



KEHITTÄMISTUTKIMUS: VUOROVAIKUTTEISTEN MATLAB-OPETUSOHJELMIEN VAIKUTUS MINÄPYSTYVYYTEEN JA OPPIMISTULOSSIIN YLIOPISTOMATEMATIIKASSA

Terhi Kaarakka, Simo Ali-Löytty & Miika Huhtanen

Tampereen teknillinen yliopisto

Tampereen teknillisessä yliopistossa aloitettiin keväällä 2017 kehittämistutkimus, jossa luotiin opetusmoduuli matriisilaskennan sekä MATLAB-ohjelmiston harjoitteluun. Moduulissa olevien vuorovaikutteisten opetusohjelmien yksi tavoite on vaikuttaa positiivisesti opiskelijoiden minäpystyvyyteen matematiikassa ja MATLABin käytössä. Tutkimuksen tässä vaiheessa selvitettiin eroja oppimistuloksissa sekä minäpystyvyyden ja asenteiden muutoksissa opetusohjelmilla harjoittelevien ja ilman opetusohjelmia opiskelevien opiskelijoiden välillä. Tutkimuksessa havaittiin, että koeryhmän asenteissa ja uskomuksissa ohjelmiston käyttöön liittyen ei tapahtunut alenemista, jota havaittiin kontrolliryhmällä. Tutkimustulokset ovat lupaavia ja rohkaisevat tutkimaan asiaa enemmän.

JOHDANTO

Euroopan Insinööriopetuksen yhteisön ohjeistuksen (Mustoe et al., 2013) mukaan tekniikan alojen koulutuksessa matematiikan opetuksessa pitäisi hyödyntää matemaattisia työkaluja sekä jatkuvaa arviointia. Matemaattisia ohjelmistoja, kuten MATLABia hyödyntämällä, voidaan luoda uuden tyyppisiä tehtävämalleja sekä tarjota opiskelijalle jatkuvaa arviointia. Ohjelmistojen käytön opettaminen mielekkäällä työelämää valmentavalla tavalla on tärkeä osa tekniikan alan koulutusta (Mustoe et al., 2013).

Minäpystyvyydellä tarkoitetaan ihmisen uskoa omaan kykyihinsä pärjätä tietyssä tehtävässä tai hallita ympäröiviä tapahtumia (Bandura, 1982). Minäpystyvyydellä on osoitettu olevan vaikutusta myös todelliseen suoriutumiseen tehtävässä (Martocchio, 1994, Law et al., 2010). Antamalla positiivista palautetta, joka koh-

distuu palautteen saajan hallittavissa oleviin seikkoihin, voidaan vaikuttaa mi-
näpystyvyyteen. Palaute on tehokkainta, kun se on riittävän yksityiskohtaista ja
sisältää selkeitä kehittämiskohteita ja kehuja onnistumisista (Earley, 1988). Usein
opetuksessa opettajan aika ei kuitenkaan riitä jokaisen opiskelijan henkilökohtai-
seen ohjaukseen ja jatkuvaan arviointiin.

Keväällä 2017 Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) matematiikan laboratorii-
ossa aloitettiin kehittämistutkimus, jossa luotiin matriisilaskennan perusteiden
kertaamiseen ja MATLAB-ohjelmiston käytön harjoitteluun tarkoitettu opetus-
moduuli (Huhtanen, 2017). Tutkimuksen tarkoituksena on kehittää automaatti-
sesti palautetta ja kannustusta antava itseopiskeluun sopiva opetuskokonaisuus.
Matematiikan osalta moduuli seuraa sisällöltään TTY:n Insinöörimatematiikka 2
-kurssia, joka on ensimmäisen vuoden matriisilaskennan opintojakso. MATLA-
Bin käytössä keskityttiin opettamaan ohjelmiston käyttöä matriisilaskennan tu-
kena.

Moduuli sisälsi MATLABin käyttöön liittyviä opetusvideoita ja tekstiohjeita sekä
MATLABilla ajettavia vuorovaikutteisia opetusohjelmia. Ruudunkaappauskuva
eräästä opetusohjelmasta löytyy Kuvasta 1. Videot ja ohjetekstit sisälsivät ohjeis-
tusta MATLAB-komentoihin ja yksinkertaiseen ohjelmointiin. Videot tehtiin
multimediaoppimisen kognitiivisen teorian mukaisesti (Mayer & Moreno, 2002;
Mayer & Moreno, 2003). Opetusohjelmat sisälsivät kertausta moduulin ohjeteks-
teissä ja -videoissa esitetyistä MATLABin komennoista sekä kurssin aiheista ly-
hyiden tekstipätkien, esimerkkien sekä kuvaajien muodossa. Lisäksi ohjelmat
antoivat käyttäjälle pieniä tehtäviä. Ohjelmat tunnistivat käyttäjän syötteen, an-
toivat palautetta vastauksen oikeellisuudesta, ongelmatilanteissa vihjeitä sekä
kannustusta suoritusten jälkeen. Opetusohjelmat ohjelmoitiin MATLABilla itse.
Vastaavanlaisia ohjelmia olisi mahdollista tehdä myös MathWorksin MATLAB-
Grader ohjelmalla (aikaisemmin Cody Coursework), jonka käyttöä opetuksessa
on tutkittu viime aikoina ja se on todettu hyödylliseksi (Hill & Parvini 2018).

```

Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.
Muodosta matriisin M käänteismatriisi Gaussin eliminointimenetelmällä.
Tallenna käänteismatriisi muuttujaan M2
rref([M eye(5)])

ans =

    1.0000    0    0    0    0    -0.8421    1.0132    0.2237
         0    1.0000    0    0    0    -0.7105    0.4408    0.4934
         0    0    1.0000    0    0    0.1579   -0.2368   -0.0263
         0    0    0    1.0000    0    0.3158   -0.2237    0.1974
         0    0    0    0    1.0000    0.5000   -0.3750   -0.3750

M2=ans(:,6:10)

M2 =

   -0.8421    1.0132    0.2237   -0.4079    0.0658
   -0.7105    0.4408    0.4934   -0.1645    0.2039
    0.1579   -0.2368   -0.0263    0.3421   -0.1842
    0.3158   -0.2237    0.1974   -0.0658   -0.1184
    0.5000   -0.3750   -0.3750    0.1250    0.1250

Jippii!
Maarittelit käänteismatriisin oikein!

```

Kuva 1. Kuvassa on esimerkki eräästä opetusohjelmasta, jossa harjoiteltiin
käänteismatriisin muodostamista Gaussin eliminointimenetelmällä.

Opetusohjelmien tavoitteena on tarjota käyttäjälle jatkuvaa arviointia. Sen avulla hän voi seurata osaamisensa kehittymistä eikä jää virheellisiä mielikuvia ratkaisumalleista (Schunk, 1990). Koska opetustilanteessa ohjaajan antamalla henkilökohtaisella palautteella ja kannustuksella voidaan vaikuttaa suoriutumiseen ja minäpystyvyyteen, myös opetusohjelmien antamalla automaattisella palautteella pyrittiin kohottamaan opiskelijoiden matematiikkaan liittyvää minäpystyvyyttä. Kehittämistutkimuksen pilottivaiheessa keväällä 2017 kerättiin opiskelijoilta palautetta moduulin ja erityisesti opetusohjelmien käytöstä. Tuolloin opiskelijat kokivat vuorovaikutteiset opetusohjelmat ja moduulin muut oppimateriaalit hyödyllisiksi oman oppimisensa kannalta. Kehittämistutkimuksen tässä vaiheessa pyritään syksyllä 2017 opintojaksolla opiskelleiden opiskelijoiden subjektiivisen näkemyksen lisäksi selvittämään tilastollisesti vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

TK1: Millainen vaikutus moduulin opetusohjelmilla on opiskelijan matematiikan minäpystyvyyteen?

TK2: Millainen vaikutus moduulin opetusohjelmilla on oppimistuloksiin yliopistomatematiikan kurssilla?

TUTKIMUSASETELMA JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimus toteutettiin TTY:n Insinöörimatematiikka 2 -kurssilla syksyllä 2017. Pakollisia suorituksia kurssilla olivat harjoituspaketti, jonka suorittamiseen vaadittiin tehdyksi vähintään 50 % kurssilla annetuista harjoitustehtävistä, MATLABin alkeet -opetuskokonaisuus (Parviainen, 2016) sekä hyväksytysti suoritettu tentti. Harjoituspakettiin kuului viikoittain kuusi perinteistä kynällä ja paperilla tehtävää tehtävää, kolme STACK-tehtävää (Sangwin, 2013) sekä yksi MATLAB-tehtävä. Harjoitustehtäviä tekemällä opiskelija saattoi ansaita tenttiin lisäpisteitä. Tenttipisteitä kertyi vähimmäismäärästä eteenpäin tehtyjen harjoitustehtävien mukaan lineaarisesti kolmeen pisteeseen saakka, jonka opiskelija ansaitsi tekemällä 80 % harjoitustehtävistä. Tekemällä MATLAB-tehtävän vähintään viitenä harjoituskertana kuudesta ja vastaamalla kahteen alempana kuvattuun kyselyyn opiskelijat ansaitsivat tenttiin yhden lisäpisteen.

Kurssin Moodle-sivulle määräaikaan mennessä kirjautuneet 441 opiskelijaa jaettiin opiskelijanumeron parillisuuden mukaan koe- (Vihreät, parittomat) ja kontrolliryhmiin (Siniset, parilliset). Harjoituspaketin perinteiset sekä STACK-tehtävät olivat kummallekin ryhmälle samat. MATLABin opiskeluun molemmilla ryhmillä oli käytössä samat ohjetekstit ja opetusvideot, mutta ryhmät erosivat toisistaan MATLAB-tehtävien osalta. Kontrolliryhmän tehtävät olivat täysin Moodlessa ja harjoittelu tuli tehdä opetusmateriaalien avulla itsenäisesti. Koeryhmä käytti harjoitteluun moduulin vuorovaikutteisia opetusohjelmia,

joissa kontrolliryhmän tehtäviä vastaavat tehtävät tulivat vastaan yksinkertaisten harjoitteiden välissä. Myös koeryhmäläiset syöttivät näiden tehtävien vastaukset Moodleen, joka tarkisti vastaukset. Erona ryhmien välillä siis oli, että kontrolliryhmä ei saanut ohjelman tarjoamaa ohjausta, välitöntä palautetta eikä kannustusta harjoitteluvaiheessa vaan he opiskelivat samat asiat itsenäisesti opetusmateriaalin avulla.

Kummallekin ryhmälle toteutettiin ensimmäisten ja viimeisten, eli kuudensien, laskuharjoitusten yhteydessä Moodle-kysely, joka sisälsi 35 kysymystä (Liite A), joihin vastattiin viisiportaisella Likert-asteikolla. Kuudentena vaihtoehtona oli vastata "Ei vastausta". Kyselyssä käytettiin matematiikkaan liittyvää minäpystyvyyttä ja ahdistusta mittaavaa MSEAQ-kyselyä (May, 2009), johon kuuluvat 29 väitettä suomennettiin kurssin kontekstiin sopiviksi. Lisäksi kyselyyn lisättiin kuusi MATLABin käyttöön liittyvää väitettä. Opiskelijoita ohjeistettiin tutkimukseen osallistumiseen liittyvistä ehdoista kurssin alussa. Tietoa tutkimuksesta oli saatavilla koko kurssin ajan myös kurssin Moodle-sivulta. Viimeisessä kyselyssä oli myös mukana väite "Vastauksiani saa käyttää kurssilla toteutetussa tutkimuksessa aineistona. (Vastaajan anonymiteetti ei paljastu missään tutkimuksen vaiheessa)", johon vastattiin "Kyllä" tai "Ei". Muiden kysymysten osalta alku- ja loppukysely olivat keskenään identtiset.

Kyselyn vastaukset koodattiin asteikolle 1-5 niin, että "Täysin eri mieltä" vastasi arvoa 1, "Ei samaa eikä eri mieltä" arvoa 3 ja "Täysin samaa mieltä" vastasi arvoa 5. Ne vastaukset, joihin oli vastattu "Ei vastausta", poistettiin aineistosta ennen tulosten analysointia. Vastauksia käsiteltäessä vastaukset väittämiin, jotka kuvasivat negatiivista suhtautumista tai ahdistusta, koodattiin käänteisiksi vähentämällä vastauksen arvo luvusta 6. Kysymyksistä muodostettiin kahdeksan teoreettista faktoria kuvaavaa mittaria. Viisi näistä mukailivat alkuperäisen MSEAQ-kyselyn faktoreita ja kolme luotiin tähän tutkimukseen kuvaamaan MATLABin käyttöön liittyvää minäpystyvyyttä ja ahdistusta. Faktorit ja kysymykset, joista faktoreita kuvaavat mittarit muodostuivat, on Taulukossa 1.

Tulosten käsittelyyn otettiin mukaan vastaukset vain niiltä opiskelijoilta, jotka vastasivat molempiin kyselyihin, tekivät MATLAB-tehtäviä vähintään viidellä viikolla ja antoivat luvan vastaustensa käyttämiseen tutkimuksessa. Kontrolliryhmästä kyselyiden tulosten käsittelyssä on mukana 135 vastaajaa ja koeryhmästä 143 vastaajaa. Näistä opiskelijoista ensimmäiseen tenttiin osallistui kontrolliryhmästä 127 ja koeryhmästä 139 opiskelijaa. Heidän tuloksiaan käytettiin ryhmien tenttitulosten vertailussa.

Taulukko 1. Kyselylomakkeen väittämistä muodostetut faktorit, faktoreiden lyhenteet sekä faktoreihin kuuluvien väittämien numerot lomakkeessa.

Faktori	Lyhenne	Kysymykset
Yleinen matematiikan minäpystyvyys	YL	11, 15, 17, 20, 26, 27, 29
Minäpystyvyys luokkatilanteessa	LK	1, 18
Arvosana-ahdistus	AS	3, 5, 8, 10, 19, 24, 30, 32
Arviointiin liittyvä ahdistus	AR	9, 23
Usko kykyihin tulevaisuudessa	TU	4, 6, 13, 14, 22, 28, 31, 35
Yleinen MATLABiin liittyvä minäpystyvyys	MYL	21, 25
MATLABiin liittyvä ahdistus	MAH	7, 12
Usko MATLAB-taitoihin tulevaisuudessa	MTU	2, 16

Faktori YL tarkoittaa yleisesti uskoa omaan matemaattisiin kykyihin. LK kuvaa itseluottamusta ja -varmuutta koulun luokkatilanteessa. Matematiikan kurssin arviointiin liittyvä faktori AS kuvaa sitä, kuinka luottavainen opiskelija on mahdollisuuksiinsa pärjätä kurssikokeessa. Faktori AR eroaa edellisestä siinä, että tässä faktorissa arviointi voi liittyä myös koulun ulkopuoliseen maailmaan. TU tarkoittaa uskoa omaan kykyihin hyödyntää matematiikkaa tulevaisuudessa. Faktori MYL tarkoittaa yleisesti MATLABin käytön oppimiseen liittyvää minäpystyvyyttä. Pääosa opiskelijoista opiskelee ensimmäistä vuotta, ja heillä on vain vähän kokemusta MATLABin käytöstä tutkimuksen alkaessa. Siksi faktori kuvaa erityisesti uskoa omaan valmiuksiin oppia MATLABin käyttöä harjoittelemalla. Faktori MAH kuvaa MATLABin käytön ja harjoittelun luomaa ahdistusta ja MTU uskoa omaan mahdollisuuksiin oppia käyttämään MATLABia tai muuta laskentaohjelmistoa tulevaisuudessa niin, että sitä voi hyödyntää myöhemmissä opinnoissa tai työelämässä. Vastausten koodauksessa mittarit luotiin niin, että korkea arvo millä tahansa mittarilla tarkoittaa positiivista asiaa. Tällöin pieni arvo ahdistus-faktoreiden mittareissa tarkoittaa suurta ahdistusta.

Ennen summamuuttujien luomista ryhmien vastausten jakaumien eroa alkukyselyn vastauksia tutkittiin kysymyksittäin Mann-Whitneyn U-testillä, jossa vastausten ei tarvitse olla normaalisti jakautuneita. Testin mukaan kysymyksissä 4 ($p = 0,001$), 5 ($p = 0,006$) ja 20 ($p = 0,004$) jakaumat ryhmien välillä olivat 99 % luottamustasolla erilaiset. Mittarit muodostettiin summamuuttujina ilman näitä kysymyksiä. Samat kysymykset otettiin mukaan tulosten analysointiin kummasakin kyselyssä.

Summamuuttujien muodostamisen jälkeen ryhmien vastausten jakaumien eroja tutkittiin Mann-Whitneyn U-testillä ja tarkastelemalla jakaumien tunnuslukuja.

U-testi suoritettiin kummallekin kyselylle. Samoilla menetelmillä tutkittiin eroja tenttipistejakaumissa. Harjoittelun aikana tapahtuneita muutoksia tutkittiin mielipideasteikolla mitatuille muuttujille sopivalla Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testillä.

TULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI

Taulukon 1 mukaisesti luotiin faktoreita kuvaaviksi mittareiksi summamuuttujat, joiden arvot skaalattiin välille 1-5. Mittareiden luotettavuutta kummassakin kyselyssä tutkittiin Cronbachin alpha avulla. Alin hyväksyttävä arvo alphalle on 0,70 ja tätä alemmat arvot tarkoittavat, että mittarin luotettavuus on kyseenalaistettava (Cripps, 2017). Kunkin mittarin alpha on esitetty **Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt.** Kummassakin kyselyssä faktoreiden TU ja MAH mittareille alpha < 0,70, joten näistä mittareista ei voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä.

Taulukko 2. Mittareiden Cronbachin alpha ensimmäisessä (K1) ja toisessa (K2) kyselyssä.

	YL	LK	AS	AR	TU	MYL	MAH	MTU
K1	0,917	0,779	0,893	0,782	<u>0,635</u>	0,804	<u>0,649</u>	0,733
K2	0,919	0,755	0,904	0,804	<u>0,641</u>	0,809	<u>0,621</u>	0,781

Vertailtaessa Taulukossa 3 esitettyjen mittausten keskiarvoja huomataan, että koeryhmällä arvot ovat laskeneet faktoreihin AR, TU ja MTU liittyvillä väitteillä. Kontrolliryhmällä arvot ovat laskeneet näiden lisäksi faktoreihin YL, AS ja MYL liittyvillä väitteillä. Näistä viimeisimmässä arvo on laskenut lähes 10 %, kun arvo on kasvanut koeryhmällä yli 16 %. Tutkimuksen kannalta huomionarvoista havaita, että kontrolliryhmän arvot ovat alkutilanteessa jokaisella mittarilla koeryhmän arvoja pienemmät.

Ryhmien sisäistä tutkimusjakson aikana tapahtunutta muutosta tutkittiin Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testillä. Testissä vähennettiin toisen kyselyn vastausten arvosta ensimmäisen kyselyn arvo, jolloin positiivinen arvo tarkoittaa, että mittarin arvo on noussut. Taulukossa 4 on esitetty kummassakin ryhmässä positiivisten ja negatiivisten muutosten lukumäärät sekä testin *p*-arvo.

Taulukon 4 mukaan luottamustasolla 0,95 kontrolliryhmällä on tapahtunut tilastollisesti merkitsevä ero vain faktorissa MYL. Järjestyslukujen keskiarvo negatiivisilla muutoksilla oli 48,51 ja positiivisilla 43,38 (*n* = 134). Voidaan päätellä, että usko omiin mahdollisuuksiin oppia MATLABin käyttöä heikkeni tutkimusjakson aikana. Vastaavasti opetusohjelmien avulla harjoitelleella ryhmällä muutoksia kumpaankin suuntaan oli lähes yhtä monta ja keskimääräiset sijaluvut olivat 46,80 ja 45,22, joten vastaavaa heikentymistä ei tapahtunut.

Taulukko 3. Mittareiden saamien arvojen jakaumien keskiarvo μ , keskihajonta σ , mediaani Md, vastausten lukumäärä n sekä Mann-Whitneyn U-testin (M-W) p-arvo kummallakin ryhmällä ensimmäisessä ja toisessa kyselyssä.

			YL	LK	AS	AR	TU	MYL	MAH	MTU
Kysely 1	Kontrolli-ryhmä	μ	3,5	3,38	3,31	3,28	3,91	3,39	3,41	3,89
		σ	0,8	1,11	0,95	1,09	0,7	0,83	1,04	0,86
		Md	3,67	3,5	3,43	3,5	4	3,5	3	4
		n	132	128	131	135	131	131	131	135
	Koe-ryhmä	μ	3,28	3,18	3,03	3,15	3,75	3,17	3,26	3,68
		σ	0,79	1,06	0,87	1,01	0,67	0,97	1	1,01
		Md	3,17	3	3	3	3,71	3	3,5	4
		n	140	136	140	142	137	141	138	143
	M-W	p-arvo	0,018	0,103	0,008	0,256	0,038	0,136	0,284	0,058
	Kysely 2	Kontrolli-ryhmä	μ	3,45	3,39	3,24	3,15	3,66	3,75	3,46
σ			0,85	0,97	0,91	1,02	0,52	0,87	0,94	0,86
Md			3,67	3,5	3,29	3	3,71	4	3,5	3,5
n			133	128	133	135	130	134	133	134
Koe-ryhmä		μ	3,33	3,25	3,06	3,01	3,58	3,69	3,26	3,37
		σ	0,83	1,08	0,93	1,03	0,58	1	1	0,93
		Md	3,33	3,5	3,14	3	3,71	4	3,5	3,5
		n	139	135	140	143	141	143	143	143
M-W		p-arvo	0,096	0,285	0,11	0,27	0,096	0,291	0,132	0,446

Taulukko 4. Ryhmien sisäistä muutosta mitanneen Wilcoxonin testin negatiivisten (N) ja positiivisten (P) muutosten lukumäärät sekä testin p-arvo.

			YL	LK	AS	AR	TU	MYL	MAH	MTU
Kontrolli-ryhmä	N	62	39	60	56	68	56	56	41	
	P	49	40	53	38	45	36	36	54	
	p-arvo	0,281	0,358	0,273	0,127	0,067	0,021	0,756	0,379	
Koe-ryhmä	N	53	39	55	65	75	45	45	39	
	P	65	49	70	44	48	46	52	66	
	p-arvo	0,543	0,366	0,421	0,086	0,011	0,958	0,75	0,006	

Koeryhmällä tilastollisesti merkitseviä muutoksia tapahtui faktoreiden TU ja MTU mittareissa. Faktoria TU kuvaavan mittarin arvo on pienentynyt yli puolella vastaajista ja keskimääräiset sijaluvut ovat 64,19 ja 58,57 ($n = 135$). Myös

kontrolliryhmällä arvo oli tutkimusjakson aikana alentunut, joskaan ei tilastollisesti merkitsevällä tasolla. Tätä faktoria mittaavan mittarin luotettavuus ei kuitenkaan ole hyväksyttävällä tasolla, joten tulosta ei voi yleistää.

Faktorissa MTU tapahtunut muutos koeryhmällä on tilastollisesti merkitsevä myös luottamustasolla 0,99. Järjestyslukujen keskiarvo positiivisilla muutoksilla on 55,01 ja negatiivisilla 49,60 ($n = 141$). Myös mittarin on luotettavuus hyväksyttävällä tasolla. Voidaan siis päätellä, että opetusohjelmien avulla harjoitteleiden opiskelijoiden usko omaan kykyihinkin tulevaisuudessa hyödyntää laskentaohjelmistoja parantui tilastollisesti merkitsevästi harjoittelun johdosta.

Tenttipistejakaumien eroja tutkittiin Mann-Whitneyn U-testillä. Tarkasteltaessa kaikkien tutkimukseen osallistuneiden ensimmäisessä tentissä saamia pistemääriä (kontrolliryhmä $n = 127$, koeryhmä $n = 139$) saatiin testin p -arvoksi 0,778. Kontrolliryhmän tenttipisteiden keskiarvo oli 16,90 pistettä, koeryhmän keskiarvo oli 16,91 pistettä maksimipisteiden ollessa 24. Ensimmäisen desiilin, alakvartiilin, mediaanin, yläkvartiilin ja yhdeksännen desiilin arvot olivat kontrolliryhmällä 10,4; 14,0; 17,5; 19,5; 21,6 ja koeryhmällä 10,5; 14,0; 17,5; 20,0; 22,5. Ryhmien tenttipistejakaumien tunnusluvuissa ei ollut merkittäviä eroja eikä jakaumien ero ollut tilastollisesti merkitsevä. Ei voida siis todeta, että opetusohjelmien avulla harjoittelulla olisi ollut vaikutusta opiskelijoiden oppimistuloksiin matematiikassa tutkimusjakson aikana.

POHDINTA JA YHTEENVETO

Keväällä 2017 Tampereen teknillisessä yliopistossa aloitettiin kehittämistutkimus, jossa luotiin opetusmoduuli. Moduuliin kuului opetusvideoiden ja ohjetekstien lisäksi vuorovaikutteisia opetusohjelmia, joiden avulla kerrattiin matriisilaskentaa ja opeteltiin MATLAB-ohjelmiston käyttöä. Ohjelmat antoivat automaattisesti käyttäjälle palautetta ja kannustusta, millä pyrittiin vaikuttamaan opiskelijan minäpystyvyyteen. Kehittämistutkimuksen pilottivaiheessa moduulista kerättiin kokemuksia ja palautetta opiskelijoilta. Tutkimuksen tässä vaiheessa selvitettiin tilastollisin menetelmin opetusohjelmien avulla harjoittelun vaikutuksia opiskelijoiden minäpystyvyyteen.

Tutkimuksessa mitattiin kahdeksaa faktoria. Mittareista kuutta voidaan pitää riittävän luotettavina. Matematiikkaan liittyvissä faktoreissa kummallakin ryhmällä tapahtui alenemista opiskelijoiden uskossa omaan kykyihinkin hyödyntää matematiikkaan tulevaisuudessa. Muutos oli koeryhmällä tilastollisesti merkitsevä, mutta mittarin luotettavuus ei ollut hyvä. Muissa matematiikkaan liittyvissä faktoreissa ei havaittu muutosta.

Kontrolliryhmällä usko omaan mahdollisuuksiin oppia MATLABin käyttöä heikentyi tilastollisesti merkitsevästi tutkimusjakson aikana, mutta koeryhmällä tätä alenemista ei tapahtunut. Uuden ohjelmiston käytön harjoittelu on aluksi

monelle vaikeaa ja aiheuttaa turhautumista, mutta ohjatulla harjoittelulla ja palautteenannolla voitiin vähentää tätä ahdistusta. Tässä mielessä voidaan päätellä opetusohjelmien avulla harjoittelusta olleen hyötyä, vaikka koeryhmässä muutosta asenteissa ei tapahtunutkaan. Sekä kontrolli- että koeryhmällä usko omaan kykyihin hyödyntää laskentaohjelmistoa opinnoissa ja tulevassa työssä vahvistui harjoittelujakson aikana, mutta vain koeryhmällä muutos oli tilastollisesti merkitsevä. Opetusohjelmilla harjoittelulla voidaan katsoa olevan yhteys positiiviseen asennoitumiseen laskentaohjelmistoa ja sen käytön harjoittelua kohtaan.

Tutkimuksen lähtötilanne heikentää tulosten luotettavuutta. Vaikka ryhmät muodostettiin opiskelijanumeron parillisuuden mukaan, eivät ryhmät olleet keskenään homogeenisia. Erot eivät olleet alussa tilastollisesti merkitseviä, mutta mittareiden arvot olivat lähes systemaattisesti koeryhmällä kontrolliryhmän arvoja matalampia. Siksi ryhmien vertaileminen ei ole ongelmaton. Näyttäisi kuitenkin, että opetusohjelmien kaltaisella ohjatulla harjoittelulla, jossa saa myös palautetta ja kannustusta, voidaan kohottaa opiskelijoiden asenteita erityisesti uutta ohjelmistoa kohtaan. Tämä tulos vahvistaa aiempia aiheita sivuavia pohdintoja, joita johdannossa on lyhyesti esitelty.

Jatkotutkimuksen aiheena voisi olla selvittää, mikä asennemuutoksissa johtuu ohjatusta harjoittelusta ja mikä palautteesta sekä kannustuksesta. Ohjelmia voisi muuttaa niin, että toiselle ryhmälle ohjelmat antaisivat palautteen vain vastauksen oikeellisuudesta ja toiselle ohjelmat antaisivat lisäksi rennolla sävyllä toteutettua kannustusta. Jos koneen automaattisesti antama kannustus vaikuttaisivat minäpystyvyyteen samalla tavalla kuin opettajan antama henkilökohtainen palaute, olisi taloudellisestikin kannattavaa luoda kannustusta antavia opetusmoduuleja, joiden avulla voitaisiin vaikuttaa opiskelijoiden asenteisiin ja tätä kautta motivaatioon ja mahdollisesti oppimistuloksiin. Tutkimuksessa käytettyjen tehtävien opetusohjelmien tehtävät liittyivät vahvasti MATLABin käyttöön. Vahvemmin matematiikkaan pohjautuvien tehtävien avulla voitaisiin myös tutkia, saadaanko vastaavanlaisilla ohjelmilla vaikutettua opiskelijoiden asenteisiin myös matematiikkaa kohtaan.

LÄHTEET

- Bandura, A. (1982). Self-Efficacy Mechanism in Human Agency, *American Psychologist*, 37(2), 122.
- Cripps, B. (2017). *Psychometric testing: Critical perspectives*. John Wiley & Sons.
- Earley, P. C. (1998). Computer-Generated Performance Feedback in the Magazine Subscription Industry, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 41(1), 50–64.

- Hill, R. C. and Parvini Y. (2018). Automated Grading with a Software-Checking Program in the System Dynamics and Control Curriculum, *American Control Conference* 2018.
- Huhtanen, M. (2017). *Matematiikan oppimisen tukeminen MATLABin ja vuorovaikutteisten opetusohjelmien avulla* (Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto).
- Law, K. M., Lee, V. C., ja Yu, Y.-T. (2010). Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses, *Computers & Education*, 55(1), 218-228.
- Martocchio, J. J. and Dulebohn, J. (1994). Performance feedback effects in training: The role of perceived controllability, *Personnel Psychology*, 47(2), 357-373.
- May, D. (2009). *Mathematics self-efficacy and anxiety questionnaire* (Doctoral dissertation, University of Georgia).
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and instruction*, 12(1), 107-119.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational psychologist*, 38(1), 43-52.
- Mustoe, L., Olsson-Lehtonen, B., Robinson, C., & Velichova, D. (2013). A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education.
- Parviainen, P. (2016). *MATLAB-oppimateriaalin kehittäminen Tampereen teknillisessä yliopistossa* (Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto).
- Sangwin, C. (2013). *Computer Aided Assessment of Mathematics*. OUP Oxford.
- Schunk, D. H. (1990). Goal Setting and Self-Efficacy During Self-Regulated Learning. *Educational psychologist*, 25(1), 71-86.

LIITE A: KYSELYLOMAKKEEN VÄITTÄMÄT JA NUMEROT

Nro	Kysymys
1	Tunnen oloni riittävän itsevarmaksi esittääkseni kysymyksiä matematiikan luennolla/harjoituksissa.
2	Uskon osaavani hyödyntää Matlabia tulevissa opinnoissani.
3	Tulen hermostuneeksi valmistautuessani matematiikan tentteihin.
4	Minua jännittää, kun joudun käyttämään matematiikkaa koulun ulkopuolella.
5	Uskon pärjääväni hyvin matematiikan tenteissä.
6	Pelkään, että tarvitessani matematiikkaa tulevaisuudessa työssäni, en osaa käyttää sitä riittävästi.
7	Hermostun, kun teen matematiikan tehtävää Matlabilla.
8	Pelkään, että en voi saada hyviä arvosanoja matematiikan kurssistani.
9	Uskon selviäväni kaikista matematiikan kursseilla annettavista tehtävistä.
10	Pelkään, etten voi suoriutua hyvin matematiikan tenteissä.
11	Uskon olevani sen tyyppinen henkilö, joka on hyvä matematiikassa.
12	En usko, että tarvittaessa osaisin käyttää Matlabia tai muuta laskentaohjelmistoa riittävän hyvin työssäni.
13	Uskon osaavani käyttää matematiikkaa tulevaisuudessa työssäni, kun sitä tarvitsen.
14	Stressaannun, kun kuuntelen opettajaa matematiikan luennoilla/harjoituksissa.
15	Uskon voivani ymmärtää matematiikan kurssien sisällön.
16	Uskon, että tarvittaessa osaan tulevassa työssäni käyttää Matlabia tai muuta laskentaohjelmistoa.
17	Uskon voivani saavuttaa kiitettävän arvosanan matematiikan kursseista.
18	Hermostun esittäessäni kysymyksen matematiikan luennolla/harjoituksissa.
19	Matematiikan harjoitustehtävien tekeminen kotona hermostuttaa minua.
20	Uskon pärjääväni hyvin matematiikan kursseilla.
21	Uskon voivani oppia käyttämään Matlabia hyvin.
22	En usko osaavani matematiikkaa riittävän hyvin pärjätäkseni tulevilla matematiikan kursseilla.
23	En usko, että selviydyn kaikista matematiikan kursseilla annettavista tehtävistä.
24	Tunnen oloni itsevarmaksi suorittaessani matematiikan tenttiä.
25	En usko voivani oppia käyttämään Matlabia hyvin.
26	Uskon olevani sen tyyppinen henkilö, joka osaa matematiikkaa.
27	Uskon pärjääväni hyvin tulevilla matematiikan kursseilla.
28	Pelkään, että en voi ymmärtää matematiikkaa.
29	Uskon osaavani matematiikkaa matematiikan kurssilla.
30	En usko voivani saavuttaa kiitettävää arvosanaa matematiikan kursseista.
31	En usko voivani oppia hyvin matematiikan kursseilla.
32	Olen hermostunut suorittaessani matematiikan tenttiä.
33	Pelkään antaa väärän vastauksen kysymykseen matematiikan luennolla/harjoituksissa.
34	Uskon voivani ajatella kuin matemaatikko.
35	Tunnen oloni itsevarmaksi käyttäessäni matematiikkaa koulun ulkopuolella.