



## SUBSTANSSIOSAAMISEN INTEGROINNIN VAIKUTUS ASENTEISIIN JA MOTIVAATIOON YLIOPISTOMATEMATIIKASSA

Mira Tengvall, Terhi Kaarakka, Simo Ali-Löytty & Petri Nokelainen

Tampereen teknillinen yliopisto

### TIIVISTELMÄ

*Tutkimuksessa selvitettiin substanssiosaamisen integroinnin vaikutusta ensimmäisen vuoden Insinöörimatematiikka 2 -opintojakson opiskelijoiden asenteisiin ja motivaatioon matematiikkaa kohtaan. Tutkimus toteutettiin jakamalla opiskelijat verrokki- ja interoventioryhmään, joista toisessa opiskelijat tekevät perinteisiä harjoitustehtäviä koko kurssin kuuden harjoitusviikon ajan ja toisessa opiskelijat tekevät enemmän alasoveltavia tehtäviä harjoitusviikoilla 2–4. Tutkimusta varten muodostettiin kyselylomake, johon opiskelijat vastasivat kolme kertaa kurssin aikana Moodlessa. Tulosten perusteella substanssiosaamisen integroinnilla on vaikutuksia asenteisiin ja motivaatioon, mutta tulosten vahvistaminen vaatii lisää tutkimuksia. Integroinnilla ei ollut vaikutusta opiskelijoiden tentissä saamiin pisteisiin.*

### JOHDANTO

Oppilaiden uskomuksia ja asenteita matematiikkaa, sen oppimista ja opetusta kohtaan on tutkittu erityisesti alakoulussa (Hannula, 2002, 2004, 2016; Ruffell, Mason, & Allen, 1998). Peruskoulun jälkeisiä aineistoja on saatavilla huomattavasti heikommin ja sama koskee myös yliopistotason opintoja. Tampereen teknillisessä yliopistossa (TTY) diplomi-insinöörin opintoihin sisältyy vähintään 27 opintopistettä (op) matematiikan perusopintoja, joista suurin osa sisältyy kandidaatin tutkintoon. Kaikille yhteisiä opintoja ovat kolme matematiikan ensimmäisen vuoden kurssia (15 op), joiden lisäksi opiskelijat valitsevat kolme muuta kurssia (TTY Opinto-opas).

Tutkimuksessa substanssiosaaminen määritellään kunkin opintosuunnan keskeisten osaamisalueiden kautta, jolloin opiskelijan substanssiosaaminen tarkoittaa oman alan sovelluksissa ja ongelmissa tarvittavan tiedon hallitsemista. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko opiskelijoiden asenteisiin ja motivaatioon matematiikkaa ja sen opiskelua kohtaan vaikuttaa integroimalla

substanssiosaamista sisältäviä tehtäviä opintojakson harjoituksiin niin sanottujen alakohtaisten tehtävien avulla ja millaisia nämä mahdolliset vaikutukset ovat ensimmäisen vuoden matematiikan matriisilaskentaa käsittelevän Insinöörimatematiikka 2 opintojakson aikana. Opintojakson sisällöt asettuvat pääosin eurooppalaisen insinöörikoulutuksen järjestön (SEFI) määrittelemälle tasolle Core Level 1 (SEFI 2013), jonka sisällöt kuuluvat insinöörien oletettuun perusosaamiseen. Tarkempaa kartoitusta TTY:n opintojaksojen ja SEFI:n määrittelemien tasojen välillä on tehnyt Rahkola (2016). Kasvaneet ja laaja-alaiset opiskelijaryhmät ovat johtaneet teoreettisten matematiikan tehtävien käyttöön, jotka sopivat kaikille opintosuunnille. Lisäksi soveltavien tehtävien käsittely on usein hitaampaa kuin teoreettisten matematiikan tehtävien. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, olisiko soveltavampi ote matematiikkaan pedagogisesti hyvä ratkaisu ja kannattaako soveltavien tehtävien kehittämiseen panostaa.

### **ASENNE, MOTIVAATIO JA OPPIMINEN**

Asennetta koskevia tutkimuksia on Di Martinon ja Zanin (2010) mukaan leimannut käsitteen tutkimuskohtainen määrittely ja yhtenäisen teoriataustan puute. Asenteen eri määritelmien ja lisätutkimusten pohjalta Di Martino ja Zan (2010) ovat kehittäneet kolmiulotteisen mallin asenteelle (TMA), jossa kompetensiivinen ulottuvuus muodostuu matemaattisen kompetenssin saavuttamiskäsityksestä eli uskosta omiin mahdollisuuksiin oppia matematiikkaa, emotionaalinen ulottuvuus sisältää matematiikkaan liittyvät dispositiot, jotka ovat usein seurausta onnistumisen tai epäonnistumisen tunteista, ja kognitiivinen ulottuvuus sisältää käsitykset matematiikasta itsestään. Ulottuvuudet ovat vahvassa vuorovaikutuksessa keskenään ja niiden avulla voidaan tutkia asenteen positiivisuutta tai negatiivisuutta.

Opiskelijoiden asenne matematiikkaa kohtaan muodostuu Hannulan (2002) mukaan tunteista, odotuksista ja arvoista. Näihin sisältyvät muun muassa aiemmat kokemukset onnistumisesta/epäonnistumisesta matematiikassa, ymmärryksen tasosta, tiedon hyödyllisyydestä sekä oppimisen seurauksista. Hannulan mukaan asenne voi muuttua lyhyessäkin ajassa ja erityisesti tunne tiedon hyödyttömyydestä vähentää motivaatiota oppia. Yksilötasolla on onnistuttu muuttamaan asenteita matematiikkaa kohtaan positiivisempaan suuntaan, mutta ryhmätasolla ei ole tähän mennessä saavutettu selkeitä tuloksia.

Hannula (2006) on lisäksi tutkinut motivaatiota matematiikka kohtaan ja määrittänyt sen olevan potentiaalia ohjata käytöstä mekanismeilla, jotka säätelevät tunteita. Erilaiset tarpeet luovat tavoitteita ja näiden saavutettavuus ruokkii motivaatiota. Matematiikan tehtävissä motivaatiota ruokkivat Hannulan mukaan tehtävän tärkeys, opiskelijan sinnikkyys ja epäonnistumisen tai huonouden tunteiden välttäminen. Middletonin, Jansenin ja Goldinin (Hannula et al.

2016) mukaan yksilön motivaation keskeisiä tekijöitä ovat mielenkiinto ja preferenssit, saavutettava käytettävyyys, henkilökohtaiset tavoitteet, oma pystyvyyksiasitys ja affektit, eli muun muassa aiempien kokemusten ja aiheeseen liittyvien tunteiden luomat tekijät. Yhdessä nämä tekijät ohjaavat yksilön motivaation suuntautumista. Lisäksi Middletonin, Jansenin ja Goldinin mukaan matemaattisen tehtävän parissa työskentelevän yksilön toimintaa ohjaavat niin sisäinen, ulkoinen kuin sosiaalinen motivaatio yksilöllisten tekijöiden ohella ja näiden osien kombinaatiot. Yksilön sitoutuessa tehtävään nämä rakenteet mahdollistavat toiminnan ohjaamisen tavoitteiden saavuttamiseksi. Näiden avulla voidaan ottaa käyttöön kognitiivisia ja affektiivisia resursseja, jotka parantavat menestymisen mahdollisuuksia.

Pohjolainen et al. (2007) ovat tutkineet TTY:ssa matematiikan peruskurssien opiskelijoiden asenteita, taitoja ja opetuksen kehittämistä raportissa, jonka tuloksissa esitetään keinoja erilaisten oppijoiden ohjaamista pintasuuntautuneisuudesta syvällisempään tyyliin. Opiskelijoiden erilaisia oppimisprofiileja sen mukaan ovat Pintasuuntautuneet mallista oppijat, Vertaisoppijat, Tukea tarvitsevat, Omin päin opiskelevat ja Osaajat. Opetuksen kehitykseen keskittyvän Siliuksen, Huikkolan ja Pohjolaisten (2007) TTY:ssa tekemän tutkimuksen perusteella substanssiosaamisen integrointi voisi parantaa Pintasuuntautuneiden mallista oppijoiden, Tukea tarvitsevien ja Omin päin opiskelevien opiskelijoiden matematiikan opiskelumotivaatiota ja asennetta matematiikkaa kohtaan.

### **Substanssiosaamisen integrointi matematiikkaan**

Sisällön ja kielen integrointia (CLIL) on tutkittu laajasti, sillä ainesisällön ja vieraan kielen erottaminen toisistaan on haasteellista globalisoituvilla työmarkkinoilla. Integrointiin liittyy kuitenkin ongelmakohtia esimerkiksi opettajan pätevyyden ja opiskelijoiden kielitaidon saralla (Barwell, 2005). Integroinnin hyödyllisyyttä tutkittaessa yläkouluikäisten tasolla on havaittu, että integroinnilla oli positiivisia vaikutuksia sekä kielen että ainesisällön oppimistuloksiin sekä oppilaiden motivaatioon opiskeltavaa ainetta kohtaan (Bruton, 2011). Tulosten mukaan nämä positiiviset vaikutukset kuitenkin pienentyvät koulutusasteen kasvaessa. Kielen ja sisällön suhde voidaan rinnastaa matematiikan ja alakohtaisen sisällön suhteeseen, sillä matematiikka on diplomi-insinööreille tärkeä kommunikoinnin väline eli ”kieli”. Tässä tapauksessa substanssiosaaminen kuitenkin integroidaan matematiikan kieleen. Näin ollen ainesisällön ja matematiikan vahvemmalla integroinnilla voitaisiin saavuttaa tuloksia oppimistulosten ja motivaation näkökulmasta.

Substanssiosaamisen integroinnilla tarkoitetaan opintosuuntiin liittyvien sovellusten ottamista vahvemmin mukaan opintojakson harjoituksiin, jolloin teoreettisia tehtäviä korvataan sanallisilla tehtävänäannoilla. Insinöörimatematiikka 2 -opintojaksolla lineaariset yhtälöryhmät ja matriisit ovat helposti yleistettävissä käytännön sovelluksiin, mutta haastetta tuovat opintojakson syvemmälle

suuntaavat osiot, kuten ominaisarvot ja -vektorit. Ensimmäisen vuoden matematiikan kurssien tehtävissä ei voida olettaa laajoja esitietoja opiskeltavasta alasta, mikä lisää tehtävien kehittämisen monimutkaisuutta.

Edeltävän käsittelyn pohjalta tutkimuksen tavoitteet voidaan tiivistää kolmeen tutkimuskysymykseen:

- TK1: Muuttuvatko opiskelijoiden näkemykset omista asenteistaan ja motivaatiostaan matematiikkaa kohtaan opintojakson aikana?
- TK2: Poikkeavatko interventioryhmän (alasoveltavat tehtävät) ja verrokkiryhmän näkemykset omista asenteistaan ja motivaatiostaan matematiikkaa kohtaan?
- TK3: Poikkeavatko interventioryhmän ja verrokkiryhmän tenttipisteet toisistaan opintojakson ensimmäisessä tentissä?

## TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimus toteutettiin syksyllä 2016 TTY:n Insinöörimatematiikka A2 -opintojaksolla, joka on suunnattu talouden ja rakentamisen sekä tieto- ja sähkötekniikan tiedekunnan ensimmäisen vuoden opiskelijoille (TTY Opinto-opas, 2017). Opintojakso käsittelee matriisilaskennan perusteita (Poole, 2011). Opintojaksoon kuuluvista laskuharjoitustehtävistä on tehtävä vähintään 50 %, nyt vähimmäismäärän ylittäneet tekivät keskimäärin 82 %. Viikoittaiset harjoitukset koostuivat kolmesta Moodlessa tehtävästä sähköisestä ja automaattisesti tarkastettavasta STACK-tehtävästä (Sangwin, 2010) sekä kolmesta ennakkoon ja kolmesta paikan päällä harjoituksissa laskettavasta tehtävästä.

### Toteutus ja aineiston kerääminen

Tutkimusta varten kehitettiin substanssiosaamista sisältäviä tehtäviä lineaariisiin yhtälöryhmiin ja matriiseihin liittyen, jolloin tehtävät osuivat viikkoharjoituksiin 2-4. Viikkoharjoituksia varten opiskelijat jakautuivat harjoitusryhmiin, joiden ajankohdat oli suunniteltu opintosuuntien aikataulujen mukaisesti. Ryhmittely ei kuitenkaan ollut sitova, joten harjoitusryhmät eivät olleet jakaantuneet täysin opintosuunnittain. Tutkimusta varten harjoitusryhmät ryhmiteltiin kahteen osaan, Vihreisiin (verrokkiryhmä) ja Sinisiin (interventioryhmä). Jako suoritettiin niin, että eri opintosuuntien edustajien määrä ja kokonaismäärät olisivat mahdollisimman tasaisia harjoitusryhmien opintosuuntakohdistuksiin perustuen. Ryhmien jako esimerkiksi matematiikan lähtötasotestin tulosten perusteella olisi rajoittanut opiskelijoiden mahdollisia harjoitusryhmävalintoja, mitä haluttiin välttää tutkimuseettistä syistä. Myös harjoitusryhmien toteutuksellisista syistä ryhmän kaikkien jäsenten tuli kuulua samaan tutkimusryhmään. Sinisillä oli eroavissa viikkoharjoituksissa 1-3 alasoveltavaa tehtävää, kun taas Vihreiden harjoitukset koostuivat perinteisistä tehtävistä.

Opiskelijoita informoitiin toteutettavasta tutkimuksesta ja ryhmäjaon tarkoituksesta avausluennolla ja opintojakson Moodle-sivulla. Jakoa varten opintojakson Moodle-sivulla oli omat osionsa Vihreille ja Sinisille, josta löytyivät ryhmien viikkoharjoitukset ja kyselyt. Opiskelijoiden oli mahdollista vaihtaa harjoitusryhmää oman värikoodin sisällä, jos he eivät päässeet omaan harjoitusryhmäänsä. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja opiskelijoilla oli mahdollisuus nähdä kummankin ryhmän harjoitustehtävät halutessaan. Kuvassa 1 on esimerkki Sinisten alakohtaisesta tehtävästä, kun Vihreillä tehtävänä oli ratkaista vastaava yhtälöryhmä.

On olemassa kolme betonin lujuusluokkaa K20 C16/20, K15 C12/15 ja K10 C8/10, joissa sementin ja kiviaineksen seossuhteet vaihtelevat. Sinulla on varastossa kolme omaa sekoitusta, joiden seossuhteet ovat taulukossa.

	Sementti	Karkea kiviaines	Hieno kiviaines
I	25 %	40 %	35 %
II	10 %	54 %	36 %
III	15 %	65 %	20 %

Kuinka paljon näitä seoksia on sekoitettava yhteen, jotta saadaan 1000 kg (valu  $\approx 0,5m^3$ ) K20 C16/20 seosta, jonka kuivasekoitus sisältää 14 % sementtiä, 51 % karkeaa kiviainesta ja 35 % hienoa kiviainesta?

Ratkaise Matlabilla käänteismatriisin ja matriisiyhtälön  $Ax = b$  avulla.

#### Kuva 1. Sinisten alasoveltava tehtävä.

Tutkimusta varten valittiin 49 yliopisto-opetukseen sopivaa Likert-väitettä Diego-Mantecónin, Andrewsian ja Op't Eynden (2007) kehittämästä Mathematics-Related Beliefs Questionnaire (MRBQ)-kyselystä, jotka käännettiin suomeksi. Niiden lisäksi lisättiin yksi kysymys määrittämään opiskelijoiden keskittymistä kyselyyn vastaamiseen. Kysymykset voidaan jakaa neljään faktoriin, joita ovat uskomukset opettajan roolista ja toiminnasta (1), omasta kompetensista (2), matematiikasta sosiaalisena toimintana (3) ja matematiikasta osaamisen alueena (4) (Op't Eynde, De Corte & Verschaffel, 2006). Numeroilla viitataan jatkossa näihin neljään faktoriin. Kyselyssä käytettiin viisiportaista Likert-asteikkoa (1 = Täysin eri mieltä, 2 = Osittain eri mieltä, 3 = En samaa enkä eri mieltä, 4 = Osittain samaa mieltä, 5 = Täysin samaa mieltä), joiden lisäksi oli vaihtoehto "En osaa sanoa" (EOS). Kyselyyn sisällytettiin vaihtoehto 3, koska myös mielipiteetön vastaus tarjoaa tietoa asenteesta ja neutraalin vaihtoehdon puuttuminen voisi vääristää tuloksia. Osa väitteistä koski aiheita, joista opiskelijalla ei välttämättä ole kokemusta tai tietoa, minkä vuoksi myös EOS sisällytettiin vaihtoehtoihin.

Kysely toteutettiin sähköisenä Moodlessa, ja opiskelijoiden tuli vastata siihen kolme kertaa opintojakson aikana: ensimmäisellä viikolla ennen interventiota, viidennellä viikolla heti intervention jälkeen sekä kahdeksannen ja yhdeksannen viikon aikana opintojakson päätyttyä. Jako Vihreisiin ja Sinisiin ilmoitettiin opiskelijoille heti kurssin alussa ennen ensimmäisen kyselyn aukeamista. Kyselyihin vastaamisesta ja ryhmäjaon noudattamisesta opiskelijat saivat yhden

harjoituspisteen, joita oli muutoin mahdollista saada maksimissaan kolme. Kyselyt olivat auki rajoitetun ajan, ja lisäksi kerättiin harjoitusten suorittaneiden opiskelijoiden opintojakson 1. tentin ja lähtötasotestin pistemäärät. Tutkimukseen osallistuminen edellytti Vihreät/Siniset-jaon noudattamista koko opintojakson ajan, ja harjoitusryhmätilastojen perusteella kaikki tutkimukseen osallistuneet henkilöt myös noudattivat tätä jakoa.

### **Aineiston analysointi**

Kyselyjen tuloksia analysoitiin kvantitatiivisesti vertailemalla sekä ryhmien välisiä eroja kussakin kyselyssä että ryhmän sisäisiä eroja kyselyjen välillä. Pelkät ryhmien väliset erot eivät kuitenkaan tarjoa riittävästi tietoa mielipiteiden muutosten suhteen, joten aineistosta tutkittiin myös kunkin väitteen kohdalla tapahtuneiden muutosten eroja ryhmien välillä.

Ryhmien väliset analyysit suoritettiin Mann-Whitneyn U-testillä ja ryhmien sisäiset analyysit Wilcoxonin testillä luottamusvälillä 95 %. Muutosten analyysissä käytettiin vain niiden opiskelijoiden vastauksia, jotka olivat vastanneet kaikkiin kolmeen kyselyyn, jolloin vastausten väliset muutokset voitiin määrittää yksilöllisesti. Analyysin tarkoituksena oli tutkia asenteiden ja motivaation kehitystä ryhmän sisällä opintojakson edetessä ja selvittää, oliko substanssi-osaamisen integroinnilla vaikutusta niihin. Harjoitusten suorittaneiden opiskelijoiden (N=243) tenttipistejakaumaa ryhmien välillä tutkittiin Mann-Whitneyn U-testillä. Tilastolliset analyysit laskettiin SPSS-ohjelmalla (IBM Corp., 2016). Keskiarvojen tarkastelussa on jätetty pois vaihtoehdon EOS vastanneet.

## **TULOKSET**

### **Muutokset ryhmien sisällä ja erot ryhmien välillä (TK1 & TK2)**

Ryhmien vastauksia tutkittiin aluksi ryhmän sisäisten muutosten ja ryhmien välisen eroavaisuuksien näkökulmasta. Ensimmäiseen kyselyyn vastasi yhteensä 322 opiskelijaa ( $N_v=160$ ,  $N_s=162$ ). Toiseen kyselyyn vastasi 297 opiskelijaa ( $N_v=154$ ,  $N_s=143$ ) heti intervention jälkeen. Kolmanteen kyselyyn vastasi 263 opiskelijaa ( $N_v=134$ ,  $N_s=129$ ) opintojakson päättyessä. Aineistosta tutkittiin ryhmien sisäiset erot kyselyjen välillä ja ryhmien väliset erot kyselykohtaisesti.

Taulukkoon 1 on poimittu väittämiä, joissa esiintyi tilastollisesti merkitseviä eroja ( $p<0,05$ ) edellä mainituissa vertailuissa sekä näiden väittämien vastausten keskiarvot. Yhteensä eroavia väittämiä esiintyi 29 kappaletta, joista 14 on esitettyä alla. Esitetyt väittämät on valikoitu niin, että ne tarjoavat lukijalle kattavan kuvan esiintyneistä eroista ja kaikki väittämät ovat saatavilla (Tengvall, 2017).

Taulukko 1. Ryhmien tilastollisesti merkitsevät erot kyselyissä.

Väittämä	Fak- tori	Ryh- mä	Keskiarvo		
			Kys1	Kys2	Kys3
1. Luennoitsija yrittää tehdä matematiikan opiskelusta mielenkiintoista.	(1)	V	3,75 <sub>a</sub>	3,78	3,87
		S	3,44 <sub>a</sub> '	3,64*	3,77'
3. Luennoitsija selittää meille, miksi matematiikka on tärkeää.	(1)	V	3,19	3,26 <sub>b</sub>	3,35
		S	2,90*	3,08 <sub>b</sub>	3,31*
4. Mielestäni kurssilla opiskeltavat asiat ovat mielenkiintoisia.	(2)	V	3,36*	3,15*'	3,33'
		S	3,32	3,31	3,36
26. Kaikki voivat oppia matematiikkaa.	(3)	V	4,06 <sub>a</sub>	3,95	4,00
		S	3,76 <sub>a</sub>	3,86	3,87
27. Matematiikkaa käytetään koko ajan ihmisten arkipäivässä.	(3)	V	4,26	4,18	4,18 <sub>c</sub>
		S	4,11*	4,07	3,92 <sub>c</sub> *
29. Voin hyödyntää kurssilla opiskeltuja asioita muissa opinnoissani.	(3)	V	4,07	3,92	3,77
		S	4,17*'	3,90*	3,79'
34. Jos en saa ratkaistua matematiikan tehtävää nopeasti, niin luovutan.	(4)	V	2,33*	2,50	2,53 <sub>c</sub> *
		S	2,33	2,43	2,34 <sub>c</sub>
38. Jos en saa ratkaistua matematiikan tehtävää muutamassa minuutissa, niin luultavasti en saa ratkaistua sitä lainkaan.	(4)	V	1,81*	2,01*	2,22 <sub>c</sub> *
		S	1,81	1,89	1,97 <sub>c</sub>
40. Meidän halutaan vain opettelevan kurssisisällön ulkoa.	(4)	V	1,86*	1,98	2,07*
		S	1,92	1,97	2,10
41. Matematiikan oppiminen perustuu pääosin hyvään muistiin.	(4)	V	2,64	2,64 <sub>b</sub>	2,74 <sub>c</sub>
		S	2,45	2,41 <sub>b</sub>	2,36 <sub>c</sub>
44. Oikean vastauksen saaminen on tärkeämpää kuin ratkaisun ymmärtäminen.	(4)	V	1,70*	1,87*	1,94*
		S	1,84	1,93	2,00
45. Ainoa kiinnostuksen kohteeni tällä kurssilla on saada hyvä arvosana.	(4)	V	2,57	2,61	2,66 <sub>c</sub>
		S	2,54	2,61	2,49 <sub>c</sub>
46. Uskon kurssilla opiskeltavien asioiden olevan sovellettavissa oman alan opintoihini.		V	3,70	3,50	3,50
		S	3,86*	3,61*	3,71
47. Kurssin sisältö on täysin irrallaan oman alan opinnoistani		V	1,93*'	2,18 <sub>b</sub> *	2,24'
		S	1,97	2,03 <sub>b</sub>	2,11

Kyselyjen väliset, ryhmän sisällä keskenään tilastollisesti merkitsevästi eroavat väittämät ( $p < 0,05$ ), on merkitty yläindekseillä \* ja '. Ryhmien väliset, tilastollisesti merkitsevät kyselykohtaiset erot on merkitty alaindekseillä a, b ja c

Tuloksista huomataan, että vaikka kaikilla vastaajilla on sama luennoitsija ja luennot, niin näitä koskevissa väittämässä 1 ja 3 vain interventioryhmällä (Siniset) esiintyy tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmän sisällä. Väittämässä 1 esiintyi eroa ryhmien välillä ( $p=0,022$ ), vaikka interventiota ei ollut vielä tapahtunut, mikä voidaan selittää satunnaistetuilla ryhmillä. Sama toistuu myös väittämässä 26 ( $p=0,016$ ). Väittämän 1 erojen merkittävyyttä voidaan pitää melko matalana, sillä kyselyyn on vastattu yhden–kolmen luennon perusteella. Ero väittämässä 26 puolestaan kertoo ryhmien jakaumien pienestä epätasapainosta näkemysten perusteella.

Väittämässä 4 verrokkiryhmällä (Vihreät) kyselyn 2 vastausten keskiarvo on muita kyselyjä matalampi, mutta ryhmien väliset erot eivät silti ole tilastollisesti merkitseviä missään kyselyssä. Sinisillä ei puolestaan esiinny merkitseviä eroja kyselyjen välillä, mistä voidaan päätellä, että interventiolla oli ylläpitävä vaikutus mielenkiintoon opiskeltavaa aihetta kohtaan. Matematiikkaa sosiaalisena toimintana mittaavissa väittämässä 27 ja 29, faktori (3), esiintyi vain Sinisellä ryhmällä eroja kyselyiden välisissä vastauksissa, joten interventiolla on ollut vaikutusta näihin kohtiin. Kuitenkin vain väittämässä 27 viimeisessä kyselyssä on esiintynyt eroa ryhmien välillä.

Väittämässä 34 ja 38, faktori (4), vain Vihreillä on tilastollisesti merkitseviä eroja kyselyiden välillä. Voidaan päätellä, että alasoveltavia tehtäviä tehneet ovat säilyttäneet paremmin uskonsa tehtävien ratkaisuun, vaikka muutos kummasakin ryhmässä on ollut samansuuntaista. Väittämässä 40 havaitaan, että interventio ei ole vaikuttanut opiskelijoiden näkemyksiin opetuksen tavoitteesta ja kehityssuunta kummallakin ryhmällä on sama. Väittämässä 44 Vihreiden kaikki kyselyt ovat eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, kun taas Sinisillä kyselyiden välillä ei ole eroja. Väittämässä 45 puolestaan kummankaan ryhmän vastaukset eivät ole eronneet merkitsevästi kyselyiden välillä, mutta viimeisen kyselyn kohdalla ryhmien välillä on merkitsevä ero. Tästä voidaan päätellä, että interventiolla oli vaikutusta kiinnostuksen kohteeseen ja sitä kautta mahdollisesti motivaatioon. Erityisesti väittämien 27, 38 ja 41 kohdalla ryhmien väliset erot kolmannessa kyselyssä ovat merkitseviä ( $p_{27}=0,008$ ,  $p_{38}=0,007$  ja  $p_{41}=0,002$ ).

Väittämät 46 ja 47 koskevat oman alan opintoja ja kurssisisällön soveltamista niihin. Väittämässä 46 ryhmien välillä ei ole merkitseviä eroja yhdenkään kyselyn välillä, mutta Sinisillä kahden ensimmäisen kyselyn välillä on. Interventiolla on siis ollut vaikutusta, mutta se ei ole tuottanut tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välille. Väittämässä 47 Vihreillä kaikki kyselyt eroavat merkitsevästi toisistaan, kun taas Sinisillä ei yksikään, joten interventiolla on ollut vaikutusta. Kuitenkin vain toisen kyselyn kohdalla on esiintynyt merkitsevää eroa ryhmien välillä.



### Vastausten muutosten väliset erot ryhmien välillä (TK1 & TK2)

Ryhmien eroja kyselyiden välisissä muutoksissa vertailtiin tutkimalla saman henkilön vastausten muutoksia ja kaikkiin kolmeen kyselyyn vastanneita oli yhteensä 255 ( $N_v=131$ ,  $N_s=124$ ). Positiivinen muutos kertoo opiskelijoiden olleen vahvemmin samaa mieltä kuin aiemmin ja vastaavasti negatiivinen muutos ilmaisee mielipiteiden eriävyyden kasvua.

Tuloksista käy ilmi, että vain muutaman väittämän kohdalla erot muutoksissa ryhmien välillä ovat tilastollisesti merkitseviä. Nämä väittämät on koottu taulukkoon 2, jossa on ilmoitettuna myös kyselyvastausten muutosten keskiarvo ja laskettu p-arvo. Kyselyjen 2 ja 3 välillä tilastollisesti merkitsevästi eroavia muutoksia ei esiintynyt yhdenkään väittämän kohdalla.

Taulukko 2. Ryhmien väliset erot kyselyiden välisissä muutoksissa.

Verratut kyselyt		1 ja 2	1 ja 3			
Väittäjä		47	34	38	45	47
Muutosten	V	0,40	0,22	0,55	0,16	0,48
keskiarvo	S	-0,17	0,04	0,17	-0,16	-0,10
p-arvo		0,002	0,048	0,005	0,048	0,015

Ensimmäisen ja toisen kyselyn vastauksissa esiintyi tilastollisesti merkitsevästi eroava muutos vain yhden väittämän kohdalla. Vihreistä yhä useampi oli väittämän kanssa samaa mieltä, kun taas Sinisillä muutos tapahtuu eriävään, matematiikan kannalta positiiviseen suuntaan. Voidaan päätellä, että interventio vähensi opintojakson sisällön irrallisuuden tunnetta oman alan opinnoista.

Ensimmäisen ja kolmannen kyselyn välillä eroja löytyi viiden väittämän kohdalla. Väittämissä 34 ja 38 erot ovat saman suuntaisia, mutta jälleen Sinisten muutokset ovat pienempiä itseisarvoltaan. Väittämien 45 ja 47 tapauksessa muutos tapahtuu eri suuntiin, mistä voidaan päätellä interventiolla olevan näihin kahta edellistä väittäjää vahvempi vaikutus näkemyksiin. Sinisten käsitykset ovat muuttuneet eriävän mielipiteen eli matematiikan kannalta positiiviseen suuntaan, mikä indikoi syventynyttä ymmärtämistä matematiikan oppimisen tavoista ja kasvanutta kiinnostusta matematiikka kohtaan toisin kuin verrokkiryhmällä, jolla vastaukset muuttuivat enemmän samaa mieltä oleviksi. Väittämän 47 kohdalla jo kyselyjen 1 ja 2 välillä tapahtuneen muutoksen trendi jatkuu, joten intervention voidaan päätellä vaikuttaneen myös pitkäkestoisesti opiskelijoiden näkemyksiin.

### Erot tenttipisteissä (TK3)

Harjoitustehtävissä substanssiosaamista sisältävät tehtävät sisälsivät enemmän sanallisia tehtävänantoja ja opiskelija joutui muodostamaan itse yhtälöitä, joita verrokkiryhmässä annettiin valmiina. Tämä toi hieman lisää vaativuutta tehtä-

viin, vaikka yhtälöt ja matemaattinen ratkaisu pyrittiin pitämään samoina kummallekin ryhmälle. Tenttipistetarkastelun aineistona toimivat harjoitusten suorittaneet opiskelijat, joita oli yhteensä 243 ( $N_v=123$ ,  $N_s=120$ ). Tulosten perusteella ryhmien pistejakauman välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p=0,323$ ).

## POHDINTA

Ryhmien osaamistasojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p=0,289$ ) opintojen alussa tehdyn matematiikan lähtötasotestin tulosten perusteella, joten ryhmäjako voidaan siltä osin pitää onnistuneena. Tutkimuksessa käytettiin aiemmin luotua ja kehitettyä kyselyä, minkä johdosta tulosten validiteettia voidaan pitää hyvänä. Opiskelijoiden omat arviot voivat kuitenkin vaihdella ulkoisen arvioijan näkemyksistä, mikä luo pientä irreliabiliteettia tuloksiin, mutta suuressa otannassa tämän ei pitäisi vaikuttaa tuloksiin merkittävästi.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että substanssiosaamisen integroinnilla on vaikutusta opiskelijoiden asenteisiin ja motivaatioon matematiikkaa kohtaan, vaikkakin vaikutukset ovat hyvin pieniä ja niitä ei esiinny kaikissa väittämässä. Tutkimus toteutettiin kurssilla, jossa osallistujat edustavat useaa eri opintosuuntaa, jolloin varsinaisten opiskelijoiden omaa alaa koskettavien tehtävien tekeminen oli hyvin haastavaa. Tämän seurauksena kullekin opintosunnalle oli vain 1-2 oman alan soveltavaa tehtävää opintojakson aikana. Homogeenisessä opiskelijapopulaatiossa tehtäviä voitaisiin kohdentaa tarkemmin ja tätä kautta tuoda vahvemmin alasoventuuksia matematiikkaan, mikä voi vaikuttaa tuloksiin.

Tulokset osoittavat, että substanssiosaamisen integroinnin aikana ryhmien välille muodostui eroavaisuuksia asenteissa ja näkemyksissä. Erityisesti ryhmien vastausten muutosten vertailussa nousi esille intervention vaikutus matematiikan oppimiseen ja hyödynnettävyyteen liittyvissä väittämässä ja kyselyn kaikki neljä faktoria olivat edustettuina eroavissa väittämässä (Tengvall, 2017). Voidaan siis päätellä, että luomalla käytännön kontekstia matemaattisiin teorioihin ja kaavoihin, voidaan vaikuttaa opiskelijoiden asenteisiin ja motivaatioon jo lyhyelläkin aikavälillä. Aihetta olisi syytä tutkia pidemmällä aikavälillä ja vahvemmin integroinnilla, jolloin yliopistomatematiikan opetusta voitaisiin kehittää tulosten mukaisesti. Tällä voisi olla myös vaikutusta opintojaksojen oppimistavoitteiden saavuttamiseen ja opiskelijoiden opintomenestykseen, jos opiskelijat olisivat syväsuuntautuneemmin (Chin & Brown, 2000) motivoituneita matematiikan opiskeluun.

**LÄHTEET**

- Barwell, R. (2005). Critical issues for language and content in mainstream classrooms: Introduction. *Linguistics and Education*, 16(2), 143–150.
- Bruton, A. (2011). Is CLIL so beneficial, or just selective? Re-evaluating some of the research. *System*, 39(4), 523–532.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109–138.
- Diego-Mantecón, J., Andrews, P., & Op't Eynde, P. (2007). Refining the mathematics-related beliefs questionnaire (MRBQ), *WORKING GROUP 2. Affect and mathematical thinking 201*, 229–238.
- Di Martino, P., & Zan, R. (2010). 'Me and maths': Towards a definition of attitude grounded on students' narratives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(1), 27–48.
- Di Martino, P., & Zan, R. (2011). Attitude towards mathematics: A bridge between beliefs and emotions. *Zdm*, 43(4), 471–482.
- Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: Emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics*, 49(1), 25–46.
- Hannula, M. S. (2004). Regulating motivation in mathematics. A Paper Presented at the Topic Study Group, 24.
- Hannula, M. S. (2016). Regulating motivation in mathematics. *Journal of Changde Teachers University-Natural Science Education*.
- Hannula, M. S. (2006). Motivation in mathematics: Goals reflected in emotions. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 165–178.
- Hannula, M. S., Di Martino, P., Pantziara, M., Zhang, Q., Morselli, F., Heyd-Metzuyanin, E., Lutovac, S., Kaasila, R., Middleton, J.A., Jansen, A., & Goldin, G.A. (2016). Attitudes, beliefs, motivation, and identity in mathematics education. An overview of the field and future directions (pp. 1–35). Hamburg: Springer.
- IBM Corp. (2016). *IBM SPSS statistics*.
- SEFI, European Society for Engineering Education, Mathematics Working Group. (2013). *A framework for mathematics curricula in engineering education*. Brussels: European Society for Engineering Education.
- Op't Eynde, P., De Corte, E., & Verschaffel, L. (2006). Epistemic dimensions of students' mathematics-related belief systems. *International Journal of Educational Research*, 45(1), 57–70.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385–407.

- Pohjolainen, S., Raassina, H., Silius, K., Huikkola, M., & Turunen, E. (2006). TTY:n insinöörimatematiikan opiskelijoiden asenteet, taidot ja opetuksen kehittämisen. Tampereen teknillinen yliopisto, Matematiikan laitos, Tutkimusraportti, 84. Tampere.
- Poole, D. (2011). Linear algebra: A modern introduction. Australia. Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Rahkola, M. (2016). AMK-insinöörien matematiikan osaaminen siirryttäessä TTY:lle maisterivaiheeseen. Tampereen teknillinen yliopisto.
- Ruffell, M., Mason, J., & Allen, B. (1998). Studying attitude to mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 35(1), 1–18.
- Sangwin, C. J. (2010). Who uses STACK? A report on the use of the STACK CAA system. *University of Birmingham*.
- Silius, K., Huikkola, M., & Pohjolainen, S. Asenteet vaikuttavat oppimiseen – auttaako tietotekniikka? *Tuovi* 5.
- Tengvall, M. (2017). Substanssiosaamisen integroinnin vaikutus asenteisiin ja motivaatioon yliopistomatematiikassa, diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://URN.fi/URN:NBN:fi:tty-201708241709>
- TTY Opinto-opas. Opinto-opas 2016-2017. [Viitattu 18.2.2017] Saatavissa: <http://www.tut.fi/opinto-opas/2016-2017/>