

Erityisopettajaopiskelija verkkopalvelujen käyttäjänä. Taustatutkimus ThinkMath-verkkopalvelun kehittämiseksi

Eija Väisänen, Pirjo Aunio ja Anu Laine

Kasvatustieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto



Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Matemaattiset oppimisvaikeudet -kurssin opiskelijoiden (N = 70) verkkopalvelujen käyttöä oman työn ja opiskelun tukena sekä heidän näkemyksiään ThinkMath-verkkopalvelusta ja sen kehittämistarpeista. Asiaa tarkasteltiin myös ammatillisen asiantuntijuuden kehittämisen ja kehittämisen näkökulmasta. Tämä kehittämistutkimus on osa Matematiikan maailmaan -hanketta, jossa yhtenä osana muokataan ThinkMath-verkkopalvelua vastaamaan aiempaa paremmin myös erityisopettajakoulutuksen tarpeita. Tulosten perusteella erityisopettajaopiskelijat suhtautuvat verkkomateriaalien käyttöön varsin positiivisesti eikä eroja ollut eri ikä- tai työkokemusryhmien välillä. ThinkMath-verkkopalvelu tunnettiin ennalta varsin heikosti. Kurssin päättyessä opiskelijat kokivat sivuston antavan hyvin tietoa matemaattisten taitojen kehityksestä, mutta heikommin matemaattisten oppimisvaikeuksien arvioinnista ja taustatekijöistä. Verkkopalvelun käytettävyydessä kehitettävää ilmeni erityisesti tiedon löytämisen helpottamisessa. Tutkimus antaa lisätietoa paitsi tämän verkkopalvelun kehittämiseen myös yleensä opettajille suunnatun verkkomateriaalin suunnitteluun. Lisäksi siitä on apua, kun suunnitellaan opettajaopiskelijoiden ja opettajana työskentelevien asiantuntijuiden tukemista.

Erityisopettajaopiskelija, kehittämistutkimus, matemaattiset oppimisvaikeudet, ThinkMath, verkkopalvelu

Lähetetty: 29.1.2019

Hyväksytty: 15.3.2020

Vastuukirjoittaja: eija.vaisanen@helsinki.fi

DOI: 10.23988/ad.78007

Johdanto

Opettajan ammatti on vaativaa asiantuntijatyötä, joka edellyttää tekijältään jatkuvaa kehittymistä (Cochran-Smith & Villegas, 2015; Cochran-Smith, Villegas, Abrams, Chavez-Moreno, Mills & Stern, 2015; Krzywacki & Portaankorva-Koivisto, 2018). Opettajankoulutuksessa tätä asiantuntijuuden vahvistumista pyritään tukemaan kehittämällä opetusohjelmia, oppimisympäristöjä ja työtapoja sekä käyttämällä niissä opetuksen ja oppimisen uusinta tutkimustietoa (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2016). Erityisopettajaopiskelijat ovat asiantuntijuuden kehityksessä hyvin erilaisissa lähtökohdissa ja heidän tarpeensa opintojen sisällön suhteen ovat osin erilaisia. Esimerkiksi erillisiä erityisopettajan opintoja suorittavilla on jo kokemusta opetustyöstä ja korkeakoulututkinto (Kasvatustieteellinen tiedekunta, 2019), kun taas joillakin perustutkinto-opiskelijoista ei ole minkäänlaista kokemusta opetustyöstä.

Kehittyäkseen asiantuntijaksi opettajan tulee oppia yhdistämään hankkimansa teoreettinen tieto käytännölliseen, kokemukselliseen tietoon niin sanottuun hiljaiseen tietoon, ja tähän hän tarvitsee itsesäätelytaitoa (Tynjälä, 2004). Teoreettisen ja käytännöllisen tiedon yhdistyessä opettaja pystyy joustavasti soveltamaan opetustaan uusiin tilanteisiin eikä toteuta sitä pelkkien aiemmin opittujen rutiinien mukaisesti. Opettajan asiantuntijuus kehittyy vähitellen: noviisiopettajasta tulee osaava aloittelija ja useimmista tulee päteviä ammattilaisia. Jotkut pätevistä ammattilaisista kehittyvät edelleen niin, että heistä tulee oman alansa ekspertejä (Berliner, 2004; Shulman, 1986). Kehittyminen noviisiopettajasta yhä taitavamaksi ammattilaiseksi kestää vuosia ja vaatii opettajalta aktiivista halua ja toimintaa oman ammatillisen osaamisensa lisäämiseksi (Berliner, 2004; Tynjälä, 2005). Vastavalmistuneet opettajat kokevat usein haasteita, jotka liittyvät sekä omaan ammatilliseen osaamiseen että koulumaailmaan laajemminkin (Seppälä, Väisänen, Havu-Nuutinen & Sormunen, 2012). Näistä syistä olisi huomioitava opettajien tuentarve sekä työuran alkuvaiheessa että myöhemmässä ammatillisen kehittymisen vaiheessa (European Commission, 2007).

Hakkaraisen, Palosen ja Paavolan (2002) mukaan asiantuntijuutta voidaan tarkastella kolmesta toisiaan täydentävästä näkökulmasta: tiedonhankinnan, kulttuuriin osallistumisen sekä tiedonluomisen näkökulmasta. Näistä tämän tutkimuksen kannalta merkittävin, tiedonhankintakyky, edellyttää olennaisen tiedon erottamista epäolennaisesta (Hakkarainen & Paavola, 2008). Opettajan työn kannalta keskeistä on pedagoginen sisältötieto, joka voidaan jakaa tietämykseksi toisaalta sisällöistä ja oppilasta, toisaalta sisällöstä ja opettamisesta (Ball, Thames ja Phelps, 2008; Shulman 1986). Näistä ensimmäinen tarkoittaa kykyä valita oppilaita motivoivia tehtäviä ja havainnoida heidän ajatteluprosessiaan tehtävienteossa, jälkimmäinen sisältää taidon valita ja tarvittaessa muuttaa tehtävien vaatimustasoa sekä taidon ohjata oppilaita korjaamaan virheensä (Ball ym., 2008). Tynjälän (2004) mukaan pedagoginen sisältötieto voidaan nähdä

opetettavaan aiheeseen liittyvän ja kasvatustieteellisen tiedon integroimiseksi, eli kyseessä on opetustilanteessa näkyvä ammatillinen tieto (van Dijk & Kattmann, 2007).

Suomalaistutkimuksessa kysyttiin yliopistosta 2–10 vuotta aiemmin valmistuneilta (opiskelualana tietojenkäsittelytiede, farmasia, yleinen kasvatustiede ja luokanopettajakoulutus), mitä hyötyä heille oli ollut yliopistokoulutuksesta nykyisen työn kannalta (Tynjälä, Slotte, Nieminen, Lonka & Olkinuora, 2004). Kaikista vastaajista yli 70 prosenttia piti tärkeimpänä antina alakohtaisia sisältöjä ja teoreettista tietoa. Kasvatustieteilijät ja luokanopettajat suhtautuivat kyseisen tutkimuksen mukaan kaikkein kriittisimmin koulutukseensa, ja luokanopettajavastaajista vain alle puolet koki koulutuksen antaneen heille hyvät valmiudet työelämään. Uusimmassa Helsingin yliopiston kasvatustieteellisen tiedekunnan uraseurantareportissa (Carver, 2018) vuonna 2012 valmistuneista yli 70 prosenttia koki koulutuksen antaneen riittävät valmiudet työelämään ja sekä luokan- että lastentarhanopettajakoulutuksessa yli 90 prosenttia oli tyytyväisiä tutkintoonsa työuran kannalta. Suoraan opettajankoulutukseen kohdentuva tutkimus on tärkeää, jotta koulutus pystyisi antamaan sekä työelämän että ammatillisen kehittymisen kannalta riittäviä valmiuksia (Hökkä & Eteläpelto, 2014).

Verkkomateriaalin käyttö opettajan työn ja oppimisen tukena

Työssään opettajat käyttävät erilaisia ja eri paikoissa tuotettuja sähköisiä materiaaleja ja verkkopalveluja, jotka voivat olla joko kaupallisten toimijoiden tuottamia tai yksittäisten opettajien, kuntien tai yhteisöjen kokoamia (esimerkiksi <https://www.oph.fi/fi>). Opettajat käyttävät työssään ja sen suunnittelussa myös sosiaalista mediaa, esimerkiksi blogeja ja Facebook-sivuja. Näiden lisäksi on tarjolla sähköisiä materiaaleja ja sivustoja, jotka perustuvat tutkimuksiin kyseisen aihealueen oppimisesta ja opetuksesta. Esimerkkejä tällaisista tutkimukseen perustuvista lasten taitojen tukemiseen tarkoitetuista suomalaisista verkkopalveluista ovat LukiMat ja ThinkMath. LukiMat-verkkopalvelu (<http://www.lukimat.fi>) sisältää tietoa lukemisen ja matemaattisten taitojen kehityksestä, taitojen arvioinnista ja tukemisesta. ThinkMath-verkkopalvelun sivuilla (<http://blogs.helsinki.fi/thinkmath>) on tutkimukseen perustuvaa tietoa lasten varhaisten matemaattisten taitojen ja ajattelun kehityksestä ja tukemisesta sekä harjoitusmateriaaleja näiden taitojen tukemiseen.

Aikuisten opetukseen suunnattu verkkomateriaali voi olla kohdennettu tietyn opetuskokonaisuuden suorittamiseen (esimerkiksi avoimen yliopiston verkkokurssit tai etäopiskelujaksot) tai se voi sisältää tietoja ja materiaaleja, joita voi soveltaa omaan oppimiseen, opiskeluun ja työhön (Hakkarainen, 2001; Ihanainen, 2002; Korhonen, 2004; Korhonen & Pantzar, 2004). Verkossa oleva materiaali tai työtila voi myös toimia kontaktiopetuksen tukena tai opiskelijoiden yhteisöllisyyttä ja yhteistyötä vahvistavana ympäristönä. Kontaktiopetus ja verkkotyöskentely ja verkkoaineisto voivat myös vuorotella ja täydentää toisiaan sulautuvan oppimisen tavoin (Jones & West, 2010; Pilgrim, Hornby, Everatt & Macfarlane, 2017). Riippumatta siitä, kuka, miten ja kuinka laajana verkkomateriaali on tuotettu, voi sen opetuskäytöllä olla monenlaisia tavoitteita ja muotoja, ja opetusikäytön merkityssisältö onkin hyvin vaihteleva (Dobozy, 2013).

Erilaiset käyttötarkoitukset asettavat erilaisia vaatimuksia verkossa olevalle materiaalille. Materiaali voi olla web 1.0 -muotoista, jolloin se lähinnä tuo lisäinformaatiota ("staattinen tieto"), tai web 2.0 -tyyppistä, jolloin sisällön interaktiivisuus korostuu (Valentini, 2010). Verkkoon siirretyn tekstimateriaalin lisäarvo syntyy esimerkiksi hyvin toteutetusta hypertekstimuodosta ja materiaalin vuorovaikutteisista ja opiskeluprosessia tukevista ominaisuuksista (Pantzar, 2004; Tuononen & Pelkonen, 2004). Jotta teknologian käyttö verkko-opiskeluna tai materiaalivarantona on oppimista hyödyntävää eikä haittaavaa, tulee materiaalien, sisällön ja käytettävyyden olla korkealaatuisia (Valentini, 2010). Toisaalta verkon käyttö oman opiskelun tai ammattitaidon tukemisessa edellyttää opiskelijalta hyvää digitaalista lukutaitoa (Dobozy, 2013) ja itseohjautuvuutta (Ihanainen, 2002).

Verkko-oppimisen (jossa opetus tapahtuu joko kokonaan tai pääosin verkon välityksellä) vaikuttavuutta on tutkittu varhaiskasvatuksen opettajien koulutuksessa (Holden, 2016), inklusio- ja eksklusio-käsitteiden omaksumisessa (Gedzune & Gedzune, 2012) sekä opettajien omien matemaattisten taitojen tukemisessa (LeSage, 2012). Myös erityisopettajien ammattitaidon lisäämisessä on käytetty verkko-oppimista eri muodoissaan (Pilgrim ym., 2017). Verkko-oppiminen liittyy usein läheisesti etäopiskeluun, jossa opiskelu tarjotaan kokonaan tai osin ajasta ja paikasta riippumattomana (Dobozy, 2013; Valentini, 2010). Mikäli opiskelijalla ei vielä ole omakohtaista kokemusta opittavan asian soveltamisesta käytäntöön, verkon avulla tapahtuva oppiminen ei välttämättä ole niin tehokasta kuin taitojen harjoittelu oikeissa tilanteissa (Hakkarainen, 2001). Kuitenkin verkkomateriaali voi auttaa jo työssä olevaa erityisopettajaa pitämään yllä ja kehittämään omaa ammattitaitoaan. Erityisesti aikuisopiskelijalle on tärkeää, että opittu asia voidaan siirtää mahdollisimman suoraan omaan työhön, koska opiskelun tavoitteena on yleensä ammatillisten valmiuksien tai työmahdollisuuksien parantaminen (Nevgi & Tirri, 2001).

Yliopistojen tai muiden oppilaitosten järjestämän verkko-opetuksen lisäksi oppimisympäristö voidaan tarjota sosiaalisen median välityksellä (esimerkiksi YouTube, Facebook, blogit), ja sosiaalisen median merkitys onkin kasvanut opetuksessa ja opiskelussa (Manca & Ranieri, 2016). Toistaiseksi yliopisto-opettajien on todettu käyttävän suhteellisen harvoin sosiaalisen median sivustoja opetuskanavina, sen sijaan tiedon jakamiseen henkilökohtaisessa ja asiantuntijayhteydenpidossa (esimerkiksi ResearchGate.net, Academia.edu) niitä käytetään yleisemmin (Manca & Ranieri, 2016). Sosiaalisen median opetuskäytöstä on vielä niukasti tutkimusta (Hew & Cheung, 2013).

Matemaattisten taitojen tukeminen opetuksessa

Matematiikan, kuten muidenkin oppiaineiden, opetuksessa ovat mukana kyseisen oppiaineen tieteenalan hallinta, oppiaineen pedagoginen sisältö-tieto sekä yleinen pedagoginen tieto (Ball ym., 2008; van Dijk & Kattmann, 2007). Opettajan on tunnettava asiasisältö (matemaattinen tieto) kyllin hyvin, jotta hän voi opetuksellaan tukea oppimista. Opettajan on myös osattava tehdä tämä matemaattinen sisältö oppilaille ymmärrettäväksi eli hänellä on oltava pedagogista tietoa siitä, miten opettaa (Thames & Ball, 2010). Oppiaineen pedagogisella sisältötiedolla tarkoitetaan opettajan tietoa juuri kyseisen oppiaineen opetuksesta ja oppimisesta

(miten lapsi oppii matematiikkaa). Se on opettajan ammatillista tietoa, joka näkyy opetustilanteessa (van Dijk & Kattmann, 2007). Teknologian käyttö ja sovellettavuus opetukseen ovat yhä tärkeämmässä roolissa opettajan työssä (Pierson, 2001). On kuitenkin vaikea määritellä, mitä tietoja ja miten syvällisesti opettajan pitäisi hallita, jotta hän osaisi toimia työssään mahdollisimman tuloksellisesti (Ball & Forzani, 2010).

Oleellinen osa opettajan pedagogista sisältötietoa on lapsen oppimisen vaikeuksien ymmärtäminen ja taito oppimisen tukemisessa (Ball ym., 2008; van Dijk & Kattmann, 2007). Esi- ja alkuopetusikäisten lasten matemaattisia taitoja voidaan kuvata mallilla, jossa on neljä taitoaluetta: lukumääräisyyden tajua, laskemisen taidot, matemaattisten suhteiden ymmärtäminen ja aritmeettiset perustaidot (Aunio & Räsänen, 2015). Näistä lukumääräisyyden tajua ja lukukäsitteen ymmärtämistä pidetään selittävinä tekijöinä matemaattisille oppimisvaikeuksille varhaisina vuosina (Dehaene, 1997/2011; Desoete, Ceulemans, De Weerd & Pieters, 2012; Price & Ansari, 2013). Mikäli lapsen matemaattiset taidot ovat heikot esikouluiässä, ennakoit se yleensä vaikeuksia tulevaan matemaattiseen osaamiseen ja oppimiseen koulussa (Aunola, Leskinen, Lerkanen & Nurmi, 2004; Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni, 2007). Tästä syystä taitoja tulisi tukea mahdollisimman varhain tutkimusperustaisilla harjoitusohjelmilla ja tukimuodoilla (Björn, Aro & Koponen, 2018; Cook, Tankersley, Cook & Landrum, 2008).

ThinkMath-verkkopalvelu

ThinkMath-verkkopalvelun sivuilla (<http://blogs.helsinki.fi/thinkmath>) on tutkimukseen perustuvaa tietoa lasten varhaisten matemaattisten taitojen kehityksestä ja tukemisesta sekä harjoitusmateriaaleja näiden taitojen tukemiseen (Liite 1). Harjoitusmateriaalien sisällöt kohdentuvat matemaattisten suhteiden ymmärtämisen, laskemisen taitojen sekä aritmeettisten perustaitojen tukemiseen. Harjoitusmateriaalit on suunnattu lähinnä esi- ja alkuopetusikäisille lapsille, joilla on heikkouksia näissä taidoissa (Mononen, Aunio & Tapola, 2016). ThinkMath-verkkopalvelussa on myös tietoa ajattelun taitojen kehityksestä sekä harjoitteita kehityksen tukemiseen. Sivustoa ei alun perin ole laadittu erityisesti opettaja-opiskelijoiden oppimisen ja opiskelun välineeksi, vaan tavoitteena on ollut lisätiedon antaminen opetushenkilöstölle ja käytännön ammattiosaamisen tukeminen (Mononen ym., 2016). ThinkMath-verkkopalvelun sivuja voidaan kuvata lähinnä esitysviestinnäksi (Ihanainen, 2002), jossa tietoverkkoon on sijoitettu opetuksessa tarvittavia materiaaleja ja taustatietoja opettajille. Sivustolla ei myöskään ole sosiaaliselle medialle tyypillisiä kommentointi- ja kysymysmahdollisuuksia.

Tutkimuksen toteutus

Tämä tutkimus on osa kehittämisprosessia, jossa ThinkMath-verkkopalvelua muokataan vastaamaan aiempaa paremmin erityisopettajaksi opiskelevien ammatillisen kehittymisen tarpeita. Tässä ensimmäisessä osatutkimuksessa selvitetään erityisopettajaopiskelijoiden kokemuksia ja näkemyksiä verkkopalvelujen käytöstä opintojen ja työn tukena yleensä sekä erityisesti ThinkMath-sivuihin kohdentuvia kokemuksia. Tutkimus

on osa Matematiikan maailmaan -kehittämishanketta. Hankkeen tavoitteena on tuottaa tutkimusperustaisia toimintamalleja, materiaaleja ja välineitä opettajien koulutuksen ja ammatillisen kehityksen tukemiseen. Hanke on Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama vuosina 2017–2020.

Kehittämisprosessi koostuu useasta syklistä, joissa suunnittelu-, toteutus- ja arviointivaiheet vuorottelevat. ThinkMath-verkkopalvelua muokataan sekä asiantuntijoiden (verkkopalvelun kehittäjät ja alkuperäinen laatija sekä opettajankouluttajat) että opiskelijoilta saatujen kommenttien perusteella. Verkkopalvelun sisältöä ja käyttöominaisuuksia kehitetään ensimmäisessä syklissä saatujen tulosten pohjalta. Muokattua verkkopalvelua tullaan käyttämään uudella opiskelijaryhmällä, ja sitä kehitetään edelleen saatujen kommenttien pohjalta. Tämä tutkimusartikkeli pohjautuu prosessin ensimmäiseen suunnittelu- ja kehittämissykliin. Siinä koottiin tietoa erityisopettajaopiskelijoista, heidän verkkomateriaalien käyttötottumuksistaan opinnoissa ja työssä sekä tehtiin yhteenveto ThinkMath-palvelun matematiikan osassa havaituista kehittämistarpeista. Tältä pohjalta tutkimuskysymyksiksi muotoutuivat seuraavat:

1. Eroavatko opiskelijoiden kokemukset tai asenteet verkkopalvelujen ja -materiaalien käytöstä opintojen tai työn tukena heidän aiemman työkokemuksensa, opintosuuntansa tai iän mukaan?
2. Onko opiskelijoilla ennalta tietoja suomalaisista tutkimusperustaisista verkkopalveluista (LukiMat ja ThinkMath)?
3. Miten opiskelijat kokevat ThinkMath-verkkopalvelun matematiikan osan tiedot kurssisisältöjensä kannalta?
4. Mitä kehittämistoiveita opiskelijoilla on ThinkMath-verkkopalvelun matematiikan sisältöjen tai sivuston käytettävyyden suhteen?

Tutkimuksen menetelmäksi valikoitui kehittämistutkimus, koska tavoitteena on tuote (parannettu ThinkMath-verkkopalvelun sivusto) ja sen käytettävyys. Kehittämistutkimusta käytetään monilla aloilla, ja tutkimusmenetelmän nimitykset vaihtelevat sovellusalan mukaan. Erilaisista opetukseen ja oppimiseen liittyvistä kehittämistutkimuksista käytetään tutkimuskirjallisuudessa nimityksiä *design-based research* (Andersson & Shattuck, 2012; Pool & Laubscher, 2016), *educational action research* (Gedzune & Gedzune, 2012) ja *educational design research* (van den Akker, Gravemeijer, McKenney & Nieveen, 2006; McKenney & Reeves, 2012). Tutkittaessa teknologian opetuskäyttöä käytetään usein nimitystä *learning design research* (Dobozy, 2013). Informaatioteknologiassa, erityisesti tietoverkkojen ja ohjelmistojen kehittämisessä, menetelmästä käytetään myös nimeä *action design research* (Sein, Henfridsson, Purao, Rossi & Lindgren, 2011).

Kehittämistutkimuksille on ominaista toteutus todellisessa ympäristössä, jonkin menetelmän kehittäminen ja testaaminen, monimenetelmällisyys, toistuvat kehittämissyklit sekä yhteistyö tutkijoiden ja kehitettävää menetelmää käyttävien henkilöiden kanssa (Andersson & Shattuck, 2012; McKenney & Reeves, 2012; Pool & Laubscher, 2016). Kehittämistutkimuksessa teoria ja käytäntö ovat tasa-arvoisia (van den Akker ym.,

2006; Edelson, 2002; McKenney & Reeves, 2012). Tavoitteena on tutkittavan ilmiön ymmärtäminen ja siitä saatavan uuden tiedon luominen niin, että siitä on hyötyä muillekin kuin sillä hetkellä tutkittavissa tilanteissa mukanaoleville (McKenney, Nieveen & van den Akker, 2006). Kehittämistutkimus on varteenotettava vaihtoehto, kun halutaan kehittää teknologian hyväksikäyttöä opetuksessa ja oppimisessa (Reeves, 2006). Useista muista tutkimusmenetelmistä poiketen kehittämisselityksen tavoitteena on pyrkiä tuottamaan teoreettista ymmärrystä samanaikaisesti käytännöllisten ratkaisujen kanssa, todellisissa tilanteissa ja yhdessä asianosaisten kanssa.

Muokatun ThinkMath-verkkopalvelun on tarkoitus olla sekä sisällöltään että käyttöominaisuuksiltaan aiempaa paremmin opettajan työtä tukevaa sekä ammattitaitoa lisäävää. Tavoitteena on saada se paremmin soveltumaan myös erityisopettajaopiskelijoiden käyttöön. Tästä syystä verkkopalvelun kehittämisessä otettiin alusta lähtien huomioon opiskelijoiden tarpeet ja toisaalta heidän erilaiset lähtökohdansa.

Aineiston keruu ja käsittely

Tutkimuksen aineisto koottiin Helsingin yliopiston kasvatustieteellisen tiedekunnan Matemaattiset oppimisvaikeudet -kurssin osallistujilta (N = 70) syksyllä 2018. Kurssin laajuus oli 5 opintopistettä, ja se sisälsi luento- ja ryhmäopetusta, kirjallisuuskuulustelun sekä omatoimisia tehtäviä. Kyseinen kurssi oli suunnattu sekä perustutkintoa suorittaville erityisopettajaksi opiskeleville toisen vuosikurssin opiskelijoille että erillisiä erityisopettajan (erityisopettaja, erityisluokanopettaja tai varhaiskasvatuksen erityisopettaja) opintoja suorittaville. Kurssitavoitteissa mainitaan, että opiskelija ymmärtää matemaattisten taitojen tavallista ja poikkeavaa kehitystä sekä matemaattisia oppimisvaikeuksia ja niihin liittyvää arviointia ja interventiotutkimusta. Lisäksi opiskelija syventää osaamistaan matemaattisten taitojen oppimisesta ja niihin liittyvistä taustatekijöistä. Kurssin tavoitteisiin ThinkMath-verkkopalvelun sisällöt sopivat hyvin, sillä osana kurssiopintoja opiskelijat tutustuivat erilaisiin matemaattisten taitojen oppimisen tueksi tarkoitettuihin harjoitusmateriaaleihin. Yhdeksi materiaaliksi oli määrätty ThinkMath-verkkopalvelu, josta opiskelijat antoivat kommentteja sekä sisällön että käyttöominaisuuksien suhteen.

Opiskelijoilta kerättiin tietoa kurssin alussa, toisella ryhmäkerralla sekä kurssin päättyessä, ja kaikki tiedot koottiin kyselylomakkeilla. Osallistujien taustatiedot kerättiin alkukyselyn yhteydessä. Vastanneista 66 opiskelijasta 60,6 % suoritti erillisiä erityisopettajan opintoja (Taulukko 1). Koska erillisiä erityisopettajan opintoja suorittavilta vaaditaan aiempi korkeakoulututkinto, valtaosalla (81,8 %) kurssin opiskelijoista oli jo vähintään alempi korkeakoulututkinto. Suurin osa opiskelijoista (88 %) oli naisia, joten sukupuolten välisiä mahdollisia eroja ei tässä tutkimuksessa tarkastella.

Taulukko 1. Opiskelijoiden opintosuunta, ikä, aiempi koulutus ja työkokemus.

	Taustatiedot: N = 66	
	n	%
<u>Opintosuunta</u>		
VEO	7	10,6
ELO	40	60,6
EO	11	16,7
Muu	8	12,1
<u>Ikä</u>		
Alle 30 vuotta	23	34,8
30–40 vuotta	26	39,4
Yli 40 vuotta	17	25,8
<u>Aiempi koulutus</u>		
Ylioppilas	8	12,1
Ammatillinen tutkinto	4	6,1
Korkeakoulututkinto	54	81,8
<u>Työkokemus</u>		
Alle 1 vuotta	8	12,1
1–5 vuotta	15	22,7
6–10 vuotta	25	37,9
Yli 10 vuotta	18	27,3

Lyhenteet:

VEO = varhaiskasvatuksen erityisopettaja

ELO = erilliset erityisopettajaopinnot

EO = erityisopettajaopinnot

muu = luokanopettaja tms.

Opiskelijat ilmoittivat ikänsä viisiportaisella asteikolla, mutta tuloksia arvioitaessa ikäryhmiä yhdistettiin niin, että niitä oli kolme. Tällöin mikään ikäryhmistä ei jäänyt suhteettoman pieneksi. Valtaosa opiskelijoista oli 30–40-vuotiaita. Opiskelijat ilmoittivat työkokemuksensa viisi-luokkaisella asteikolla, jossa työkokemusta ei eritelty peruskoulun, varhaiskasvatuksen tai muun työkokemuksen osalta. Tuloksia tarkasteltaessa ryhmät, joilla oli työkokemusta alle vuosi tai ei yhtään, yhdistettiin. Yli puolella opiskelijoista oli työkokemusta vähintään kuusi vuotta. Pääsääntöisesti tämä työkokemus oli opetus- tai kasvatusalalta, joten suurin osa vastaajista pystyi perustellusti vastaamaan myös verkkopalvelujen työkäyttöä koskeviin kysymyksiin.

Matemaattiset oppimisvaikeudet -kurssin alussa opiskelijat vastasivat kysymyksiin, joissa selvitettiin heidän asennoitumistaan verkkomateriaalien käyttöön sekä käytön aktiivisuutta opiskelun ja työn tukena. Asennoituminen ilmaistiin neliportaisella asteikolla (En haluaisi käyttää – Hieman epäilevä – Osin positiivinen – Erittäin positiivinen), samoin käytön aktiivisuus (En koskaan – Muutaman kerran kuussa – Viikoittain – Päivittäin). Avoimissa kysymyksissä opiskelijat saivat nimetä yleisimmin käyttämänsä verkkosivustot tai -palvelut. Verkkopalvelut ryhmiteltiin tämän tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaisella tavalla, jolloin sosiaalinen media jaoteltiin yleiseen (esimerkiksi Facebook, blogit) ja hakupalveluihin (esimerkiksi Wikipedia). Lisäksi esimerkiksi ResearchGate luokiteltiin tutkimusperustaisiin sivustoihin. Alkukyselyssä kysyttiin myös opiskelijoiden aiempaa tietoa ja käyttökokemusta ThinkMath- ja LukiMat-verkkopalveluista.

Toinen tiedonkeruu tapahtui ryhmäopetuksen yhteydessä, jolloin opiskelijat vertasivat kolmea harjoitusmateriaalia valmiiden kysymysten pohjalta ja samalla tutustuivat ThinkMath-verkkopalveluun. Kysymyksissä tiedusteltiin esimerkiksi sitä, miten hyvin materiaalissa on kuvattu sen teoriatausta, kohderyhmä ja opetustuokion toteuttaminen. Kolmas tiedonkeruu tapahtui kurssin päättyessä. Silloin opiskelijoita pyydettiin arvioimaan neliportaisella asteikolla esimerkiksi sitä, miten ThinkMath-verkkopalvelu nykymuodossaan antoi tietoa kurssisisältöjen kannalta. Lisäksi kolmannella kerralla kysyttiin muutosehdotuksia ThinkMath-verkkopalvelun sisältöjen ja käytettävyyden parantamiseksi.

Vastaajamäärä vaihteli eri kerroilla ja eri kysymyksissä välillä 57–66. Alkukyselyyn, jossa selvitettiin opiskelijoiden aiempaa työ- ja opiskeluhistoriaa sekä ennakkotietoja ja käsityksiä verkkomateriaaleista, vastasi 66 opiskelijaa. Harjoitusmateriaalien vertailuista saatiin vastaus 59 opiskelijalta. Kolmanteen kyselyyn vastanneiden määrä vaihteli eri kysymyksissä välillä 57–62. Tässä tutkimusraportissa käytettiin alkukyselyn ja kolmannen kyselykerran tietoja. Tutkimuksen luonteesta johtuen saatuja tuloksia tarkasteltiin lähinnä kuvailevien tunnuslukujen pohjalta. Mahdollisia yhteyksiä koulutussuuntien, ikä- sekä työkokemusryhmien ja verkkomateriaalien käytön ja niihin asennoitumisen välillä tarkasteltiin ristiintaulukoinnin ja χ^2 -testin sekä residuaalitarkastelujen avulla, efektikoot on esitetty Cramerin V-arvoina. Opiskelijoiden avoimiin kysymyksiin antamista vastauksista koottiin yhteenveto, jonka perustella ThinkMath-verkkopalvelua tullaan muokkaamaan.

Tulokset

Verkkopalvelujen käyttö opiskelun tai työn tukena

Alkukyselyn perusteella opiskelijat käyttivät verkkopalveluja opinnoissaan viikoittain tai päivittäin. Lähes kaikki opiskelijat (98 %) suhtautuivat hyvin myönteisesti erilaisten verkkomateriaalien käyttöön osana opiskeluaan. Tärkeimpinä opintojen tukena käytettävänä verkkopalveluina mainittiin yliopistojen omat sivut (60 mainintaa) sekä erilaiset kirjastopalvelut ja sanomalehdet (53 mainintaa). Tutkimusperustaisia tietosivustoja tai palveluja (esimerkiksi LukiMat, ResearchGate) käytettiin opintojen tukena huomattavasti vähemmän (8 mainintaa). Yleinen sosiaalinen

media (esimerkiksi Facebook, blogit) mainittiin opintojen tukena 13 kertaa, erilaiset hakupalvelut kuusi kertaa. Verkkopalvelujen käytön yleisyys tai suhtautuminen niiden käyttöön opinnoissa ei eronnut eri koulutus-suuntien eikä työkokemus- tai ikäryhmien välillä.

Lähes puolet vastaajista (42 %) kertoi käyttävänsä työssään päivittäin verkkopalveluja (käytettyjä materiaaleja ei tutkimuksessa eritelty). Kaikista vastaajista vain kahdeksan prosenttia kertoi, ettei käytä verkkopalveluja työnsä tukena koskaan. Tästä syystä kaksi kyselyn vastausluokkaa ("Ei koskaan" ja "Muutaman kerran kuukaudessa") yhdistettiin jatkotarkasteluissa luokaksi "Harvemmin". Verkkopalvelujen käyttö työssä oli erittäin yleistä yli kolmekymmenvuotiaiden ryhmissä, joissa yli puolet käytti niitä viikoittain tai useammin (Taulukko 2). Ikäryhmien välillä oli kohtalaisia eroja verkkomateriaalin työkäytössä $\chi^2(4) = 13,05$, $p=0,011$; Cramerin $V = 0,317$. Alle 30-vuotiaiden ryhmässä vaihtoehdon "Harvemmin" valinneiden määrä (12) oli merkitsevästi oletettua (6) suurempi myös standardoitujen residuaalien ($z=2,4$) tarkastelun perusteella. Joillakin alle 30-vuotiaista oli hyvin vähän tai ei lainkaan työkokemusta, joten tuloksia tarkasteltiin vielä työvuosien suhteen. Työkäytön yleisyydessä ei ollutkaan tilastollisesti merkitseviä eroja, kun sitä verrattiin opiskelijoiden työkokemusvuosien perusteella tehtyjen ryhmien välillä (ryhmät 1–5 vuotta, 6–10 vuotta ja yli 10 vuotta).

Taulukko 2. Verkkopalvelujen työkäytön yleisyys eri ikäryhmissä

Ikä		Verkon työkäyttö			
		päivittäin	viikoittain	harvemmin	yhteensä
alle 30 vuotta	N	6	5	12	23
	%	26,1	21,7	52,2	100
30–40 vuotta	N	12	10	4	26
	%	46,2	38,5	15,4	100
yli 40 vuotta	N	9	6	1	16
	%	56,3	37,5	6,3	100
yhteensä	N	27	21	17	65
	%	41,5	32,3	26,2	100

$\chi^2(4)=13,05$ $p=0,011$ Cramerin $V=0,317$

Suhtautuminen verkkomateriaalien käyttöön työn tukena oli varsin positiivista, eikä kukaan valinnut vaihtoehtoja "En haluaisi käyttää" tai "Hieman epäilevästi". Eri ikä- tai työkokemusryhmät eivät eronneet toisistaan suhtautumisessaan verkkomateriaalien käyttöön. Eri koulutus-suuntien opiskelijoiden suhtautuminen verkkomateriaalien käyttöön työn tukena on esitetty Taulukossa 3. Suhtautuminen jakautui koko ryhmää tarkasteltaessa melko tasan osin positiivisen (44,6 %) ja erittäin positiivisen (55,4 %) suhtautumisen kesken. Perustutkintoa suorittavien erityisopettajaopiskelijoiden (EO) ryhmässä enemmistö (81,8 %) ilmoitti suhtautumisensa verkkomateriaalin käyttöön työn tukena olevan "Osin positiivinen".

Ryhmässä ”Muu tutkinto” enemmistö (85,7 %) taas ilmoitti suhtautuvansa niihin erittäin positiivisesti.

Taulukko 3. Eri opintosuuntien opiskelijoiden suhtautuminen verkkomateriaalien käyttöön työn tukena.

		Suhtautuminen verkkomateriaalin käyttöön työn tukena				
		en haluaisi	hieman epäilevä	osin posit.	erittäin posit.	yhteensä
VEO	N	0	0	2	5	7
	%	0	0	28,6	71,4	100
ELO	N	0	0	17	23	40
	%	0	0	42,5	57,5	100
EO	N	0	0	9	2	11
	%	0	0	81,8	18,2	100
Muu	N	0	0	1	6	7
	%	0	0	14,3	85,7	100
yhteensä	N	0	0	29	36	65
	%	0	0	44,6	55,4	100

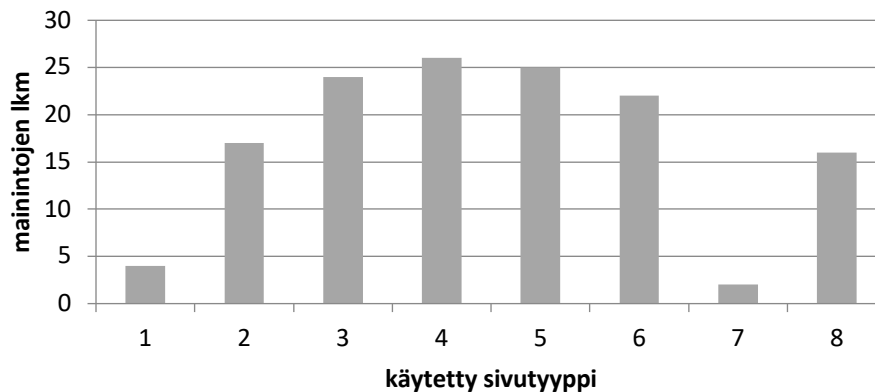
$\chi^2(3)=9,57$ $p=0,023$ Cramerin $V=0,384$ (Harmaat vastausluokat jätetty pois tarkastelusta) Lyhenteet: VEO = varhaiskasvatuksen erityisopettaja; ELO = erilliset erityisopettajaopinnot; EO = erityisopettajaopinnot; muu = luokanopettaja tms.

Opintosuuntien välisiä mahdollisia yhteyksiä tarkasteltaessa käytettiin suhtautumisen kuvauksessa kahta luokkaa (”osin positiivisesti” ja ”erittäin positiivisesti”), koska kaikki opiskelijoiden tekemät valinnat sijoittuivat niihin. Näin tehdyn ristiintaulukoinnin perusteella eri opintosuuntaryhmien ja verkkomateriaalien työkäyttöön suhtautumisen välillä oli yhteyttä, $\chi^2(3)=9,57$ $p=0,023$ Cramerin $V=0,384$. Silmämääräisesti tarkastellen vaikuttaisi siltä, että erityisopettajaopintoja (EO) suorittavat valitsivat muita useammin vaihtoehdon ”Osin positiivisesti”. Standardoitujen residuaalien perusteella ($z=1,8$) ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Asian vaatisi lisätutkimuksia, koska opiskelijamäärät eri ryhmissä erosivat selvästi toisistaan ja olivat osassa ryhmiä varsin pieniä.

Yleisimmin työn tukena käytetyksi sivustoiksi (Kuvio 1) mainittiin maksuttomat opetukseen suunnatut, esimerkiksi Papunet (26 mainintaa) sekä eri kustantajien maksulliset materiaalit (25 mainintaa). Maksuttomat tutkimusperustaiset sivustot mainittiin 24 kertaa, niistä useimmin LukiMat-sivuston pelit (14 mainintaa). Myös sosiaalista mediaa käytettiin paljon työn tukena (23 mainintaa); useimmin mainittiin Pinterest (8 mainintaa) ja Facebook (6 mainintaa).

Kuvio 1. Työn tukena käytetyt verkkosivustotyypit

(1=yliopiston tai kaupungin omat sivut; 2=kirjasto, museo, julkisyhteisöt; 3=maksuton tutkimusperustainen; 4= maksuton opetukseen tai kasvatukseen suunnattu; 5=kustantajien maksullinen materiaali; 6= sosiaalinen media; 7=hakupalvelut; 8= muu, esim. sähköposti)

**Opiskelijoiden aiemmat tiedot ThinkMath-verkkopalvelusta**

ThinkMath-verkkopalvelu oli opiskelijoille varsin tuntematon, sillä useimmilla (80 %) ei ollut siitä aiempaa tietoa. Toisena esimerkkinä kysytty LukiMat-verkkopalvelu oli huomattavasti paremmin tunnettu, 67 % tunsivat sivut. Opiskelijan iällä, koulutussuunnalla tai aiemmalla työkokemuksella ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä sen kanssa, oliko hänellä aiempaa tietoa ThinkMath-verkkopalvelusta. Kolme prosenttia vastaajista oli aiemmin käyttänyt ThinkMath-verkkopalvelua. LukiMat-palvelua käyttäneitä oli lähes kolmasosa vastaajista. Mikäli vastaaja valitsi vaihtoehdon ”Olen kuullut tai lukenut sivustosta”, tieto oli kummankin verkkopalvelun kohdalla yleensä saatu kursseilta tai kollegoilta.

ThinkMath-verkkopalvelun anti Matemaattiset oppimisvaikeudet -kurssin kannalta

Matemaattiset oppimisvaikeudet -kurssin toisella ryhmäkerralla opiskelijat tutustuivat ThinkMath-verkkopalveluun. Kurssin päättyessä he vastasivat kysymyksiin siitä, miten sivusto oli antanut heille tietoa kurssitavoitteiden mukaisista teemoista. Vastaajien määrä vaihteli eri kysymyksissä (N = 57–62). Kurssitavoitteista nostettuja kysymysteemoja olivat matemaattisten taitojen tavanomainen kehitys, poikkeava kehitys, matemaattiset oppimisvaikeudet ja niiden arviointi, interventiotutkimukset sekä matemaattisiin oppimisvaikeuksiin liittyvät taustatekijät (Taulukko 4). Arviointiasteikko oli neliportainen (1= ei yhtään tietoa, 4= paljon tietoa).

Taulukko 4. Keskiarvot (ka.) ja -hajonnat (kh.) opiskelijoiden kokemuksista ThinkMath-verkkopalvelusta saatavasta tiedosta kurssitavoitteiden kannalta.

Kurssitavoitteen sisältö	<i>n.</i>	<i>ka.</i>	<i>kh.</i>
Matemaattisten taitojen tavallinen kehitys	61	3,40	0,69
Matemaattisten taitojen poikkeava kehitys	60	3,11	0,66
Matemaattiset oppimisvaikeudet	62	3,19	0,68
Matemaattisten oppimisvaikeuksien arviointi	60	3,02	0,89
Interventiotutkimukset	58	3,23	0,73
Matemaattisten vaikeuksien taustatekijät	57	2,90	0,70

Parhaiten opiskelijat kokivat saaneensa tietoa matemaattisten taitojen tavanomaisesta kehityksestä ($ka = 3,39$). Lähes puolet (41,7 %) koki saaneensa aiheesta erittäin hyvin tietoa ThinkMath-verkkopalvelusta. Kolmasosa koki saaneensa erittäin hyvin tietoa myös interventiotutkimuksista ($ka = 3,23$). Heikoimmin sivusto antoi opiskelijoiden mukaan tietoa oppimisvaikeuksien arvioinnista ($ka = 3,02$) ja matemaattisten vaikeuksien taustatekijöistä ($ka = 2,90$). Opiskelijoista 6,9 % koki, ettei ollut saanut sivustolta yhtään tietoa oppimisvaikeuksien arvioinnista, tosin tässä kysymyksessä vastausten hajonta oli suurin. Viidesosa opiskelijoista (20,8 %) koki, että oli saanut vain hieman tai ei lainkaan tietoa matemaattisten vaikeuksien taustatekijöistä. Ristiintaulukoinnissa ei ilmennyt yhteyttä eri työkokemuserien ja sivustolta saadun tiedon suhteen minkään kurssitavoitteen osalta.

Eniten lisäystoiveita kohdistui matemaattisten taitojen arvioinnin ja arviointimateriaalien sisältöihin. Arviointimateriaalien yhteyteen toivottiin lisäksi tarkkaa tulkintaohjetta. Myös harjoitustuokioiden yhteyteen toivottiin jonkinlaista arviointiohjeistusta siitä, milloin osaaminen on riittävää uuteen asiaan siirtymisen kannalta. Harjoitusmateriaalien yhteyteen toivottiin yksityiskohtaista luetteloa kunkin tuokion välineistä. Matemaattisten taitojen kehitykseen toivottiin lisäksi kuvausta siitä, missä ikäryhmässä taitojen (esimerkiksi luvut 0–10) oletetaan olevan hallinnassa. Oppimisvaikeuksista toivottiin suurempaa, omaa kokonaisuutta. Yksityiskohtaisina lisäystoiveina mainittiin fonologinen silmukka ja visuospatiaalinen muistilehtiö sekä niiden yhteys matemaattisiin taitoihin. Interventiotutkimuksista toivottiin tiivistettyä koontia, jossa mainittaisiin kussakin tutkimuksessa käytetyt testit ja mittarit. Tutkimusten esittelyyn kaivattiin myös tarkennusta siihen, onko kyseessä ThinkMath-harjoitusmateriaaleja käyttävä interventio vai joku muu. Lisäksi toivottiin arviointiohjeita siihen, milloin interventio on ollut onnistunut.

ThinkMath-verkkopalvelun käyttökokemukset

Kurssin päättyessä opiskelijat ($N = 56–57$) arvioivat kokemuksiaan ThinkMath-verkkopalvelun käytöstä kolmen asian suhteen: Miten helppoa verkkopalvelusta oli löytää haluttua tietoa, miten helppoa sivustolla oli liikkua asiasta toiseen sekä miten selkeäksi sivujen ulkoasu koettiin (Taulukko 5). Arvioinnissa oli käytössä neliportainen asteikko (1 = heikko, 4 = erittäin hyvä).

Taulukko 5. Keskiarvot (ka.) ja -hajonnat (kh.) opiskelijoiden kokemuksista ThinkMath- verkkosivun käytöstä.

ThinkMath-sivujen käytettävyys	<i>n</i>	<i>ka.</i>	<i>kh.</i>
tiedon löytämisen helppous	56	2,91	0,64
sivustolla siirtyminen	56	3,59	0,53
sivujen ulkoasun selkeys	57	3,09	0,58

Verkkopalvelun vahvimaksi ominaisuudeksi koettiin asiasta toiseen siirtyminen sivuston sisällä ($ka = 3,59$). Vain yksi opiskelija koki tämän melko heikoksi. Sivuston heikoimmaksi ominaisuudeksi koettiin etsityn tiedon löytäminen ($ka = 2,91$), 21 prosenttia koki sen melko heikoksi. Sivuston ulkoasun selkeys koettiin kohtalaisen hyväksi ($ka = 3,09$), vain noin joka kymmenes piti sitä melko heikkona. Opiskelijoiden työkokemuksen ja ThinkMath-sivuston käytettävyyden välillä ei löytynyt yhteyksiä minkään käyttöominaisuuden suhteen.

Sivuston rakenteen parantamiseksi opiskelijat ehdottivat sivupalkkia tai muuta tapaa nähdä kerralla koko verkkopalvelun sisältö. Verkkopalvelun käytettävyyden yhteydessä tuotiin esiin alavalikoiden valinnan hankaluus. Tämä ilmeni erityisesti valinnan kohdennuksessa (painallus irtosi herkästi väärässä kohdassa) ja käytettäessä sivustoa puhelimella. Osa kuvasi sivuston ulkoasua vanhahtavaksi tai toivoi lisää kuvamateriaalia. Videot koettiin hyväiksi, ja niitä toivottiin lisää esimerkiksi eksplisiittisestä opetuksesta.

Pohdinta

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä tietoa erityisopettaja-opiskelijoiden kokemuksista verkkopalvelujen käytöstä yleensä sekä erityisesti ThinkMath-verkkosivustosta. Näiden tietojen pohjalta kehitetään ThinkMath-verkkopalvelua vastaamaan aiempaa paremmin erityisopettajaopiskelijoiden tarpeita heidän ammatillisen asiantuntijuutensa kehittymisessä. ThinkMath-sivuston kehittäminen on osa Matematiikan maailmaan -hanketta. Tutkimuksen päätuloksina voidaan todeta erityisopettajaopiskelijoiden suhtautuvan varsin myönteisesti verkkopalvelujen ja -materiaalien käyttöön sekä opiskelussa että työn tukena. Eri ikä- tai työkokemusryhmien välillä ei ollut merkittäviä eroja. Tutkimusperustaisia sivustoja käytettiin työn tukena, mutta niiden valikoima oli kapea-alainen. Etenkin tutkimuksen kohteena oleva ThinkMath-verkkopalvelu oli vastaajille varsin tuntematon. Opintojen aikaisen tutustumisen perusteella kyseisen sivuston koettiin antavan varsin hyvin tietoa matemaattisten taitojen tavanomaisesta kehityksestä ja interventiotutkimuksista. Heikoimmin ThinkMath-verkkopalvelu antoi vastaajien mukaan tietoa matemaattisten oppimisvaikeuksien arvioinnista ja taustatekijöistä. Verkkopalvelussa olevan tiedon löytyminen koettiin jossain määrin hankalana, mutta sivujen sisällä liikkuminen ja ulkoasun selkeys koettiin kohtalaisen hyväksi.

Erityisopettajaopiskelijat verkkomateriaalien käyttäjinä

Erityisopettajaksi opiskelevat ovat hyvin heterogeeninen ryhmä, koska osa heistä on perustutkinto-opiskelijoita, osa taas suorittaa erillisiä erityis-

opettajan työhön pätevöittäviä opintoja. Jälkimmäisillä on vuosienkin työkokemus opetusosalta ja aiempi, vähintään alempi korkeakoulututkinto. Toisena ääripäänä osa perustutkinto-opiskelijoista tulee suoraan lukiosta. Yli puolella tämän tutkimuksen opiskelijoista oli takanaan työkokemusta opetusosalta vähintään kuusi vuotta, joten opettajuuden kannalta he eivät ole enää aloittelijoita (Berliner, 2004). Tästä syystä opiskelijoiden tarpeet opintojen suhteen ovat erilaiset, toisaalta myös valmiudet esimerkiksi verkko-opiskeluun ja verkon käyttöön eroavat. Asennoituminen verkkopalvelujen käyttöön opinnoissa oli tämän tutkimuksen mukaan varsin myönteistä, eikä asennoitumisessa ollut eroja eri ikä-, työkokemus- tai opintosuuntaryhmien välillä.

Useimmilla vastaajista oli aiempaa työkokemusta opetus- tai kasvatusalalta, ja yli 70 prosenttia vastaajista kertoi käyttävänsä verkkopalveluja tai -materiaaleja työnsä tukena vähintään viikoittain. Suhtautuminen niihin oli kokonaisuutena varsin myönteistä, mutta mahdollisia eroja erityisesti perustutkintoa suorittavien erityisopettajaopiskelijoiden ja muiden välillä olisi mielenkiintoista tutkia esimerkiksi haastattelujen avulla.

Olisi tärkeää, että opettajankoulutus antaisi opiskelijoille edellytyksiä tuloksellisen opetuksen vaatimaan jatkuvaan ammatilliseen kehitykseen (Cochran-Smith & Villegas, 2015), johon voidaan sisällyttää myös taito tehdä perusteltuja valintoja opetuksessa käytettävistä materiaaleista ja menetelmistä (Ball ym., 2008; Berliner, 2004). Eri taitojen oppimisen tukemisessa tutkimusperustaisten menetelmien tulisi olla ensisijaisia (Cook ym., 2008). Tämän tutkimuksen perusteella opetustyötä tehneet opettajaopiskelijat olivat käyttäneet monenlaisia verkkopalveluja työnsä tukena. Näitä verkkomateriaaleja tarkasteltaessa kaupallisten materiaalien ja sosiaalisen median osuus oli huomattava. Useimmin käytetyiksi mainittiin maksuttomat opetukseen suunnatut verkkosivustot (esimerkiksi Papunet) sekä kaupalliset sivustot (esimerkiksi Bingel). Myös tutkimusperustaiset sivustot (erityisesti LukiMat-verkkopalvelun pelit) ja sosiaalinen media (esimerkiksi Pinterest) olivat yleisiä työn tukena käytettyjä verkkosivustoja. Verkkopalvelujen käyttöä ohjanneista tekijöistä ei tämän tutkimuksen perusteella voi tehdä päätelmiä. On kuitenkin ilmeistä, että erityisopettajan omalle asiantuntijuudelle kohdistuu merkittäviä vaatimuksia opetuksen tukena käytettävän materiaalin valinnassa.

Oman ammattitaidon jatkuva ylläpito ja kehittäminen on merkittävä tekijä työuran kannalta. Jotta se toteutuisi, tulee opiskelijaa ohjata tähän jo opiskeluaikana. Näin noviisiopettaja kykenee kehittymään päteväksi ammattilaiseksi, joka osaa asettaa opetukselle järkeviä tavoitteita ja valita tarkoituksenmukaisia keinoja niiden toteuttamiseen (Berliner, 2004). Useimpia tämän tutkimuksen opiskelijoista voidaan ikäjakauman perusteella pitää aikuisopiskelijoina. Aikuisopiskelija lähtee opiskelemaan yleensä kehittääkseen ammatillisia taitojaan tai parantaakseen asemaansa työhaussa, joten opiskeltavan asian sovellettavuus omaan työhön on tärkeää (Nevgi & Tirri, 2001). Mikäli omakohtaista kokemusta asian soveltamisesta käytäntöön on niukasti, on oppiminen pelkkien verkkomateriaalien avulla hankalampaa (Hakkarainen, 2001). On tärkeää tutkia, millaisia sisältöjä (oppiainekohtaiset tiedot, yleinen pedagoginen tieto, tieto kontekstista) opettajankoulutuksessa kannattaisi olla ja millaisia

tukimateriaaleja opettaja tarvitsee työnsä tueksi (Ball ym., 2008). Tällöin ehkä pystytään vaikuttamaan opettajan pedagogiseen sisältötietoon; tämän tutkimuksen kannalta matemaattisten taitojen opetukseen sekä oppimisen ja sen haasteiden ymmärtämiseen. Suoraan opettajankoulutukseen kohdentuva tutkimus antaakin tärkeää tietoa opintojen kehittämisen kannalta (Hökkä & Eteläpelto, 2014).

ThinkMath-sivusto ja erityisopettajan ammatillinen kehittyminen

Opiskelijoiden tulisi saada tutkia ja ratkaista todenmukaisia ongelmia ja oppimistehtäviä (Hakkarainen, 2001). Tähän pyrittiin ohjaamalla opiskelijoita tutustumaan kurssin aikana erilaisiin valmiisiin matemaattisten taitojen tukemiseen suunnattuihin harjoitusohjelmiin, joista osa oli verkkosivustoilla. Opiskelijoiden piti etsiä määrättyjä tietoja harjoitusmateriaaleista ja vertailla niitä keskenään. Pyrkimyksenä oli, että opiskelijat harjaantuisivat perusteltujen verkkomateriaalivalintojen teossa ja oppisivat arvioimaan niitä hankkimaansa teoretietoon perustuen. Tällä tavoiteltiin asiantuntijuuden kehityksessä olennaista kykyä kytkeä teoria ja sen soveltaminen käytäntöön (Tynjälä, 2005).

Opinnoissa ei ole mahdollista antaa kaikkia työelämässä tarvittavia valmiuksia, mutta työuran alkuvaiheen tuentarve ja ammatillisen kehittymisen näkökulma on hyvä huomioida (European Commission, 2007; Sepälä ym., 2012). Tästä näkökulmasta ammatillisia sivustoja kuten ThinkMath pitäisi tehdä tunnetummaksi opettajien ja opettajaopiskelijoiden keskuudessa. Tämän tutkimuksen perusteella ThinkMath-verkkopalvelu oli varsin heikosti tunnettu ennen Matemaattiset oppimisvaikeudet -kurssin alkua. Alle viidesosalla opiskelijoista oli siitä aiempaa tietoa, ja vain kaksi henkilöä oli työssään käyttänyt sitä. Tutustuttuaan sivustoon opiskelijat kokivat saaneensa keskimäärin melko paljon tietoa kyseisen kurssin tavoitteiden mukaisista aiheista. Voi olla, että sivusto auttaa yhdistämään matemaattista tietoa kasvatustieteelliseen tietoon, ja näin edesauttaisi pedagogisen sisältötiedon syntymisessä. Mikäli opettajaopiskelija tottuu jo opinnoissaan käyttämään tutkimusperustaisia sivuja ja etsimään niiltä tietoa, on opettajankoulutuksessa luotu pohjaa uutta luovalle asiantuntijuudelle. Esimerkiksi ThinkMath-verkkopalveluun uusin tutkimustieto olisi päivitettävissä ja siten kaikkien opiskelijoiden ja opettajien tavoitettavissa. Erityisopettajan asiantuntijuuden kehittymisen kannalta merkittävää on se, että opiskelijalla on halua ja taitoa ammattitaitonsa ylläpitämiseen ja päivittämiseen (Berliner, 2004). Asiantuntijuuden kehityksessä hankittu teoreettinen tieto pitäisi kyetä liittämään käytännölliseen ja edelleen päivittää tietoa uusien tilanteiden mukaan (Tynjälä, 2004; 2005). Tätä niin sanotun hiljaisen tiedon syntymistä voisi edistää esimerkiksi vapaasti saatavilla tutkimusperustaisilla jatkuvasti päivittyvillä verkkosivustoilla, joiden käyttöön opettajaa olisi ohjattu jo opiskeluaikana. Tähän tavoitteeseen eräs vaihtoehto voisi olla ThinkMath-verkkosivusto.

Opiskelijoiden vastausten perusteella ThinkMath-verkkosivusto jo nykyisellään antoi hyvin tietoa matemaattisten taitojen tavanomaisesta kehityksestä. Myös sivustolla olevat videomateriaalit koettiin hyvinä, ja niihin esitettiin myös lisätoiveita, erityisesti eksplisiittisestä opetuksesta. Työkokemukseltaan erilaisten opiskelijaryhmien (noviisiopettajien ja jo työssä olleiden) kokemukset verkkosivuston antamasta tiedosta eivät eronneet toisistaan. Aiemmin (Mononen ym., 2016) on kysytty vain sivuston

harjoitusmateriaaleja käyttäneiden työssä olevien opettajien kokemuksia. Tietopalvelun osalta ei mielipiteitä ole aiemmin kysytty, ei myöskään opettajaopiskelijoilta. Nyt saatu tieto tuo uuden näkökulman ThinkMath-sivustoon. Erityisopettajien asiantuntemuksen lisäämisessä verkkomateriaaleista ja verkko-oppimisesta on saatu hyviä tuloksia (Pilgrim ym., 2017), joten todennäköisesti ThinkMath-sivustoa voisi laajemminkin käyttää opettajankoulutuksessa.

Verkkosivuston kehittämistarpeet

ThinkMath-sivustoon kohdistetussa tutkimuksessa tuli esille myös yleisemmin ammatillisten sivustojen käytettävyyteen vaikuttavia näkökohtia, joita voidaan hyödyntää kehitettäessä vastaavia sivustoja muuhun käyttöön. Suunnittelussa erittäin tärkeää on ottaa huomioon käyttäjän navigointi kyseisellä sivustolla. ThinkMath-sivustolla tähän ratkaisuna voi olla jonkinlainen sivukartta verkkosivuston etusivulla. Sivuston käytettävyydessä parannustoiveita oli myös alavalikoiden valintatoiminnossa. Opiskelijat toivoivat lisätietoa matemaattisten vaikeuksien taustatekijöistä ja oppimisvaikeuksien arvioinnista. Mahdollisesti näiden lisäystoiveiden tukena voisi sivustolle lisätä verkkolinkkejä LukiMat-sivustolle. Myös muissa ammatillisissa sivustoissa vastaava linkitys muille samaa aihealuetta sivuaville tietolähteille olisi merkittävä tekijä. Käytettävyyden kannalta tarkat ohjeet ja luettelot tarvittavista välineistä ovat merkittäviä. ThinkMath-harjoitusmateriaaleihin toivottiin esimerkiksi tarkempaa materiaaliluetteloa kunkin tuokion yhteyteen.

Kehittämistutkimuksen luotettavuus syntyy tarkoin kuvatuista olosuhteista ja toimintatavoista sekä tiedon keräämisestä useilla eri tavoilla (McKenney & Reeves, 2012). Tässä tutkimusraportissa kuvattiin tämän tutkimuksen yhtä osavaihetta, jossa opiskelijoilta kerättiin tietoa kolmena eri ajankohtana. Tiedonkeruussa käytettiin nyt kyselylomakkeita ja avoimia kysymyksiä Luotettavuutta olisi voinut parantaa lisäämällä monimenetelmällisyyttä, esimerkiksi haastattelemalla osaa opiskelijoista. Opiskelijoiden vastausten perusteella havaittiin, että heidän valintaperusteitaan käytettyihin verkkopalveluihin olisi kannattanut kysyä tarkemmin samoin kuin sitä, millainen mahdollisuus heillä on työssään ollut verkkopalvelujen käyttöön. Kehittämistutkimus soveltuu hyvin tämän kaltaiseen prosessiin, jossa verkkopalvelua pyritään kehittämään aiempaa paremmaksi. Opettajan asiantuntijuuden tarkastelu on monitahoinen käsite, johon sisältyvät tiedonhankinnan, kulttuuriin osallistumisen ja tiedonluomisen näkökulma (Hakkarainen ym., 2002). Kehittämistutkimuksessa nämä kaikki olivat mukana. Tiedonhankinta korostui, yhteistyö ja osallistuminen painottuivat harjoitusmateriaaleja tarkasteltaessa ja tiedonluomisen näkökulma tuli esille opiskelijoiden miettiessä, mitä tietoa he kokivat tarvitsevansa. Tämä opiskelijoiden toiveiden ja kokemusten huomioiminen kehittämisprosessin alusta lähtien edistää sivuston soveltuvuutta paremmin myös opettajankoulutuksen tarpeisiin.

Tämän kehittämisprosessin perusteella saatiin tietoa siitä, miten erilaisen opiskelu- ja työhistorian omaavat opiskelijat suhtautuvat verkkomateriaalien käyttöön sekä työssä että opinnoissaan. Lisäksi saatiin informaatiota siitä, millaiset tekijät verkkosivustojen rakenteessa ja sisällössä olivat erityisopettajaopiskelijoille erityisen tärkeitä. Kehittämisprosessin kuluessa saadaan myös tietoa laajemminkin siitä, minkälaisilla verkko-

materiaaleilla niin opettajaopiskelijoiden kuin muidenkin opiskelijoiden ammatillista kehittymistä voidaan tukea. Yleistämistä voidaan jossain määrin vahvistaa toistamalla kehittämissykli useampaan kertaan (McKenney ym., 2006). Kehittämistoiminta jatkuu tässä tutkimuksessa havaittujen muokkaustarpeiden mukaisilla muutoksilla ThinkMath-verkkopalvelussa. ThinkMath-verkkosivuston kehittämisen kannalta sen tuleva käyttäjäkunta on koko ajan mukana kehittämistyössä, koska heidän tietopalvelusta ja eri harjoitusmateriaalien vertailussa antamia kommenttejaan käytetään hyväksi seuraavassa syklissä. Silloin kerätään myös uudelta opiskelijaryhmältä tietoa sivustosta, jolloin voidaan tehdä päätelmiä tehtyjen muutosten vaikutuksista. Näiden tietojen sekä ylläpitäjien ja alkuperäisten laatijoiden havaintojen perusteella tehdään ThinkMath-verkkopalvelun sivuihin edelleen muokkauksia.

Liite 1

ThinkMath-verkkopalvelu

ThinkMath-verkkopalvelussa (<http://blogs.helsinki.fi/thinkmath>) on tietoa lasten ajattelun sekä matemaattisten taitojen kehityksestä ja näiden taitojen tukemisesta. Lisäksi palvelu sisältää tietoa toiminnanohjauksen ja motivaationaalisten tekijöiden vaikutuksesta oppimiseen. Palvelu on suunnattu esi- ja alkuopetusikäisten lasten kanssa työskenteleville. ThinkMath-verkkopalvelu on alkujaan tuotettu vuosien 2011–2015 aikana Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamassa hankkeessa Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitoksen erityispedagogiikan koulutuksessa.

Tämän tutkimuksen kohteena olevilla ThinkMath-verkkopalvelun matematiikan osuuden sivuilla on tutkimukseen perustuvaa tietoa lasten varhaisten matemaattisten taitojen kehityksestä ja tukemisesta. Lisäksi verkkopalvelusta on ladattavissa harjoitusmateriaaleja näiden taitojen tukemiseen. Nämä materiaalit on suunnattu lähinnä esi- ja alkuopetusikäisille lapsille, joilla on heikkouksia keskeisissä matemaattisissa taidoissa.

Matemaattisten taitojen harjoituspaketteja on kaikkiaan viisi:

- Matemaattiset suhdetaidot ja laskeminen 0–10
- Matemaattiset suhdetaidot ja laskeminen 0–20
- Matemaattiset suhdetaidot ja laskeminen 0–1000
- Yhteen- ja vähennyslasku 0–5
- Yhteen- ja vähennyslasku 0–10

Lähteet

- van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. Teoksessa J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (toim.) *Educational design research* (ss. 3–7). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203088364>
- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of Progress in Educational Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Aunio, P. & Räsänen, P. (2015). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years – a working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 684–704. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.996424>
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K. & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699–713. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.4.699>
- Ball, D. L. & Forzani, F. M. (2010). Teaching skillful teaching. *Educational Leadership*, 68(4), 40–45.
- Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching. What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Berliner, D. C. (2004). Describing the behavior and documenting the accomplishments of expert teachers. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 24(3), 200–212. <https://doi.org/10.1177/0270467604265535>
- Björn, P., Aro, M. & Koponen, T. (2018). Matematiikan oppimisvaikeuksien kolmiportainen tuki. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.) *Matematiikan opetus ja oppiminen* (ss. 184–201). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Carver, E. (2018, syyskuu). *Helsingin yliopiston kasvatustieteellisen tiedekunnan uraseurantareportti*. Tulosten esittely 20.9.2018. Helsingin yliopisto, Opetuksen strategiset palvelut.
- Cochran-Smith, M. & Villegas, A. M. (2015). Framing teacher-preparation research: An overview of the field, Part I. *Journal of Teacher Education*, 66(1), 7–20. <https://doi.org/10.1177/0022487114549072>
- Cochran-Smith, M., Villegas, A. M., Abrams, L., Chavez-Moreno, L., Mills, T. & Stern, R. (2015). Critiquing teacher preparation research: An overview of the field: Part II. *Journal of Teacher Education*, 66(2), 109–121. <https://doi.org/10.1177/0022487114558268>
- Cook, B. G., Tankersley, M., Cook, L. & Landrum, T.J. (2008). Evidence-based practices in special education: Some practical considerations. *Intervention in School and Clinic*, 44(2), 69–75. <https://doi.org/10.1177/1053451208321452>
- Dehaene, S. (2011). *The Number Sense. How the Mind Creates Mathematics* (Revised and updated edition). New York: Oxford University Press.
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F. & Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 64–81. <https://doi.org/10.1348/2044-8279.002002>
- van Dijk, E. M. & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 885–897. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.05.002>
- Dobozy, A. (2013). Learning design research: advancing pedagogies in the digital age. *Educational Media International*, 50(1), 63–76. <https://doi.org/10.1080/09523987.2013.777181>
- Edelson, D. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The Journal of the Learning Sciences*, 1(1), 105–121. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101_4
- European Commission (2007). *Improving the Quality of Teacher Education*. COM(2007) 392 final. Saatavilla: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/improving-quality-teacher-education>

- Gedžūne, G. & Gedžūne, I. (2012). Making sense of inclusion and exclusion through educational action research for sustainability in teacher education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 46, 3097–3101.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.018>
- Hakkarainen, K. (2001). Aikuisen oppiminen verkossa. Teoksessa P. Sallila & P. Kalli (toim.), *Verkot ja teknologia aikuisopiskelun tukena. Aikuiskasvatuksen 42. vuosikirja* (ss. 16–52). Helsinki: BTJ Kirjastopalvelu Oy.
- Hakkarainen, K. & Paavola, S. (2008). Asiantuntijuuden kehittyminen, hiljainen tieto ja uutta luovat tietokäytännöt. Teoksessa A. Toom, J. Onnismaa & A. Kajanto (toim.), *Hiljainen tieto: tietämistä, toimimista, taitavuutta. Aikuiskasvatuksen 47. vuosikirja* (ss. 59–82). Helsinki: Kansanvalistusseura ja Aikuiskasvatuksen tutkimusseura.
- Hakkarainen, K., Palonen, T. & Paavola, S. (2002). Kolme näkökulmaa asiantuntijuuden tutkimiseen. *Psykologia*, 37(6), 448–464.
- Hew, K. F. & Cheung, W. S. (2013). Use of Web 2.0 technologies in K-12 and higher education: The search for evidence-based practice. *Educational Research Review*, 9, 47–64. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2012.08.001>
- Holden, J. I. (2016). Mobile inquiry-as-paly in mathematics teacher education. *On the Horizon*, 24(1), 71–81. <https://doi.org/10.1108/OTH-08-2015-0046>
- Hökkä, P. & Eteläpelto, A. (2014). Seeking new perspectives on the development of teacher education: A study of the Finnish context. *Journal of Teacher Education*, 65(1), 39–52. <https://doi.org/10.1177/0022487113504220>
- Ihanainen, P. (2002). Aikuisopettaja ja verkko-opiskelun vaatimukset. Teoksessa P. Sallila & A. Malinen (toim.), *Opettajuus muutoksessa. Aikuiskasvatuksen 43. vuosikirja* (ss. 152–186). Helsinki: Kansanvalistusseura.
- Jones, P. & West, E. A. (2010). Moving toward a Hybrid Teacher Education Course: Supporting the Theory to Practice Challenge in Special Education. *Journal of Special Education Technology*, 25(2), 45–56.
<https://doi.org/10.1177/016264341002500204>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N. & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 36–46.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x>
- Kasvatustieteellinen tiedekunta (2019) *Erityisopettajan erilliset opinnot*. Katsottu 11.2.2020 <https://www.helsinki.fi/fi/kasvatustieteellinen-tiedekunta/erityisopettajan-erilliset-opinnot>
- Korhonen, V. (2004). Verkko-opetuksen haasteita yliopistopedagogiikassa. Teoksessa V. Korhonen (toim.), *Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka* (ss. 183–193). Tampere: Cityoffset Oy.
- Korhonen, V. & Pantzar, E. (2004). Verkko-opetuksen ja vuorovaikutuksen erityispiirteitä tunnistamassa. Teoksessa V. Korhonen (toim.), *Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka* (ss. 17–45). Tampere: Cityoffset Oy.
- Krzywacki, H. & Portaankorva-Koivisto, P. (2018). Suomalainen matematiikan opettaja. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (ss. 278–293). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- LeSage, A. (2012). Adapting math instruction to support prospective elementary teachers. *Interactive Technology and Smart Education*, 9(1), 16–32.
<https://doi.org/10.1108/17415651211228077>
- Manca, S. & Ranieri, M. (2016). ”Yes for sharing, no for teaching!”: Social Media in academic practices. *Internet and Higher Education*, 29, 63–74.
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.12.004>
- McKenney S., Nieveen, N. & van den Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. Teoksessa J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (toim.), *Educational design research* (ss. 67–90). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203088364>
- McKenney, S. & Reeves, T.C. (2012). *Conducting Educational Design Research*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203818183>
- Mononen, R., Aunio, P. & Tapola, A. (2016). ThinkMath-verkkopalvelu. Matemaattisten taitojen tutkimukseen perustuva tukeminen. *NMI-Bulletin. Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti*, 26(4), 55–61.
- Nevgi, A. & Tirri, K. (2001). Oppimista edistävät ja estävät tekijät verkko-opiskelussa. Teoksessa P. Sallila & P. Kalli (toim.), *Verkot ja teknologia aikuisopiskelun*

- tukena. *Aikuiskasvatuksen 42. vuosikirja* (ss. 117–151). Helsinki: BTJ Kirjasto-palvelu Oy.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2016). *Opettajankoulutuksen kehittämisen suuntaviivoja. Opettajankoulutusfoorumin ideoita ja kehittämissuunnitelmia*. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016: 34. Saatavilla osoitteesta <https://minedu.fi/documents/1410845/4583171/Opettajankoulutuksen+kehittamisen+suuntaviivoja+-+Opettajankoulutusfoorumin+ideoita+ja+ehdotuksia>
- Pantzar, E. (2004). Oppimisympäristö verkkona – verkko oppimisympäristönä. Teoksessa V. Korhonen (toim.), *Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka* (ss. 49–68). Tampere: Cityoffset Oy.
- Pierson, M. E. (2001). Technology integration practice as a function of pedagogical expertise. *Journal of Research on Computing Education*, 33(4), 413–430. <https://doi.org/10.1080/08886504.2001.10782325>
- Pilgrim, M., Hornby, G., Everatt, J. & Macfarlane, A. (2017). Evaluation of an innovative programme for training teachers of children with learning and behavioural difficulties in New Zealand. *Educational review*, 69(3), 337–348. <https://doi.org/10.1080/00131911.2016.1218443>
- Pool, J. & Laubscher, D. (2016). Design-based research: is this a suitable methodology for short-term projects? *Educational Media International*, 53(1), 42–52. <https://doi.org/10.1080/09523987.2016.1189246>
- Price, G. R. & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristic, causes, and treatments. *Numeracy*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.6.1.2>
- Reeves, T. (2006). Design research from a technology perspective. Teoksessa J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (toim.), *Educational Design Research* (ss. 52–66). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203088364>
- Sein, M. K., Henfridsson, O., Purao, S., Rossi, M. & Lindgren, R. (2011). Action design research. *MIS Quarterly*, 35(1), 37–56. <https://doi.org/10.2307/23043488>
- Seppälä, S., Väisänen, P., Havu-Nuutinen, S. & Sormunen, K. (2012). Noviisiopettajien haasteet ja tuen tarpeet induktiivaiheessa. Teoksessa P. Atjonen (toim.), *Oppiminen ajassa – kasvatus tulevaisuuteen* Kasvatusalan tutkimuksia 61 (ss. 143–157). Jyväskylä: Suomen kasvatustieteellinen seura.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Thames, M. H. & Ball, D. L. (2010). What math knowledge does teaching require? *Teaching Children Mathematics*, 17(4), 220–229.
- Tuononen, K. & Pelkonen, M. (2004). Tiedon kaatamisesta tiedon janoon – digitaaliseen oppimateriaalille pedagogisia perusteita. Teoksessa V. Korhonen (toim.), *Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka* (ss. 69–89). Tampere: Cityoffset Oy.
- Tynjälä, P. (2004). Asiantuntijuus ja työkulttuurit opettajan ammatissa. *Kasvatus*, 35(2), 174–190.
- Tynjälä, P. (2005). Konstruktivistinen oppimiskäsitys ja asiantuntijuuden edellytysten rakentaminen koulutuksessa. Teoksessa A. Eteläpelto & P. Tynjälä (toim.), *Oppiminen ja asiantuntijuus* (ss. 160–179). WSOY: Helsinki.
- Tynjälä, P., Slotte, V., Nieminen, J., Lonka, K. & Olkinuora, E. (2004). Yliopistosta valmistuneet työelämässä. Teoksessa P. Tynjälä, J. Välimaa, M. Murtonen (toim.), *Korkeakoulutus, oppiminen ja työelämä* (ss. 91–108). Jyväskylä: PS-Kustannus.
- Valentini, E. (2010). E-university, web 1.0 and 2.0: guidelines to integrate technology enhanced learning in university environments. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 6(1), 103–108. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/393>