausta harjoitustilaisuuksien alun ryhmätyösessioista. Itselleen opiskelijat antoivat arvolauseekseen **keskimääräisesti** keskiarvolla **2,7**. Kuvassa 5.18 on esitetty pylväsgraafi siitä, missä määrin opiskelijat tekivät parhaansa edistääkseen oppimista.

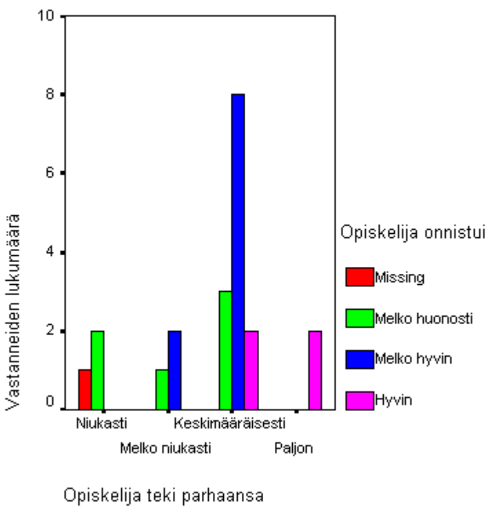
Seuraavaksi kysyimme opiskelijoiden mielipidettä siitä, kuinka kukin onnistui yrityksissään edistää kurssin sisällön oppimista. Arvosteluasteikkona oli **1**. *huonosti,* **2**. *melko huonosti,* **3**. *keskimääräisesti,* **4**. *hyvin,* **5**. *erittäin hyvin.* Opiskelijoiden mielipiteiden mukaan sekä luennoija, harjoitusten pitäjä että he itse onnistuivat yrityksissään **keskimääräisesti** keskiarvojen ollessa vastaavasti **3,3**, **3,4** ja **2,9**. Kuvassa 5.19 havainnollistetaan luennoijan onnistumista suhteessa siihen, missä määrin opiskelijat katsoivat hänen tehneensä parhaansa edistääkseen kurssin sisällön oppimista. Kuvassa 5.20 on esitetty vastaavasti opiskelijoiden mielipide siitä, kuinka he katsoivat onnistuneensa suhteessa siihen, missä määrin he katsoivat tehneensä parhaansa edistääkseen kurssin sisällön oppimista.



Kuva 5.18: Pylväsgraafi siitä, missä määrin opiskelija tekivät parhaansa Tietokonejärjestelmien kurssilla edistääkseen oppimista. Huomaa, että x-akselilta puuttuu luokka "erittäin paljon".



Kuva 5.19: Pylväsgraafi luennoijan onnistumisesta suhteessa siihen, missä määrin opiskelijat katsoivat hänen tehneensä parhaansa edistääkseen Tietokonejärjestelmien kurssin sisällön oppimista. Huomaa, että x-akselilta puuttuu luokka "niukasti".

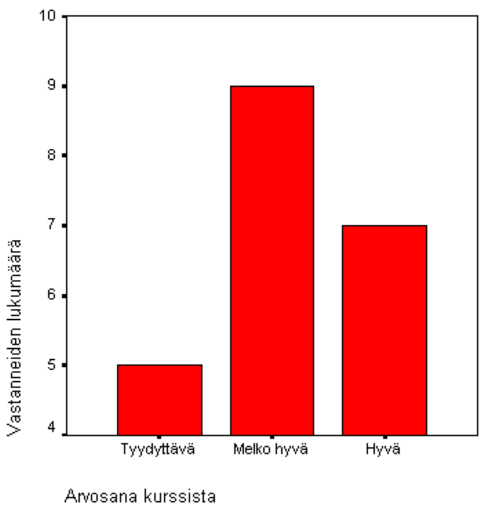


Kuva 5.20: Pylväsgraafi opiskelijoiden onnistumisesta suhteessa siihen, missä määrin he katsoivat tehneensä parhaansa edistääkseen Tietokonejärjestelmien kurssin sisällön oppimista. Huomaa, että x-akselilta puuttuu luokka “erittäin paljon”. Lisäksi y-akselilta puuttuvat luokat “huonosti” ja “erittäin hyvin”.

LUENTORUNKO

Luentomoniste oli luennoijan itse laatima tiivistelmä kurssin aiheista. Moniste oli koneella kirjoitettu, joten luettavuuden osalta siinä ei pitänyt olla ongelmia. Lisäksi luennoilla käytettiin hyväksi Tapio Grönforsin laatimaa PowerPoint-kalvosarjaa. Luentorungon osalta arvioitiin, kuten Diskreetin matematiikan osaltakin *selkeys ja ymmärrettävyys, käyttökelpoisuus* sekä *laajuus*. Selkeyden ja ymmärrettävyyden sekä käyttökelpoisuuden kohdalla arvosteluasteikko oli **1**. *huono,* **2**. *hieman huono,* **3**. *hyvä,* **4**. *oikein hyvä* tai **5**. *erinomainen.* Laajuuden osalta arvosteluasteikko oli **1**. *suppea,* **2**. *hieman suppea,* **3**. *sopiva,* **4**. *melko laaja,* **5**. *liian laaja.*

Luentorungon selkeys ja ymmärrettävyys saivat keskiarvoksi **2,8**, joten opiskelijat pitivät runkoa **hyvänä**. Luentorungon käyttökelpoisuus oli myös **hyvä**, keskiarvolla **2,6**. Laajuuden suhteen opiskelijoiden antamien arvosanojen keskiarvo oli **3,2**, joten luentorunkoa pidettiin laajuudeltaan **sopivana**.



Kuva 5.21: Pylväsgraafi kurssiarvosanan jakautumisesta eri arvosanoille Tietokonejärjestelmien kurssilla.

Luentorunkoa voisi kuitenkin edelleen kehittää ajantasaistamisen ja selkeyttämisen osalta.

KURSSIN KOKONAISUUS

Viimeisenä kohtana kurssin numeerisissa arvioissa kysyimme opiskelijoiden mielipidettä kurssista kokonaisuudessaan. arvosteluasteikkona oli **1**. *välttävä,* **2**. *tyydyttävä,* **3**. *melko hyvä,* **4**. *hyvä,* **5**. *erinomainen.* Kyselyyn vastanneet antoivat kurssille arvosanan **3,1** eli **melko hyvä**. Kuvassa 5.21 on esitetty kurssiarvosanan jakautuminen eri arvosanoille.

Taulukossa 5.3 on esitetty yhteenveto Tietokonejärjestelmien kurssin loppukyselyyn vastannaiden arvioista. Lukuun ottamatta kolmea ensimmäistä kysymys/vastaus -paria käytössä oli aiemmin tässä kohdassa esitellyt viisiportaiset asteikot, jossa 1 tarkoitti, että vastaaja oli täysin eri mieltä väitteen kanssa ja arvo 5 vastaavasti sitä, että vastaaja oli täysin samaa mieltä väitteestä. Taulukosta näemme, että vastanneiden mielestä harjoitusten pitäjä pyrki tekemään parhaansa keskimääräistä paremmin. Muutoin arviot sijoittuvat keskimääräisen tienoille.

Taulukko 5.3: Yhteenveto Tietokonejärjestelmien kurssista. Taulukossa on esitetty numeerisen arvioinnin tulokset keskiarvoina väliltä 1="huono/välttävä/niukasti" ... 5="erinomainen/erittäin paljon". (*) arvosteluväli 1–3.

Väite tai kysymys	**Vastaus**
"Läsnäoloprosentti luennoilla"	29,8 %
"Luentojen määrä oli sopiva"	2,0$^{(*)}$
"Läsnäoloprosentti harjoituksissa"	30,5 %
"Harjoituksia oli sopivasti"	2,8
"Olin aktiivinen harjoituksissa"	1,7
"Millainen vuorovaikutus kurssilla oli"	2,8
"Luennoija teki parhaansa"	3,5
"Harjoitusten pitäjä teki parhaansa"	3,8
"Tein itse parhaani"	2,7
"Luennoija onnistui"	3,3
"Harjoitusten pitäjä onnistui"	3,4
"Onnistuin itse"	2,9
"Luentomateriaali oli selkeää ja ymmärrettävää"	2,8
"Luentomateriaali oli käyttökelpoista"	2,6
"Luentomateriaali oli riittävän laaja"	3,2
"Kurssin kokonaisuus"	3,1

(C) *OPISKELIJOIDEN KIRJALLISET PALAUTTEET*

Tietokonejärjestelmien kurssilla kurssipalautteeseen vastanneita oli 22 opiskelijaa, joten voimme esittää ne kokonaisuudessaan tässä yhteydessä. Seuraavassa on esitetty tehty kysymys ja opiskelijoiden vastaukset. Kysymysten kohdalle on kirjattu kaikki vastaukset, joita kysymyksiin saatiin.

1. Mitä asioita opin? Mikä oppi jäi kurssista päällimmäisenä mieleen?

   - *Tietokoneen toiminnan pääperiaatteet*
   - *Tietokoneen rakenteesta ja toiminnasta tuli uutta asiaa*
   - *Hyvä yleiskertaus tietokoneen toimintaan. Laserkirjoittimen toiminta. Puolijohteet (kiinnostivat eniten).*

- *Tietokoneen emolevyn toiminta*
- *Pääsi syvemmälle tietokoneen toimintaan. Emolevy.*
- *Eri laitteiden toiminta*
- *Tietokoneen peruskomponentit*
- *Prosessoritekniikka*
- *Perusteet ja tekniset yksityiskohdat*
- *Tietokoneen ja lisäkomponenttien toiminta*
- *Perusasiat tietokoneesta*

2. Mitkä asiat olivat ennestään tuttuja?

- *Tietokoneen komponentit, verkkoihin liittyvät asiat (TLT)*
- *Verkot*
- *Tietoliikenteeseen liittyvät*
- *Näyttö*
- *Tietokoneen rakenne*
- *Aika lailla vierasta tietoa koko asia*
- *Esim. tietoliikennetekniikka jutut TLT kurssilta*

3. Mitkä asiat jäivät oppimatta?

- *UNIX jäi vähän vähemmälle*
- *UNIX-osio*

4. Mitkä asiat auttoivat sinua oppimaan tai "toimivat hyvin"?

- *Havainnollistavat kuvat*
- *Internet-sivuilla olleet 20 kysymystä motivoi lukemaan ja tarkastelemaan materiaalia*
- *Selkeä luentomoniste*

- *Moniste*
- *Harjoitukset*
- *Harjoitukset*
- *Internet ja luennot ja moniste*
- *Luentomoniste*
- *Laskuharjoituksissa mm. koneen emolevyn kasaaminen. Linux-tehtävät*
- *Asiassa edettiin yleiseltä tasolta yksityiskohtiin, harjoituksissa tehtävät käytiin lävitse yksityiskohtaisesti*

5. Kuinka oppimistasi olisi voitu edistää enemmän?

- *Omalla aikapanoksella*
- *Ajantasalla oleva luentomoniste*
- *Olisin lukenut enemmän*
- *Kurssimateriaalia ei ollut*
- *Parempi opettaja. Opettajan täytyisi innostaa oppimaan, mutta näin ei käynyt. Pikemminkin päinvastoin.*

6. Mitkä asiat eivät edistäneet oppimista tai mikä meni pieleen?

- *Opettaja ei motivoinut opettamaan*
- *Ne yhdet harjoitukset, joissa ihailtiin AATAMINAIKAISTA tietokonetta. Ihmisille, jotka halusivat oppia. Mutta tämä ei ollutkaan AMIS.*
- *En käynyt luennoilla*

7. Jos et osallistunut kaikille luennoille tai harjoituksiin, niin mikä siihen oli syynä?

- *Oma ajankäyttö (aikapula). Luennoitsijan esitystapa*

- *Aikataulut pettivät*
- *Olin töissä*
- *Päällekkäisyydet*
- *Ajan puute*
- *TJS oli samaan aikaan*
- *Välimatka, lasten hoidon järjestäminen*
- *OPR*
- *Muita tunteja päällekkäin*
- *En jaksanut/päässyt*
- *Muut kurssit. Olin käynyt edellisenä vuonna luennot/harj.*

8. Miten tätä opintojaksoa voisi kehittää?

- *Uudempi luentomoniste. Opettajan vaihtaminen.*
- *Toimiva*
- *Ajantasainen luentomoniste (päivitettävä lukuvuosittain)*

9. Mielipiteesi tenttitehtävien jaosta etukäteen WWW-sivuilla

- *OK!*
- *Hyvä menetelmä, asioihin ehtii paneutua etukäteen*
- *Hyvä juttu, kerkeää katsoa tehtäviä itselleen sopivana ajankohtana*
- *OK, näki laajemmin asioita*
- *Erittäin hyvin. Sai jo jonkinlaisen kuvan tentistä*
- *OK.*
- *Oikein hyvä. Tuli kerrattua kunnolla*
- *Toimi. Asiat tuli käytyä tarkemmin läpi. Helpottihan se, mutta tärkeintä on asioiden oppiminen.*
- *Oikein hyvä!*

- *Erittäin hyvä!*

10. Mielipiteesi tehtävien jaosta vasta harjoitustilaisuuden alussa:

    - *En ollut harjoituksissa ...*
    - *Tässä tapauksessa toimi*
    - *Toisinaan toimi*
    - *OK. Yhdessä parempi*
    - *Voisi olla myös kotisivuilla*

11. Vapaamuotoinen kommenttisi tästä kurssista

    - *Aika sekava kurssi*
    - *Hyviä luentoja. Luennoitsija tietää asiansa*
    - *Kurssi oli hyvä, koska ei ollut liian vaativa, mutta kuitenkin joutui tekemään töitä, että todella ymmärsi asiat, eikä vain opetellut ulkoa*

5.3.3 Reflektointia kurssista

Opettajan kannalta Tietokonejärjestelmien opetuksen ongelmana on aiheen laajuus ja hajanaisuus. Jotta kurssi onnistuisi ja oppi menisi perille, opettajan tulisi rajata tarkasti opetettava asia ja pitäytyä suunnitelmassaan. Jos tarkastelemme vaikkapa puolijohdetekniikan opetusta, niin siitä riittäisi asiaa usean yliopistotasoisen kurssin aiheeksi. Kaikkea ei voi eikä ehdi opettaa muutaman luentokerran aikana.

Myös opiskelijan kannalta aiheen laajuus on ongelma. Aihetta voidaan lähestyä monesta eri näkökulmasta ja tietoa erilaisista tietokonejärjestelmistä löytyy kirjallisuudesta runsaasti. Opiskelija ajautuu helposti tilanteeseen, ettei hän osaa jäsentää oppimiaan asioita ja yhdistää niitä suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Opettajan tehtävä onkin tässä tapauksessa lähinnä asioiden jäsentäminen ja yksityiskohtien opiskelun jättäminen opiskelijan vastuulle. Mielestämme siinä onnistuttiin tämän kurssin yhteydessä verrattain hyvin. Toisaalta laajojen kuulustelutehtävien jako etukäteen edellytti opiskelijoilta omatoimista opiskelua valmiiksi tehdyn jäsentelyn pohjalta. Järjestely saikin runsaasti kiitosta palautteiden perusteella.

Eniten moitteita sai kurssilla käytetty osittain vanhentunut luentomoniste. Kieltämättä monisteesta puuttui tiedot kaikkein uusimmasta teknologiasta, mutta monisteen tarkoituksena olikin tarjota jäsennelty kokonaisuus kurssin aiheisiin. Kurssin ylläpidon kannalta olisi toki tarpeellista päivittää luentorunko vuosittain ennen uuden kurssin aloitusta. Luentomoniste sai joiltakin kyselyyn vastanneilta myös kiitosta, joten puutteiden korjausten jälkeen se lienee käyttökelpoinen jatkossakin.

Moitteita sai myös kurssin luennoija (Honkanen) esitystavastaan ja kyvystään motivoida opiskelemaan. Asiaan on hieman vaikea ottaa kantaa, koska moitteiden esittäjät eivät esittäneet, millä tavoin luennoijan tulisi näitä puutteita korjata. Asioiden esittäminen yleiseltä tasolta yksityiskohtiin sai myös kiitosta, joten luennoijan paheena lienee hieman askeettinen esitystapa.

Kurssilla käytiin läpi prosessoritekniikkaa pohjautuen lähinnä 1970-luvun alun prosessoreihin (esimerkiksi Zilog Z80 ja Intel 8080). Tämä on mielestämme järkevää, sillä tuolloin valmistetut prosessorit olivat rakenteeltaan ja toiminnaltaan yksinkertaisia. Perusideoiden — kuten väylien, muistiinkirjoituksen ja muististaluvun — toiminnan esittäminen tuon ajan prosessorien avulla on yksinkertaista ja helposti ymmärrettävää. Luennoijalla ei toisaalta ollut mahdollisuuttakaan käyttää uusinta teknologiaa esimerkiksi harjoituksissa jo pelkästään rahallisten resurssien (niiden puutteen) takia.

Optisen kommunikaation kurssilla puolet harjoitustehtävistä jaettiin harjoitusta edeltävällä viikolla itsenäisesti ratkaistaviksi ja loput harjoitustilaisuuden aluksi ryhmätyönä pohdittavaksi. Menetelmä sai kiitosta ryhmätyöosuuden osalta. Joidenkin opiskelijoiden mielestä kaikki tehtävät tulisi kuitenkin jakaa etukäteen. Tietokonejärjestelmät-kurssilla näin tehtiin ja opiskelijoille annettiin lisäksi mahdollisuus ratkaista tehtävät ryhmätyönä harjoitustilaisuuden aluksi. Tämä tapa otettiin myönteisesti vastaan, sillä opiskelijoilla oli toisaalta tilaisuus tutustua tehtäviin etukäteen, toisaalta mahdollisuus kysellä ongelmakohtia opiskelijatovereiltaan tai harjoitustilaisuuden ohjaajalta.

Opintopäiväkirjan osalta ohjeistusta pyrittiin tarkentamaan Diskreetin matematiikan kurssilta saatujen kokemusten pohjalta. Uudistettu ohjeistus on esitetty liitteessä 4. Tarkennetuista ohjeista huolimatta yksikään Tietokonejärjestelmien kurssille osallistuneista ei käyttänyt menetelmää hyväkseen. Opintopäiväkirjan pidosta voisi kuvitella olevan runsaasti hyötyä tietotekniikan opiskelussa, sillä Internetistä löytyy erittäin paljon ajantasalla olevaa tietoa.

Edellä esiteltyjen menetelmien ohella kokeilimme kurssilla loppukuulustelutehtävien jakoa etukäteen. Kuulustelutehtävät olivat esseetyyppisiä ja koko kurssin aihealueen kattavia. Julkaisimme tehtävät etukäteen kurssin kotisivuilla. Menetelmän hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että kuulusteluun valmistautuva saa jäsennellyn kuvan kurssin aihealueesta. Toisaalta se motivoi opiskelemaan ja kertaamaan asioita ilman pelkoa siitä, että loppukuulustelussa olisi "yllättäviä" tehtäviä. Menetelmä sai opiskelijoilta myönteisen vastaanoton.

Luku 6

Pohdintaa ja johtopäätöksiä

Tämän toimintatutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa ja kokemuksia erilaisista opetusmenetelmistä tietojenkäsittelytieteen opetuksessa. Tutkimus toteutettiin vuosien 2003 ja 2004 aikana siten, että toiminnan ensimmäisen syklin muodostivat syksyllä 2003 pidetyt Diskreetin matematiikan ja Optisen kommunikaation kurssit. Kurssien perusteella suoritetun reflektoinnin perusteella laadittiin yleissuunnitelma Tietokonejärjestelmien kurssille, joka toteutettiin keväällä 2004.

Tutkittuja menetelmiä olivat oppimispäiväkirjan käyttö luentokurssin tukena, erilaisten visualisaattoreiden käyttö ilmiöiden havainnollistamisessa, ryhmäytys laskuharjoituksissa ja esseetyyppisten loppukuulustelutehtävien julkaisu ennen kuulustelua. Pohdimme oppimispäiväkirjan käytön hyötyjä ja mahdollisia haittoja kohdassa 6.1. Visualisaattoreiden käyttöä tarkastelemme kohdassa 6.2. Kohta 6.3 sisältää pohdintaa ryhmäytyksen mahdollisuuksista laskuharjoituksissa. Loppukuulustelutehtävien julkaisun hyödyllisyyttä ennen kuulustelua pohdimme kohdassa 6.4. Kohta 6.5 sisältää loppupäätelmät.

6.1 Oppimispäiväkirja oppimisen tukena

Oppimispäiväkirjan tekemistä voidaan kutsua ohjatuksi kirjoitusprosessiksi, jonka aikana opiskelijat kirjaavat muistiin omaksumiaan asioita ja kokemuksiaan [LYN03, LL91]. Opiskelijat voivat käyttää sitä joko henkilökohtaisena oppimistyökalunaan tai se voi toimia vuoropuhelukanavana opiskelijan ja opettajan välillä. Oppimispäiväkirjaa kirjoitetaan opettajan antamien tai opettajan ja opiskelijoiden yhdessä sopimien kriteerien mukaisesti [LYN03].

Oppimispäiväkirja on yksi monista erilaisista oppimiseen kannustavista välineistä, joka toisille opiskelijoille soveltuu ja toisille ei. Mitä itseohjautuvampi opiskelija on, sitä helpompi hänen on oppimispäiväkirjaa kirjoittaa ja tuottaa näin omaa opiskelumateriaaliaan oman tiedon soveltamisen ja prosessoinnin kautta. Heikommin itseohjautuva opiskelija on riippuvainen ohjaajan tai opettajan tuomasta tuesta. Opiskelijan on kenties vaikeampaa laatia oppimispäiväkirjaa, koska hän ei välttämättä ymmärrä, mikä oman oppimisen kannalta olisi hyvä kirjoittaa ylös ja mikä ei. Nämä heikommin itseohjautuvat opiskelijat saattavat olla myös "palkinto-opiskelijoita". Tämä tarkoittaa sitä, että oppimispäiväkirjaa kirjoitetaan opettajalle tai ohjaajalle ja päiväkirjaa laadittaessa mietitään ainoastaan sitä, minkälainen oppimispäiväkirja miellyttäisi opettajaa eniten. Tällöin oppiminen ei täysivaltaisesti kohdistu itse opiskelijaan eikä hänellä näin ollen ole mahdollisuutta reflektioon tällä oppimismenetelmällä.

Ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoille teetettiin keväällä 2004 itseohjautuvuustesti sekä oppimistyylitesti. Oppimistyylitestin tulosten mukaan opiskelijat olivat keskiarvoisesti pohtija-tyyppisiä oppijoita, joita yliopisto-opiskelijat yleisemmin edustavatkin. Pohtija-tyypille oppimispäiväkirja onkin luultavasti hyvä oppimisväline. Tätä tukevat myös itseohjautuvuustestin tulokset; ensimmäisen vuosikurssin opiskelijat olivat suurimmaksi osaksi sitoutuneita ja jopa itseohjautuvia. (Huomautettakoon, että suurin osa diskreetin matematiikan osallistujista oli ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoita.)

Vaikka oppimistyylitestin ja itseohjautuvuustestin tulokset tukevatkin oppimispäiväkirja-menetelmän käyttöä, tulee kuitenkin muistaa, että oppimistyylin ja itseohjautuvuuden suhteen on olemassa paljon yksilöllisiä eroja. Näin ollen päiväkirja ei saa jäädä ainoaksi oppimista tukevaksi tavaksi millään kurssilla. Lisäksi opettajan tai ohjaajan tulee olla opiskelijoiden tukena sen laadinnassa. Yksi tapa on ylläpitää hyvää vuorovaikutteisuutta, jolloin opiskelijat uskaltautuvat kysymään oppimispäiväkirjaan laadintaan tms. liittyviä kysymyksiä esimerkiksi luennoilla tai muissa tapaamisissa. Opettajan tuen ei siis tarvitse välttämättä olla intensiivistä "vahtimista" tai parityötä opiskelijan työn parissa. Opettajan tulee tukea opiskelijaa omatoimiseen ja reflektiota tukevaan oppimispäiväkirjan laadintaan. Opettajan puuttuminen jatkuvasti opiskelijan oppimisprosessiin ei ole opiskelijan itseohjautuvuuden ja oppimisen kannalta järkevää. Lisäksi jos opettaja asettaa tiukat rajat ja vaatimukset oppimispäiväkirjan sisältöön, ei luvassa ole persoonallisia oppimispäiväkirjoja, joissa opiskelija olisi saanut toteuttaa omaa tyyliään.

Käytimme oppimispäiväkirjaa Diskreetin matematiikan kurssilla. Oppimistulosten perusteella se näyttäisi olevan hyvä oppimisen ja opetuksen apuväline. Menetelmää käyttäneiden arvosanat tukevat tätä käsitystä. Tarjosimme opiskelijoille mahdollisuutta oppimispäiväkirjan tekoon myös Tietokonejärjestelmien kurssin yhteydessä. Yksikään opiskelijoista ei käyttänyt tätä tilaisuutta hyväkseen. Valitettavasti emme kysyneet siihen syytä. Voisi kuvitella, että tietotekniikan opiskelussa tällaisesta opiskelutavasta olisi runsaasti hyötyä, sillä Internetistä löytyy runsaasti aiheeseen liittyvää materiaalia. Jos tarkastelemme Tietokonejärjestelmät-kurssille osallistuneiden opiskelijoiden luento- ja harjoitusaktiivisuutta, niin syy saattaa löytyä sieltä. Aktiivisuus oli molemmissa tapauksissa vain noin 30 %. Jos opettaja miettii oppimispäiväkirja-menetelmän käyttöönotoa kurssillaan, tulisi hänen ensin pohtia valmiiksi oma roolinsa siinä sekä päättää, mihin ja millaiseen oppimiseen oppimispäiväkirjalla pyritään tietyllä kurssilla. Myös opiskelijoiden valmiudet oppimispäiväkirjan tekoon pitää ehdottomasti selvittää.

6.2 Visualisaattoreiden käyttö opetuksessa

Käytimme visualisaattoreita laajasti Optisen kommunikaation kurssilla. Niitä käytettiin havainnollistamaan erilaisia fysikaalisia ilmiöitä siten, että ensin käytiin läpi ilmiön teoria ja sen jälkeen asiaa havainnollistettiin visualisaattorin avulla. Jos tarkastelemme vaikkapa aaltojen interferenssin esittämistä puhtaasti matemaattisen mallin pohjalta, niin ilmiö saattaa jäädä monelle epäselväksi. Kun interferenssin matemaattisen mallin esittelyn jälkeen ilmiö esitetään visuaalisesti, niin viimeisetkin toivon mukaan käsittävät mistä on kyse. Toiveena on, että matemaattinen malli ja visualisointi tukevat toisiaan.

Kaikkien ilmiöiden tai asioiden visualisointiin ei valitettavasti ole olemassa valmista visualisaattoria. Toisaalta uuden ohjelman tai appletin ohjelmointi vaatii runsaasti työtä. Usein joudutaankin havainnollistamaan ilmiötä tai asiaa kuvan tai vaikkapa puretun tietokoneen avulla. Huolellisesti valittuna nämäkin auttavat asian ymmärtämisessä.

Visualisointi ja havainnollistaminen kuvien tai tietokoneesta irrotettujen komponenttien avulla otettiin myönteisesti vastaan. Mielestämme havainnollisuutta ja visualisointia tulisi lisätä kaikessa tietojenkäsittelytieteen opetuksessa aina, kun siihen mahdollisuus.

6.3 Ryhmäytyksen hyväksikäyttö laskuharjoituksissa

Ryhmäytys laskuharjoituksissa toteutettiin Optisen kommunikaation kursseilla siten, että osa harjoitustehtävistä jaettiin etukäteen harjoituksia edeltävällä viikolla ja loput harjoitustilaisuuden alussa. Tämän jälkeen opiskelijat saivat tilaisuuden pohtia tehtäviä ryhmissä. Harjoitustilaisuuden vetäjä kiersi luokassa ja neuvoi ongelmakohdissa. Kun tehtävät oli saatu pääosin ratkaistua, niin tehtävät tarkastettiin vetäjän johdolla.

Ryhmäytys sai pääosin myönteisen vastaanoton. Opiskelijat kokivat, että yhdessä pohtimisesta oli apua. Toisaalta harjoitustilaisuuden vetäjän läsnäolo ja apu ongelmakohdissa auttoi useimpia ratkaisemaan kaikki tehtävät. Moitteita tuli lähinnä sen osalta, että osa tehtävistä jaettiin vasta harjoitustilaisuudessa. Opiskelijat olisivat halunneet tutustua kaikkiin tehtäviin etukäteen.

Menetelmää pyrittiin parantamaan Tietokonejärjestelmien kurssilla jakamalla kaikki harjoitustilaisuudessa käsiteltävät tehtävät etukäteen, jolloin kaikilla oli mahdollisuus tutustua tehtäviin ennen harjoituksia. Tässäkin tapauksessa opiskelijoille tarjottiin mahdollisuus ratkoa kysymyksiä ryhmätyönä ennen niiden tarkistusta. Opiskelijoille tarjoutui tilaisuus kysellä ongelmakohtia opiskelijatovereiltaan tai harjoitustilaisuuden ohjaajalta. Parannettu menetelmä sai useimmilta opiskelijoilta kiitosta.

Ryhmäytys ei ehkä toimi kaikissa tilanteissa. Jos tarkastelemme vaikkapa ohjelmointitehtävien ratkaisua, niin samaan tehtävään saattaa olla hyvinkin monta erilaista oikeaa ratkaisua. Näissä tapauksissa saattaa tulla ristiriitoja oikeasta ratkaisusta ryhmän jäsenten kesken.

6.4 Esseetehtävien julkaisu ennen loppukuulustelua

Toteutimme Tietokonejärjestelmät-kurssin loppukuulustelun siten, että tentaattori laati 20 esseetyyppistä tehtävää kurssin aihealueesta ja julkaisi ne etukäteen kurssin verkkosivuilla. Tehtävät oli laadittu kattamaan suurin piirtein kaikki opintojaksolla käsitellyt aiheet. Tarkoituksena oli, että opiskelijat voisivat etukäteen pohtia aiheisiin liittyviä asioita luennoijan tekemän jäsentelyn pohjalta. Opintojakson aiheen ollessa hyvin laaja ja hajanainen, on opiskelijan vaikea hahmottaa mikä on aiheen kannalta olennaista ja mikä ei.

Menetelmä sai hyvän vastaanoton opiskelijoiden keskuudessa. Opiskelijoiden kannalta menetelmän etuna on se, että se motivoi lukemaan ja kertaamaan asioita. Julkaistuihin esseetehtäviin ei ollut yhtä oikeaa vastausta, jonka olisi voinut opetella ulkoa kirjasta tai luentomonisteesta, vaan asiat tuli käsittää laajempina kokonaisuuksina. Luonnollisesti tämäntyyppinen kuulustelumenetelmä ohjaa opiskelijoita opiskelemaan kuulustelijan mieltymysten mukaan.

Mielestämme kuulustelutehtäväsarjan julkaisu etukäteen on perusteltua silloin, kun opintojakson aihe on laaja, hajanainen ja saattaa aiheuttaa epäselvyyttä siitä, mikä on aiheen kannalta olennaista ja mikä ei. Kun opiskelijoille tarjotaan mahdollisuus tutustua joukkoon kuulustelutehtäviä etukäteen, niin heidän ei tarvitse pelätä "yllättäviä" tehtäviä loppukuulustelussa. Tämä lisännee heidän motivaatiotaan asioiden kertaamiseen.

6.5 Lopuksi

Opettajan rooli yliopisto-opetuksessa on muuttunut voimakkaasti vuosikymmenien aikana. Puhdas behavioristinen oppimisnäkemys on saanut luopua valta-asemastaan. Tarkastelimme kohdassa 2.1.3 humanistis-andragogista oppimisnäkemystä ja kohdassa 2.1.4 kokemuksellista oppimista, reflektiota ja dialogia. Nämä oppimisnäkemykset korostavat mm. opiskelijan omaa vastuunottoa opiskelustaan, itseohjautuvuutta ja kykyä reflektoida omaa oppimistaan. Opettajan roolin tulisi olla auktoriteetin sijasta pikemminkin avustaja tai delegoija.

Huomasimme työssämme, kuinka tärkeäksi koettu oppimisen apuväline luentomoniste oli opiskelijoille. Silti yleisesti kurssien alussa opiskelijoille painotetaan, ettei moniste ole kaikki kurssin tiedot kattava lähde vaan luentojen runko. Luentorungosta käy ilmi kurssin oppisisältö, kokonaisuus ja jäsentely osa-alueisiin. Pelkän luentomonisteen avulla on vaikea selviytyä kurssista ja hallita opintojakson tavoitteet. Puhuttaessa itseohjautuvista pohtijatyyppisistä opiskelijoista, on mielenkiintoista huomata opiskelijoiden silti tukeutuvan pääosin luentomonisteen apuun eikä välttämättä etsivän omaaloitteisesti lisämateriaalia muualta.

Toinen huolestuttava seikka on opiskelijoiden arvio omasta työpanoksestaan. Oma työpanos on kurssipalautteiden mukaan arvioitu ainoastaan tyydyttäväksi tai melko hyväksi. Tätä tukee myös Tietokonejärjestelmien luento- ja harjoitusaktiivisuuden tulokset. Yksiselitteistä vastausta ongelmaan ei voida antaa. Ongelmia voivat tuottaa päällekkäiset kurssit, opiskelijan motivaation puute tai yksinomaan epätietoisuus omasta vastuusta opinnoissa. Näihin kaikkiin seikkoihin pystytään osittain vaikuttamaan, mutta parannukset vaativat yhteistyötä joka taholta. Opetuksen ja oppimisen lähtökohtana on aina motivaatio.

Edellä mainittiin, että yliopisto-opettajan rooli on voimakkaasti muuttunut viime vuosikymmenten aikana. Roolin mukana muuttuvat myös opetustilanteet ja -tyylit. Näemme, että seuraavien vuosien aikana perinteinen luento-opetus tulee yhä auliimmin luovuttamaan tilaa myös uudemmille opetustyyleille ja uskomme, että opiskelijat ottavat tämän ilolla vastaan. Uudet menetelmät eivät tule itsestään yliopiston luentosaleihin vaan mm. niiden käytännöllisyyttä ja periaatteita täytyy ensin opettajankin opiskella. Uusiin menetelmiin tutustuminen käy luontevasti yliopiston PD-koulutuksessa ja vaikkapa toimintatutkimuksen avulla. Toimintatutkimuksen hyötynä on se, että muutkin opettajat voivat tutustua tiettyyn opetusmenetelmään ja sen tuloksiin lukemalla toimintatutkimusraportin. Raportti antaa myös rivien välistä jonkinlaisen kuvan tieteenalan opiskelija-aineksesta.

Tämän toimintatutkimuksen jatkoksi voitaisiin mm. seurata mukana olleiden opiskelijoiden menestystä ja heidän suuntautumistaan tieteenalallamme. Lisäksi olisi mielenkiintoista saada vuosien varrella tietää, näkevätkö he saaneensa käyttökelpoista oppia toimintatutkimuksessa olleilta kursseilta; tulevatko samat matemaattiset määritelmät vastaan toisillakin (ei välttämättä matematiikan) kursseilla tai muistelevatko opiskelijat visualisaattorin toimintaideaa soveltaen tietoaan uuteen asiaan? Lisäksi hyvin optimistisena tulevaisuudennäkymänä näkisimme opiskelijoiden jopa ehdottavan toisella kurssilla vaikka luentopäiväkirjan käyttöönottoa tai esseekuulustelun käyttöä tentin sijaan. Siinä, missä opettaja tutustuu uuteen opetus- ja oppimismenetelmään, hän myös tutustuttaa opiskelijaryhmän heillekin kenties uuteen menetelmään.

Toimintatutkimuksen suorittaminen oli erittäin opettavaista ja näin loppusuoralla ollessaan kannustaa meitä jatkamaan uusien menetelmien tutkimuksen parissa. Tutkimuksemme tuloksia ei suljeta kansiin ja unohdeta, vaan tutkimuksessamme mukana olleita opetusmenetelmiä tullaan jatkossakin käyttämään opetuksessa, kenties ei aivan samanlaisena pakettina mutta niiden parhaita puolia hyödyntäen. Esimerkiksi luentopäiväkirjan huomioimisesta arvostelun yhteydessä kannattaa aina sopia kulloisenkin opiskelijaryhmän kanssa erikseen. Monesti opettajan kannattaakin ensin hieman tunnustella opiskelijoiden ennakkokäsityksiä ja -asenteita, ennenkuin hän tekee lopullisen päätöksen kurssilla käyttämistään opetusmenetelmistä. Vuosikurssien kohdalla on aina eroja, samoin tietyn vuosikurssin sisäinen henki vaihtelee vuosittain. Uusien opetusmenetelmien ohella opettajan kannattaisikin opetella myös “haistelemaan ilmaa” ja kuuntelemaan opiskelijoiden toiveita siitä, miten kurssi olisi mukavaa ja tarkoituksenmukaista suorittaa.

Tutkimuksemme suurimpana antina voimme pitää opetuksellisen itseluottamuksen kasvua ja sen ymmärtämistä, ettei opetuksen opiskelu koskaan lopu. Muiden tieteenalojen tapaan myös yliopistopedagogiikka kehittyy, ja opettaja voi oppia uusia, virkistäviä tyylejä opettaa ja tulla opetetuksi.

Kirjallisuutta

[Cao02] Cao, H., OCPC-verkon visualisaattori, 2002. `http://www.cs.uku.fi/research/parallel/ocpcdemo/index.html`. (6.1.2004)

[Eko92] Ekola, J., toimittaja, *Johdatusta Ammattikorkeakoulupedagogiikkaan.* WSOY, Porvoo, 1992.

[EVS00] Enkenberg, J., Väisänen, P. ja Savolainen, E., toimittajat, *Opettajatiedon kipinöitä.* Joensuun ylipisto, Joensuu, 2000.

[Haa01] Haapaniemi, T., Hoitotieteen yliopisto-opiskelijoiden opiskeluorientaatiot. Pro gradu, Kuopion yliopisto, Hoitotieteen laitos, 2001.

[Hai03] Haikarainen, T., OBF-verkon simulaattori, 2003. `http://www.cs.uku.fi/~haikarai/OBF`. (6.1.2004)

[Hon00] Honkanen, R., Tietokonejärjestelmät, kuopion yliopisto, 2000. Luentomoniste.

[Hon03] Honkanen, R., Optinen kommunikaatio, kuopion yliopisto, 2003. Luentomoniste.

[HV02] Hyvärinen, M. ja Väisänen, K., *Puhetta viestinnästä.* Kuopion yliopiston kielikeskus, Kuopio, 2002.

[Hyp02] Hyppönen, K., SOT-verkon protokollasimulaattori, 2002. `http://www.cs.uku.fi/research/parallel/otshow_swing/index.html`. (6.1.2004)

[IEE01] IEEE, Computing Curricula 2001 Computer Science Volume, 2001. `http://www.computer.org/education/cc2001/final`. (6.1.2004)

[Kol84] Kolb, D., *Experimental learning: experience as the source of learning and development.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1984.

[Lin94] Linturi, H., Projektista prosessiin, aikuinen oppimassa, 1994. `http://www.internetix.fi/tutkimus/tulevaisuus/futu/kirjasto/tekstit/artikkelit/esseet/Projektista_prosessiin.htm`. (6.1.2004)

[LL91] Lonka, K. ja Lonka, I., toimittajat, *Aktivoiva opetus.* Kirjayhtymä, Tampere, 1991.

[LPK02] Lähteinen, O., Pietikäinen, V. ja Kosonen, H., *Uusi PC-tekniikan käsikirja.* Sanoma Magazines Finland, 2002.

[LYN03] Lindblom-Ylänne, S. ja Nevgi, A., toimittajat, *Yliopisto- ja korkeakouluopettajan käsikirja.* WSOY, Helsinki, 2003.

[MH03] Marttila, M. ja Honkanen, R., Opetusviestintä – Kuopion yliopiston tietojenkäsittelytieteen ja ympäristötieteen laitosten henkilökunnan itsearviointia omista viestintätaidoistaan, 2003. Opetusviestinnän oppilastyö.

[Muk97] Mukherjee, B., *Optical Communication Networks.* McGraw-Hill, New York, 1997.

[Oks92] Oksanen, E., *UNIX ja sen hallinta.* Pagina International AB, 1992.

[Ope00] Opetusministeriö, Bolognan prosessi, 2000. `http://www.minedu.fi/julkaisut/opm/koulutus/yliopistokoulutus/bolognaprosessi.html`. (6.1.2004)

[Ope02] Opetusministeriö, YLIOPISTOJEN KAKSIPORTAISEN TUTKINTORAKENTEEN TOIMEENPANO, 2002.

http://www.minedu.fi/julkaisut/julkaisusarjat/39_02tutkintorak/39_02tutkintorak.pdf. (6.1.2004)

[Pen01] Penttonen, M., OCPC-verkon protokollasimulaattori, 2001. http://www.cs.uku.fi/research/parallel/ocpcsim/index.html. (6.1.2004)

[RS98] Ramaswami, R. ja Sivarajan, K., *Optical Networks: A Practical Perspective.* Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, 1998.

[RYT02] Opinto-opas 2002–2003, Luonnontieteiden ja ympäristötieteiden tiedekunta, 2002. http://www.uku.fi/opiskelu/oppaat2002/it_ja_kt_opas.htm

[SKH01] Saariluoma, P., Kamppinen, M. ja Hautamäki, A., *Moderni kognitiotiede.* Gaudeamus, 2001.

[ST91] Saleh, B. ja Teich, M., *Fundamentals of Photonics.* John Wiley & Sons, Inc., USA, 1991.

[Tan96] Tanenbaum, A., *Computer Networks.* Prentice-Hall International, Inc., 1996.

[Täh94] Tähtinen, J., toimittaja, *Opettajaksi kasvaminen.* Turun yliopisto, Turku, 1994.

[TLH01] Tasanto, T., Laukkanen, P. ja Haikarainen, T., Optisten prosessien visualisaattori, 2001. http://www.cs.uku.fi/~rthonkan/optisetprosessit/index.html. (6.1.2004)

[Val95] Valo, M., toimittaja, *Haasteita puheviestinnän opetukseen.* Jyväskylän yliopiston viestintätieteiden laitoksen julkaisuja 14, Jyväskylä, 1995.

[Yli96] Ylijoki, O., Opiskelijoiden merkitys yliopisto-opettajalle – innovaattoreita vai ajanviejiä? *Tiedepolitiikka 1/96.*

[Yrj95] Yrjönsuuri, R., Orientaatioita, kokemuksia, reflektointia opettajaksi opiskelussa. Joensuun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan tutkimuksia n:o 60, Joensuun yliopisto, 1995.

Liite 1. Oppimistyylitesti

Oppimistyylitesti

Tämä lomake on laadittu vastaajan oppimistavan arviointia varten. Tehtävänäsi on antaa luettelon sanoille numeroarvo sen mukaan, kuinka hyvin ne kuvaavat omaa tapaasi oppia. Oppimistapaasi kuvaavien sanojen arvotus saattaa olla vaikeaa, sillä mitään oikeita tai vääriä vastauksia ei ole. Lomakkeen tarkoituksena on arvioida sitä, kuinka opit, ei oppimiskykyäsi.

Oheisessa kaaviossa on 9 neljän sanan sarjaa. Pisteytä kukin sanasarja siten, että annat 4 pistettä sanalle, joka kuvaa parhaiten oppimistyyliäsi, 3 pistettä seuraavaksi parhaalle, 2 seuraavalle ja 1 piste sanalle, joka vähiten kuvaa oppimistapaasi. Kullakin vaakarivin sanalla tulee olla eri numero.

Testin tulokset käsitellään myöhemmin kurssin aikana siten, että kenenkään yksittäisen vastaajan tuloksia ei voi eritellä. Vastauksianne käytetään hyväksi tietojenkäsittelytieteen opetuksen kehittämiseen tähtäävässä toimintatutkimuksessa.

Kiitos osanotosta.

Taulukko 1: Oppimistyylejä erittelevä kyselykaavio.

		I		II		III		IV
1.	valikoiva		tunnusteleva		paneutunut		käytännöllinen	
2.	vastaanottava		asiallinen		analyyttinen		puolueeton	
3.	tunnepohjainen		(sivusta)katsoja		miettivä		toiminnallinen	
4.	hyväksyvä		riskejä ottava		arvioiva		tietoinen	
5.	intuitiivinen		tuottelias		johdonmukainen		kyselevä	
6.	abstrakti		tarkkaileva		konkreettinen		aktiivinen	
7.	tässä ja nyt		miettivä, heijastava		tulevaisuuteen keskittynyt		pragmaattinen, käytännöllinen	
8.	kokemus		havainnot		käsitteiden muodostaminen		kokeilu	
9.	eläytyvä		varautunut		järkevä		vastuuntuntoinen	

Liite 2. Itseohjautuvuustesti

Itseohjautuvuustesti

Oheisen kyselylomakkeen tuloksia käytetään hyväksi tietojenkäsittelytieteen opetuksen kehittämiseen tähtäävässä toimintatutkimuksessa.

Arvioi, kuinka hyvin oheiset väittämät sopivat kuvaamaan sinua oppijana. Arvioi väittämien sopivuutta omalla kohdallasi käyttäen seuraavaa asteikkoa:

1 Ei sovi minuun lainkaan; tuskin koskaan tunnen näin.

2 Ei sovi minuun kovinkaan usein.

3 Sopii minuun joskus; tunnen näin noin puolet ajasta.

4 Sopii minuun useimmiten.

5 Sopii minuun melkein aina; vain harvoin tunnen tällä tavalla.

Ympyröi mielemielestäsi itseäsi parhaiten kuvaavan vaihtoehdon numero kussakin väittämässä. Älä turhaan pysähdy kovin pitkäksi aikaa pohtimaan vaihtoehtoja, sillä useimmissa tapauksissa välitön vaikutelma on tarkin. Käymme myöhemmin kurssin aikana testin analyysin läpi.

Taulukko 2: Itseohjautuvuutta testaava kyselylomeke.

	Ei sovi lainkaan				Sopii melkein aina
1 Tahdon oppia niin kauan kuin elän	1	2	3	4	5
2 Tiedän, mitä haluan oppia	1	2	3	4	5
3 Kun näen jotain, jota en ymmärrä, pysyttelen kaukana siitä	1	2	3	4	5
4 Kun eteeni tulee asia, jonka haluan oppia, keksin keinon sen oppimiseksi	1	2	3	4	5
5 Pidän oppimisesta	1	2	3	4	5
6 Uuden oppiminen on minulle työlästä	1	2	3	4	5
7 Oppimistilanteessa odotan, että kouluttaja kertoo koko ajan kaikille, mitä pitää tehdä	1	2	3	4	5
8 Luulen, että pääosa kunkin ihmisen kasvatuksesta tulisi olla sen ajattelemista, kuka olen, missä olen	1	2	3	4	5
9 En ole kovin hyvä työskentelemään yksinäni	1	2	3	4	5
10 Jos huomaan tarvitsevani tietoa, jota minulla ei ole, tiedän mistä sitä haen	1	2	3	4	5
11 Pystyn oppimaan asioita itsekseni paremmin kuin ihmiset yleensä	1	2	3	4	5
12 Vaikka minulla olisi hieno idea, en näköjään pysty tekemään toimivaa suunnitelmaa sen toteuttamiseksi	1	2	3	4	5
13 Oppimistilanteessa olen mieluummin mukana päättämässä, mitä tullaan oppimaan ja miten	1	2	3	4	5
14 Jos olen kiinnostunut jostain, en piittaa opiskeluni työläydestä	1	2	3	4	5
15 Viime kädessä vain minä olen vastuussa siitä, mitä opin	1	2	3	4	5
16 Pystyn sanomaan, olenko oppinut jotain vai en	1	2	3	4	5
17 On niin paljon asioita, joita haluan oppia, että toivoisin päivässä olevan enemmän tunteja	1	2	3	4	5
18 Jos olen päättänyt oppia jotain, minulla on aikaa siihen huolimatta siitä, kuinka kiireinen olen	1	2	3	4	5
19 Minun on vaikea ymmärtää lukemaani	1	2	3	4	5
20 Ei ole minun syyni, jos en opi	1	2	3	4	5
21 Tiedän, milloin minun tarvitsee oppia enemmän jostain	1	2	3	4	5
22 Jos tietoni riittävät hyvään numeroon tentissä, en välitä, vaikka jotkut asiat jäävät epäselviksi	1	2	3	4	5
23 Kirjastot ovat mielestäni pitkästyttäviä paikkoja	1	2	3	4	5
24 Eniten ihailemani ihmiset opiskelevat jatkuvasti uusia asioita	1	2	3	4	5
25 Keksin monta erilaista tapaa saada tietoa uudesta asiasta	1	2	3	4	5
26 Yritän yhdistää sen, mitä olen oppinut, pitkän tähtäimen tavoitteisiini	1	2	3	4	5
27 Pystyn oppimaan melkein mitä tahansa, jonka osaamista saattaisin tarvita	1	2	3	4	5
28 Nautin todella vastauksen etsimisestä kysymykseen	1	2	3	4	5
29 En pidä sellaisten kysymysten käsittelemisestä, joihin ei ole yhtä oikeaa vastausta	1	2	3	4	5
30 Olen hyvin tiedonhaluinen	1	2	3	4	5
31 Olen onnellinen, kun saa oppimistehtävän valmiiksi ja pois mielestä	1	2	3	4	5
32 En ole niin kiinnostunut oppimisesta kuin jotkut muut näyttävät olevan	1	2	3	4	5
33 Minulla ei ole mitään ongelmia opiskelun perustaidoissa	1	2	3	4	5
34 Kokeilen mielelläni uusia asioita, vaikka en olisikaan varma, miten ne onnistuvat	1	2	3	4	5
35 En pidä siitä, että asiaan perehtyneet osoittelevat tekemiäni virheitä	1	2	3	4	5
36 Olen hyvä keksimään epätavallisia ratkaisuja	1	2	3	4	5
37 Ajattelen tulevaisuutta mielelläni	1	2	3	4	5
38 Olen keskimääräistä parempi ottamaan selville tarvitsemiani asioita	1	2	3	4	5
39 Minulle ongelmat ovat haasteita eivätkä esteitä	1	2	3	4	5
40 Saan itseni tekemään sen, mitä mielestäni tulee tehdä	1	2	3	4	5
41 Olen tyytyväinen tapaan, jolla otan selkoa ongelmista	1	2	3	4	5

Liite 3. DSK:n kyselyn vastaukset

Taulukko 3: Vastauksia kysymykseen: “*Mitkä asiat olivat ennestään tuttuja?*”.

	Vastaus
1	boolen algebra, kombinaatiot.
2	Induktio, joukot osittain tuttuja.
3	Induktio-todistus
4	Binomikertoimia sivuttiin lukiossa tn-laskennassa
5	Osa kombinatoriikasta ja diff.yhtälöistä. Induktio
6	Ei oikeastaan mikään
7	-
8	Joukko-oppi
9	Ei oikeastaan mikään
10	Joukko-oppi, karteesinen tulo, injektio, bijektio, surjektio, otokset jossain määrin
11	Eipä juuri mitään
12	Joukko-oppi, funktiot, suuri osa kombinatoriikasta, boolen algebran alkeet
13	Joukko-oppi ja kombinatoriikka
14	Karnaughn kartta, boolen algebra
15	Suurin osa jossain määrin
16	Loogiset operaatiot, totuustaulu. Olen keväällä 2003 valmistunut automaatioinsinööri. Opinnäytteeni tein ohjelmoitavista logiikoista arvosanalla 3 (arvostelu 1-5), keskiarvoni myös 3.
17	ei mikään
18	tn-laskenta ja kombinatoriikka
19	lukujärjestelmät
20	Jotain Boolen algebran käsitteitä
21	Ei mikään
22	Tehtävät joita pystyi jotenkin päättelemään

Taulukko 4: Vastauksia kysymykseen: "*Mitkä asiat olivat ennestään tuttuja?*".

	Vastaus
23	Osittain joukot
24	-
25	Jotkut asiat joukko-opista
26	Induktio, Boolen algebran perusteet
27	Kaikissa asioissa oli jotain jo ennestään tuttua. Differenssiyhtälöissä eniten uutta
28	Melkein kaikki ainakin osittain
29	Ei mikään
30	Boolen algebra ja joukko-oppi
31	-
32	Joukko-oppi
33	Logiikka
34	-
35	Hmmm
36	Eivät juuri mitkään
37	Boolen algebra (Karnaughin kartta, loogiset operaatiot)
38	Differenssiyhtälöt
39	-
40	Toisen asteen yhtälön ratkaisukaava
41	Algebra
42	Kombinatoriikka ja joukko-oppi
43	Joukko-opin perusteet
44	-
45	Joukko-oppi

Taulukko 5: Vastauksia kysymykseen: "*Mitä asioita opin? Mikä oppi jäi kurssista päällimmäisenä mieleen?*".

	Vastaus
1	Kaikki tuli opittua ainakin tyydyttävästi, mm graafit jäi mieleen kun ne oli mukavia.
2	Opin vähän jokaisesta kurssilla käydystä asiasta. Differentiaalit jäivät mieleen, koska niitä käytiin viimeisenä.
3	Differenssiyhtälöt ja Boolen algebra. Koska ne olivat viimeisenä
4	Kombinatoriikka oli graafin ohella asioita, jotka opin
5	Sisäistin mielestäni hyvin luentorungon asiat lukuun ottamatta vaikeimpia yksittäisiä osioita. Boolen algebra oli täysin tuttua ja kiehtovaa j on tuoreimmassa muistissa
6	Joukot, komb., graafit, Boolen alg., DY:T, päällimmäisenä Hamming-koodaus.
7	Yleisesti matikkaa, DY:T
8	Keskeisemmät kurssin asiat. Päällimmäisenä Boolen algebra ja differenssiyhtälöt
9	DY:T ja joukkoihin liittyvät asiat
10	Opin paljon. Kaikki on mielessä koska olen aloittanut lopputentin valmistautumisen
11	Opin diskreettiä matematiikka, graafiteoriat
12	HDY+Y ja graafiteoria tuli uutena asiana
13	Differenssiyhtälöt jäi päällimmäisenä mieleen. Muita asioita: graafi ja monomiaalit
14	Opin oppimaan matematiikkaa uudestaan. Erinomainen opettaja, KIITOS!
15	Graafiteoria
16	-
17	Hamming-koodaus, Boolen algebra
18	Boolen algebra, Hammingkoodaus, venn-diagrammi
19	Boolen algebra
20	Kaikista tasaisesti. Lh:t opettaa.
21	Todennäköisyydet
22	Asiat, mitkä käytiin kurssin alussa ja binäärijutut
23	Joukot, graafit, boolen algebra, DY:T yms.
24	-
25	Relaatio, kustannus- ja rinnakkaismatriisi, Boolen funktio, monomiaali, Hamming-koodaus jäi päällimmäisenä mieleen
26	Uutta oli DY:t
27	Graafiteoria ja DY:T olivat osittain uusia asioita
28	Kombinatoriikka
29	Opin vaikka mitä uutta asiaa, Boolen algebra
30	Differenssiyhtälöt
31	-
32	Paljon, lähes kaiken. Differenssiyhtälöt.
33	DY:n ratkaisut, graafit
34	-
35	En oikein osaa sanoo mitään yhtä juttua.
36	Kaikista asioista jäi jotain suoraan mieleen ja myös jotain epäselväksi
37	Päällimmäisenä jäi mieleen joukko-oppiin liittyvät asiat
38	-
38	Mississippi-esimerkki
40	Paljon uutta, ne pitäisi vain palauttaa mieleen. Yrite
41	-
42	DY:t ja kombinatoriikka
43	Matriisit
44	-
45	Yleisesti diskreetin matematiikan juttuja

Taulukko 6: Vastauksia kysymykseen: "*Mitkä asiat jäivät oppimatta?*".

	Vastaus
1	Boolen algebran pallo-jutut (ei käyty)
2	Vaikeimmat. Mutta oppiminen on vielä kesken.
3	-
4	Induktio ja differenssiyhtälöt. Induktiosta oli mielestäni liian vähän esimerkkejä. jälkimmäinen on vain niin vaikea asiakokonaisuus
5	Induktiotodistus
6	Induktio ja DY:t
7	-
8	-
9	Missä mitäkin voisi käyttää
10	Luennoilta, joilta olin poissa jäi oppi saamatta. Mutta lh:ssa puuttuvat osat selkenivät. Oikeastaan ei jäänyt aukkoja. Paitsi Eulerin sykli.
11	-
12	Ne asiat, mitä ei käyty läpi. Muut tuli kyllä suurin piirtein selviksi. Tentissä luultavasti löytyy puutteet.
13	Sen näkee tentissä
14	Jos jotain jäi oppimatta voi vain syyttää kroonista ajanpuutetta (+ lievä laiskuus)
15	Osa kombinatoriikasta
16	-
17	Differenssiyhtälöt
18	Kompleksinen liittolukupari
19	-
20	Eipä juuri mikään, asiat käytiin hienosti läpi.
21	luentomonisteen viimeinen kolmannes
22	Muutamia pieniä kohtia eri alueista
23	-
24	-
25	DY:t, boolen algebran muutama asia, Eulerin teoreema tasograafeille
26	-
27	Sen näkee sitten tentissä
28	-
29	Joukko-opin relaatiot ja ekvivalenttisuus
30	-
30	-
32	-
33	Joukko-oppi
34	DY:t
35	Hmmm, en tiä
36	Induktio pitää vielä kerrata
37	Kombinatoriikka, DY:t
38	-
39	Kurssin loppuvaiheen asiat
40	Niitä riittää, varsinkin kurssin keskivaiheilta
41	-
42	Vähän sieltä ja täältä
43	-
44	-
45	Yrite ja DY:t

Taulukko 7: Vastauksia kysymykseen: “*Mitkä asiat auttoivat sinua oppimaan tai toimivat hyvin?*”.

	Vastaus
1	Netissä olevat esimerkit, luennot
2	Hyvät esimerkit
3	Ehdottomasti harjoitukset! Myös kurssin www-sivuilla olleista esimerkeistä oli apua
4	Lh:n tekeminen kavereiden kanssa ja muutenkin laskarit
5	Mielestäni luennoijan tapa opettaa, "rautalankamalli", selitettiin kaikki juurta jaksain, sopi itselleni hyvin ja ehdottomasti edisti oppimistani. Harjoitustehtävät olivat myös napakoita, haastavia muttei mahdottomia
6	Laskuharjoitukset
7	Luennoitsijan lempeä "miesie-tyyli oli erittäin toimiva
8	Luennoitsija/harjoitusten pitäjän omistautunut edistämään oppimista
9	Luennoitsijan selkokielinen selitys
10	Hyvät esimerkit luennoilla ja perusteellinen läpikäynti
11	Runsaat esimerkit ja harjoitukset
12	Monet esimerkit, värien käyttö
13	Kun käydään paljon esimerkkejä läpi, oppii parhaiten
14	Innostava opettaja, hyvät harjoitukset + "tipit"ennen harjoituksia
15	Luentoesimerkit
16	Harjoitukset ennen kaikkea, niitä pitäisi olla enemmän jos asiaakin on paljon
17	Käytännönläheiset esimerkit
18	Laskuharjoitukset
19	WWW ja esimerkit
20	Laskuharjoituksia oli motivoivaa tehdä kun se auttaa kurssin arvostelussa. Olen erittäin tyytyväinen harjoituksiin, sillä ne opettivat hyvin
21	Laskarit oli pelastaja
22	Kaverit yrittivät neuvoa parhaansa mukaan. Se auttoi välillä+ nettimateriaali, siitä sai helpommin selvää kuin luentomonisteesta. Luennoilla jaetut monisteet
23	-
24	-
25	Arkielämän esimerkein kerrotut asiat auttoivat minua oppimaan sekä asiat, jotka selitettiin "suomen kielellä"eikä matematiikan kielellä
26	Luentopäiväkirjan tekeminen auttoi kertaamaan asiat hyvin
27	Harjoitustehtävien tekeminen ja hyvät esimerkit
28	Laskuharjoitukset
29	Harjoituksissa opin paljon jos ei heti osannut
30	Luentojen esimerkit
31	Harjoitukset
32	Käytännön esimerkit
33	Esimerkit, vapaaehtoinen läsnäolo
34	Kurssin www-sivut
35	Harjoitukset
36	Laskuharjoitukset
37	Harjoitustehtävät
38	Parempi luentorunko
39	Mallit, esimerkit ja harjoitukset
40	Harjoitukset
41	-
42	Laskarit ja esimerkit
43	-
44	-
45	Luentopäiväkirjan teko oli hyvä

Taulukko 8: Vastauksia kysymykseen: "*Kuinka oppimistasi olisi voitu edistää enemmän?*".

	Vastaus
1	Olemalla aktiivisempi
2	Asiat olisi voinut käydä läpi hitaammin
3	Jos luennolla missasi jonkun asian (tai ei täysin ymmärtänyt) sitä oli todella vaikea selvittää jälkeenpäin. Parempi (selkeämpi) ja enemmän esimerkkejä sisältävä luentorunko ja enemmän esimerkkejä nettiin
4	Vähemmän iltaluentoja muissa aineissa. Lisää esimerkkejä luennolla
5	-
6	Käsittelemällä asioita enemmän ja laajemmin
7	Luentomoniste parempi
8	Omaa aktiivisuutta lisäämällä
9	konekirjoitettu selkeä moniste
10	Eipä juuri kuinkaan. Kaikki on tehty Maijan osalta. Itsellä on loppuoppiminen edessä
11	Kertaamalla enemmän
12	Lähinnä itsestäni kiinni enää ;)
13	Laskemalla enemmän tehtäviä, mutta koska on paljon muitakin aineita, ei siihen olisi ollut aikaa
14	Lisäämällä vuorokauteen n. 6 h lisää
15	-
16	Hidastamalla tahtia. Olit vähällä pudota tai melkein putosit vanhaan ansaan etenemään lahjakkaimpien tahdissa
17	-
18	Laskuharjoituksia enemmän!
19	Parempi pruju
20	Eipä juuri mitenkään, hyvä näin.
21	Ei mitenkään
22	Parempi luentomoniste, ehkä kirja jossa harjoitustehtäviä
23	-
24	-
25	Lisäämällä omaa aktiivisuutta
26	-
27	Olisi heti alussa tullut selville, että luentopäiväkirjan tekstiä korkeintaan 2 sivua tekstiä
28	-
29	Jos olisi ollut kirja ja enemmän harjoitustehtäviä. Esim tehtävät ja vastaukset nettiin
30	Enemmän esimerkkejä luentomonisteessa
31	-
32	Enemmän esimerkkejä
33	Olisin varmaan voinut olla aktiivisempikin
34	-
35	Olisin voinut tehdä ahkerammin harkkoja
36	Muuttamalla korpeen, ei olisi muuta tekemistä
37	-
38	-
39	-
40	Pakko tehdä harjoituksia
41	Olisin ahkeroinut enemmän
42	Ei mitenkään
43	-
44	-
45	Oma aktiivisuus

Taulukko 9: Vastauksia kysymykseen: "*Mitkä asiat eivät edistäneet oppimista tai mikä meni pieleen?*".

	Vastaus
1	-
2	Asiat käytiin liian nopeasti.
3	Opiskelun ulkopuoliset kiireet, joskus luentoja/harjoituksia päällekkäin, laiskuus
4	Kurssin loppuvaiheilla joidenkin asioiden käsittelyä nopeutettiin. Sisältö hieman liian laaja
5	Luentomoniste oli epäselvä. Aamuluennot 8-10, ajatus ei yksinkertaisesti luista, vaikka sen voitelisi useaan otteeseen kahvilla
6	Nopea eteneminen
7	-
8	Päällekkäisyys muiden kurssien kanssa
9	-
10	-
11	Pieleen meni se, että en juurikaan osallistunut aktiivisesti laskuharjoituksiin
12	Ei jäänyt tästä mitään erityistä mieleen
13	-
14	-
15	-
16	Ihmeellinen "hötkyily"ja asiasta toiseen pomppiminen luennoilla.
17	-
18	Luentopäiväkirjan aloittaminen jäi hieman viime tinkaan; sitä tehdessä olisi voinut oppia ja sisäistää asiat jo huomattavasti aiemmin
19	Huonot ajankohdat, päällekkäisyydet
20	Ei tule mitään mieleen
21	Luentomoniste sinällään
22	Luennolla höpöttäjät ei juuri auttaneet oppimista (höpinöinti oli kyllä onneksi vähäistä)
23	-
24	-
25	-
26	-
27	Ks. edellinen kohta
28	-
29	Kotona opiskelu on hyödyllistä
30	Luentopäiväkirja
31	-
32	-
33	Luentopäiväkirjakokeilu oli uutta, varmaan jää tekemättä
34	-
35	-
36	Oma-aloitteisuus
37	-
38	Motivaation puute
39	-
40	-
41	Liian vähän luin
42	-
43	-
44	-
45	minä itse

Taulukko 10: Vastauksia kysymykseen: "*Jos et osallistunut kaikille luennoille tai harjoituksiin, niin mikä siihen oli syynä?*".

	Vastaus
1	en oikein muista, mutta harmitti, jos en päässyt
2	Krapula
3	Osa harjoitusten tehtävistä voitaisiin tehdä itse harj.tilaisuudessa. Esimerkkejä enemmän saataville, luennoilla ei kaikkea voi kirjoittaa muistiin
4	-
5	Sairaus, stressi, kidnappaus
6	-
7	-
8	Päällekkäiset luennot/harjoitukset
9	2h jäi luennoista väliin, koska unohdin ajankohdan
10	Osallistuin kaikkiin harjoituksiin. Luennoista osa jäi väliin päällekkäisten luentojen ja palkkatöiden takia
11	Motivaation puute
12	-
13	-
14	työeste
15	useammat luennot/harjoitukset samaan aikaan
16	Osallistuin kaikille luennoille ja harjoituksiin
17	Päällekkäisyys muiden harj. kanssa
18	-
19	Muut kurssit
20	Kaksi luentoa jäi väliin. Lusmuilin kotona.
21	-
22	-
23	Päällekkäiset kurssit
24	-
25	-
26	-
27	-
28	Oma laiskuus
29	-
30	-
31	-
32	-
33	Laiskuus ja kun sai maistaa ensimmäisen kerran sitä akateemista vapautta
34	Laiskuus
35	-
36	Osallistuin kaikkiin
37	-
38	-
39	Olin yleensä silloin vanhempien luona käymässä mutta yleensä olin paikalla
40	Flunssa/väsy
41	Motivaation puute
42	Harrastus
43	Väsymys, nukuin
44	-
45	Muutama luento jäi väliin menojen takia. pidin kurssia yleensä tärkeimpänä

Taulukko 11: Vastauksia kysymykseen: "*Miten muuten tätä opintojaksoa voisi kehittää?*".

	Vastaus
1	Voisi lopuksi olla harjoitus, jossa kaikista alueista tehtäviä. Kertausta koetta varten
2	Harjoituksissa käymisestä rahapalkkio
3	Luennoitsija oli mukava ja tuntui osaavan asiansa. Kurssin aihe ehkä vähän vaikea. Monet asiat mentiin liian nopeasti läpi.
4	Luentomoniste uusiksi
5	Luentomonisteen voisi uudistaa/puhtaaksikirjoitus
6	Enemmän käytännönläheisiä esimerkkejä
7	Arvioitavan luentopäiväkirjan voisi jättää pois
8	Luentorunko uusiksi
9	-
10	Tenttiin laskarihyvitykset mukaan, myös niille jotka eivät tehneet luentopäiväkirjaenttiä
11	Järjestämällä kertausluentoja
12	Minä olen tyytyväinen nykyiseen
13	-
14	Ei ole paljon paranneltavaa
15	Luentomoniste hieman epäselvä, koska se on käsin kirjoitettu
16	Ehdottomasti hitaampi tahti luennoilla! Luentorungon on oltava selkeä, vähemmän johdattelua, enemmän oikeita esimerkkejä
17	Järjestettäisiin vapaaehtoisia laskuharjoitusten harjoituksia, joissa voisi itsenäisesti laskea lh-tehtäviä ja tarvittaessa voisi kysyä apua. (Monesti koko laskun idean ymmärtäminen on pienen pienestä vinkistä kiinni)
18	-
19	-
20	Ei tule mitään muuta mieleen kuin se, että luentorungon joku voisi kirjoittaa paremmalla käsialalla uudestaan. Ei sekään ole suuri haitta.
21	Pitäkää luentopäiväkirja mukana. Auttaa.
22	Luentomonisteen selventäminen tai kirja
23	-
24	-
25	-
26	-
27	Luentomonisteesta paranneltu versio
28	Jos joku viitsisi kirjoittaa sen luentorungon koneella
29	-
30	Enemmän laskuharjoituksia
31	-
32	Ehkä tukiopetusta niitä tarvitseville
33	Kokonaisuutena tämä kurssi on jo aivan hyvä
34	-
35	Olin laiska
36	eipä tule mitään mieleen.
37	Luentorunko voisi olla selkeämpi
38	OK
39	-
40	-
41	En tiedä
42	-
43	-
44	-
45	-

Taulukko 12: Vastauksia vapaamuotoiseen kommenttiin.

	Vastaus
1	Mukava kurssi, ei liian vaikeaa matematiikkaa, monipuolista asiaa
2	Prosessoritehoni ei riitä niin nopeaan kalvojen vaihtumiseen. Luentomoniste olisi ollut selkeämpi koneella kirjoitettuna. Kurssin alussa pitäisi olla pakollisena helppoja kotitehtäviä, jotta saisi itseään niskasta kiinni.
3	-
4	Luennoitsija oli mukava ja tuntui osaavan asiansa. Kurssin aihe ehkä liian vaikea. Monet asiat mentiin hieman liian nopeasti läpi.
5	Alkuun oli ennakkoluuloja luennoitsijaa kohtaan nuoruutensa vuoksi, ne osoittautuivat vääriksi. Hänen työmoraalinsa ja motivaationsa, sekä pätevyytensä olivat todella positiivinen, ehkä jopa motivoiva yllätys. Suurkiitokset!
6	-
7	Kurssi ei vastannut odotuksiani-> vaan ylitti ne olemalla jotain ihan muuta kuin "harmaata kaavojen avaruutta". Helppo kurssi, motivoi eteenpäin!
8	Vapaa liikkuminen eri harj.ryhmien välillä auttoi paljon, koska muutoin olisi jäänyt parit harjoitukset käymättä
9	Maija, pidin pirteästä tyylistäsi pitää tämä kurssi. Jatka samaan tyyliin. Tiesitkö, että muistutat Heikoin Lenkki Ũohjelman juontajaa. Odotin jo muutaman kerran, että sanot maagiset sanat: "Sinä olet tämän kierroksen heikoin lenkki, hyvästi".
10	Maija Marttila-Kontio voisi jatkossakin pitää tätä kurssia. Hänellä on hyvä opetustapa ja asenne opettamiseen. Erinomaista työtä. Toivottavasti opetat muitakin kursseja.
11	-
12	Oikein onnistunut kokonaisuus! Tällaisia yliopiston kaikkien kurssien pitäisi olla!
13	Erittäin mielenkiintoinen kurssi ja hienoa, että käytiin läpi paljon esimerkkejä. Luentopäiväkirjasta en tiedä onko sen tekeminen niin kovin hyvä asia, koska sen tekeminen on todella stressaavaa (varsinkaan kun ei tiedä minkälainen se olisi pitänyt olla) Mutta tuleepahan väkisin opittua/luettua nämä asiat.
14	Erinomainen opettaja; looginen eteneminen hyvä, "kansantajuinen", käytännönläheiset esimerkit auttoivat oppimista. Kiitos!
15	-

Taulukko 13: Vastauksia vapaamuotoiseen kommenttiin.

	Vastaus
16	Jos todella olet näin kiinnostunut omasta opetustyylistäsi, niin tässä jotain: miksi luennoilla moinen kiire? Jos asiaa on paljon, miksi luentoja ei ole enemmän? Esim. Kahdesta ensimmäisestä luennosta voisi hyvin tehdä pakollisia, joilla kerrottaisiin selkokielellä missä ja milloin tulemme kurssilla käsiteltäviä asioita tarvitsemaan, mihin niitä voi soveltaa? Ei niin, että niitä ripotellaan kurssin aikana kun osallistuminen ei ole enää pakollista! Ja tuo "käsi ylös joka tietää nyt, mikä on (esim.) differenssiyhtälö?"Ũmetodi on minusta vähintäänkin kyseenalainen, tämähän on yliopito! Sivuillasi toteat matematiikan sisäistämisen tapahtuvan yksilöllisellä nopeudella.
17	Luentomoniste oli harvinaisen käyttökelvoton itseopiskelun tai muunkaan kannalta
18	Laaja sisältö, alun asiat ovat jo ehtineet unohtua (välikokeet?). Ihan mukava kurssi ja kärsivällinen opettaja
19	Pruju huono
20	Positiivinen tunne jäi, koska osasin asiat paremmin kuin alussa kuvittelin. Laskuharjoitusten kautta tuli opittua aika mukavasti. Luennolla käytiin asiat läpi sopivaan tahtiin ja luennoija oli erittäin hyvä.
21	Hyvä kurssi. Toivottavasti pääsee eka yrittämällä läpi.
22	Kurssi oli erittäin mielenkiintoinen. Jos en pääse läpi käyn sen uudestaan.
23	Varsin onnistunut kurssi
24	-
25	Ihan hyvä kurssi, paljon mielenkiintoisia asioita
26	-
27	-
28	Normaalissa tentissä on vähän rangaistuksen makua, miksei lh:sta tässä tapauksessa saa hyvitystä vaikka luentopäiväkirjan tekijät saavat?
29	-
30	Ei uskoisi helpoimmaksi kurssiksi
31	-
32	Hyödyllinen!
33	Ihan asiallinen, ehkä turhan topakka 1. yliopiston matematiikan kurssiksi (joiltain osin ainakin)
34	-
35	-
36	-
37	-
38	-
39	-
40	Hyvä kurssi, ei edes vaikeaa matematiikkaa.
41	Ihan OK
42	-
43	-
44	-
45	Toimi hyvänä lähtölaukauksena kohti yliopiston matematiikkaa

Liite 4. Ohjeita oppimispäiväkirjan tekemiseksi

Oppimispäiväkirjan tekemistä voidaan kutsua kirjoitusprosessiksi, joka auttaa jäsentämään ja kertaamaan opittuja asioita, auttaa selvittämään vaikeat ja epäselvät asiat, kehittää muistiinpanotekniikkaa ja toimii hyvänä palautekanavana opettajalle.

Miten oppimispäiväkirjaa kirjoitetaan?

Oppimispäiväkirjassa opiskelija tarkastelee omaa oppimistaan. Siinä opiskelija esittää, mitä uutta oppi, mitkä asiat jäivät epäselviksi sekä pohtii omien oppimistavoitteidensa toteutumista. Erityisen tärkeää on kuvata omia ahaa-elämyksiä tai oivalluksia ja tunnistaa niihin johtaneita virikkeitä. Parhaimmillaan luentopäiväkirjat sisältävät samoja asioita kuin oppimispäiväkirjatkin.

Kun kirjoitat oppimispäiväkirjaa:

- Kirjoita tietokoneella, kirjoituskoneella tai selvällä käsialalla päiväkirjan sivuja.
- Yritä kirjoittaa säännöllisesti, ainakin yhden kerran viikossa.
- Aloita jokainen teksti uudelta sivulta ja päivää se.
- Tekstien ei välttämättä tarvitse keskittyä juuri kyseisen viikon aihee-

seen, voit pohdiskella yhtä hyvin asioita, jotka ovat tulleet esille aikaisemmin.

- Painota kurssilla oppimiasi teorioita ja esimerkkejä sekä tarkastele kokemuksiasi suhteessa niihin. On liian helppoa täyttää päiväkirjan sivuja yksityiskohtaisilla kertomuksilla omista kokemuksistaan ? niiden käsitteellinen analyysi on paljon vaikeampaa.
- Kirjoita selkeästi. Vältä pintapuolisia kommentteja. Yritä käsitellä monia kurssilla esiin tulleita käsitteitä samassa tekstissä, jos se luonnistuu.

Mitä hyötyä oppimispäiväkirjasta on opinnoissa?

Ihmisen tarkkavaisuus ja muisti ovat rajallisia, eikä tiedon muistiin palauttaminenkaan aina onnistu parhaalla mahdollisella tavalla. Tutkimukset ovatkin osoittaneet, että tiedonkäsittely ja muistaminen ovat sitä syvempää, mitä enemmän havaitsemisen ja tiedonhankinnan yhteydessä tapahtuu merkitysten analyysiä ja prosessointia. (Hakkarainen ym. 1999.) Toisin sanoen muistaminen riippuu siitä, miten paljon opittavaa tietoa muokataan ja käsitellään. Tähän oppimispäiväkirja on oivallinen väline.

Ohjeet oppimispäiväkirjan tekoon Tietokonejärjestelmien kurssilla 2004

1. Ennen kurssin alkua kirjaa opintopäiväkirjaan:
    - Mitä tiedät kurssin aihealueista?
    - Millaisia tavoitteita sinulla on kurssista?
    - Mitä minun pitäisi oppia tästä aihekokonaisuudesta?
    - Mitä haluaisin oppia tästä aihekokonaisuudesta (esim. missä tehtävissä tarvitsen ko. asiaa?)
    - Mitä asiasisältöjä/taitoja tulisi kuulua tähän aihepiiriin?

- Miten tärkeänä pidän aihepiiriä? Miksi?

2. Kunkin luentokerran jälkeen / kerran viikossa pohdiskele:

   - Luennon sisällön pääkohdat (ei referaattia luennosta)
   - mitkä asiat olivat uusia?
   - mitkä asiat tiesit tai hallitsit jo aikaisemmin?
   - mitkä asiat olivat vaikeita ja jäivät epäselviksi?
   - mistä asioista olit eri mieltä?
   - Miten minä opiskelen? Millaisia opiskelutapoja minulla on?
   - Opettelenko asioita ulkoa?
   - Mietinkö lukiessani, mitä mieltä itse olen asiasta?
   - Löydänkö yhteyksiä aiempiin tietoihini, kokemuksiini ja muihin asioihin?
   - Pyrinkö hahmottamaan suurempia kokonaisuuksia, joihin asia liittyy?
   - Saavutanko tavoitteeni eli opinko tehokkaasti käyttämilläni opiskelutavoilla?
   - Tulisiko minun pyrkiä muuttamaan opiskelutapojani? Miksi ja millaiseen suuntaan?
   - Milloin opiskelen? Tee vaikka "lukujärjestys", montako tuntia viikossa ja milloin opiskelet. Laita myös asiat "tärkeysjärjestykseen": joudutko kenties luopumaan esim. jostakin harrastuksestasi ehtiäksesi opiskelemaan?
   - Missä opiskelen? Onko minulla oma huone/tila, jonka voin tarvittaessa rauhoittaa muulta perheeltä?
   - Mitä opin tänään lukemastani/kuulemastani?
   - Missä asiassa tarvitsen vielä opettajan tukea ja ohjausta?

3. Kurssin jälkeen kirjaa opintopäiväkirjaan:

- Miten saavutit asettamasi tavoitteet?
- Muutinko opiskelutottumuksiani? Jos muutin, niin miten?
- Miten opiskelutavan muutokset näkyivät oppimisessa?
- Mitä opin tällä kurssilla? Mitkä olivat ne asiat, jotka todella jäivät mieleeni tästä kurssista?
- Mistä asiasta haluaisin vielä lisätietoa?

Oppimispäiväkirjat ovat henkilökohtaisia eikä niitä näytetä muille kuin erikseen sovittaessa. Opettaja antaa palautetta oppimispäiväkirjassa esiin tulleisiin kysymyksiin mahdollisuuksien mukaan myös henkilökohtaisesti.

Liite 5. Tietokonejärjestelmät-kurssilla käytetty opintojakson arviointilomake

OPINTOJAKSON ARVIOINTI

KUOPION YLIOPISTO/ Tietojenkäsittelytieteen laitos.

Opintojakso:___________ Päiväys: _______________ Koulutusohjelmasi:________________

Arvioi jokainen kohta ympäröimällä mielestäsi sopivin vaihtoehto.
Prosenttiasteikolla rastita tai ympyröi sopiva kohta (HUOM: *Sopivan kohdan ei tarvitse välttämättä sijaita numeron kohdalla*).

1. LUENNOT

Läsnäolosi % :	0____________	25__________	50____________	75__________	100
Luentojen määrä:	liian vähän		sopivasti		liian paljon

2. HARJOITUKSET

Läsnäolosi % :	0____________	25__________	50____________	75__________	100
Harjoituksia:	liian vähän	hieman vähän	sopivasti	hieman liikaa	liian paljon
Oma aktiivisuus:	passiivinen	hieman aktiivi	melko aktiivi	aktiivinen	erittäin aktiivinen

3. VUORO-/YHTEISVAIKUTUS

Vuorovaikutus: 1. huono 2. hieman huono 3. hyvä 4. oikein hyvä 5. erinomainen

- Arvioi, MISSÄ MÄÄRIN kukin seuraavista TEKI PARHAANSA edistääkseen kurssin sisällön oppimista:

Luennoija:	1. niukasti 2. melko niukasti 3. keskimääräisesti 4. paljon 5.erittäin paljon
Harjoitusten pitäjä:	1. niukasti 2. melko niukasti 3. keskimääräisesti 4. paljon 5.erittäin paljon
Sinä itse:	1. niukasti 2. melko niukasti 3. keskimääräisesti 4. paljon 5.erittäin paljon

Jos yllämainittujen panostuksessa oli toivomisen varaa, mistä se voisi johtua, ja mitä asialle voisi tehdä?

____

____

- Arvioi, KUINKA HYVIN kukin seuraavista ONNISTUI yrityksessään edistää kurssin sisällön oppimista:

Luennoija:	1. huonosti 2. melko huonosti 3. melko hyvin 4. hyvin 5. erittäin hyvin
Harjoitusten pitäjä:	1. huonosti 2. melko huonosti 3. melko hyvin 4. hyvin 5. erittäin hyvin
Sinä itse:	1. huonosti 2. melko huonosti 3. melko hyvin 4. hyvin 5. erittäin hyvin

Jos jotkut yllämainituista olisivat voineet onnistua yrityksessään paremminkin, niin mistä asia saattaisi johtua, ja mitä sille voisi tehdä?

____

____

4. LUENTOMATERIAALI

Selkeys ja ymmärrettävyys:	1. huono 2. hieman huono 3. hyvä 4. oikein hyvä 5. erinomainen
Käyttökelpoisuus:	1. huono 2. hieman huono 3. hyvä 4. oikein hyvä 5. erinomainen
Laajuus:	1. suppea 2. hieman suppea 3. sopiva 4. melko laaja 5. liian laaja

Jos luentomateriaali ei ollut mielestäsi tarpeeksi hyvä, etsitkö *vaihtoehtoisia tiedonlähteitä* ja jos etsit, niin mitä?

____

____

5. KURSSIN KOKONAISUUS: 1.välttävä 2. tyydyttävä 3.melko hyvä 4. hyvä 5. erinomainen

KÄÄNNÄ→

6. OMA OPPIMINEN

Mitä asioita opin? Mikä oppi jäi kurssista päällimmäisenä mieleen?

Mitkä asiat olivat ennestään tuttuja?

Mitkä asiat jäivät oppimatta?

Mitkä asiat auttoivat sinua oppimaan tai "toimivat hyvin"?

Kuinka oppimistasi olisi voitu edistää enemmän?

Mitkä asiat eivät edistäneet oppimista tai mikä meni pieleen?

Jos et osallistunut kaikille luennoille tai harjoituksiin, niin mikä siihen oli syynä?

Miten muuten tätä opintojaksoa voisi kehittää?

Vapaamuotoinen kommenttisi tästä kurssista:

Liite 6. Optinen kommunikaatio -kurssin arviointilomake

OPINTOJAKSON ARVIOINTI

KUOPION YLIOPISTO/ Tietojenkäsittelytieteen laitos.

Opintojakso:___________ Päiväys: _______________ Koulutusohjelmasi:________________

Arvioi jokainen kohta ympäröimällä mielestäsi sopivin vaihtoehto.
Prosenttiasteikolla rastita tai ympyröi sopiva kohta (HUOM: *Sopivan kohdan ei tarvitse välttämättä sijaita numeron kohdalla*).

1. LUENNOT

Läsnäolosi % : **0____________25____________50____________75____________100**

Luentojen määrä: liian vähän sopivasti liian paljon

2. HARJOITUKSET

Läsnäolosi % : **0____________25____________50____________75____________100**

Harjoituksia:	liian vähän	hieman vähän	sopivasti	hieman liikaa	liian paljon
Oma aktiivisuus:	passiivinen	hieman aktiivi	melko aktiivi	aktiivinen	erittäin aktiivinen

3. VUORO-/YHTEISVAIKUTUS

Vuorovaikutus: 1. huono 2. hieman huono 3. hyvä 4. oikein hyvä 5. erinomainen

- Arvioi, MISSÄ MÄÄRIN kukin seuraavista TEKI PARHAANSA edistääkseen kurssin sisällön oppimista:

Luennoija:	1. niukasti	2. melko niukasti	3. keskimääräisesti	4. paljon	5.erittäin paljon
Harjoitusten pitäjä:	1. niukasti	2. melko niukasti	3. keskimääräisesti	4. paljon	5.erittäin paljon
Sinä itse:	1. niukasti	2. melko niukasti	3. keskimääräisesti	4. paljon	5.erittäin paljon

Jos yllämainittujen panostuksessa oli toivomisen varaa, mistä se voisi johtua, ja mitä asialle voisi tehdä?

____

____

- Arvioi, KUINKA HYVIN kukin seuraavista ONNISTUI yrityksessään edistää kurssin sisällön oppimista:

Luennoija:	1. huonosti	2. melko huonosti	3. melko hyvin	4. hyvin	5. erittäin hyvin
Harjoitusten pitäjä:	1. huonosti	2. melko huonosti	3. melko hyvin	4. hyvin	5. erittäin hyvin
Sinä itse:	1. huonosti	2. melko huonosti	3. melko hyvin	4. hyvin	5. erittäin hyvin

Jos jotkut yllämainituista olisivat voineet onnistua yrityksessään paremminkin, niin mistä asia saattaisi johtua, ja mitä sille voisi tehdä?

____

____

4. LUENTOMATERIAALI

Selkeys ja ymmärrettävyys:	1. huono	2. hieman huono	3. hyvä	4. oikein hyvä	5. erinomainen
Käyttökelpoisuus:	1. huono	2. hieman huono	3. hyvä	4. oikein hyvä	5. erinomainen
Laajuus:	1. suppea	2. hieman suppea	3. sopiva	4. melko laaja	5. liian laaja

Jos luentomateriaali ei ollut mielestäsi tarpeeksi hyvä, etsitkö *vaihtoehtoisia tiedonlähteitä* ja jos etsit, niin mitä?

____

____

5. KURSSIN KOKONAISUUS: 1.välttävä 2. tyydyttävä 3.melko hyvä 4. hyvä 5. erinomainen

KÄÄNNÄ→

6. OMA OPPIMINEN

Mitä asioita opin? Mikä oppi jäi kurssista päällimmäisenä mieleen?

Mitkä asiat olivat ennestään tuttuja?

Mitkä asiat jäivät oppimatta?

Mitkä asiat auttoivat sinua oppimaan tai "toimivat hyvin"?

Kuinka oppimistasi olisi voitu edistää enemmän?

Mitkä asiat eivät edistäneet oppimista tai mikä meni pieleen?

Jos et osallistunut kaikille luennoille tai harjoituksiin, niin mikä siihen oli syynä?

Miten muuten tätä opintojaksoa voisi kehittää?

Mielipiteesi käytettyjen simulaattoreiden käytöstä opetuksessa, edistivätkö oppimista, miten?

Mielipiteesi tehtävien jaosta vasta harjoitustilaisuuden alussa:

Vapaamuotoinen kommenttisi tästä kurssista: