



YKSILÖLLINEN OPETUS JA ITSEARVIOINTI OSANA YLIOPISTOMATEMATIIKAN OPINTOJAKSON SUORITUSTA

Juha Erämaa, Terhi Kaarakka ja Tapio Elomaa

Tampereen yliopisto

TIIVISTELMÄ

Eriyttämisen tarve ja sähköisten oppimisympäristöjen antama tuki ovat suunnanneet yliopistojen opintojaksojen käytännön järjestelyjä kohti sulautuvaa oppimista ja opetusta. Toisaalta työelämä tarvitsee oppimiskykyisiä ammattilaisia erilaisiin toimiin. Itsearviointi on yksi oppimiskykyä vahvistava työelämätaito. Teimme Tampereen teknillisellä yliopistolla opetuskokeilun, jossa edellä mainitut asiat yhdistettiin. Opiskelijat tekivät itsenäisesti sähköisestä materiaalista muodostetun oppimiskokonaisuuden, jossa eritasoisilla monipuolisilla sähköisillä tehtävillä ja itsearvioinnilla pyrittiin syvällisempään oppimiseen. Artikkelissa on kuvattu tutkimusta ja siitä saatuja alustavia positiivisia tuloksia. Tutkimukseen osallistui 62 opiskelijaa kurssiin 163:sta osallistujasta. Tutkimusaineiston kysymykset olivat osana oppimiskokonaisuuden tehtäviä.

JOHDANTO

Tietotekniikan sovellusten arkipäiväistyminen on muokannut yhteiskuntaa monella tavoin. Tämä näkyy sekä työelämässä että enenevässä määrin myös työhön tarvittavien taitojen hankintavaiheessa. Tästä johtuen valtiovalta Suomessa on sisällyttänyt sähköisten välineiden opetuskäytön keskeisimpiin koulutuksen kehittämiskohteisiin. Uusi *Lukion opetussuunnitelman perusteet* ja siihen liittyvä ylioppilaskirjoitusten sähköistyminen ovat tästä hyviä esimerkkejä (Opetushallitus, 2015). Myös korkeakouluissa opetus on siirtymässä voimakkaasti tietoteknisiä apuvälineitä hyödyntäväksi, jopa niinkin perinteisessä aineessa kuin matematiikassa.

Tietotekniikan ja sähköisten oppimateriaalien hyödyntäminen opetuksessa on yhtenä mahdollistajana, kun oppijakeskeistä lähestymistapaa vahvistetaan matematiikan opiskelussa. Oppiminen on yksilöllinen ominaisuus ja eri ihmisillä menee erilaisia asioita oppiessaan eri määrä aikaa. Yhdellä opiskelijalla voi olla valmiiksi kattava pohjatietämys opiskeltavasta asiasta, kun taas toinen opiskelija

aloittaa opiskelunsa alkeista. Aiemmin hankitun osaamisen lisäksi eri ihmisten opiskelutyylit poikkeavat toisistaan. Osa opiskelijoista opiskelee suoraviivaisesti annettujen ohjeiden mukaan, kun taas osa haluaa pohtia asiaa syvällisemmin ja pidempään, sekä palata siihen vielä uudelleen. Myös opiskelun ajankohta ja paikka voivat vaikuttaa voimakkaasti opiskelijan kykyyn oppia, sillä niillä on vaikutusta mielentilaan ja motivaatioon. Jokaiselle oppijalle on kuitenkin hyödyksi pystyä pohtimaan omaa oppimistaan. Voidaankin perustellusti sanoa, että itsereflektointi parantaa oppimistuloksia sekä työn alla olevassa oppiaineessa että myös myöhemmissä opinnoissa. Tällöin itsereflektointi voidaan ajatella opiskelijan opiskelutaidoksi. Itsereflektoinnin käyttöön ottaminen opiskelijan pysyväksi välineeksi ei kuitenkaan ole yksinkertaista (Andrade & Du, 2007; Walsler, 2009; Ćukušić, Garača & Jadrić, 2014; Desrochers, Zhang, Caron & Steinmiller, 2018).

TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Sulautettu opetus

Eräs lähestymistapa tietoteknisten sovellusten hyödyntämiseen oppimisessa ja opetuksessa on *sulautettu opetus* (Blended Learning). Tässä oppimisfilosofian muodossa perinteistä, opettajan johdolla tapahtuvaa opetusta tukevat tietotekniikan mahdollistamat itsenäiset oppimisen tavat. Käytännössä tämä voi tarkoittaa itsenäisesti suoritettua osaa opintojaksosta tai -kokonaisuudesta, johon kuitenkin saa tarvittaessa opettajan tukea.

Sulautetussa opetuksessa keskiöön nousee perinteisen opettajajohtoisen *opetuksen* sijaan opiskelijakeskeinen *oppiminen*. Tästä johtuen opiskelijoiden motivaatio opiskelua kohtaan kasvaa. Tämä toteutuu sekä opinnoissaan hyvin menestyneillä että heikommin opinnoissaan pärjänneillä (Hubackova & Semradova, 2016; Stockwell, Stockwell, Cennamo & Jiang, 2015). On mahdollista, että sulautettu opetus menetelmänä luo opiskelijoille syvempää ymmärrystä opiskeltavasta aiheesta. Tämän voi perustella sillä, että tällöin opiskelijalla on mahdollisuus itse valita, kuinka paljon aikaa ja muita resursseja käyttää oppimiseensa ja asian syvälliseen ymmärtämiseen. Tämä mahdollistaa opiskelijalle voimakkaan itsenäisyyden tunteen, joka on omiaan kantamaan opintoja myös opintojakson suorituksen jälkeen eteenpäin (López-Pérez, Pérez-López & Rodríguez-Ariza, 2011).

Sulautetun opetuksen on havaittu vähentävän merkittävästi opintojen keskeyttäneiden opiskelijoiden määrää (López-Pérez ym., 2011; Boyle, Bradley, Chalk, Jones & Pickard, 2003). Toisaalta hyvin toteutettu sulautettu opetus antaa myös niille opiskelijoille, jotka pyrkivät oppimaan asian syvällisemmin kuin opettaja vaatii, mahdollisuuden toteuttaa itseään. Sulautetun opetuksen toteuttaminen vaikuttaa tukevan sekä niitä opiskelijoita, joille opiskeleminen on vaivatonta että niitä, joilla yksittäisen opintojakson läpäiseminen saattaa aiheuttaa melkoisia haasteita (Hubackova & Semradova, 2016; Stockwell ym., 2015; Boyle ym., 2003).

Itsearviointi

Arvioinnin eräänä tavoitteena tulisi kannustaa opiskelijaa asettamaan omia oppimistavoitteitaan, valitsevan sopivia työkaluja ja työtapoja niihin päästäkseen, sekä osaavan määrittellä itse oman oppimisensa laatua. (Opetushallitus, 2015). Tähän voidaan päästä itsearvioinnin avulla.

Itsearvioinnilla tarkoitetaan tilannetta, jossa opiskelija asettaa itsellensä oppimistavoitteita, sekä tunnistaa ja analysoi opiskeluprosessinsa laatua ja tuloksia (Andrade & Du, 2007; Desrochers ym., 2018). Itsearvioinnissa opiskelija integroituu osaksi arviointiprosessia (Crisp, 2012) ja ottaa siinä aktiivisen roolin (Desrochers ym., 2018).

Itsearviointia on tarkasteltu yhä enenevässä määrin korkeakouluissa, joissa oppimisen itsearvioinnin hyötyjä on pyritty selvittämään erilaisten tutkimusten muodossa. Näissä tutkimuksissa on toistuvasti havaittu itsearvioinnin parantavan opiskelijoiden kyvykkyyttä selvitä tulevista haasteista sekä tulevista opinnoista että monipuolisessa työelämässä. Tutkimusten perusteella voidaan itsearvioinnin sanoa olevan jo itsessään hyödyllinen taito (Ćukušić ym., 2014; Falchikov & Boud, 1989; Walser, 2009).

Sen lisäksi, että itsearviointi on jo itseisarvona hyödyllinen, niin myös sen hyötyä oppimistuloksissa on tutkittu. Opintojaksojen suorittamista tarkastelevissa tutkimuksissa on havaittu, että oppimistulosten ja itsearvioinnin välillä on yhteys. Oppimistulosten paranemisen lisäksi itsearviointi tekee opiskelusta mielekkäämpää ja vähentää suoritukseen liittyvää stressiä (Andrade & Du, 2007; Ćukušić ym., 2014). Itsearvioinnilla ei kuitenkaan ole mahdollista kokonaan korvata opettajalta saatua palautetta (Desrochers ym., 2018). Opiskeltavan asian osaamisen, iän ja kokemuksen tuoman varmuuden sekä opintojen yleisen pidemmälle edenneisyyden on havaittu vaikuttavan positiivisesti itsearvioinnin tarkkuuteen (Falchikov & Boud, 1989; Desrochers ym., 2018). Itsearviointi voidaan ja se pitääkin nähdä enemmän oppimisvälineenä kuin arviointityökaluna (Andrade & Du, 2007). Itsearviointi auttaa opiskelijaa näkemään omia vahvuusalueitaan sekä heikkouksiaan, mistä on hyötyä niin opinnoissa kuin työelämässäkin (Walser, 2009). Eksaktit tieteet kuten luonnontieteet ja eritoten matematiikka soveltuvat parhaiten itsearvioinnin avulla suoritettuun oppimiseen (Falchikov & Boud, 1989).

Kielentäminen

Matematiikassa käytetty formaali kieli koetaan usein haastavaksi sisäistää. Tämän vuoksi matematiikan opiskelussa ja oppimisen itsearvioinnissa käytetään usein apuna *kielentämistä*. Se voi tarkoittaa matemaattisen vastauksen kertomista sanallisesti omalla äidinkielellään, kuvailemalla tai esittämällä. Myös matemaattisen kielen kääntäminen kirjallisesti luonnolliselle kielelle on kielentämistä (Linnumäki, 2015). Kielentäminen asettaa opiskelijan tilanteeseen, jossa hän joutuu jäsentämään ongelmanratkaisuaan. Jotta jäsentäminen onnistuisi, täytyy opiske-

lijän saada selkeä käsitys ongelmanratkaisun keskeisistä piirteistä. Sen selvittäminen syventää opiskelijan oppimista ja monipuolistaa hänen ajatteluaan ongelman ratkaisun suhteen. Tämän on tutkimuksissa havaittu saavan aikaan positiivisia oppimistuloksia (Joutsenlahti, 2003; Linnusmäki, 2015).

EMPIIRINEN TUTKIMUS

Sulautettuun opetukseen, kielentämiseen sekä itsearvioinnin vahvistamiseen oppimisessa pohjautuen toteutettiin tutkimus silloisessa Tampereen teknillisessä yliopistossa (TTY), nykyisessä Tampereen yliopistossa. Tutkimuksen voidaan sanoa olevan kaksihaarainen. Toisaalta tutkimme sitä, kuinka hyvin itsenäisesti suoritettava kielentämistäkin sisältävä oppimismoduuli myötävaikuttaa opintojakson läpäisyyn ja arvosanoihin, sekä tärkeimpänä tietenkin itse tarkasteltavan aiheen oppimiseen. Opiskelijat toivovat enenevässä määrin mahdollisuuksia ajasta ja paikasta riippumattomaan opiskeluun. Sulautuvan oppimisen mukaisesti verkossa tapahtuva opiskelu koetaan mielekkäänä tapana oppia. On kuitenkin tärkeää tietää, että oppimisen taso pysyy vastaavana kuin perinteisessä opiskelussa. Lisäksi opiskelijaa on pystyttävä tukemaan itsenäisessä opiskelussa. Tutkimuskysymyksen 1 avulla pyritään löytämään vastauksia edelle mainittuihin asioihin.

[TK1] Tutkimuskysymys 1: Kuinka itseopiskelumateriaalin avulla voi edistää matematiikan oppimista?

Toinen näkökanta on se, että tarkastelimme kuinka opiskelijat suhtautuvat oman oppimisensa arviointiin. Koska sulautetussa oppimisessa vastuu oppimisesta siirtyy enemmän opiskelijalle, niin opiskelijan olisi hyödyllistä reflektoida oppimistaan jo opiskelun aikana. Itsearvioinnilla pyritään siihen, että oppimista pohditaan oppimisprosessin aikana, jolloin itsearviointi toimii tärkeänä oppimisen elementtinä. Oppimismoduuliin rakennettiin kysymyksiä, joilla johdateltiin itsearviointiin ja oppimiensa asioiden sanoittamiseen eli kielentämiseen. On tärkeää saada tietää, oliko näillä elementeillä opiskelijoiden omasta mielestä merkitystä oppimisessa. Kokivatko he itsearvioinnilla ja kielentämisellä edesauttavana kurssin osaamistavoitteiden omaksumista? Auttoiko itsearviointi syvällisen oppimisen syntymisessä? Kokivatko opiskelijat yhden kurssin perusteella itsearvioinnin niin hyödylliseksi, että pohtivat sen käyttämistä myös jatkossa opintojensa niilläkin kursseilla, joilla sitä ei suoranaisesti vaadita? Toisen tutkimuskysymyksen tarkoitus on selvittää edellä mainittuja seikkoja.

[TK2] Tutkimuskysymys 2: Millaisen kokemuksen opiskelija saa hyödyntäessään itsearviointia oppimisessa?

Näihin ajatuksiin pohjautuen rakensimme TTY:llä osana melko perinteisesti toteutettua Algoritmimatematiikan opintojaksoa laskennan aikavaativuuksia käsittelevän kolmiosaisen oppimismoduulin, jota kokeiltiin keväällä 2018. Opintojaksolla käsitellään diskreetin matematiikan peruskäsitteitä ja funktiokäsitteen

sovelluksena opiskellaan funktioiden aikavaativuuksia. Opetus koostuu luennoista sekä jokaviikkoisista laskuharjoituksista ja sähköisesti arvioitavista STACK-tehtävistä. Sulautetun oppimisen tuloksien perusteella opintojakson osaksi otettu oppimismoduuli on sähköinen, Moodle-alustalla toimiva tehtäväkokonaisuus, kysymykset etenevät vaikeusjärjestyksessä. Kysymyksissä ei ollut rakennetta, joka neuvoisi opiskelijaa eteenpäin, vaan ajatuksena oli, että portaittain vaikeutuvien tehtävien avulla opiskelijaa ohjataan ajattelussaan. Esimerkeissä on nähtävillä, kuinka tämä idea on toteutettu. Jokaisessa oppimismoduulin osiossa vaaditaan tehtävien jälkeen ratkaisumallin tai ongelmakohtien kielenämistä. Tämän tarkoituksena on antaa opiskelijalle mahdollisuus miettiä, onko hän ymmärtänyt asian oikein. Lisäksi tämä mahdollistaa opiskelijalle oman oppimisensa jäsentämisen ja syventämisen (Joutsenlahti, 2003). Jokaisen osion lopussa opiskelija arvioi omaa osaamistaan ja koko moduulin päätteeksi opiskelijan tulee vielä pohtia omaa oppimistaan moduulia hyväksikäyttäen.

Opiskelija voi itsenäisesti valita milloin ja missä hän paneutuu oppimiseen oppimismoduulia hyödyntäen. Lisäksi opiskelija rakentaa itse itselleen ymmärryksen siitä, mitä hän on oppinut ja kielentää tarvittavan teorian. Aihekokonaisuuden jälkeen opiskelija arvioi oppimistaan sekä sanallisesti että taulukon avulla. Näiden kaikkien yhteisvaikutelmana pyritään yksilölliseen opiskeluun ja oppimiskokemukseen.

Toteutus

Varsinaisessa tutkimuksessa tarkasteltiin *kuinka itseopiskelumateriaalin avulla voi edistää matematiikan oppimista [TK1]*. Oppimistulosten arvioinnissa on käytössä perinteinen tentti. Vaikka jatkuva arviointi on yliopistoissakin lisääntynyt, oli tällä opintojaksolla vielä käytössä ainoastaan tentti, jonka pisteitä tosin pystyi korottamaan ahkeralla harjoitustehtävien tekemisellä. Opiskelijoita palkittiin myös oppimismoduulin tehtävien tekemisestä maksimissaan yhdellä tenttipisteellä. Opiskelijoilta pyydettiin suostumus tutkimukseen ja vaikka he olisivat siitä kieltäytyneet, heille olisi ansaitut pisteet annettu itseopiskelumoduulin teosta. Matematiikan oppimisen ja itseopiskelumateriaalin hyödynnettävyyden lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin *millaisen kokemuksen opiskelija saa hyödyntäessään itsearviointia oppimisessa [TK2]*. Tähän kysymykseen etsittiin vastauksia moduulissa olleista avoimista kysymyksistä, joihin opiskelijoita vaadittiin vastaamaan vähintään lyhyellä lauseella.

Tutkimus toteutettiin TTY:llä osana ensimmäiselle (tietotekniikan opiskelijat) tai toiselle opiskeluvuodelle (muut opiskelijat) suunniteltua matematiikan opintojaksoa keväällä 2018. Tyypillinen opintojakson suorittanut opiskelija oli ensimmäisen vuoden opiskelija, jolla on takanaan noin kolme opintojaksoa yliopistomatematiikkaa. Opintojakso ei ole pakollinen, mutta se ja jokin toinen opintojakso on valittava viidestä 5 opintopisteen opintojaksosta. Tutkimuksessa tarkasteltiin, kuinka onnistuneesti opiskelijat itseopiskelivat opintojakson tarkasti rajatun osan vapaaehtoisena oppimismoduulin avulla.

Teknisesti kyseinen moduuli toteutettiin sähköisenä, Moodle-alustalla toimivana tehtäväkokonaisuutena, jonka opiskelija kykeni suorittamaan mihin vuorokauden aikaan tahansa opintojakson jälkimmäisellä puoliskolla. Moduulin tarkoitus oli opettamisen lisäksi vahvistaa aloittelevien yliopisto-opiskelijoiden uskoa omaan oppimiseensa. Tästä johtuen moduulin kysymykset etenivät aihekohtaisesti vahvasti vaikeusjärjestyksessä. Ensimmäisten kysymysten vastaukset olivat melko suoraan nähtävissä, kun taas aiheen loppuosan kysymykset olisivat vaatineet asiaan perehtyneeltäkin jonkin verran työtä. Opiskeltavat aiheet liittyivät funktioiden aikavaativuuden teoriaan ja käytännön soveltamiseen. Aihe oli jaettu kolmeen eri osioon: Funktion asymptoottisen kertaluokan määrittämiseen, formaalien määritelmien tunnistamiseen sekä muodostamiseen ja funktion asymptoottisen kertaluokan määrittämiseen raja-arvotarkastelun avulla. Viimeisessä osiossa opiskelija joutui hieman kertaamaan jo edellisissä opintojaksoissa opittuja asioita, mm. keskeisessä roolissa olevaa L'Hospitalin sääntöä, jota raja-arvotarkasteluissa oli hyödynnettävä.

Esimerkit

Koska tehtävien asteittaisella vaikeutumisella ja tehtävissä olevalla säännön konstruoinnilla eli kielentämisellä pyritään ohjaamaan opiskelijan oppimista, jota tässä tutkimuksessa on tutkittu, niin seuraavana on kolme esimerkkiä oppimismoduulin tehtävistä sekä näihin esimerkkitehtäviin liittyvät kielentämis- ja itsearviointitehtävät. Esimerkkitehtävien avulla pyritään löytämään vastausta kysymykseen, pystytäänkö oppimista edistämään tämänkaltaisilla itseopiskelutehtävillä. Aiheena näissä tehtävissä on funktioiden asymptoottisen kertaluokan määrittäminen. Funktion T kanssa asymptoottisesti sama funktio kuuluu funktioiden joukkoon Θ . Tätä yleisesti merkitään, matemaattisesti hieman epätarkalla yhtäsuuruusmerkinnällä $T = \Theta(f)$. Koska tämä merkintätapa on alan yleinen käytäntö, niin samaa merkintää käytetään myös näissä tehtävissä. Merkintä tarkoittaa, että funktio f rajoittaa funktiota T sekä ylhäältä että alhaalta tietyn muuttujan arvon jälkeen. Funktiolle f voidaan siis löytää reaalityyppiset kertoimet c_1 ja c_2 , joille on voimassa, joille on voimassa, kaikille muuttujan n arvoille arvon n_0 jälkeen

$$c_1 f(n) \leq T(n) \leq c_2 f(n), \text{ kun } n \geq n_0.$$

Löytääksemme funktion T kanssa asymptoottisesti saman funktion f , joka kuuluu funktioiden joukkoon $\Theta(f)$, riittää huomata funktiosta T se termi, jonka muuttujaosa kasvaa kaikista nopeimmin. Tämä oli keskeinen opiskelijan oppimistavoite tutkimuksen ensimmäisessä osassa. Tehtävät oli laadittu vaikeusjärjestyksessä ja tavoitteena oli vahvistaa opiskelijan tunnetta oman oppimisensa hallinnasta.

Esimerkiksi otetuista tehtävistä ensimmäisessä oli vain kaksi vaihtoehtoa ja opiskelijalle riitti hyvin alkeellinen tieto funktioiden asymptoottisen kertaluokan määrittämisestä. Tässä tehtävässä myös virheellinen määrittelytapa, "valitse suurimman kertoimen omaava termi" tuotti oikean lopputuloksen.

Määritä funktion $T(n) = 0.01n + 100n^2$ asymptoottinen kertaluokka

Valitse yksi:

- $T(n) = \Theta(n)$
- $T(n) = \Theta(n^2)$

Kuva 1. Esimerkkitehtävä 1.

Helpoimman tapauksen jälkeen tehtävien vaikeustasoa kasvatettiin pienin askelin. Toisessa tehtävässä kertoimen tarkastelu tuotti jo väärän lopputuloksen. Muutaman tehtävän jälkeen funktiot eivät enää olleet puhtaita polynomifunktioita. Tämä vaati opiskelijaa muistelemaan aiemmin oppimiaan hieman haastavampia, muuttujan kasvunopeutta määrittäviä, matemaattisia ominaisuuksia, seuraavassa esimerkissä neliöjuurta.

Määritä funktion $T(n) = 99999\sqrt{n} + 100n + 0.001n^2$ asymptoottinen kertaluokka

Valitse yksi:

- $T(n) = \Theta(n^2)$
- $T(n) = \Theta(n)$
- $T(n) = \Theta(\sqrt{n})$

Kuva 2. Esimerkkitehtävä 2.

Tehtävien vaikeustason hiljalleen kasvaessa vaadittiin opiskelijalta myös hieman soveltamista. Seuraavan esimerkkitehtävän ratkaisuun vaadittava tieto löytyi joko palaamalla funktioiden kertolaskun ominaisuuksiin tai perehtymällä aiheesta löytyvään teoriaan tarkemmin. Murtopotenssien kertolaskujen mieliin palauttaminen oli todennäköisesti monelle tarpeen.

Olkoon funktiot $f(n) = n^3 + 2$ ja $g(n) = \sqrt{n} + \log n$. Määritä funktioiden tulon $f(n) * g(n)$ asymptoottinen kertaluokka

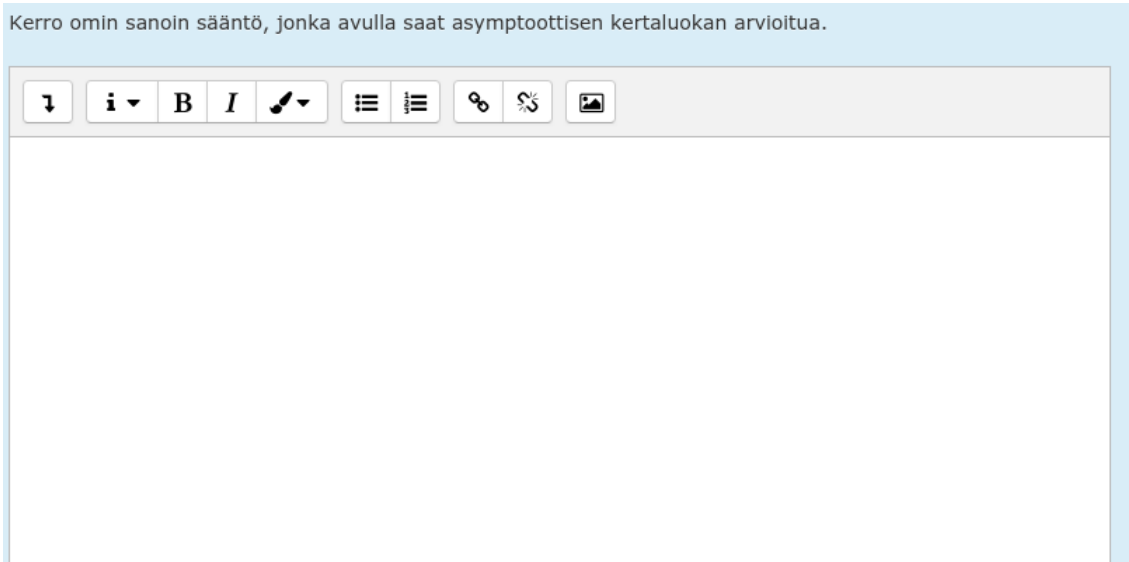
Valitse yksi:

- $f(n) * g(n) = \Theta(\sqrt{n})$
- $f(n) * g(n) = \Theta(n^3 \log n)$
- $f(n) * g(n) = \Theta(n^3)$
- $f(n) * g(n) = \Theta(n^{3.5})$

Kuva 3. Esimerkkitehtävä 3.

Edellä käsitellyssä osiossa tarkoituksena oli, että opiskelija oppii määrittämään funktion asymptoottisen kertaluokan vain tarkastelemalla sitä. Koska kyseessä

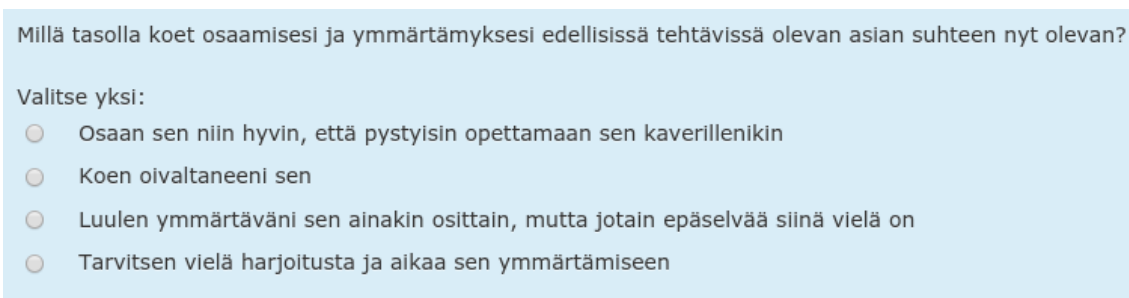
oli monivalintatentti, jonka suorituskertoja ei ollut rajoitettu, olisi tarmokkaalla opiskelijalla ollut mahdollisuus saada täydet pisteet arpomalla vastaukset riittävän monta kertaa. Opiskelijan osaamisen syvyyden määrittämiseksi sekä oman oppimisen pohdinnan aloittamiseksi oli tutkimuksen jokaisen osion lopussa vielä kielentämistehtävä. Ohessa asymptoottisen kertaluokan määrittelyyn liit-
tyvä kielentämistehtävä.



Kuva 4. Esimerkki kielentämistehtävästä.

Tämä tehtävä sai opiskelijat avaamaan opiskeltavaa asiaa sanallisessa muodossa. Tuloksia tarkastellessa näki, että lähes jokainen opiskelija oli ymmärtänyt opettavan asian hyvin. Toisaalta opitun asian sanoiksi pukeminen ei ollut aina aivan yhtä vakuuttavaa, eli opiskelijoiden kielentämisessä oli parantamisen varaa.

Jokaisen osion lopussa opiskelijaa vaadittiin myös arvioimaan omaa osaamistaan seuraavan tehtävän muodossa.

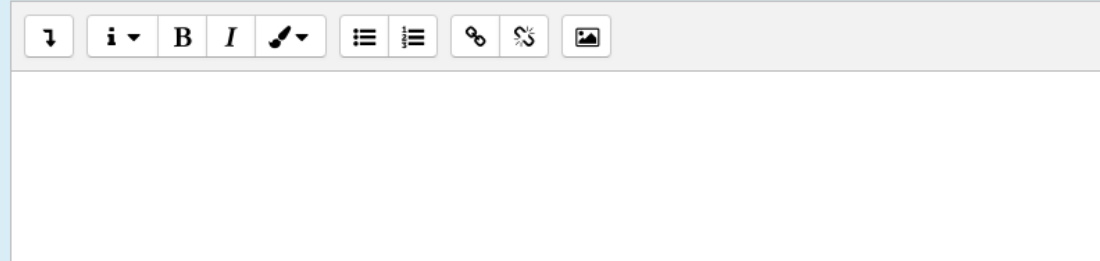


Kuva 5. Itsearviointitehtävä.

Kielentämis- ja itsearviointitehtävien voidaan mieltää edesauttavan vastausta kysymykseen "kuinka itseopiskelumateriaalien avulla voi edistää matematiikan oppimista", vaikka sinänsä analysointi tapahtuu kvantitatiivisesti perusteella. Ne liittyvät myös vahvasti toiseen tarkasteltavaan tutkimuskysymykseen, itsearviointiin. Tutkimuksessa selvitettiin sitä, kuinka mielekkääksi opiskelijat koke-

vat oman opiskelunsa itsearviointiin toisaalta opetettavan asian suhteen ja toisaalta oman opiskelutekniikkansa kannalta. Tähän lisävaloa saadaksemme koko oppimismoduulin loppuun laitettiin seuraava vapaamuotoinen tehtävä.

Kuinka suhtaudut ajatuksena tämän kaltaiseen itseopiskeluun? Pitäisikö sitä lisätä? Tunnetko oppineesi asian helpommin vai aikaa vievemmin kuin perinteisellä tavalla? Miltä oman oppimisen arviointi tuntui (esim. ärsytti, edisti oppimista, oli hyvä palata miettimään asiaa, ei edistänyt mitenkään) ?



Kuva 6. Itsearviointiin palautetehtävä.

Tutkimusmenetelmät

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen (kuinka itseopiskelumateriaalin avulla voi edistää matematiikan oppimista) etsitään vastausta pääosin kvantitatiivisesti. Tutkimme, onko oppimismoduulin tekemisellä vaikutusta siihen, kuinka paljon pisteitä aiheeseen liittyvistä tenttivastauksista saa. Koska myös itsearviointeista ja kielentämistehtävistä voi saada vastauksia tähän osioon, ne käydään läpi tätä tutkimuskysymystä pohtien.

Toiseen tutkimuskysymykseen (millaisen kokemuksen opiskelija saa hyödyntäessään itsearviointia oppimisessa) vastauksia etsittiin analysoimalla opiskelijoiden avoimia vastauksia oppimismoduulissa. Luokittelu ja teemoittelu tapahtuu aineistolähtöisesti, jolloin opiskelijoiden omat ajatukset saatiin parhaiten näkyviin.

TULOKSET

Seuraavassa vastaamme esittämiimme tutkimuskysymyksiin [TK1] ja [TK2] suoritettujen toteutuksen valossa.

Kuinka itseopiskelumateriaalin avulla voi edistää matematiikan oppimista

Puhtaasti numeroita tarkastellessa rajoittavaksi tekijäksi tulee otannan pienuus. Koska kyseessä oli yksi suorituskerta, ei kovin syväluotaavaa analyysiä kannattane tehdä puhtaasti tilastollisten muuttujien pohjalta. Kuitenkin joitain tuloksia voidaan saada vertaamalla moduulin suorittaneiden ja suorittamatta jättäneiden koetuloksia. Nämä tulokset vastaavat pääasiassa ensimmäiseen tutkimuskysymykseen [TK1].

Vapaaehtoisen oppimiskokonaisuuden tehneet ($N = 62$) pärjäsivät arvosanoilla tarkasteltuna opintojakson tentissä paremmin kuin ne, jotka eivät hyväksytysti suorittaneet vapaaehtoista oppimiskokonaisuutta. Keskimäärin arvosana yli yhden numeron parempi, mikäli oli suorittanut moduulin. Tästä kuitenkin ei kan-

nattane tehdä johtopäätöstä, että opiskelijan arvosanan nousu on suoraa seurausta moduulin suorittamisesta. Syy saattaa hyvinkin olla myös siinä, että opiskelijat, jotka suorittivat oppimiskokonaisuuden, olivat muutenkin motivaatioiltaan, opiskelutekniikoiltaan ja lähtötaitoiltaan hieman niitä opiskelijoita kyvykkäämpiä kuin ne, joilta kyseinen moduuli jäi tekemättä.

Jokaisesta tentistä voitiin erottaa yhden tehtävän pistemäärän verran kohtia, joissa moduulin käsittelemän asian hallitsemisesta oli suurin hyöty. Tarkasteltaessa kiitettävien tenttiarvosanojen saajien numeroita suurta eroa ei voi nähdä moduulin asiaa käsitelleiden tenttitehtävien pistemäärien ja muiden tehtävien pistemäärien välillä. Samoin moduulin tekemättä jättäminen ei tarkoittanut välttämättä huonoa pistemäärää kyseisistä tehtävistä, sillä aihepiiristä runsaasti tenttipisteitä saaneiden joukossa oli myös opiskelijoita, jotka eivät kyseisestä moduulista olleet tehneet.

Mikäli tarkasteltiin pelkästään "nipin napin tentin läpäisseiden" joukkoa, alkoi löytymään piirteitä, joiden perusteella uskaltaa välttää moduulin olleen heille hyödyllinen oppimisväline. Alle arvosanan kolme kurssin tentistä saaneiden joukosta löytyi seuraavia yhteyksiä. Moduulin suorittaneet opiskelijat saivat kyseisistä tehtävistä kaikissa kolmessa tentissä korkeammat pisteet. Eroa oli jokaisessa tentissä yli seitsemän prosenttia. Samojen opiskelijoiden joukosta pisteet aiheita käsittelevistä tenttitehtävistä verrattuna saman opiskelijan muihin tehtävien pisteisiin olivat jonkin verran korkeammat kahdessa tentissä kolmesta. Vaikuttaa siis siltä, että moduulin suoritus auttoi saamaan aiheita käsittelevistä tenttitehtävistä muutaman pisteen enemmän, joka puolestaan auttoi pääsemään tentistä läpi. Vahvimmin moduulin suorittamisen ja tenttimenestyksen yhteys näkyi kolmannen tentin tuloksista, joissa moduulin suorittaneista jokainen sai hyväksytyin suorituksen, kun taas muista alle puolet sai opintojaksosta suorituksen.

Tutkimme myös tenteissä havaittujen pistekertymien välisten erojen tilastollista merkitsevyyttä. Koska tenttitehtävien pistejakauma on (ainakin ideaalisesti) normaalijakautunut, kysymykset tulevat samasta kysymyspankista ja otoskoko empiirisessä aineistossamme on riittävä, niin voimme käyttää tähän (Studentin parittaisten otosten kaksisuuntaista) t -testiä. Kolmeen tenttiin osallistui yhteensä 163 opiskelijaa, joista 67 oli suorittanut oppimismoduulin. Sama opiskelija on saattanut osallistua tenttiin useammin kuin kerran, koska moduulin tehneitä opiskelijoita oli kurssilla 62.

Nollahypoteesimme on, että pistemäärät ovat samoin jakautuneet opiskelijoilla riippumatta siitä ovatko he suorittaneet oppimismoduulin tai eivät. Jos t -testillä saavutettu p -arvo on pienempi kuin ennalta kiinnittämämme α -arvo, niin voimme hylätä nollahypoteesin. Arvo p on todennäköisyys sille, että erojen keskiarvon poikkeama nolasta selittyy pelkästään otantavirheellä. Vakiintuneen tavun mukaan asetamme $\alpha = 0,05$.

Taulukossa 1 on kolmen tentin yli lasketut tehtäväkohtaiset p -arvot sekä koko tentin yhteispistemäärän p -arvo. Näemme, että vain tehtävän 2 pistemäärä poikkeaa tilastollisesti merkittävästi moduulin suorittaneiden ja suorittamattomien opiskelijoiden välillä. Muistetaan, että tehtävä 2 nimenomaan oli kaikissa kolmessa tentissä sulautetun oppimismoduulin asiaa käsittelevä tehtävä. Ensimmäisessä tentissä se käsitteli täysin oppimismoduulin sisältämää asiaa ja seuraavissa tenteissä puolet pisteistä tuli kohdista, jotka olivat moduulin asiasisältöä.

Toisessa ja kolmannessa tentissä myös puolet tehtävästä 3 oli moduulin asiaa käsittelevä. Taulukosta 1 voidaan huomata, että tehtävän 3 pistearvoista laskettu p -arvo lähenee α -arvoa sitä kuitenkaan saavuttamatta. Yhteenvetona voidaan todeta, että tämän yhden kurssin tenttitulosten perusteella näyttää hyvin vahvasti siltä, että oppimismoduulin suorittamisella on merkitsevä vaikutus oppimistulokseen. Vahvemman näytön saamiseksi tulee suorittaa systemaattisia testejä suuremmalla joukolla kursseja.

Taulukko 1. Tenteissä havaittujen pistekertymien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys ($N=163$ kaikki tentteihin osallistuneet/ $N= 67$ itseopiskelumoduulin tehneet).

Tehtävät	p -arvo
Tehtävä 1	0,1406
Tehtävä 2	0,0092
Tehtävä 3	0,0844
Tehtävä 4	0,9962
Kokonaispistesumma	0,1512

Vapaamuotoisen palautteen pohjalta voitiin tehdä päätelmiä myös opiskelijan kokemuksesta itseopiskelumateriaalin hyödyllisyydestä matematiikan oppimisessa.

Moduulin yhtenä tavoitteena oli vahvistaa opiskelijoiden osaamista opiskeltavaan asiaan ja tässä onnistuttiin vapaamuotoisen palautteen perusteella erinomaisesti. Moni koki oppineensa asian syvällisemmin, koska joutuivat tekemään enemmän työtä teorian selvittämiseksi itselleen. Useat opiskelijat mainitsivat myös joutuneensa kertaamaan aiemmin oppimaansa tehtävät suorittaakseen, mikä varmasti tukee konstruktivisen oppimiskäsityksen mukaista opiskelua.

Taulukko 2. Opiskelijoiden vapaamuotoisissa palautteissa useammin toistuvien teemojen luokittelu (N=62)

Teemat	Mainintojen lukumäärä
Itsenäisesti suoritettavat oppimismoduulit eivät saa korvata opetushenkilökuntaa	8
Välittömästi saatu palaute oppimisesta on tärkeää.	12
Oppimismoduuli toimi kertauksena tenttiin	4
Erityisesti Moodle-ympäristö sopii oppimistaan loistavasti	5

Ohessa muutamia moduulin suorittaneiden opiskelijoiden kommentteja oppimiseensa liittyen:

Normaalisti tykkään kuunnella opetusta luennolla, mutta asiat kuitenkin oppii vasta, kun niitä pääsee itse tekemään. Mielestäni tämä moduuli oli ainakin todella hyödyllinen. Olen siis sitä mieltä, että oppisin tästä paljon

Koen että olisin oppinut samat asiat nopeammin myös lukemalla/kuulemalla ensin keskeiset asiat jostain, ja tämän jälkeen soveltamalla niitä pariin tehtävään, mutta toisaalta näin ymmärsin asian syvällisemmin ja opin/kertasin myös vähän muita asioita – erityisesti derivaattoja ja logaritmeihin liittyen.

Käsitellään tämän otsikon alla myös opiskelijan kokemusta itseopiskelumoduulin käytettävyydestä, sillä oppimiskokemus liittyy olennaisesti oppimateriaalin käytettävyyteen.

Itseopiskelumoduulin käytön yhtenä tavoitteena voidaan ajatella olevan opiskelijan autonomisuuden lisäämisen. Opiskelijat kokivat erittäin mielekkääksi sen, että he saivat itse päättää koska ja missä mielentilassa saivat moduulin suorittaa. Vaikka kyseessä oli aivan ensimmäisiin lukeutuva matematiikan opintojakso, moni opiskelija ei kommenttiensa mukaan ollut täysipäiväinen opiskelija eikä näin ollen pystynyt osallistumaan kaikkiin henkilökunnan ohjaamiin oppimistilaisuuksiin. Moni mainitsi tekevänsä suuren osan opinnoista etänä, johon oli kaikenlaisia syitä pitkästä etäisyydestä kotiäiteyteen. Tällaisessa tilanteessa opiskelijakeskeisen sulautettuun opetukseen pohjautuvan oppimistavan voi kuvitella lisäävän opiskelijan motivaatiota merkittävästi. Osa kuitenkin mainitsi negatiivisena asiana kyseisen opiskelutavan vaatiman lisääjän. Usein toistui myöskin ajatus siitä, että tällainen opetustapa ei tee perinteistä opettajajohtoista opetusta turhaksi. Päinvastoin erittäin monessa kommentissa painotettiin sitä, että itsenäisempi opiskelu toimii, jos on olemassa mahdollisuus tukeutua osaavan luennoitsijan tai assistenttien apuun.

Ohessa muutaman opiskelijan kommentti liittyen moduulin “ajasta ja paikasta” riippumattomaan käytettävyyteen:

Ylipäättänsä kyllä tykkään siitä mahdollisuudesta, jos oppimista pystyy siirtämään vähempää läsnäoloa vaativaksi ja että tehtäviä pystyisi tekemään enemmän itsenäisesti, että peukkuja tällaisten moduulien kehittämiseksi annan.

Tällaiset tehtävät ovat hyviä, koska niitä voi tehdä omassa rauhassa milloin vain ja missä vain

Millaisen kokemuksen opiskelija saa hyödyntäessään itsearviointia oppimisessa

Paneudutaan seuraavaksi tarkemmin toiseen tutkimuskysymykseen [TK2], jossa selvitetään opiskelijan kokemusta hyödyntäessään oppimisessaan itsearviointia. Vapaamuotoinen palaute on tärkeässä osassa, kun tarkastelemme opiskelijan kokemusta itserviinnistä.

Oman oppimisen arviointi aiheutti opiskelijoissa voimakkaita tunnetiloja sekä puolesta että vastaan. Kuitenkin suurin osa itsearviointia kommentoineista opiskelijoista piti sitä positiivisena asiana. Sen koettiin auttavan oppimaan opiskeltavan asian syvemmin, saavan opiskelijan jäsentämään oppimistaan paremmin sekä kertaamaan oppineisuutensa. Ottaen huomioon, että kyseessä oli ensimmäinen kurssi, jossa oman oppimisen arviointia vaadittiin (ainakin suurimmalle osalle opiskelijoista), tulokset olivat yllättävänkin positiivisia. Toki osa piti sitä tarpeettomana ajan tuhlausena, josta ei ollut oppimisen suhteen mitään hyötyä. Usea opiskelija, mukaan lukien moni, joka koki siitä hyötyneensä, kommentoi sen olleen vaikeaa. Tämä on ymmärrettävää, koska moni ei ollut ennen sellaista joutunut pohtimaan.

Opiskelijan saamaa kokemusta itsearviointin hyödyntämisestä pyrittiin selvittämään avoimella kysymyksellä, joka löytyy kuvasta 6, erityisesti viimeinen kysymys kohdistui itsearviointiin: *Miltä oman oppimisen arviointi tuntui (esim. ärsytti, edisti oppimista, oli hyvä palata miettimään asiaa, ei edistänyt mitenkään)?*

Tehtävä sisälsi useamman kysymyksen ja itsearviointi kohtaan otti kantaa vain 25 opiskelijaa. Taulukossa 3 on opiskelijoiden itsearviointiin liittyviä vastauksia, jotka nousivat usealta opiskelijalta esiin.

Taulukko 3. Opiskelijoiden vapaamuotoisissa palautteissa itsearviointiin liittyvien toistuvien teemojen luokittelu (N=25)

Teemat	Mainintojen lukumäärä
Positiivinen suhtautuminen itsearviointiin	13
Negatiivinen suhtautuminen itsearviointiin	12
Kokemus syvällisemmästä ymmärryksestä	9
Itsearviointi on vaikea tai haastava tehdä	10

Ohessa muutaman opiskelijan kommentteja oman oppimisen arvioinnista:

Oman oppimisen arvioinnissa ymmärsi, mitä aiemmista tehtävistä oli tarkoitus oppia ja huomasi, jos asia oli mennyt perille

Oman oppimisen arviointi tarkoitti minulle sitä, että tiivistin oppimani asian pariin lauseeseen. Se pakotti minut jäsentelemään ja selventämään omia ajatuksiani aiheesta mikä on oppimisen kannalta hyvä. Silti pidin sitä hieman ärsyttävänä, koska oppimaani matemaattista asiaa oli vaikeaa ilmaista suomen kielellä.

Oman oppimisen arviointi on tietysti aina haastavaa ja hieman ärsyttävääkin. Kuitenkin pakotettu reflektointi usein myös auttaa itseäni oppimisen edistämässä, vaikka se vähän epämieluisalta tuntuukin välillä.

Oppimisen arviointi auttaa hahmottamaan omaa osaamista todella kattavasti jo neljän monivalintavastauksenkin pohjalta. Eli edistää oppimista ja auttaa ymmärtämään missä vielä tarvitsee harjoitusta.

Oman oppimisen arviointi oli hyödyllistä ja muistutti muiden opintojaksojen oppimispäiväkirjoja. Tätä voisi hyödyntää mielestäni myös matematiikan opetuksessa.

POHDINTAA

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että opiskelijat kokevat itsenäisesti suoritettuna osan matematiikan kurssia mieluisaksi. Toisaalta he myös arvostavat voimakkaasti opetushenkilökunnan tarjoamaa perinteistä opetusta. Tämä oli vahvasti odotettava tulos aiempien tutkimusten perusteella (López-Pérez ym., 2011). Tältä pohjalta on mielekästä rakentaa oppimiskokonaisuuksia, joissa nämä molemmat yhdistyvät. Koemme, että myös laajempaa tutkimusta oppimismoduulien käytöstä ja parhaista rakenteista olisi jatkossa syytä tehdä opetuksen rinnalla entistä enemmän.

Sulautetun moduulin avulla suoritettavan opiskelun hyödyllisyydestä saatiin tutkimuksessa viitteitä. Tilastollista analyysia tehtiin materiaalin vähyden vuoksi nyt vain vähän. Tulokset motivoivat suunnittelemaan jatkossa otannaltaan suurempia sekä pitkäkestoisempia jatkotutkimuksia.

Itseopiskelumateriaalia on myös syytä jatkossa parantaa. Tätä ensimmäistä kokeilua varten itseopiskelumoduuli oli rakennettu melko yksinkertaisten Moodlen monivalintojen varaan. Jatkossa on tarkoitus parantaa materiaalia ja hyödyntää teknisiä apuvälineitä siten, että materiaali antaa enemmän palautetta ja oppimista voisi sitä kautta ohjata haluttuun suuntaan.

Oman oppimisen arvioinnin koki suurin osa opiskelijoista oppimisen kannalta hyödylliseksi, mutta moni piti sitä myös ärsyttävänä. Tämä tulos oli myös odotettava, koska itsearviointitaito ja -motivaatio kehittyvät niitä käytettäessä (Andrade & Du, 2007). Kyselyssä olisi pitänyt tehdä erilliset kysymykset siitä, kuinka opiskelija suhtautuu oppimismoduuliin ja oman oppimisen arviointiin. Näin olisimme saaneet analysoitavaksi enemmän ja tarkempia vastauksia, nyt käsittely valitettavasti jää epämääräiseksi. Tutkimuksella ei pystytty antamaan vastausta siihen auttaako itsearviointi opiskelijaa jatkossa, koska se vaatisi kurssin suorit-

taneiden opiskelijoiden pitkän aikavälin seuranta. Itsearviointin vaikutus oppimiseen, jota tutkittaisiin useampien vuosien ajan, olisi mielenkiintoinen jatko-tutkimuksen aihe.

LÄHTEET

- Andrade, H. & Du, Y. (2007). Student responses to criteria-referenced self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 32(2), 159–181.
- Boyle, T., Bradley, C., Chalk, P., Jones, R. & Pickard, P. (2003). Using blended learning to improve student success rates in learning to program, *Journal of Educational Media*, 28(2–3), 165–178.
- Ćukušić, M., Garača, Ž & Jadrić, M. (2014). Online self-assessment and students' success in higher education institutions, *Computers & Education*, 72, 100–109.
- Crisp, G. T. (2012). Integrative assessment: reframing assessment practice for current and future learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 37(1), 33–43.
- Desrochers, M., Zhang, J., Caron, S. & Steinmiller, J. (2018). An experimental comparison of the effect of teacher versus self-evaluation/self-reflection feedback on college students' behavioral observation skills, *Journal of Behavioral Education*, Available <https://doi.org/10.1007/s10864-018-09313-6>.
- Falchikov, N. & Boud, D. (1989). Student self-assessment in higher education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 59(4), 395–430.
- Hubackova, S & Semradova, I. (2016). Evaluation of blended learning, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 217, 551–557
- Joutsenlahti, J. (2003). Kielentäminen matematiikan opiskelussa. Teoksessa A. Virta & O. Marttila (toim.) *Opettaja, asiantuntijuus ja yhteiskunta (Ainedidaktinen symposium 7.2.2003)*. Turku: Turun opettajankoulutuslaitos, 188–196. (Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisu B:72).
- Linnusmäki, J. (2015). Matematiikan perusopintojen kehittäminen matematiikan kielentämisen avulla, Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere.
- López-Pérez, M.V., Pérez-López, M.C. & Rodríguez-Ariza, L. (2011). Blended learning in higher education: Students' perceptions and their relation to outcomes, *Computers & Education*, 56(3), 818–826.
- Opetushallitus, Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015. https://www.oph.fi/download/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf, saatavilla 23.2.2018
- Stockwell, B. R., Stockwell, M. S., Cennamo, M., & Jiang, E. (2015). Blended learning improves science education. *Cell*, 162(5), 933–936.
- Walser, T.M. (2009). An action research study of student self-assessment in higher education, *Innovative Higher Education*, 34(5), 299–306.