



OPISKELIJOIDEN OPPIMISTYÖKALUJEN KÄYTTÖ TIETOKONEAVUSTEISESSA MATEMATIIKKAJUMPPA-TUKIOPETUKSESSA

Tuomas Myllykoski, Simo Ali-Löytty & Seppo Pohjolainen

Tampereen teknillinen yliopisto

TIIVISTELMÄ

Tampereen teknillisessä yliopistossa aloittavat uudet opiskelijat ovat vuodesta 2002 lähtien suorittaneet opintojensa aluksi koulumatematiikan osaamista mittaavan matematiikan perustaitotestin. Opiskelijat, joiden matemaattiset perustaidot eivät testin perusteella ole olleet riittävät, on ohjattu Matematiikkajumppaan: tukiopetusohjelmaan, joka suoritetaan verkkopohjaisesti opiskelijan omalla ajalla. Tässä tutkimuksessa selvitettiin miten ja mitä oppimistyökaluja opiskelijat käyttivät verkkopohjaisessa tukiopetuksessa. Tutkimuksessa havaittiin, että erilaiset oppijat toimivat eri tavalla suorittaessaan Matematiikkajumppaa. Pintasuuntautuneet opiskelijat käyttivät useampia oppimistyökaluja kuin Osaajat. Osaajien menestys tentissä puolestaan oli Pintasuuntautuneita opiskelijoita parempi. Tämän tutkimuksen tuloksena voidaan muodostaa uusi hypoteesi: jos opiskelijan havaitaan osoittavan pintasuuntautuneisuutta opinnoissaan, on hänen matemaattisten taitojensa kehittämiseksi välttämätöntä keskittyä perusasioiden oppimiseen.

JOHDANTO

Huolimatta siitä, että matematiikan arvo yhteiskunnassa ja taloudessa on yleisesti hyväksytty tosiasia, on viime aikoina länsimaissa voitu havaita opiskelijoiden matematiikan taitojen huomattavaa heikkenemistä. Euroopan insinöörikoulutuksen yhteisön (SEFI) vuonna 2002 laatima raportti "Mathematics for the European Engineer" (Mustoe, 2002) osoittaa, että tämä ongelma on havaittavissa kaikkialla Euroopassa. Raportin mukaan yliopistoissa aloittavien opiskelijoiden matematiikan osaamisen taso on heikentynyt. Raportissa myös kuvataan yliopistoiden aloittamia erilaisia toimia ongelman ratkaisemiseksi.

Esimerkkinä heikentyneestä matematiikan osaamisesta voidaan esittää Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) tilastoja matematiikan peruskurssien suorittamisesta: Alle 60 % kandidivaiheen opiskelijoista, jotka aloittivat opintonsa vuosien

2010–2012 välillä, oli suorittanut matematiikan 1. ja 2. vuoden peruskurssinsa ensimmäisten kahden opiskeluvuotensa aikana. Ne opiskelijat, joiden opintomenestys on yleisesti parasta, olivat suorittaneet matematiikan kurssinsa ajallaan. Ne opiskelijat, jotka eivät suoriudu hyvin matematiikan kursseilla, eivät usein suoriudu hyvin opinnoissaan ylipäätään. Hyvät taidot matematiikassa tukevat insinöörialojen koulutusta, ja siksi heikot taidot matematiikassa ovat selvä ongelma. Suomalaisten opiskelijoiden matemaattisten kykyjen heikkenemistä on tutkittu myös aiemmin (Tossavainen, 2015).

Jotta tällaisia ongelmia voitaisiin lähteä ratkaisemaan, tarvitaan ammattitaitoista henkilökuntaa. Henkilöstöresurssit ovat kuitenkin rajallisia, ja tästä syystä yliopistot ovat joutuneet kehittämään erilaisia keinoja tämän ”matematiikkaongelman” ratkaisemiseksi (Hawkes, 2000). Euroopan komission raportissa (Mathematics in Education in Europe, 2011) esitetään joitain yksityiskohtia siitä, miten eri maat ovat pyrkineet parantamaan insinööriopiskelijoidensa matemaattisia taitoja. Uudemmassa SEFI:n raportissa ”A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education” (SEFI, 2013) esitetään pedagogista reformia insinöörien matematiikan oppimäärään. Reformin lopputuloksena olisi se, että opetuksessa keskityttäisiin enemmän siihen, mitä opiskelijoiden pitäisi oppia, eikä niinkään siihen, mitä he osaavat jo valmiiksi. Tällä tavalla voitaisiin paremmin hahmotella, mihin oppimistavoitteisiin opetuksessa tulisi päästä ja minkälaisia kompetensseja opiskelijoille tulisi muodostua opetuksen seurauksena.

Tässä artikkelissa esitellään TTY:n toimia ensimmäisen vuoden opiskelijoiden matemaattisten kykyjen parantamiseksi. Tämän lisäksi tarkastellaan erilaisten oppijoiden käyttämiä oppimistapoja heidän työskennellessään itsenäisesti verkopohjaisessa tukiopetusohjelmassa. Tutkimuksen aineisto on kerätty TTY:n opiskelijoilta ensimmäiseltä matematiikan kurssilta syksyllä 2015. Kurssin aihealueet ovat pitkälti SEFI:n raportissa esitetyltä Core Zero tasolta (SEFI, 2013). Artikkelissa esitetään myös joitain huomioita siitä, miten matematiikan tukiopeutusta voitaisiin kehittää paremmin vastaamaan nykypäivän opiskelijoiden tarpeita, kuitenkin siten, että oppimistulosten laatu säilyisi hyvänä. Tästä tutkimuksesta on julkaistu diplomityö (Myllykoski, 2016), ja tuloksia on esitelty myös Euroopan insinööriskoulutuksen yhteisön konferenssissa (Myllykoski et al., 2016). Tämän artikkelin näkökulma on valittu erityisesti suomalaiseen kontekstiin sopivaksi.

TUTKIMUKSEN TAUSTAA

Matematiikan perustaitotesti ja Matematiikkajumppa

TTY on järjestänyt vuodesta 2002 alkaen Matematiikan perustaitotestin yliopistossa aloittaneille uusille opiskelijoille. Testi on pakollinen osa opiskelijoiden en-

simmäistä insinöörimatematiikan tai matematiikan kurssia. Testi koostuu 16 kysymyksestä, jotka on koostettu lukiotason matematiikan opetussuunnitelmasta. Testi muuttunut hieman vuodesta 2002, ja tänä päivänä kyseinen testi suoritetaan tietokoneavusteisesti opettajan valvonnassa. Tehtävien tarkistukseen käytetään STACK-järjestelmää (System for Teaching and Assessment using a Computer Algebra Kernel) (Sangwin, 2013). TTY:llä valmisteltua Matematiikan perustaitotestiä käytetään myös Aalto-yliopistossa (Havola, 2012). Testissä ainoat sallitut apuvälineet ovat kynä ja paperi. Opiskelijat antavat vastauksensa tietokoneohjelmaan.

Läpäistäkseen perustaitotestin opiskelijoiden tulisi suorittaa ennalta määritetty määrä tehtäviä oikein 45 minuutissa. Syksyllä 2015 testin läpipääsyraja oli insinöörimatematiikan opiskelijoille kuusi oikein saatua tehtävää ja matematiikan (pääaine) opiskelijoille kahdeksan tehtävää. Opiskelijat, jotka eivät suoriutuneet testistä, ohjattiin Matematiikkajumppa-nimiseen tukiovetusohjelmaan. Matematiikkajumppassa opiskelijoiden on tarkoitus suorittaa 71 lukiomatematiikan kertaustehtävää. Matematiikkajumppa on verkkopohjainen tukiovetusohjelma, jossa käytetään Math-Bridge-ohjelmistoa. Täten opiskelijat voivat suorittaa sen omalla ajallaan. Syksyllä 2015 Matematiikkajumppaan osallistui 169 opiskelijaa, joista viisi oli vapaaehtoisia. Matematiikkajumppa on koettu hyväksi tavaksi kerrata lukiotason matematiikkaa, mutta siinä on puutteensa. Uudet tarjolla olevat opetusmenetelmät ja -teknologiat tarjoavat tilaisuuden kehittää tukiovetusta entisestään (Havola, 2012; Myllykoski, 2016).

Oppijaprofiilit

Vuonna 2008 Pohjolainen et al. (Huikkola, 2008) kehittivät viisi erilaista oppijaprofiilia klusterointia käyttäen. TTY:n opiskelijat jaetaan näihin oppijaprofiiliryhmiin perustaitotestin yhteydessä. Ryhmät ovat Pintasuuntautuneet opiskelijat (PSO), Vertaisoppijat (VO), Tukea tarvitsevat (TT), Omin päin opiskelevat (OPO) ja Osaajat. Opiskelijat valitsevat perustaitotestin alussa viidestä kuvauksesta itseensä parhaiten sopivan kuvauksen. Lisää aiheesta voi lukea Myllykosken diplomityöstä (Myllykoski, 2016).

Pintasuuntautuneiden opiskelijoiden ryhmässä korostuu epävarmuus oman osaamisen suhteen. Asenne ei ole kaikkein positiivisin, ja oppiminen on pinnallista. Tämän ryhmän jäsenet ovat sitä mieltä, että "kopioimallakin oppii paljon, jos pitää ajatuksen mukana". Pintasuuntautuneet opiskelijat "onnistuvat tehtävän ratkaisemisessa, kun katsovat mallia opettajan esimerkeistä". Pintasuuntautuneet ottavat vastuun omasta oppimisestaan, mutta matematiikkaa opiskellaan esimerkkien ja kopioinnin avulla. Tässä ryhmässä ei myöskään pidetä tehtävien ratkaisuja visusti omana tietona.

Vertaisoppijoiden ryhmässä yhteisöllisyys on tärkeää, ja heidän asenteensa matematiikan oppimiseen on positiivinen. Vertaisoppijat "oppivat parhaiten, kun joku ryhmässä osaa neuvoa asian heille", tai kun joku neuvoa "kädestä pitäen".

Ryhmän jäsenet kokevat, että "heidän yrittämisensä huomioiminen innostaa jatkamaan opiskelua". Tässä ryhmässä opiskellaan muita ryhmiä selkeämmin ensin yksityiskohdat ja muodostetaan tämän jälkeen yleiskäsitys asiasta.

Tukea tarvitsevien opiskelijoiden matematiikan osaaminen on kaikkein epävarmintaa. Heidän käsityksensä omasta osaamisestaan ja asenteensa matematiikan opiskelua kohtaan on huomattavan heikko. Tehtäviä laskiessaan he luovuttavat helposti. Tukea tarvitsevat turvautuvat ulkoa opetteluun ja kokevat matematiikan kielen ongelmalliseksi; heille riittää se, että tehtävät tehdään jotenkin valmiin näköisiksi (välineoppiminen). Matematiikan opiskelun onnistuminen ei riipu heistä itsestään, vaan laskiessaan he toivoisivat jonkun neuvovan heitä kädestä pitäen.

Omin päin opiskelevien ryhmässä käsitys omasta osaamisesta on positiivinen, eikä ryhmässä turvauduta kopioimiseen tai opettajan esimerkkeihin, kuten Tukea tarvitsevien ryhmässä tehdään. Myöskään muiden opiskelijoiden merkitys opiskelussa ei korostu niin voimakkaasti kuin muissa ryhmissä. Ryhmään kuuluvien mielestä väite "kopioimallakin oppii paljon, jos pitää ajatuksen mukana" saa keskimääräistä vähemmän kannatusta. Myös väite "onnistun tehtävän ratkaisemisessa, kun katson mallia opettajan esimerkistä" on keskimääräistä vähemmän suosittu.

Osaajat eivät luovuta helpolla tehtäviä laskiessaan, heillä on hyvä käsitys omasta osaamisestaan ja he kokevat osaavansa matematiikkaa. Asenne matematiikkaa kohtaan on tässä ryhmässä positiivinen ja merkityssuuntautuneisuus korostunut. Osaajat kokevat, että "matematiikan oppimisessa onnistuminen riippuu minusta itsestäni". He oppivat parhaiten, jos voivat käyttää luovaa päättelyä, ja he ottavat vastuun omasta oppimisestaan.

Työkalut matematiikan oppimisessa ja opiskelussa

Viimeaikaisen OECD-raportin mukaan lukutaidon, matematiikan ja luonnontieteiden PISA-tuloksissa ei voida havaita merkittävää kehitystä maissa, joissa on panostettu voimakkaasti opetuksen tietoteknistämiseen (OECD, 2015). Raportin mukaan "teknologialla voidaan parantaa hyvää opetusta, mutta hyvää opetusta ei voida korvata teknologialla". Tämä havainto on läheisesti kytköksissä suomalaisen matematiikan opetuksen tapaan käyttää laskimia yläasteella ja lukiossa.

Suurin osa TTY:llä aloittavista opiskelijoista on osallistunut ylioppilaskirjoitukseen. Tämä johtaa siihen, että heidän työskentelynsä matematiikan parissa ovat vaikuttaneet voimakkaasti kirjoituksissa sallitut työvälineet. Tällä hetkellä suosituimpia välineitä ovat kynä & paperi, MAOL-taulukot ja CAS-laskimet.

CAS-laskinten käyttö on sallittu yo-kirjoituksissa vuodesta 2013. Ennen CAS-laskimia kirjoituksissa sallittiin vain funktio- tai graafiset laskimet. CAS-laskinten

sallimisen myötä yo-kirjoitusten on ollut pakko muuttua. Viimeisimpänä muutoksena kirjoitusten neljä ensimmäistä tehtävää tulee suorittaa ilman laskinta tai taulukkokirjaa.

TTY:llä aloittavat opiskelijat käyttävät paljon laskimia matematiikan tehtäviä tehdessään. Laskimet eivät kuitenkaan ole sallittuja tenteissä, mikä johtaa joidenkin opiskelijoiden kohdalla vaikeuksiin yliopistotason matematiikkaan sopeutumisessa. Verkosta voi nykyään löytää useita laskimia, kuten Symbolab ja Wolfram Alpha, jotka tekevät samaa asiaa kuin CAS-laskimet: Vähentävät opiskelijoiden tarvetta ja kykyä manipuloida matemaattisia lausekkeita kynällä ja paperilla. Nämä uudet työkalut parantavat kykyä ratkaista tehtäviä, mutta vähentävät matemaattisen teorian ymmärrystä. Tästä syystä onkin kiinnostavaa tarkistella näiden työkalujen käyttöä Matematiikkajumpassa.

Math-Bridge-verkkopohjainen oppimisalusta

Vuonna 2009 Euroopan komissio käynnisti Math-Bridge-projektin, jonka tavoitteena oli luoda monikielinen ja -kulttuurillinen semanttinen rajapinta matematiikan tukiopetukseen, joka vastaa opiskelijoiden tarpeisiin reagoimalla opiskelijan taitotasoon ja käytettyihin oppimissisältöihin. Projektin päätyttyä vuonna 2012 Math-Bridge on ollut käytössä siltakurssien järjestämisessä. Siltakurssien tavoitteena on kuroa umpeen lukio- ja yliopisto-opintojen välistä osaamis- ja kompetenssi puutetta (Sosnovsky, 2012).

TTY käyttää Math-Bridge-järjestelmää Matematiikkajumpan järjestämiseen. Jumpan 71 tehtävää mallivastauksineen ja niihin liittyvät teoreettiset oppimateriaalit ovat tarjolla verkossa. Math-Bridge käyttää STACK-järjestelmää tehtävien satunnaisuuden varmistamiseen, joten tehtävien mallivastauksien lukuarvoja ei voi käyttää suoraan tehtävien ratkaisemiseen. Ratkaisualgoritmeja voi toki mallioppimisen hengessä käyttää hyväkseen.

Verkkopohjaisen tukiopetusohjelman käyttö yhdistettynä nykyaikaisiin oppimistyökaluihin ei ole ongelmatonta. Opettajalla ei ole minkäänlaista varmaa kykyä kontrolloida miten opiskelijat ratkaisevat tehtäviä kotonaan. Merkittävää hyötyä tukiopetuksesta saataisiin, kun tehtäviä ratkaistaisiin käsin ja teoriaan nojaten. Uusien työkalujen, kuten CAS-laskinten ja verkkopohjaisten ratkaisugeneraattoreiden, takia opiskelijat voivat suorittaa tukiopetuksen juurikaan ajattelemta. Tästä syystä on tärkeää yrittää selvittää miten opiskelijat suorittavat tukiopetusohjelmaa, ja mieltä, voitaisiinko joitain toimenpiteitä tehdä, jotta tukiopetus olisi tehokkaampaa ja hyödyllisempää.

Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset liittyvät erilaisten oppimistyökalujen käyttöön verkkopohjaisessa itseopiskelussa. Asiaa tarkastellaan kahdesta näkökulmasta: Opiskelijoiden oppijaprofiilin ja työkalujen käytön yhteyden sekä op-

pimistyökalujen käytön ja tenttiarvosanojen yhteyden kautta. Tutkimuskysymykset ovat: 1) Suorittavatko eri oppijaprofiilien opiskelijat Matematiikkajumpaa eri tavalla? 2) Onko opiskelijoiden verkkopohjaisen matematiikan tukiopeutuksen oppimistyökalujen käytön ja ensimmäisen kurssin tenttiarvosanan välillä merkittävää korrelaatiota?

Keinot, joilla näihin kysymyksiin vastataan, esitetään alla.

TUTKIMUSMENETELMÄT

Kysely Matematiikkajumpasta

Syksyllä 2015 Matematiikkajumpan suorittaneiden opiskelijoille pidettiin kysely, missä selvitettiin miten opiskelijat ratkaisevat Matematiikkajumpan tehtäviä. Kyselyssä oli 20 kysymystä. 169 Jumppaan osallistuneesta opiskelijasta kyselyyn vastasi 69 (40,8 %). Tarkemmin kyselystä kerrotaan Myllykosken diplomityössä (Myllykoski, 2016). Kyselyn kaksi tärkeintä kysymystä tähän tutkimukseen liittyen olivat:

14. Matematiikkajumppaan käyttämäni aika oli keskimäärin (valitse yksi): 0–5; 5–10; 10–15; 15–20; 20–25; 25+ tuntia.
15. Valitse seuraavista kaikki ne työkalut, joita käytit Matematiikkajumpassa: Kynä ja paperi (K&P); Wolfram Alpha; CAS-laskin; Funktiolaskin; Lukion kirjat; Jumpan itseopiskelumateriaali (Jumpan i.o.mat.); Jumpan mallivastaukset (Jumpan malliv.); Jumpan videot.

Näihin vastauksiin yhdistettiin tieto opiskelijoiden oppijaprofiileista, Matematiikan perustaitotestin tuloksista ja ensimmäisestä insinöörimatematiikan tai matematiikan tenttituloksesta. Tulosten yhdistämisen jälkeen oli mahdollista tarkistella opiskelijoiden oppimistyökalujen käytön suhdetta oppijaprofiiliin ja kurssiinmenestykseen.

TULOKSET

Kyselyn tulokset ja oppijaprofiilit

Kyselyn kysymysten 14 ja 15 tulokset sekä vastanneiden oppijaprofiilit on esitetty taulukoissa 1, 2 ja 3.

Vastanneiden ajankäyttö Matematiikkajumpassa on esitetty Taulukossa 1. Kukin opiskelija valitsi sen välin, joka parhaiten edustaa heidän tukiopeutukseen käyttämänsä aikaa. Suurin osa opiskelijoista oli käyttänyt Jumppaan 0–15 tuntia, ja vain harvat olivat käyttäneet yli 15 tuntia.

Taulukko 1. Vastanneiden ajankäyttö Matematiikkajumpassa, n = 69.

Tunteja	0–5 h	5–10 h	10–15 h	15–20 h	20–25 h	25+ h
Opiskelijoita	14	25	15	6	6	3

Taulukossa 2 on esitetty vastanneiden työkalujen käyttö. Eniten suosiota keräsi kynä ja paperi, mutta Jumpan mallivastaukset, erilaiset laskimet ja Wolfram Alpha olivat myös erittäin suosittuja.

Taulukko 2. Vastanneiden työkalujen käyttö (useampi valinta sallittu), n = 69.

Työkalu	K&P	Wolfram Alpha	CAS-laskin	Funktio-laskin	Lukion kirjat	Jumpan i.o.mat.	Jumpan malliv.	Jumpan videot
Opiskelijoita	66	33	15	38	21	35	55	9

Suurin osa opiskelijoita oli Vertaisoppijoiden ryhmästä (taulukko 3). Osaajat ja Pintasuuntautuneet opiskelijat ovat seuraavaksi suurimmat ryhmät.

Taulukko 3. Erilaisten oppijaprofiilien opiskelijoiden määrät, n = 69.

Profiili	PSO	VO	TT	OPO	Osaajat
Opiskelijoita	14	26	6	7	16

Taulukossa 4 esitellään eri oppijaprofiileihin kuuluvien opiskelijoiden tenttiarvosanojen keskiarvot. Pintasuuntautuneiden opiskelijoiden (PSO) tenttiarvosanat vaikuttaisivat olevan huomattavasti huonompia kuin muiden ryhmien. Osaajiin verrattuna p-arvo on 0,003.

Taulukko 4. Oppijaprofiilien tenttien keskiarvosana asteikolla 0–5.

Profiili	PSO	VO	TT	OPO	Osaajat
Tentin keskiarvo	0,929	1,731	1,500	1,429	2,313

Oppimistyökalujen käytön analyysi

Opiskelijat raportoivat Taulukon 2 mukaista oppimistyökalujen käyttöä. Taulukoon 5 puolestaan on laskettu erilaisten työkalujen määrän keskiarvoja. Taulukosta 5 voidaan nähdä, että esimerkiksi Osaajat käyttävät keskimäärin vähemmän työkaluja kuin Pintasuuntautuneet opiskelijat.

Kaikissa ryhmissä käytettiin paljon kynää ja paperia. Tämä on luonnollista, sillä kynä ja paperi ovat perinteisiä matematiikan työkaluja. Suosituimmat työkalut kuitenkin eroavat eri oppijaprofiilien välillä. Pintasuuntautuneet opiskelijat suosivat eniten kynää ja paperia, Jumpan mallivastauksia, Jumpan oppimismateriaalia ja Wolfram Alphaa tai funktiolaskinta. Osaajat suosivat kynää ja paperia, Jumpan mallivastauksia, funktiolaskimia ja Wolfram Alphaa. Osaajat ovat käyttäneet keskimäärin vähemmän oppimistyökaluja kuin pintasuuntautuneet opiskelijat. Osaajat eivät myöskään juurikaan ole käyttäneet Jumpan verkkomateriaaleja. On myös selvä ero sillä, kuinka paljon osaajat ovat käyttäneet Wolfram Alphaa pintasuuntautuneisiin opiskelijoihin verrattuna (37,5 % ja 64,3 %).

Taulukko 5. Työkalujen käyttö oppijaprofiileittain. Alimmalla rivillä kyseisen profiilin keskimäärin käytettyjen työkalujen määrä. Data muodossa (n, %-osuus ryhmästä).

Työkalu \Profiili	PSO	VO	TT	OPO	Osaajat	Σ
K&P	14 (100 %)	25 (96 %)	6 (100 %)	7 (100 %)	14 (87,5 %)	66 (95,7 %)
Wolfram Alpha	9 (64,3 %)	11 (42,3 %)	4 (66,7 %)	3 (42,9 %)	6 (37,5 %)	23 (33,3 %)
CAS-laskin	4 (28,6 %)	5 (19,2 %)	1 (16,7 %)	0 (0 %)	5 (31,3 %)	15 (21,7 %)
Funktiolas- kin	9 (64,3 %)	15 (57,7 %)	4 (66,7 %)	3 (42,9 %)	7 (43,8 %)	38 (55,1 %)
Lukiokirjat	6 (42,9 %)	10 (38,5 %)	2 (33,3 %)	1 (14,3 %)	2 (12,5 %)	21 (30,4 %)
Jumpan i.o.mat.	10 (71,4 %)	13 (50 %)	3 (50 %)	4 (57,1 %)	5 (31,3 %)	35 (50,7 %)
Jumpan malliv.	12 (85,7 %)	20 (76,9 %)	4 (66,7 %)	7 (100 %)	12 (75 %)	55 (79,7 %)
Jumpan vi- deot	2 (14,3 %)	6 (23,1 %)	0 (0 %)	0 (0%)	1 (6,3 %)	9 (13,0 %)
Työkalujen lkm kes- kiarvo	4,714	4,038	4,000	3,571	3,250	3,942

Oppijaprofiilien välillä on eroja myös Jumppaan käytetyssä ajassa. Koska aika raportoitiin intervaleina (esim. 10–15 tuntia), niin jonkinlainen approksimaatio saadaan aikaan laskemalla eri intervallien määrien summat, jakamalla tämä op-

pijaprofiiliin kuuluvien opiskelijoiden määrällä, ja kertomalla tämä osamäärä viidellä. Eri oppijaprofiilit käyttivät keskimäärin taulukossa 6 esitetyn ajan Matematiikkajumppaan.

Taulukko 6. Keskimäärin käytetty tuntimäärä oppijaprofiileittain

Profiili	PSO	VO	TT	OPO	Osaajat
Tunteja keskimäärin	17,1	12,3	15,8	15,0	9,1

Kuten Taulukosta 6 voidaan havaita, Osaajat ovat käyttäneet huomattavasti vähemmän aikaa jumppaan kuin muut ryhmät. Kun Osaajien aikaa verrataan Pintasuuntautuneisiin opiskelijoihin ja Tukea tarvitseviin, havaitaan tilastollinen (melkein) merkittävyys (Mann-Whitney U-testin p-arvot näiden ryhmien välillä ovat 0.0084 ja 0.0112. Kaikkien ryhmien välinen Kruskal-Wallis-testin p-arvo on 0.0162.).

Kun tarkasteltiin Perustaitotestin tulosten ja ensimmäisten matematiikan tenttien tulosten korrelaatiota, havaittiin positiivinen korrelaatio 0,3291 (Pearsonin p-arvo 0,006). Samaten, työkalujen summan ja tenttiarvosanan korrelaatioksi havaittiin -0,1921. Tämän korrelaation p-arvo on hyvin suuri, 0,117, joten tenttimestyksen ja työkalujen määrän välille ei voida muodostaa merkittävää yhteyttä.

Oppimistyökalujen käytön vaikutus

Tässä paperissa esitettyihin tutkimuskysymyksiin voidaan vastata saatujen tulosten perusteella. Ensimmäiseen kysymykseen voidaan todeta, että on havaittavissa yhteys opiskelijoiden oppijaprofiilin ja Matematiikkajumppassa työskentelyn välillä. Työkalujen käytön tarkisteluissa havaitaan, että Pintasuuntautuneet opiskelijat käyttävät kaikkein eniten erilaisia työkaluja, kun taas Osaajat käyttävät vähiten työkaluja opiskelussaan. Huomattavaa on, että Pintasuuntautuneet opiskelijat menestyvät opinnoissaan muita huonommin (Myllykoski, 2016). Vertaisoppijat käyttävät paljon työkaluja, mutta heidän osaamistaan työkalujen käyttö ei vaikuta haittaavan. Pienten otoskokojen takia Tukea tarvitsevia ja Omin päin opiskelevia profiileja on mieletonnä tarkistella.

Toiseen kysymykseen voidaan todeta, että työkalujen käytön ja tenttiarvosanojen välille löydettiin negatiivinen korrelaatio, mutta korrelaation p-arvo ei ole merkitsevä. Tästä huolimatta Pintasuuntautuneiden opiskelijoiden ja Vertaisoppijoiden tenttitulosten erilaisuus kertoo siitä, että ryhmässä on huomattavaa erilaisuutta. Tässä tutkimuksessa saatiin myös uutta tietoa Pintasuuntautuneista opiskelijoista. Keskimäärin he käyttävät muita opiskelijoita enemmän aikaa ja useampia oppimistyökaluja matematiikkaa opiskellessaan. Heidän tenttiarvosanansa ovat myös huomattavasti heikompia kuin muiden oppijaprofiilien, erityisesti Osaajien (p-arvo 0,0166). Tämä voi tarkoittaa sitä, että Pintasuuntautuneet

opiskelijat eivät saa käyttämistään oppimistyökaluista riittävää hyötyä, ja Osaajat eivät tällaisia työkaluja edes tarvitse.

Kun tätä tulosta ajatellaan tukiovetusta tarjoavan tahon kannalta, käy selväksi, että tukiovetuksen järjestämistä kannattaa miettiä uudelleen. TTY:n Matematiikkajumppa ei tällä hetkellä kykene vastaamaan modernien opiskelijoiden tarpeisiin matematiikan tukiovetuksen saralla. Itsenäisesti toimiessaan opiskelijoilla on tapana käyttää liikaa oppimistyökaluja, mikä aiheuttaa sen, että opiskelijat ohittavat ne kriittiset ajattelun vaiheet, jotka kehittäisivät heidän matemaattisia kompetenssejaan. Keskittyminen pelkästään oikean ratkaisun löytämiseen syrjäyttää matemaattisen ajattelun kehittymisen. Tämä on vakava erityisesti heikoimmille opiskelijoille, jotka hyötyisivät matemaattisen ajattelun kehittämisestä eniten.

Tämän tutkimuksen hypoteesina tarjotaan seuraavaa: Pintasuuntautuneen opiskelijan tulisi harjoitella matematiikan perustaitojaan muita perusteellisemmin, jotta hän saavuttaisi toivotun suoritustason opintojaan varten. Tämä harjoittelu tulisi suorittaa keskittyen perusasioihin, kuten lausekkeiden manipulointiin, laskusääntöjen ja -järjestyksen ymmärtämiseen sekä yhtälönratkaisuun. Tämä perusasioiden harjoittelu tulisi suorittaa perinteiseen tapaan kynällä ja paperilla.

Tähän tietoon perustuen Matematiikkajumppaa tulisi kehittää. Yksi ehdotus Jumpan kehittämiseksi olisi opiskelijoiden vastuun lisääminen: Epäonnistuneen Perustaitotestin jälkeen opiskelijoilla olisi tietty aika suorittaa Matematiikkajumppa, jonka jälkeen opiskelijoille järjestettäisiin Jumppatesti. Jumppatestissä epäonnistuneet opiskelijat voitaisiin siirtää suoraan erityisemmin tuettuihin matematiikan harjoituksiin, koska olisi selvää, että heidän taitotasonsa on kyseenalainen yliopisto-opintoja varten. Tällainen menettely palvelisi kaikkia tahoja, sillä opiskelijat saisivat eriyttävämpää matematiikan opetusta ja onnistumisen tunteita heidän tasolleen sopivassa matematiikassa, ja opettajat voisivat tunnistaa ongelmatapaukset nopeammin ja tehokkaammin. Tämä myös suoraviivais-taisi opetusresurssien kohdentamista ja mahdollisesti laskisi kustannuksia.

YHTEENVETO

Eri oppijaprofiileihin kuuluvat opiskelijat suorittavat heille määrättyä tukiovetusohjelmaa huomattavan erilaisin tavoin. Pintasuuntautuneet opiskelijat käyttävät paljon erilaisia oppimistyökaluja, mutta eivät tuota hyviä oppimistuloksia. Osaajat tuntuvat pärjäävän hyvin, vaikeivat käytäkään useita oppimistyökaluja. Vertaisoppijoiden menestys on kohtuullista, vaikka he käyttävätkin paljon työkaluja. Näihin tietoihin perustuen tässä tutkimuksessa on esitetty keinoja, joiden avulla matematiikan tukiovetusta voitaisiin kehittää. Muutoksia on tehtävä, ei pelkästään opiskelijoiden taitotason parantamiseksi, vaan myös kiristyviin taoudellisiin vaatimuksiin vastaamiseksi.

Tässä tutkimuksessa esitetyt toimenpiteet kuvaavat niitä keinoja, joita TTY:llä käytetään matemaattisesti heikkojen opiskelijoiden tunnistamiseksi, sekä niitä keinoja, joita TTY:n Matematiikan laboratorio on luonut auttaakseen näitä opiskelijoita heidän opinnoissaan. Tutkimusmenetelmät ovat eettisesti kestäviä ja muiden alan julkaisujen mukaisia. Tässä tutkimuksessa esitetyt tiedot ovat TTY:n ja muiden vastaavien tahojen käytettävissä matematiikan tukiopetuksen kehityksessä ja modernisoinnissa. Jotkut opiskelijat tarvitsevat apua jo perusmatematiikassa, ja on kaikkien etu, että yliopisto pyrkii vastaamaan opiskelijoiden tarpeisiin kehittämällä ympäristöjä, joissa erilaisten opiskelijoiden tarpeisiin pystytään vastaamaan mahdollisimman tehokkaasti.

LÄHTEET

- SEFI Working Group, edited by Mustoe, L. and Lawson, D. Mathematics for the European Engineer. SEFI HQ, 2002. ISBN 2-87352-045-0. Available at <http://sefi.htw-aalen.de/Curriculum/sefimarch2002.pdf>.
- SEFI, European Society for Engineering Education. (2013). A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education. *A Report of the Mathematics Working Group*. Saatavissa: <http://www.sefi.be/wp-content/uploads/Competency%20based%20curriculum%20incl%20ads.pdf>.
- Hawkes, T. & Savage, M (eds.) Measuring the Mathematics Problem (London: Engineering Council, 2000). Available at www.engc.org.uk/about-us/publications.aspx.
- Havola, L. (2012). Assessment and learning styles in engineering mathematics education, lisensiaatin tutkielma, Aalto-yliopisto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201209193106>.
- Huikkola M., Silius, K., Pohjolainen, S. Clustering and achievement of engineering students based on their attitudes, orientations, motivations and intentions. WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education. ISSN: 1790-1979. Issue 5, Volume 5, May 2008.
- Mathematics in Education in Europe: Common Challenges and National Policies. Eurydice, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011. ISBN 978-92-9201-221-2.
- Myllykoski, T. (2016). Educational Videos and the Use of Tools in Mathematics Remedial Instruction. Diplomityö, TTY. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/23734>
- Myllykoski, T., Ali-Loytty, S., Pohjolainen, S. (2016). Students' use of tools and tool types - Solving self-study assignments on an online platform. 44th SEFI Conference, 12-15 September 2016, Tampere, Finland.

- OECD (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing. Available at <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>.
- Sangwin, C. (2013). *Computer aided assessment of mathematics*. Oxford University Press, Oxford, New York, USA. 185 p.
- Sosnovsky, S., Dietrich, M., Andrès E., Gogvadze, G., Winterstein, S. *Math-Bridge: Adaptive Platform for Multilingual Mathematics Courses*. *21st Century Learning for 21st Century Skills*, page 495. ISBN 978-3-642-33262-3. Springer 2012.
- Tossavainen, T., Väisänen, P., Merikoski, J.K., Lukin, T., Suomalainen, H. *A Survey on the Performance of Finnish Students' Arithmetical Skills and the Role of Motivation*. *Education Research International*, 2015. Available at <http://dx.doi.org/10.1155/2015/213429>