

YLIOPISTOMATEMATIIKAN OPISKELUN ALOITTAMISEN TUKEMINEN

Anniina Myötyri & Riikka Kangaslampi

Tampereen yliopisto

TIIVISTELMÄ

Siirtymävaihe aiemmista opinnoista yliopistoon on monelle haasteellinen, ja yliopistot pyrkivätkin tukemaan opiskelijoita opintojen aloittamisessa ja yliopisto-opiskeluun sopeutumisessa. Tässä artikkelissa esitellään yksi opiskelijoiden tukemiseksi tehty kokeilu tutkimusperustaisesta näkökulmasta ja tarkastellaan sen vaikuttavuutta. Tarkastelussa ovat Tampereen yliopistossa syksyllä 2019 tekniikan alojen kandidaattiopiskelijoiden ensimmäisillä matematiikan kursseilla käyttöön otetut uudet tukimateriaalit ja niihin liittyvät tukiharjoitukset. Tukiharjoituksiin osallistumista ja sen vaikutusta kurssin arvosanaan sekä opiskelijoiden kokemuksia tukiharjoituksista ja -materiaaleista tutkittiin syksyn 2019 aikana. Tutkimuksessa havaittiin, että tukiharjoituksiin osallistui noin 11 prosenttia kurssin opiskelijoista ja osallistuminen vaikutti positiivisesti kurssin arvosanaan. Tukimateriaalit ja -harjoitukset koettiin toimiviksi ja hyödyllisiksi.

JOHDANTO

Matematiikan opintojen aloittaminen yliopistossa on haastavaa monista erisyistä, ja sen vuoksi siirtymävaiheen tutkiminen ja erilaiset tukitoimet ovat varsin tarpeellisia. Monissa maissa korkeakouluopintojen aloituspaikkojen määrä on lisääntynyt, mikä kasvattaa entisestään siirtymävaiheen tutkimisen tarvetta. Aloituspaikkojen lisääminen on johtanut siihen, että opinnot aloittaa entistä moninaisempi opiskelijajoukko, ja tämän vuoksi siirtymävaihe onkin yhä useamman opiskelijan mielestä haastava (Coertjens, Brahm, Trautwein & Lindblom-Ylänne, 2017).

Yliopistoon tulevien opiskelijoiden matemaattisten taitojen on havaittu huonontuneen länsimaissa viime vuosikymmenten aikana (SEFI mathematics working group, 2002). Sama ilmiö on havaittu myös muualla maailmassa. Heikentyneet matemaattiset taidot ovatkin ympäri maailmaa lisänneet kiinnostusta siirtymävaiheen tutkimista kohtaan (Hong ym., 2009). Lukion on annettava yleiset jatko-

opintovalmiudet lukion oppimäärään perustuviin jatko-opintoihin (Opetushallitus, 2015). Yliopistossa alkavat matematiikan opinnot eivät kuitenkaan jatku samanlaisina suoraan siitä pisteestä, mihin lukion oppimäärään kuuluva matematiikka loppuu. Yliopistomatematiikan aloittavilla on myös suuret tasoerot, jotka osaltaan luovat tarpeen erilaisille tukitoimille (Brandell, Hemmi & Thunberg, 2008; Engelbrecht & Harding, 2008). Opiskelijoiden välisten tasoerojen aiheutumiseen on monia eri syitä. Siihen vaikuttavat esimerkiksi sosioekonominen asema ja lukiossa vaihtelevan matematiikan kurssimäärän suorittaminen (Metsämuuronen, 2017). Muita siirtymävaihetta vaikeuttavia asioita ovat muun muassa osaamisen eri osa-alueiden puutteellinen hallinta, lukiomatematiikassa tapahtuneet muutokset, muutokset matemaattisen ajattelun määrässä, erilaiset oppimateriaalit, opetus- ja oppimistyylin muutokset sekä toisen ja kolmannen asteen opettajien liian vähäinen vuoropuhelu (Hong ym., 2009; Joutsenlahti, 2005; Pohjolainen, Rasila & Kuosa, 2018).

Korkeakouluopintoihin sopeutuminen on monelle opiskelijalle haastavaa. Siihen vaikuttavat osaltaan edellä mainitut siirtymävaiheen haasteet, mutta myös monet muut tekijät. Sopeutuminen yliopisto-opintoihin on tärkeää, jotta opintojen keskeyttäneiden määrä vähenisi. Opintonsa jossain vaiheessa keskeyttävistä suurin osa keskeyttää opintonsa nimenomaan ensimmäisen vuoden aikana (Coertjens ym., 2017). Ensimmäisen vuoden kokemuksilla onkin merkittävä vaikutus siihen, jatkaako opiskelija opintojaan (Pasanen, Rosenius, Ruth, Rissanen & Penttinen, 2019). Yliopisto-opintoihin sopeutumista voidaan tukea erilaisilla ryhmäytämistavoilla ja riittävän samankaltaisen opetuksen järjestämisenä kuin toisen asteen koulutuksessa (Coertjens ym., 2017; Pasanen ym., 2019). Opiskelijakeskeinen opetustapa yliopistossa edistääkin yliopisto-opintoihin sopeutumista (Coertjens ym., 2017).

Siirtymävaihetta ja opiskelijoiden sopeutumista helpottaakseen monet yliopistot ovat tehneet erilaisia tukitoimenpiteitä (Coertjens ym., 2017; Pohjolainen ym., 2018). Nykyisessä Tampereen yliopistossa sekä sen edeltäjissä Tampereen teknillisessä yliopistossa ja Tampereen yliopistossa tukikeinoina matematiikan opiskelun aloittamisessa ovat vuosien varrella olleet muun muassa perustaitotesti, matematiikkajumppa, opiskelijoiden profilointi, tietotekniikka-avusteiset järjestelyt, matematiikkaklinikka, laskutupa ja matematiikan kielentäminen (Silius, Pohjolainen, Kangas, Miilumäki & Joutsenlahti, 2011). Aiemmat tukikeinot olivat kuitenkin osittain vanhentuneet mm. tietoteknisten järjestelmien kehittyessä ja ensimmäisten kurssien opetusmenetelmien muuttuessa.

Syksyllä 2019 Tampereen yliopistossa otettiin uusina tukimuotoina käyttöön Moodle-alustalla toteutetut matematiikan tukimateriaalit ja niihin liittyvät tukiharjoitukset. Tukiharjoitusten ja -materiaalien tavoitteena oli aiemmin opittujen asioiden kertaaminen sekä sidosteisuuden luominen vanhan ja uuden tiedon vä-

lille, jotta siirtymävaihe lukiosta yliopistoon helpottuisi. Ne toteutettiin Insinöörimatematiikka 1-3 -kursseille, joilla tarkoitetaan Tampereen yliopiston tekniikan alojen kandidaattiopiskelijoiden kolmea ensimmäistä matematiikan kurssia.

Tukimateriaalit ja -harjoitukset korvasivat verkko-opetuksena järjestetyn matematiikkajumpan, jonka tavoitteena oli ollut lukiomatematiikan proseduraalisen sujuvuuden eli laskujen ja yhtälöiden käsittelyrutiinien hallinnan kehittäminen (Silius ym., 2011). Matematiikkajumpan ei koettu vastaavan opiskelijan tukitarpeisiin, sillä se suoritettiin täysin itsenäisesti, mikä johti usein liialliseen oppimistyökalujen käyttöön ja pelkästään oikean ratkaisun löytämiseen keskittymiseen, eikä näin ollen kehittänyt opiskelijan kriittistä ajattelua tai tukenut matemaattisen ajattelun kehittymistä (Myllykoski, Ali-Löytty & Pohjolainen, 2017). Lisäksi matematiikkajumppa oli ollut opiskelijoille liian työläs kokonaisuus opintojen alussa suoritettavaksi. Uudet tukimateriaalit jaettiin pidemmällä aikavälillä opiskeltaviksi, jotta opiskelijat saavat kerrata asioita oikea-aikaisesti juuri siinä vaiheessa, kun niitä kursseilla käytännössä tarvitaan. Tukimateriaalien itsenäistä käyttöä varten tehtäviin sisäänrakennettiin vihjeitä, sillä virheellisten vastausten jälkeen tarjottavien vinkkien on todettu parantavan oppimistuloksia (esim. Attali, 2015; Attali & van der Kleij, 2017).

Uusien tukimateriaalien käyttöönoton yhteydessä aiempi perustaitotesti uudistettiin ja muutettiin syksyllä 2019 vapaaehtoiseksi ja oman osaamisen kartoittamiseen tähtääväksi. Perustaitotestillä tarkoitetaan Insinöörimatematiikka 1 -kurssin aluksi tehtävää testiä, joka mittaa matematiikan proseduraalista sujuvuutta (Silius ym., 2011). Testin tuloksen perusteella opiskelijoita kehoitettiin tarvittaessa osallistumaan tukiharjoituksiin.

Tässä artikkelissa esitellään tukimateriaaleja ja pyritään selvittämään vastaukset seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten tukiharjoituksiin osallistuminen on yhteydessä kurssin arvosanaan opintonsa heikommilla lähtötiedoilla aloittavilla opiskelijoilla?
2. Miten hyödyllisiksi opiskelijat kokivat tukimateriaalit ja -harjoitukset?

Tutkimuskysymyksen 1 osalta keskitytään alle keskiarvon verran pisteitä perustaitotestistä saaneisiin opiskelijoihin, koska tukimateriaaleilla ja -harjoituksilla pyrittiin auttamaan erityisesti heikommilla lähtötiedoilla opiskelun aloittavia opiskelijoita.

TUKIMATERIAALIT

Siltaopinnot toisen ja kolmannen asteen matematiikan opintojen välillä ovat tärkeitä, sillä niiden avulla toisen ja kolmannen asteen matematiikan opetus saadaan paremmin kohtaamaan keskenään (Engelbrecht & Harding, 2008). Insinöörimatematiikan tukimateriaalit ja -harjoitukset toimivatkin siltaopintoina toisen ja kolmannen asteen matematiikan opintojen välillä aiheessa tukea tarvitseville

opiskelijoille. Lisäksi tukimateriaalit tukevat opiskelijoiden sopeutumista yliopisto-opintoihin.

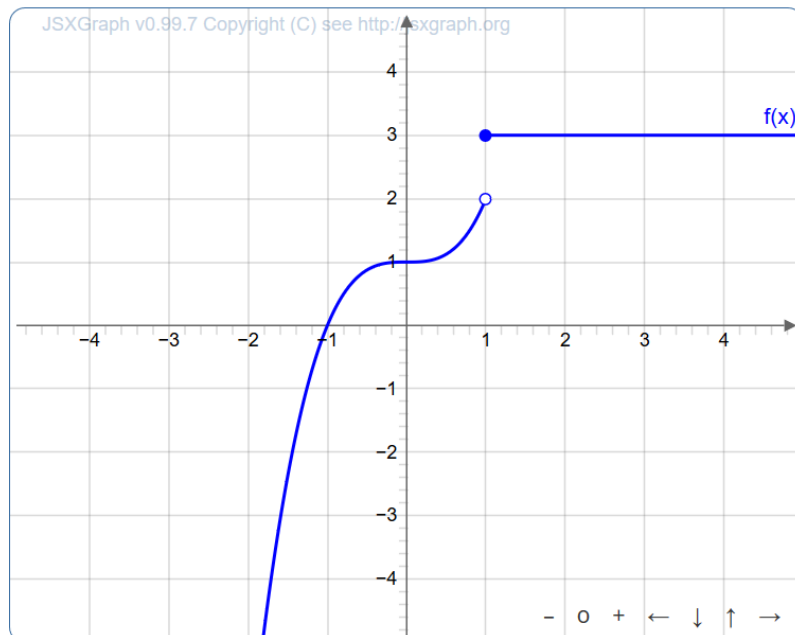
Sopeutumista voidaan tukea käyttämällä samankaltaisia opetusmenetelmiä ja -materiaaleja kuin toisen asteen koulutuksessa (Coertjens ym., 2017). Tukimateriaalit ja -harjoitukset ovat merkinnöiltään ja tyylyltään samankaltaisia kuin materiaalit ja opetus lukiossa. Materiaalit ovat käytettävissä verkossa täysin itsenäisesti, mutta harjoitusten tekeminen on mahdollista myös tukiharjoitustilaisuudessa, jossa opiskelijoita kannustetaan ryhmätyöskentelyyn ja apua saa tarvittaessa muiden opiskelijoiden ohella myös harjoitusten ohjaajalta. Itsenäisen työskentelyn tueksi tehtäviin rakennettiin vinkkejä. Useamman eri käyttötavan mahdollistaminen edistää myös saavutettavuutta, johon sisältyy muun muassa opetusmenetelmien ja materiaalien muuttaminen paremmin saavutettaviksi. Saavutettavuuden edistäminen eri tavoin on tärkeää, jotta korkeakouluopinnot mahdollistuvat moninaiselle, erilaisia tarpeita omaavalle opiskelijajoukolle (Lehto, Huhta & Huuhka, 2019).

Tukimateriaalit, jotka kertaavat suurimmaksi osaksi lukion pitkää matematiikkaa, tehtiin Insinöörimatematiikka 1 -kurssin puutteellisilla esitiedoilla aloittavien opiskelijoiden tueksi. Ne on jaoteltu viikoittaisiin aiheisiin, jotka määräytyvät Insinöörimatematiikka 1 -kurssin luentojen aiheiden mukaan. Jokaisella viikolla käsiteltiin siis tukimateriaaleissa aiheita, joka tarvittiin esitiedoksi kyseisen viikon Insinöörimatematiikka 1 -luennoille. Viikoittainen tukiharjoitustilaisuus järjestettiin aina ennen kunkin viikon luentoja. Tällä tavoin opiskelijat pystyivät saman viikon aikana kertaamaan ensin luentojen aiheeseen liittyvää teoriaa ja sen jälkeen yhdistämään vanhan ja uuden tiedon helpommin toisiinsa.

Tukimateriaalit on luotu Moodle-alustalle. Kunkin viikon tukimateriaalit koostuvat lyhyestä teoriasta, tehtäväsarjoista ja linkeistä aiheeseen liittyviin opetusvideoihin. Tehtäväsarjat koostuvat automaattitarkastettavista STACK-tehtävistä (engl. System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel). STACK-järjestelmän on alun perin kehittänyt Chris Sangwin (Sangwin, 2013), ja STACK-tehtäviä on laajasti käytössä insinöörimatematiikkakursseilla myös kurssien varsinaisessa opetuksessa. Tukimateriaalien STACK-tehtävien ratkaisuun ilman laskinta kannustetaan. Kunkin viikon STACK-tehtävien alussa on lyhyt teoria kyseisen viikon aiheesta. Kuvassa 1 on esimerkkinä osa raja-arvoa ja jatkuvuutta käsitelleen viikon tehtäväsarjan alun teoriasta.

Toispuoleinen raja-arvo

- Toispuoleisiksi raja-arvoiksi kutsutaan vasemman ja oikeanpuoleisia raja-arvoja.

Esimerkki 1.

- Funktion vasemman puoleinen raja-arvo on 2 kohdassa 1 eli $\lim_{x \rightarrow 1^-} f(x) = 2$.
- Funktion oikean puoleinen raja-arvo on 3 kohdassa 1 eli $\lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = 3$.
- Funktiolla f on raja-arvo kohdassa a täsmälleen silloin, kun kohdassa a funktion toispuoleiset raja-arvot ovat yhtä suuret.

Kuva 1. Esimerkki tukimateriaalien tehtäväsarjojen alun teoriasta.

Tehtäväsarjassa alkavat teoriaosuuden jälkeen automaattitarkastettavat STACK-tehtävät. Kuvassa 2 on ”Raja-arvo ja jatkuvuus”-viikon yksi tehtävä esimerkkinä. Lasku- ja monivalintatehtävien lisäksi tukimateriaaleissa on käytetty muun muassa kuvaajia ja totuustauluja sisältäviä tehtäviä. Tukimateriaalit on esitelty tarkemmin aihetta käsittelevässä diplomityössä (Myötyri, 2020).

Siisti kysymys | Suorita testitapaukset.

Olkoon funktio

$$f : f(x) = \frac{|x - 4|}{(4 - x)x}.$$

Määritä seuraavat toispuoleiset raja-arvot

a) $\lim_{x \rightarrow 4^+} f(x) =$

b) $\lim_{x \rightarrow 4^-} f(x) =$

c) Onko funktiolla raja-arvo kohdassa $x = 4$?

d) Onko funktio jatkuva kohdassa $x = 4$?

Kuva 2. Esimerkki tukimateriaaleissa olevasta tehtävästä.

Opiskelija saa tehtävään vastattuaan palautetta ratkaisun oikeellisuudesta. Ratkaisun ollessa väärin opiskelija saa useimmissa tehtävissä tehtävän ratkaisemisessa auttavan vihjeen. Esimerkiksi kuvan 2 tehtävässä opiskelijan vastatessa virheellisesti b-kohtaan saisi hän vihjeeksi, että $|x - 4| = -x + 4$, kun $x < 4$. Jos taas ongelmia tuottaisi esimerkiksi yhtälön $5^x = 12$ ratkaiseminen, kehottaisi vihje ottamaan logaritmin puolittain. Vihjeet ovat yleisluonteisia, mutta yhdistettynä useisiin vastausyrytyksiin jo tällaistenkin vihjeiden on todettu parantavan oppimistuloksia (esim. Attali, 2015). Jokaiseen tehtävään voikin vastata uudelleen niin monta kertaa kuin haluaa. Halutessaan opiskelija voi myös aloittaa kunkin viikon tehtäväsarjan uudestaan, jolloin myös yksittäiset tehtävät hieman vaihtuvat STACK-tehtävien satunnaistuksen ansioista.

TUTKIMUSASETELMA JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksessa tarkasteltiin tukiharjoituksiin osallistumisen vaikutusta kurssin päättöarvosanaan. Lisäksi opiskelijoiden kokemuksia tukimateriaaleista ja -harjoituksista tutkittiin palautekyselyn avulla. Tutkimus toteutettiin Tampereen yliopiston kahdella rinnakkaisella Insinöörimatematiikka 1 -kurssin toteutuskerralla syksyllä 2019. Kursseille osallistui yhteensä 548 opiskelijaa, joista tutkimusluvan antoi 457 opiskelijaa. Toteutuskertojen toteutustavat poikkesivat hieman toisistaan. Insinöörimatematiikka B1 eli B-toteutus (N=251) oli perinteisempi toteutus, joka koostui luennoista ja kahdesti viikossa järjestetyistä laskuharjoituksista. Insinöörimatematiikka C1 eli C-toteutus (N=206) puolestaan hyödynsi käänteisiä opetusmenetelmiä: teoria opiskeltiin itsenäisesti kirjallisen materiaalin ja lyhyiden videoiden avulla, harjoitustehtävien määrä oli B-toteutuksen määrää suurempi ja opettaja tavattiin viikoittain pienryhmissä. Kurssien opiskelijat olivat bio-, sähkö-, tieto-, automaatio-, kone-, materiaali- tai ympäristö- ja energiatekniikan opiskelijoita.

Molemmilla toteutuksilla arviointiin vaikuttivat sekä erityyppiset harjoitustehtävät että tentti. B-toteutuksella tentin painoarvo oli arvosanaan muodostettaessa 50% ja jatkuvan arvioinnin samoin 50%. C-toteutuksella tentin painoarvo oli 30% ja jatkuvan arvioinnin 70%. Toteutusten aluksi opiskelijoita kehoitettiin suorittamaan perustaitotesti. Kummallakin toteutuksella tukiharjoituksissa saattoi kartuttaa perustaitotestistä saatavia pisteitä, mikäli perustaitotestissä oli saanut pisteitä alle sen maksimipisteiden verran. Perustaitotestin ja tukiharjoituspisteiden yhteenlaskettu osuus kaikista harjoituspisteistä oli kummallakin toteutuksella noin 10%.

Kummallekin toteutuskerralle järjestettiin joka viikko omat tukiharjoituksensa. Eri toteutuskertojen tukiharjoitukset poikkesivat hieman toisistaan, sillä B-toteutuksen tukiharjoitusten alussa käytiin yhteisesti läpi kyseisen kerran tehtäväsarjoihin liittyvä teoria opettajajohtoisesti yhdessä, kun taas C-toteutuksella opiskelijat saivat harjoituksen alussa itsenäisesti tutustua kyseisen kerran aiheeseen liittyvään teoriaan. B-toteutuksen tukiharjoituksissa kävi keskimäärin 23 opiskelijaa

viikossa, C-toteutuksella 16. Tukimateriaalit olivat yhteiset eikä muita eroja tukiharjoituksissa ollut, joten molempien toteutusten aineistot yhdistettiin. Tukimateriaaleja käytti tukiharjoituksissa käyneiden lisäksi suuri joukko muitakin opiskelijoita, sillä tehtäväsarjoja teki viikoittain n. 150–250 opiskelijaa.

Arvosana-analyysi

Tukiharjoituksiin osallistumisen vaikutusta kurssin arvosanaan arvioitiin ryhmittelemällä opiskelijat kurssin alussa järjestetyn perustaitotestin tuloksen perusteella. Perustaitotestin maksimipistemäärä oli 16 pistettä ja keskiarvo 11,2 pistettä. Sen suoritti 434 tutkimusluvan antanutta opiskelijaa. Opiskelijoista tarkasteluun otettiin ne 214 opiskelijaa, joiden perustaitotestin pistemäärä oli alle testin keskiarvon. Nämä opiskelijat jaettiin vielä kahteen osaan sen perusteella, oliko opiskelija osallistunut tukiharjoituksiin vai ei. Tukiharjoituksiin osallistuneiksi laskettiin ne 38 opiskelijaa, jotka olivat osallistuneet niihin vähintään kaksi kertaa. Ryhmät muodostuivat siis seuraavasti:

1. Tukiharjoituksiin osallistuneet ja perustaitotestistä alle keskiarvon verran pisteitä saaneet opiskelijat (N=38),
2. tukiharjoituksiin osallistumattomat, perustaitotestistä alle keskiarvon verran pisteitä saaneet opiskelijat (N=176),

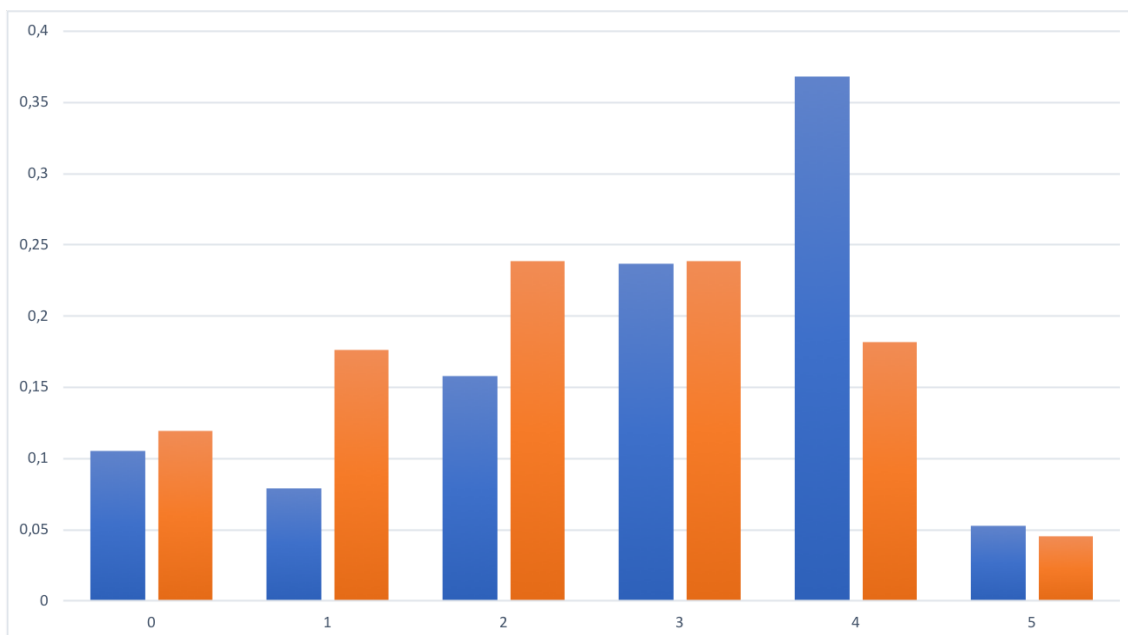
Tutkimuksessa vertailtiin ryhmien 1 ja 2 arvosanajakaumia, sillä tutkimuksessa oltiin erityisesti kiinnostuneita siitä, vaikuttiko tukiharjoituksiin osallistuminen positiivisesti perustaitotestissä heikommin menestyneiden päättöarvosanaan.

Tukiharjoitusten tutkimuskysely

Tukiharjoitusten osallistujille järjestettiin kymmenkohtainen kysely, johon oli mahdollista vastata toiseksi viimeisellä ja viimeisellä tukiharjoituskerralla. Yhteensä kyselyyn vastasi 34 opiskelijaa. Kyselyn ensimmäisessä kohdassa kysyttiin opiskelijoiden opiskelijanumeroa tunnistetiedoksi. Toisessa kohdassa kysyttiin, kuinka monta kertaa kyselyyn vastanneet opiskelijat olivat osallistuneet tukiharjoituksiin, vastausvaihtoehtoina 1–2 kertaa, 3–4 kertaa ja 5–6 kertaa. Kyselyn neljännessä kohdassa kartoitettiin tehtäväsarjojen vaikeusastetta ja viimeisessä pyydettiin vapaata palautetta tukiharjoituksista ja -materiaaleista. Kohtien 3 ja 5–8 väittämällä selvitettiin opiskelijoiden näkemyksiä tukiharjoitusten hyödyllisyydestä kurssin asioiden ymmärtämisessä, tukiharjoituksissa yhteisesti käydystä teoriasta, tehtäväsarjojen alun teoriaosuuksista, tehtäväkohtaisista vihjeistä ja linkitetyistä videoista. Väittämä 9 koski opiskelijoiden aikomuksia osallistua tukiharjoituksiin seuraavalla kurssilla. Väittämien tarkat muotoilut on esitetty taulukossa 1 yhdessä vastausjakaumien kanssa. Väittämissä oli vastausasteikkona viisiportainen Likert-asteikko, jossa ääripäille oli annettu sanalliset selitykset 1= ”ei koskaan” ja 5= ”aina”, välitasoille ei annettu sanallista selitystä. Tuloksia analysoitaessa Likert-asteikollisten kysymysten vastauksille tehtiin frekvenssianalyysi ja vapaamuotoisista palautteista etsittiin toistuvat teemat.

TULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI

Perustaitotestissä alle keskiarvon verran pisteitä saaneista opiskelijoista tukiharjoituksiin osallistuneiden (ryhmä 1, N=38) perustaitotestin keskiarvo oli 8,97 pistettä ja tukiharjoituksiin osallistumattomien (ryhmä 2, N=176) keskiarvo oli 9,37 pistettä maksimipistemäärän ollessa 16 ja kaikkien opiskelijoiden keskiarvon 11,2 pistettä. Tukiharjoituksiin osallistuneiksi laskettiin opiskelijat, jotka osallistuivat tukiharjoituksiin kurssin aikana vähintään kaksi kertaa. B-toteutuksella tällaisia opiskelijoita oli 26 ja C-toteutuksella 12. Molempien toteutusten opiskelijat on kuitenkin yhdistetty tulosten analysoinnissa, koska toteutusten välillä ei alustavassa analyysissä havaittu juurikaan eroja. Kuvassa 3 on esitetty ryhmien 1 ja 2 arvosanjakaumat.



Kuva 3. Perustaitotestissä alle keskiarvon verran pisteitä saaneiden opiskelijoiden arvosanjakaumat prosenttiosuuksina, ryhmä 1 (tuki) sinisellä ja ryhmä 2 (ei-tuki) punaisella.

Tukiharjoituksiin osallistuneen ryhmän 1 opiskelijat saivat kurssista hieman useammin hyväksytyin arvosanan kuin ryhmän 2 opiskelijat. Ryhmän 1 arvosanojen keskiarvo oli 2,84 ja ryhmän 2 keskiarvo 2,32. Ryhmän 1 arvosanojen keskiarvo poikkesi siis noin puolen arvosanan verran ylöspäin ryhmän 2 keskiarvosta. Ryhmässä 1 saatiin selvästi useammin arvosana 4 ja harvemmin arvosanat 1 tai 2. Riippumattomien otosten t-testin perusteella ryhmien arvosanjakaumat eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ($p=0,046$). Eron vaikuttavuutta mitattiin Cohenin d -luvulla, joka kertoo, kuinka monen keskihajonnan verran ryhmien keskiarvot poikkeavat toisistaan. Saadun arvon $d=0,37$ perusteella ryhmien välinen ero on keskisuuri.

Tukiharjoituksissa kymmenkohtaiseen tutkimuskyselyyn vastanneista 1–2 kertaa tukiharjoitukseen osallistuneita oli 16, 3–4 kertaa osallistuneita yhdeksän ja 5–6 kertaa osallistuneita samoin yhdeksän. 33 opiskelijaa koki tehtävien vaikeustason sopivaksi, vain yhden mielestä tehtävät olivat liian helppoja eivätkä kenenkään mielestä liian vaikeita. Vastaukset Likert-asteikollisiin väittämiin 3 ja 5–9 on esitetty Taulukossa 1.

Taulukko 1: Kyselyn väittämät 3 ja 5–9 vastausjakaumineen (%) ja vastaajien lkm.

Väittämät	1 = "ei koskaan"	2	3	4	5 = "aina"	N
3. Tukiharjoitukseen osallistumisesta oli hyötyä Insinöörimatematiikka 1 -kurssin kyseisen aihepiirin asioiden ymmärtämisessä.	0	0,06	0,12	0,45	0,36	33
5. Tukiharjoitusten aluksi yhteisesti käyty teoria oli hyödyllistä.	0	0,05	0,18	0,50	0,27	22
6. Tehtäväsarjojen alussa oleva teoria auttoi tehtävien ratkaisemisessa.	0,06	0,03	0,24	0,47	0,21	34
7. Tehtäväkohtaiset vihjeet auttoivat tehtävän ratkaisemisessa.	0	0	0,12	0,68	0,21	34
8. Katsoin tukimateriaaleihin linkitettyjä videoita.	0,35	0,23	0,13	0,16	0,13	31
9. Aion osallistua tukiharjoitukseen Insinöörimatematiikka 2 -kurssilla.	0,03	0,03	0,30	0,43	0,20	30

Taulukossa 1 esitettyjen tulosten perusteella suurin osa (81%) opiskelijoista koki tukiharjoitukseen osallistumisen aina tai lähes aina hyödylliseksi Insinöörimatematiikka 1 -kurssin kyseisen aihepiirin asioiden ymmärtämisen kannalta (väittäjä 3). B-toteutuksen tukiharjoituksissa käytiin yhteisesti läpi kyseisen kerran tehtäviin liittyvä teoria. Suurin osa (77%) piti yhteistä teoriaosuutta aina tai lähes aina hyödyllisenä (väittäjä 5). Tehtäväsarjojen alussa ollut teoria oli suurimman osan (68%) mielestä aina tai lähes aina hyödyllistä, mutta jakoi kuitenkin jo hie- man enemmän mielipiteitä kuin aiempien kohtien vastaukset (väittäjä 6). Tehtäväkohtaisia vihjeitä kukaan ei pitänyt hyödyttöminä (väittäjä 7), suurimman osan (68%) mielestä ne vihjeet olivat lähes aina hyödyllisiä. Tukimateriaaleihin linkitettyjä videoita eivät kovin monet katsoneet aktiivisesti ja vastauksissa painottuvatkin tämän kysymyksen kohdalla eniten vastausvaihtoehdot 1 ja 2 (väittäjä 8). Lähes kaikki opiskelijat (93%) aikovat osallistua tukiharjoitukseen myös Insinöörimatematiikka 2 -kurssilla ainakin joskus (väittäjä 9), useimmat lähes aina.

Vapaamuotoista palautetta antoi vain 10 opiskelijaa. Vapaiden palautteidenkin perusteella tukiharjoitukset ja -materiaalit koettiin toimiviksi ja tukiharjoitukset

mukaviksi. Kaksi opiskelijaa nosti lisäksi esiin sen, että käsitteiden visualisointi ja selittäminen intuitiivisella tasolla auttavat asioiden oppimisessa.

POHDINTA JA YHTEENVETO

Opetuskokeilun tutkimuksen tässä vaiheessa tutkittiin tukiharjoituksiin osallistumisen vaikutusta kurssin päättöarvosanaan sekä opiskelijoiden kokemuksia tukiharjoituksista ja -materiaaleista Insinöörimatematiikka 1 -kurssilla. Tukiharjoituksiin osallistui vähintään kahdesti 11 prosenttia kurssin opiskelijoista. Perustaitotestissä alle keskiarvon verran pisteitä saaneista opiskelijoista ne, jotka osallistuivat tukiharjoituksiin, saivat kurssista keskimäärin noin puoli numeroa korkeamman arvosanan kuin tukiharjoituksiin osallistumattomat opiskelijat. Opiskelijakyselyn tulosten perusteella tukiharjoitukset ja -materiaalit koettiin toimiviksi ja tukiharjoitusten tekemisen arvioitiin edesauttavan kurssin asioiden opiskelemista.

Tukiharjoituksiin osallistumisen vaikuttavuutta tarkasteltiin tutkimalla kurssista saatuja arvosanoja. Arvosanat määräytyivät suurelta osin kurssin aikana kerättyjen harjoituspisteiden perusteella, tentin painoarvo oli 30–50% toteutuksesta riippuen. Tenttipisteiden tarkastelu olisi tarjonnut toisen tavan vertailla osaamista, mutta koska B- ja C-toteutuksilla oli tenteissä eri määrä tehtäviä ja lisäksi kummallakin toteutuksella opiskelijoilla oli kolme mahdollisuutta osallistua tenttiin, ei tenttipisteiden vertailu osoittautunut tässä yhteydessä toimivaksi.

Perustaitotestistä ja tukiharjoituksista saatavat harjoituspisteet vaikuttivat arvosanaa muodostettaessa noin 5–7% osuudella, joten tukiharjoituksista saatavat pisteet sinänsä eivät arvosanojen eroa voi selittää, vaan opiskelijat saivat enemmän pisteitä myös muista arviointikohteista: kurssin harjoitustehtävistä ja tentistä. Erittäin mahdollisesti ne opiskelijat, jotka osallistuivat tukiharjoituksiin, osallistuivat myös kurssin varsinaisiin harjoituksiin aktiivisemmin ja tekivät enemmän tehtäviä kurssin aikana. Aiemmin on todettu, että tarjolla olevaan tukeen tarttuvat hanakimmin ne opiskelijat, jotka muutenkin ovat aktiivisia opinnoissaan (esim. Pohjolainen ym., 2018). Toisaalta on mahdollista, että tukiharjoituksiin osallistuminen nosti opiskelijan osaamista ja itsetuntoa siten, että motivaatio varsinaistenkin harjoitustehtävien tekemiseen kasvoi. Nyt saaduista tuloksista onkin mahdotonta päätellä, lisäkö tukiharjoituksiin osallistuminen aktiivisuutta vai jo valmiiksi aktiivinen asenne osallistumista tukiharjoituksiin. Tätä olisi mahdollista jatkossa selvittää esimerkiksi opiskelijahaastatteluin.

Opiskelijat kokivat tukimateriaalin tehtävien vihjeet hyödyllisiksi, mikä on linjassa myös aiempien havaintojen kanssa (esim. Attali, 2015; Attali & van der Kleij, 2017). Tukiharjoituksissa ohjaaja pystyi kuitenkin antamaan kullekin henkilökohtaisia neuvoja, STACK-tehtävien vihjeet olivat kaikille opiskelijoille samat. Tukimateriaalia voisikin edelleen kehittää rakentamalla siitä adaptiivista: opis-

kelijan aiemmat vastaukset huomioidaan uusia tehtäviä ja tehtävien vihjeitä valittaessa, jolloin jokainen opiskelija saa itselleen räätälöidyn oppimispolun. Tämä olisi mahdollista toteuttaa ns. tilallisilla STACK-tehtävillä (Harjula, Malinen & Rasila 2017).

Tukiharjoitusten hyödyllisyyden tutkiminen pidemmällä aikavälillä on kannattavaa, jotta niiden vaikutukset nähdään paremmin. Tukiharjoitukset jatkuivat myös Insinöörimatematiikka 2 ja 3 -kursseilla, joten lisätietoa tukiharjoitusten vaikuttavuudesta voidaan saada tutkimalla näiden myöhempien kurssien tukiharjoitusten vaikutusta kurssien suorittamiseen. Tukimateriaaleja oli mahdollista käyttää myös itsenäisesti, ja suuri joukko opiskelijoita kävikin tekemässä ainakin yksittäisiä tehtäväsarjoja. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan tarkasteltu itsenäistä tukimateriaalien käyttöä lainkaan. Myös itsenäisten käyttäjien kokemuksia onkin tarpeen selvittää jatkossa.

Matematiikan opiskelun aloittamisen tukitoimien uudistusta voidaan alustavasti pitää onnistuneena. Aiempi täysin itsenäiseen harjoitteluun perustunut matematiikkajumppa korvattiin tukimateriaalilla, jota oli mahdollista tehdä sekä itsenäisesti että yhteisesti tukiharjoitustilaisuuksissa, mikä laajensi opiskelijoiden mahdollisuuksia ja saattoi vähentää oppimisen sijaan vain tehtäväsarjojen suorittamiseen tähdännyttä toimintaa. Opiskelijoiden tukemista onnistuttiin hajauttamaan pidemmälle aikavälille, jolloin lisäharjoittelun kuormittavuus tasoittui aiempaan verrattuna. Kurssien opettajat kokivat tärkeäksi myös viikoittaisten tukiharjoitusten olemassaolon lähettämän viestin: opiskelijaa ei jätetä yksin, vaan tukea on tarjolla koko kurssin ajan. Osa heikoilla lähtötiedoilla aloittavista opiskelijoista ei syystä tai toisesta tukiharjoituksiin kuitenkaan osallistunut, joten jatkossa tärkeää olisikin tavoittaa vielä paremmin tukitoimiin mukaan juuri ne opiskelijat, jotka lisätuesta eniten hyötyisivät. Tukitoimien uudistaminen oli työläs projekti, mutta seuraavina vuosina materiaalien ylläpito ja jatkokehitys eivät enää vaadi yhtä paljon resursseja. Jos tukitoimien avulla saadaan opiskelijoiden matematiikan opinnot alkamaan sujuvammin – kuten tämän tutkimuksen perusteella vaikuttaisi tapahtuneen – eivät niihin käytetyt resurssit ole menneet hukkaan.

LÄHTEET

- Attali, Y. (2015) Effects of multiple-try feedback and question type during mathematics problem solving on performance similar problems. *Computers & Education*, 86, 260-267. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.011>
- Attali, Y. & van der Kleij, F. (2017) Effects of feedback elaboration and feedback timing during computer-based practice in mathematics problem solving. *Computers & Education*, 110, 154-169. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.012>
- Brandell, G., Hemmi, K. & Thunberg, H. (2008) The Widening Gap: A Swedish Perspective. *Mathematics Education Research Journal*, 20, 38-56, <https://doi.org/10.1007/BF03217476>
- Coertjens, L., Brahm, T., Trautwein, C. & Lindblom-Ylänne, S. (2017) Students' transition into higher education from an international perspective. *Higher Education*, 73, 357-369. <https://doi.org/10.1007/s10734-016-0092-y>
- Engelbrecht, J. & Harding, A. (2008) The impact of the transition to outcomes-based teaching on university preparedness in mathematics in South Africa. *Mathematics Education Research Journal*, 20(2), 57-70. <https://doi.org/10.1007/BF03217477>
- Harjula, M., Malinen, J. & Rasila, A. (2017) STACK with state. *MSOR Connections*, 15(2). <https://doi.org/10.21100/msor.v15i2.408>
- Hong, Y. Y., Kerr, S., Klymchuk, S., McHardy, J., Murphy, P., Spencer, S., Thomas, M. O. J. & Watson, P. (2009) A comparison of teacher and lecturer perspectives on the transition from secondary to tertiary mathematics education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(7), 877-889. <http://dx.doi.org/10.1080/00207390903223754>
- Joutsenlahti, J. (2005) *Lukiolaisen tehtävääorientoituneen matemaattisen ajattelun piirteitä, 1990-luvun pitkän matematiikan opiskelijoiden matemaattisen osaamisen ja uskomusten ilmentämänä*. Acta Universitatis Tamperensis 1061. <http://urn.fi/urn:isbn:951-44-6204-1>
- Lehto, R., Huhta, A. & Huuhka, E. (2019) *Kaikkien korkeakoulu? Raportti OHO!-hankkeessa vuonna 2018 tehdyistä korkeakoulujen saavutettavuuskyselyistä. OHO!-hanke*. <https://ohohanke.fi/wp-content/uploads/2019/12/kaikkien-korkeakoulu-oho-saavutettavuusraportti.pdf>
- Metsämuuronen, J. (2017) *Oppia ikä kaikki – matemaattinen osaaminen toisen asteen koulutuksen lopussa 2015*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus Karvi. http://karvi.fi/app/uploads/2017/03/KARVI_0117.pdf
- Myllykoski, T., Ali-Löytty, S. & Pohjolainen, S. (2017) Opiskelijoiden oppimistyökalujen käyttö tietokoneavusteisessa matematiikkajumppa -tukiopetuksessa. *FMSERA Journal*, 1(1), 54-65. <https://journal.fi/fmsera/article/view/60937>
- Myötyri, A. (2020) Yliopistomatematiikan opiskelun aloittamisen tukeminen. Diplomityö, Tampereen yliopisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202002112006>

- O’Keeffe, P. (2013) A sense of belonging: Improving student retention. *College Student Journal*, 47(4), 605-613.
- Opetushallitus. *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*. (2015) Helsinki, 14, 129-136. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf
- Pasanen, T., Rosenius, P., Ruth, K., Rissanen, N. & Penttinen, L. (2019) Hyvään alkuun PREorientaatiolla ja vertaistuutoroinnilla. Teoksessa: Klemola, U., Ikäheimo, H. & Hämäläinen, T. (toim.), *OHO-opas opiskelukykyä, hyvinvointia ja osallisuutta korkeakouluihin OHO!-hanke*, 37-49. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-8110-5>
- Pohjolainen, S., Rasila, A. & Kuosa, K. (2018) Matematiikan oppimisen tukeminen teknillisessä yliopistokoulutuksessa. Teoksessa: Joutsenlahti, J., Silfverberg, H. & Räsänen, P. (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Niilo Mäki instituutti, 450-474.
- Sangwin, C. (2013) *Computer Aided Assessment of Mathematics*. Oxford University Press.
- SEFI mathematics working group, (toim. Leslie Mustoe ja Duncan Lawson) (2002) *Mathematics for the European Engineer, a Curriculum for the twenty-first Century*. SEFI HQ, 3-8. <http://sefi.htw-aalen.de/Curriculum/sefimarch2002.pdf>
- Silius, K., Pohjolainen, S., Kangas, J., Miilumäki, T. & Joutsenlahti, J. (2011) Korkeakoulumatematiikka teekkarin kompastuskivenä? Teoksessa: Mäkinen, M., Korhonen, V., Annala, J., Kalli, P., Svärd, P. & Värri, V. (toim.), *Korkeajännityksiä - kohti osallisuutta luovaa korkeakoulutusta*. Tampere University Press, 242-265. <http://urn.fi/urn:nbn:uta-3-943>