

”Kiire on”. Matematiikan opetuksen täydennyskoulutuksen vaikuttavuus opettajan näkökulmasta

Mika Koponen¹, Erika Löfström² ja Päivi Portaankorva-Koivisto²

¹ Kasvatustieteiden ja kulttuurin tiedekunta, Tampereen yliopisto

² Kasvatustieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto

Kansainväliset tutkimukset osoittavat, että opettajien perus- ja täydennyskoulutuksen vaikutukset näkyvät kouluopetuksen kehittymisenä ja parempina oppimistuloksina. Koska suomalaisten oppilaiden matematiikan osaaminen on heikentynyt, on täydennyskoulutuksen vaikuttavuutta syytä tutkia. Tutkimuksessa tarkastellaan kuinka kaikille asteille, varhaiskasvatuksesta ammatilliseen koulutukseen, yhteinen matematiikan täydennyskoulutus edistää työssä kehittymistä ja millaisia haasteita opettajat (N=140) kokevat täydennyskoulutukseen osallistuessaan. Tuloksia tarkastellaan mielekkään oppimisen teoreettisen mallin kautta. Keskeisenä ulottuvuutena on opitun siirtovaikutus. Tutkimuksemme mukaan opettajien kiire on täydennyskoulutuksen vaikuttavuuden suurin este. Sen sijaan yhteistoiminnallisuus nähdään vaikuttavuutta edistävänä tekijänä. Kollegojen merkitys hahmottuu aineistossa niin vaikuttavuutta edistävänä kuin hidastavana tekijänä, mutta oppilaitokselta yhteisönä ei juuri osata odottaa tukea uusien ideoiden toteuttamiseen. Tällöin myös yhteiset haasteet kuten moniulotteinen kiire jää opettajan itsensä selätettäväksi. Tämä on täydennyskoulutuksen vaikuttavuuden ongelmakohta, jonka ratkaiseminen edellyttää oppilaitoksen roolin hahmottamista toisin. Opettajat ottavat paljon henkilökohtaista vastuuta opetuksen kehittämisestä, jolloin täydennyskoulutuksen vaikuttavuus riippuu pitkälti yksittäisten opettajien innosta ja sinnikkyydestä.

ARTIKKELIN TIEDOT

LUMAT General Issue
Vol 2 No 1 (2023), 136–160

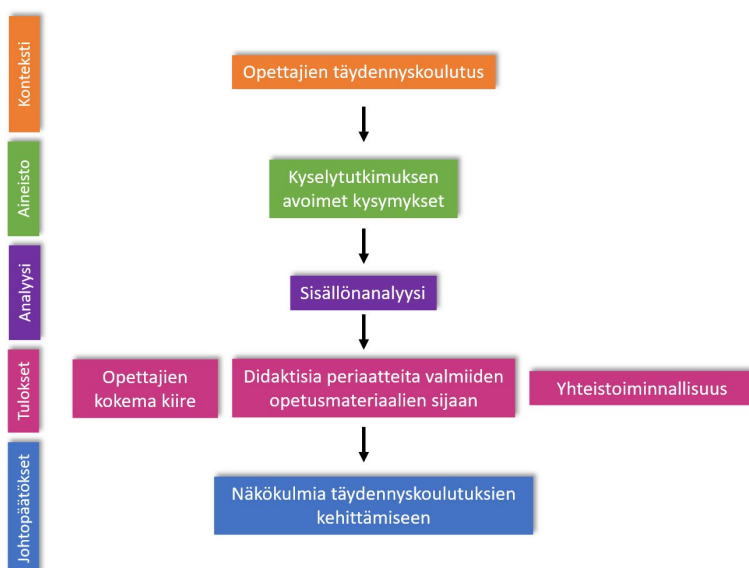
Lähetetty: 6.7.2023
Hyväksytty: 22.11.2023
Julkaistu: 30.11.2023

Sivuja: 25
Lähteitä: 57

Yhteydenotot:
mika.a.koponen@tuni.fi

<https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.2.2045>

Avainsanat: opettajien täydennyskoulutus, vaikuttavuus, mielekäs oppiminen, matematiikan opetus



1 Johdanto

Työn autonomiaa ja jatkuvaa ammatillista kehittymistä (engl. continuing professional development) tutkitaan jo useilla eri aloilla. Opetusalalla jatkuva ammatillinen kehittyminen parantaa työn autonomiaa (Kennedy, 2005), mikä taas vastaavasti monipuolistaa opetusta ja vahvistaa työmotivaatiota. Perustutkinnon jälkeisen täydennyskoulutuksen tavoitteena onkin auttaa opettajia kehittymään ja kehittämään opetustaan yhteiskunnan ja siten myös opettajuuden muutoksissa. Täydennyskoulutuksella tarkoitetaan perustutkinnon jälkeistä ”ammatillisen osaamisen suunnitelmallista ja tarvelähtöistä ylläpitämistä ja kehittämistä”, joka voi toteutua yksilöllisenä, ammattiryhmä- ja työpaikkakohtaisena tai alueellisena koulutuksena (ks. Karjalainen ym., 2009, s. 16). Täydennyskoulutuksiin osallistuminen on opettajille keino ylläpitää jatkuvaa ammatillista kehittymistä, jota esimerkiksi opetussuunnitelmissa tapahtuvat painopisteiden muutokset usein edellyttävät. Opettajien kokemukset omista täydennyskoulutustarpeista liittyvät usein yleisiin pedagogisiin ja didaktisiin tietoihin ja taitoihin kuten tieto- ja viestintätekniiikan hyödyntämiseen, erityisopetukseen sekä arviointiin (OECD, 2019; Tabach & Trgalová, 2020; Taajamo & Puhakka 2019; Taajamo ym., 2015). Täydennyskoulutuksen vaikuttavuustutkimuksessa on osoitettu, että keskeinen vaikuttavuuden elementti liittyy yhtäältä työyhteisössä vallitsevaan tuloksellisuusajatteluun (Boylan ym., 2018) ja toisaalta siihen, syntyykö käytännön uudistamisen ympärille riittävästi sitä tukevaa yhteisöllisyyttä (Garet ym., 2001; Desimone, 2009).

Vaikka Suomessa opettajien täydennyskoulutus tavoittaa suuren osan opettajista, viidennes opettajista ei osallistu vuosittain minkäänlaiseen täydennyskoulutukseen (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2016). Trendi on ollut samansuuntainen ainakin 2000-luvun ajan (ks. Karjalainen ym., 2009; Piesanen ym., 2007). Täydennyskoulutukseen hakeutumista vaikeuttaa esimerkiksi se, että opettajat eivät aina pidä täydennyskoulutusta ratkaisuna työssä esiintyviin haasteisiin (Heikkinen, 2007) tai työyhteisönsä oppimiseen (Armour & Makopoulou, 2011). Osaltaan ongelmaan vaikuttavat myös opettajankoulutuksen ja täydennyskoulutuksen välisen koulutusjatkumon ja täydennyskoulutuksen opetussuunnitelman puuttuminen (Heikkinen, 2007; Heikkinen & Aho, 2015) sekä jatkuvan kehittymisen suunnitelmallisuuden puuttuminen (Leskisenoja ym., 2019).

Oppilaiden matematiikan osaaminen on Suomessa heikentynyt 2000-luvulla (esim. PISA, TIMSS, ks. Kupari ym., 2013), ja vaikka heikentyminen on tasaantunut (Leino ym., 2019), on matematiikan opetusta, ja nimenomaan opettajien

täydennyskoulutuksen vaikuttavuutta syytä tarkastella lähemmin. Tutkimus on osoittanut, että matematiikkaa osataan paremmin niissä maissa, joissa opettajien tiedollinen osaaminen on korkeampaa (Schmidt ym., 2011a; Schmidt ym., 2011b). Koska koulutuksella on vastaavasti yhteys opettajien tiedolliseen osaamiseen (Doyle ym., 2020; Qian & Youngs, 2015), perus- ja täydennyskoulutuksen vaikutukset ulottuvat aina koulutasolle saakka (Kaiser & König, 2019). Esimerkiksi TIMSS-tulokset ovat korkeampia niissä maissa, joissa opettajien matemaattinen ja pedagoginen osaaminen on korkeampaa (Schmidt ym., 2011b). Opetus ei kuitenkaan kehity pelkästään aineenhallinnan avulla (Monk, 1994) vaan sen rinnalle tarvitaan myös pedagogista osaamista (König ym., 2011). Täydennyskoulutuksen vaikuttavuuden tarkastelu valikoitui tutkimuksen lähestymistavaksi, sillä vaikuttavuus rinnastuu usein koulutuksen laatuun (ks. Karjalainen ym., 2009), jota tarkastellaan suhteessa odotuksiin ja tavoitteisiin tai käsitysten muuttumiseen (ks. Heikkinen, 2007). Matematiikan opetuksen monitieteisen täydennyskoulutuksen tutkimuksissa keskeisiksi laadun muodostaviksi tekijöiksi on tunnistettu matemaattisen sisällön kytkeytyminen koulutukseen sekä opitun siirtovaikutusta tukevien oppimistehtävien hyödyntäminen (Yang & Ball, 2022). Täydennyskoulutuksen laadun ja vetovoiman vahvistaminen ovat olleet Opetus- ja kulttuuriministeriön kehittämiskohteita (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2016). Kehittämistyön tulokset näkyvät panostuksina täydennyskoulutukseen, kuten tämänkin tutkimuksen kohteena olevaan matematiikan opetuksen täydennyskoulutukseen. Tarkastelun kohteeksi täsmentyi siirtovaikutus täydennyskoulutuksen vaikuttavuuden näkökulmana, täydennyskoulutukseen osallistuneiden opettajien kokeamana. Ilman siirtovaikutusta, on kyseenalaista, onko täydennyskoulutuksesta hyötyä (Harper-Hill ym., 2022).

2 Teoreettinen viitekehys

Tarkastelemme tutkittavaa täydennyskoulutusta mielekkään oppimisen teoreettisen mallin avulla (ks. Jonassen, 1995; Jonassen ym., 2008; Nevgi & Tirri, 2003; Novak, 1998; Löfström ym., 2006; Ruokamo & Pohjolainen, 1999). Mielekkään oppimisen mallin ulottuvuudet hieman vaihtelevat mallista riippuen. Esimerkiksi Nevgi ja Tirri (2003) liittävät malliin siirtovaikutuksen, tavoitteellisuuden, keskusteleavuuden, yhteistoiminnallisuuden ja reflektion. Ulottuvuudet valikoituvat tutkimukseen samaa täydennyskoulutusta koskevan määrällisen tutkimuksemme myötä, jossa nämä viisi ulottuvuutta korostuivat täydennyskoulutuskokemusta määrittäviksi tekijöiksi (Löfström ym., 2022). Malli soveltuu hyvin verkko-opetuksen ja –oppimisen

viitekehykseksi yliopistollisessa kontekstissa (ks. Löfström ym., 2006; Nevgi & Tirri, 2003; Ruokamo & Pohjolainen, 1999) ja siten myös ohjaamaan täydennyskoulutuksen toimintatapoja ja tutkimusperustaista kehittämistä (Mystakidis, 2019). *Siirtovaikutus* viittaa opitun siirtämiseen tai soveltamiseen oppimisen kontekstista toiseen, esimerkiksi täydennyskoulutuksesta omaan opetustyöhön. Siirtovaikutus ei toteudu automaattisesti, mikä voi heijastua kielteisesti oppijan kokemukseen koulutuksen hyödyllisyydestä. Siirtovaikutusta voidaan tukea, mutta sen toteutuminen yleensä edellyttää reflektiota. Tämä voisi selittää sitä, miksi matematiikan opetuksessa siirtovaikutus saattaa jäädä vähäiseksi (ks. Kärki & Tuominen, 2018). Ammatillista siirtovaikutusta voidaan edistää yhteisöllisen opettajan työhön liittyvän ongelmanratkaisun kautta (Nevgi & Tirri, 2003; Soini ym., 2015). Tämän tutkimuksen kontekstissa siirtovaikutusta tuki omassa opetuksessa toteutettavat kurssitehtävät.

Tavoitteellisuus viittaa oppimistavoitteiden asettamiseen ja näiden toteuttamiseen tähtäävään toimintaan (Löfström ym., 2006; Nevgi & Tirri, 2003). Tavoitteellisuus on keskeistä aikuisen oppijan toiminnassa ja merkitys korostuu ammatillisessa täydennyskoulutuksessa. Tavoitteellisuutta tuettiin tutkittavassa täydennyskoulutuksessa kurssitavoitteiden ja omien oppimistavoitteiden asettamisella, konkreettisten esimerkkien avulla, ja monipuolisten tehtävien sekä selkeiden ohjeistusten avulla. Verkko-opetuksessa tavoitteellisuutta voidaan tukea seurannan ja itsearviointin työvälineillä (Jonassen, 1995), jollainen myös tämän tutkimuksen aineistonkeruumittari on.

Keskustelevuus viittaa ajatusten vaihtoon opittavasta sisällöstä ja sitä kautta ymmärryksen rakentamiseen. Oppijoiden ajatusten vaihto antaa myös opettajalle viitteitä, siitä mitä ja miten osallistujat oppivat (Jonassen, 1995). Keskustelevuuteen liittyy läheisesti ajatus oppimisen *yhteistoiminnallisuudesta* ja oppimisesta ryhmäprosessina, jossa ajatusten vaihto edistää sosiokonstruktiivista oppimista (Bonk & Cuningham, 1998; Jonassen ym., 2008). Keskustelevuutta tuettiin tutkimuksen kontekstina olleessa täydennyskoulutuksessa keskusteluihin lähipäivissä tai verkossa sekä kannustamalla osallistujia kokemusten jakamiseen. Yhteistoiminnallisuus edellyttää keskustelevuutta, mutta keskustelevuus yksinään ei vielä takaa sitä, että osallistujien mukanaan tuoma tieto ja taito kanavoituvat yhteiseen oppimiseen. Jotta näin tapahtuisi, yhteistoiminnallisuutta tuettiin positiivista keskinäistä riippuvuutta tukevilla ryhmätehtävillä.

Reflektio viittaa oman oppimisprosessin tunnistamiseen ja arviointiin (Nevgi & Tirri, 2003). Jotta omaa oppimista voidaan arvioida, on lähtökohtana oppimisen

tavoitteiden määrittäminen ja sen tunnistaminen, miten opittava asia nivoutuu omaan jo olemassa olevaan tietopohjaan. Reflektio on siten keskeinen kognitiivinen toiminto siirtovaikutuksen saavuttamisen näkökulmasta. Reflektio voi kohdistua jo tapahtuneeseen, mutta esimerkiksi opettajankoulutuksessa sillä on lisäksi havaittu olevan tärkeä tulevaisuuteen orientoiva ulottuvuus (Beauchamp & Thomas, 2010). Matematiikan opetuksen täydennyskoulutuksen tutkimuksessa reflektion on todettu olevan keskeinen opettajana kehittymisen mahdollistaja (Saylor & Johnson, 2014). Reflektio on aikaa vievää ja tavoitteellista toimintaa, mutta kiire arjen opetustyössä estää opettajia refleктоimasta (Buczynski & Hansen, 2010). Tätä tutkimustulosta hyödyntäen, reflektiota tuettiin oman opetuskokeilun ja oman oppimisen arvioinnin kautta.

Tässä tutkimuksessa tarkastelemme opettajien näkemyksiä siitä millaiset tekijät estävät tai edistävät täydennyskoulutuksessa käsiteltyjen asioiden soveltamista omassa työssä. Teoreettisen viitekehyksen näkökulmasta tarkastelemme siis erityisesti siirtovaikutusta, jonka suomalaiset mallit (Nevgi & Tirri, 2003; Ruokamo & Pohjolainen, 1999) ovat tunnistaneeet osaksi mielekästä oppimista. Täydennyskoulutuksen arvioinnissa opitun siirtovaikutus on keskeinen tekijä. Lähtökohtana on, että koulutuksen vaikuttavuus on koulutuksen annin realisoitumista arjen työssä. Tutkimusta ohjasi kysymys: Mitkä tekijät säätelevät täydennyskoulutuksen vaikuttavuutta opettajien näkökulmasta? Tätä kysymystä tarkasteltiin kolmen ulottuvuuden näkökulmasta: 1. vaikuttavuutta heikentävien ja 2. edistävien tekijöiden näkökulmista, sekä 3. opettajien oman oppimiskokemuksen näkökulmasta. Saadut tutkimustulokset laajentavat kuvaa suomalaisesta täydennyskoulutuksesta opettajan näkökulmasta erityisesti sen suhteen, miltä täydennyskoulutukseen osallistuminen ja sen annin hyödyntäminen näyttää opettajan näkökulmasta katsottuna ja millaista täydennyskoulutus on silloin, kun uudet opit ja ajatukset rikastuttavat ja kehittävät opetustyön käytäntöjä.

3 Tutkimusmenetelmät

3.1 Konteksti

Tutkimuksen osallistujat rekrytoitiin matematiikan opetuksen LUMATIKKA täydennyskoulutusohjelmasta. Opetushallituksen rahoittama täydennyskoulutushanke oli suunniteltu kuuden yliopiston ja kahden korkeakoulun yhteistyönä, ja sen tavoitteena

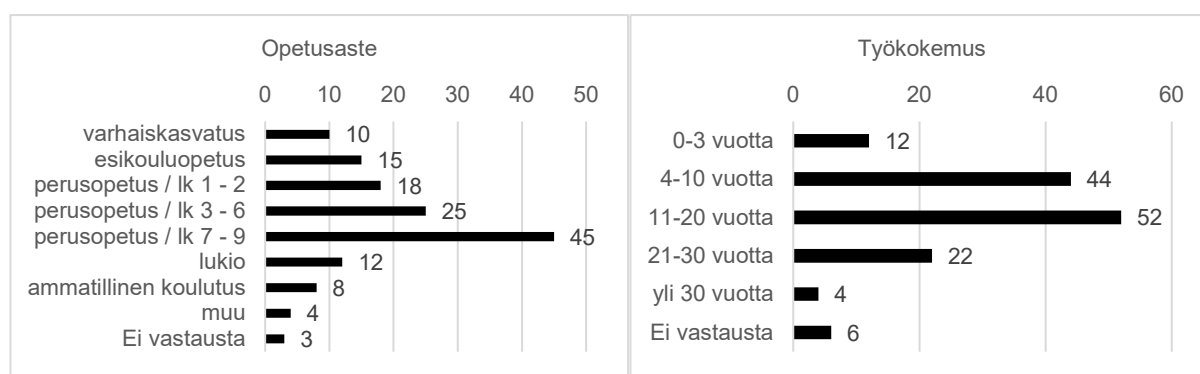
oli kehittää kaikilla asteilla, varhaiskasvatuksesta ammatilliseen koulutukseen, työkentelevien opettajien matematiikan opetuksen pedagogisia käytäntöjä. Sisällöt tukivat myös matematiikan oppimisen näkökulmia ja haasteita. Täydennyskoulutusohjelma (15 op) koostui kaikkien luokka-asteiden opettajille yhteisestä osasta (3 op), luokka-astekohtaisesta osasta (6 op), sekä valinnaisesta osasta (6 op). Kaikille asteille yhteisen ja luokka-astekohtaisen osan tavoitteena oli vahvistaa laaja-alaisesti opettajien matemaattista ja pedagogista osaamista, kun taas valinnaisessa osassa keskityttiin tarkempaan teemaan kuten esimerkiksi, kuinka yhdistää ohjelmointia, liikuntaa tai taidetta matematiikan opetukseen. Osallistujat saattoivat suorittaa vain osan kokonaisuudesta ja koulutus oli mahdollista hyväksilukea opinto- ja suunnitteluajkaan eli VESO-tunneiksi (18 työtuntia) tai kilpailukyky sopimuksen mukaisiksi KiKy-tunneiksi (24 työtuntia).

Tutkimukseen osallistuessaan osallistujat suorittivat kaikkien luokka-asteiden yhteistä osaa (3 op). Koulutus voitiin suorittaa joko kokonaan verkossa tai sulautetun oppimisen mallin mukaisesti siten, että verkko- ja lähiopetus vuorottelivat. Molemmissa toteutustavoissa opetussisällöt ja tehtävät olivat identtiset. Ennen varsinaista opiskelun aloittamista, verkossa tehtiin oman oppimisen tavoitteita ja oppimisen reflektiota tukeva yksilötehtävä. Tämän jälkeen osallistujat suunnittelivat pienryhmissä tutkivaan oppimiseen tähtäävän opetuskokeilun. Osallistujat toteuttivat opetuskokeilut omilla kouluillaan, raportoivat siitä verkkoon ja keskustelivat toistensa kokeiluista. Koulutuksen muita sisältöteemoja olivat mm. matematiikan oppimistulokset, motivaatio, oppimisen mielekkyys, matematiikkapuheen merkitys, matematiikan oppiminen aivotutkimuksen näkökulmasta, matematiikka-ahdistus ja oppimisvaikeudet. Osallistujien tukena verkko-opiskelussa toimi tuutori ja koulutuksen suorittaneilla oli mahdollisuus saada suorituksesta todistus.

3.2 Tutkimusaineisto ja osallistujat

Tutkimusaineisto kerättiin verkkokyselyn avulla kahdelta koulutuskierrokselta syksyllä 2018 ja kahdelta koulutuskierrokselta keväällä 2019. Koulutuksista yksi oli kokonaan verkossa ja muut toteutettiin sulautetun oppimisen mallin mukaisesti. Tässä tutkimuksessa raportoitu aineisto muodostuu koulutuksen päätteeksi kerätyistä avovastauksista. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista. Neljään koulutuskierrokseen ilmoittautui yhteensä 492 opettajaa, joista 194 lopulta suoritti koulutuksen. Kyselytutkimukseen vastasi yhteensä 177 opettajaa, joista 72 % antoi suostumuksen antamiensa tietojen tutkimuskäyttöön.

Tutkittavat (N=140) edustivat kaikkia koulutustasoja aina varhaiskasvatuksesta toisen asteen loppuun ja heillä oli työkokemusta keskimäärin 13 vuotta (Kuva 1). Kuitenkin lähes kaksi kolmasosaa (63 %) vastaajista edusti perusopetusta, joten tämän ryhmän näkemykset ovat parhaiten edustettuina aineistossa. Muiden ryhmien osalta vastaajaryhmät jäivät sen verran pieniksi, että emme pitäneet merkityksellisenä ryhmien erottamista omikseen. Vastaajista naisia oli 91 %, miehiä 9 % ja heidän ikänsä oli keskimäärin 42 vuotta. Koulutukseen osallistuneita oli kaikista Suomen maakunnista: 45 % Uudeltamaalta ja 55 % muista maakunnista. Tutkittavista 62 % suoritti koulutuksen sulautettuna ja 38 % kokonaan verkossa. Verkkokurssi suoritettiin tyyppillisesti noin 100 vuorokaudessa (Koponen ym., 2021), kun taas sulautetun mallin mukaan suorittamiseen kului 91 vuorokautta.



Kuva 1. Tutkimukseen osallistuneiden opettajien (N=140) opetusaste ja työkokemus

Osallistujille esitettiin verkkokyselyssä kurssin lopuksi kolme avointa kysymystä, joilla kartoitettiin tekijöitä, jotka vaikuttavat täydennyskoulutuksen annin siirtymiseen käytännön opetustyöhön: Mitkä tekijät mielestäsi estävät kurssilla esitettyjen asioiden soveltamista omassa opetustyössäsi? Oliko kurssilla sisältöjä tai toimintatapoja, joiden arvelet muuttavan omaa opetustasi? Mitkä tekijät mielestäsi edistävät kurssilla esitettyjen asioiden soveltamista omassa opetustyössäsi?

3.3 Aineiston analyysi

Aluksi aineistosta poistettiin mahdolliset viittaukset henkilöihin, paikkoihin tai organisaatioihin, joiden perusteella vastaajat voitaisiin tunnistaa. Soveltamisen esteitä sekä täydennyskoulutuksen sisältöjä ja siinä hyödynnettyjä toimintatapoja koskevien kysymysten vastaukset analysoitiin teoriasta laajemmin lähtevällä, mutta pääosin aineistolähtöisesti toteutettua sisällönanalyysiä hyödyntäen (Hsieh & Shannon, 2005).

Toisin sanoen, koko tutkimuksen kysymyksenasettelu lähtee siirtovaikutuksen merkityksestä eli lähtökohtana on ollut yksi mielekkään oppimisen teorian elementti. Kuitenkin yksittäisiä aineiston keruun kysymyksiä opitun hyödyntämisestä olemme tarkastelleet pääosin aineistosta käsin koulutuksen toimintatapoja lukuun ottamatta, jossa opitun hyödyntämisessä tunnistimme useita mielekkään oppimisen muita elementtejä.

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi valikoitui lähestymistavaksi, sillä esitetyt kysymykset olivat hyvin avoimia ja liittyivät vahvasti siirtovaikutukseen ts. koulutuksessa käsiteltyjen asioiden soveltamiseen omassa työssä. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin keinoin pääsimme pureutumaan tarkemmin siirtovaikutusta estäviin ja edistäviin tekijöihin. Analyysissä toistuvat sisällölliset aiheet asetettiin saman kategorian alle ja kategoriat nimettiin kuvaamaan tyypillistä vastausta. Esimerkiksi soveltamisen esteitä koskevassa kysymyksessä kiirettä ja ajanpuutetta käsitteleville vastauksille muodostettiin oma pääkategoria, koska 60 % vastauksista käsitteli näitä teemoja. Ne vastaukset, joissa kiirettä ei mainittu käsittelevät täydennyskoulutuksen opetussisältöjä, -menetelmiä tai muita haasteita, tai niissä ei mainittu esteitä soveltamiselle.

Opetuksen kehittämistä tukevia sisältöjä ja toimintatapoja kartoittava kysymys analysoitiin siten, että ensin vastauksista tunnistettiin ne vastaajat, jotka saivat koulutuksesta uutta tietoa, sekä ne vastaajat, jotka koulutuksen perusteella aikovat muuttaa omaa opetustaan. Koulutuksen perusteella opetustaan muuttaneet opettajat eroteltiin omaksi ryhmäksi, koska siirtovaikutus on heidän kohdallaan suoraan näkyvässä. Nämä kaksi vastaajaryhmää muodostivat kaksi pääkategoriaa. Molemmissa pääkategorioissa puhuttiin samoista aiheista, jotka liittyivät pääasiassa koulutuksen opetussisältöihin. Tämän vuoksi aiheet luokiteltiin myös opetussisältöjen mukaan. Soveltamista edistäviä tekijöitä kartoittavan kysymyksen vastaukset analysoitiin teoriaohjaavalla sisällönanalyysillä (Hsieh & Shannon, 2005), jossa mielekkään oppimisen osa-alueita käytettiin luokittelun perusteena.

Tutkimuksen luotettavuuden varmistamiseksi kaksi tutkijaa analysoi koko aineiston toisistaan riippumatta. Molemmat tutkijat luokittelivat aineiston värikoodein, jonka jälkeen luokittelun vastaavuus laskettiin Cohenin kappa -laskukaavalla (Cohen, 1960). Kahden tutkijan luokittelun vastaavuus (ks. Miles & Hubert, 1994) oli 88.9 %, mitä voitaneen pitää hyvänä. Erot johtuivat pääasiassa tutkijoiden tavoista liittää ja erotella vastauksissa esiintyviä asioita toisiinsa. Tutkijoiden ollessa erimielisiä, luokittelusta keskusteltiin ja päädyttiin lopulliseen luokitteluun.

4 Tutkimustulokset

4.1 Täydennyskoulutus kilpailee opettajien ajasta

Täydennyskoulutuksen annin soveltamista käsittelevään kysymykseen saatiin vastaus 125 koulutukseen osallistuneelta ([Taulukko 1](#)). Tuloksissa painottuu voimakkaasti ajanpuute yksittäisenä täydennyskoulutuksen annin hyödyntämistä estävänä tekijänä (60 %). Ne vastaukset, joissa kiirettä ei mainittu käsittelevät täydennyskoulutuksen opetussisältöjä, menetelmiä tai muita haasteita (22 %). Jäljelle jääneissä vastauksissa ei nähty estettä soveltamiselle (18 %).

Taulukko 1. Esteitä koulutuksessa esitettyjen asioiden soveltamiselle (N=125 opettajaa). Vastaajien lukumäärä ilmoitetaan suluissa.

| Työssäni on jatkuva kiire tai ajanpuute (60 %) | Täydennyskoulutus ei sopinut täysin minulle (22 %) | En näe estettä soveltamiselle (18 %) |
|---|--|---|
| <p>Opetussisältöpaine</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oppikirjasidonaisuus (6) • Opetussuunnitelman tavoitteet (4) <p>Resurssit ja työyhteisö</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resurssien tai yhteistyön puute (6) • Kollegoiden vakuuttaminen uusista ideoista (4) <p>Opetusryhmä</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suuret ryhmäkoot (2) • Heikko motivaatio (2) • Oppimisen ongelmat (2) • Osaamiserot (1) • Oppilaiden lyhytjänteisyys (1) • Opettajana kehittyminen • Paine kehittää opetusta (4) • Uusien ideoiden soveltaminen (2) • Rutiineista irtautuminen (2) <p>Tuntien valmistelu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tuntisuunnittelu (3) • Oppikirjan ulkopuolisen materiaalin puute (3) <p>Muut työtehtävät</p> <ul style="list-style-type: none"> • Täysi lukujärjestys (2) • Muiden aineiden opetus (1) | <p>Opetussisällöllisesti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sisällöt eivät sovellu suoraan opetusryhmälleni (7) • Opetussisältöjen sisäistämiseen tarvitaan enemmän aikaa (3) • Sisällöt olivat epämääräisiä (1) • Opetussisällöissä ei ollut riittävästi uutta minulle (1) <p>Opetusmenetelmällisesti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liian paljon omaa pohdiskelua ja liian vähän suoria esimerkkejä (1) • Annettujen tehtävien epämääräisyys (1) • Verkkokeskustelut eivät innosta (1) • Ryhmäkeskustelut jäävät pinnallisiksi (1) <p>Muita haasteita</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oma asenne, motivaatio, muisti, epävarmuus tai laiskuus (6) • Käytäntöön viemisen haasteita (4) • Osa tehtävistä jäi tekemättä (1) • Muistiinpanoja olisi voinut tehdä enemmän (1) | <ul style="list-style-type: none"> • Ei perustelua (17) • Työyhteisöni on vastaanottavainen (3) • Oma innostus (2) • Koulutuksessa oli selkeät sisällöt ja tehtävät (1) |

| | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Koulun omat kehitysprojektit (1) • Täydennyskoulutukseen liittyvät • Koulutuksessa oli liikaa tehtäviä (3) • Sisällöt eivät soveltuneet suoraan opetusryhmälleni (1) • Kiireen aiheuttaa • Yhdistelmä edellä mainituista (14) • Kiire on • Ei tarkempaa perustelua (7) • Turhaa tai itseaiheutettua (3) | | |
|---|--|--|

Opettajat kokivat, että kiireen aiheuttavat useat eri tekijät. Moni opettajista koki ns. opetussisältöpainetta ja kertoi, että opetussuunnitelma asettaa heidän työlleen niin paljon erilaisia tavoitteita, että niiden toteuttaminen vie lopulta kaiken ajan. Osa näki, että eräs keino toteuttaa opetussuunnitelman tavoitteita on seurata tarkasti oppikirjaa. Opetussuunnitelman tavoitteet nähtiin opettajaa velvoittavana tekijänä ja oppikirjasidonaisuus ratkaisuna tähän. Suhde oppikirjaan näyttikin olevan ristiriitainen. Toisaalta oppikirjasidonaisuus nähtiin kiirettä helpottavana, toisaalta kiirettä aiheuttavana tekijänä: ”Oma asenne siihen, että matikan tunneilla pitäisi käydä koko kirjan teoriasisältö ”läpi”. Kirjaa seuraamalla ja sen tehtäviä tekemällä oma työmäärä opettajana helpottuu, sillä tunteja ei tarvitse suunnitella ja valmistella niin paljon”.

Koettu aikapula yhdessä työnteon reunaehtojen, kuten työtehtävien, resurssien ja yhteistyön kanssa, eivät tue uusien ideoiden toteuttamista. Opettajat kokivat, että matematiikan opetuksen kehittämiseen ei riitä aikaa, sillä heidän tulee opettaa myös muita oppiaineita tai koululla saattaa olla käynnissä aikaa vieviä kehitysprojekteja. Osa kertoi, että heillä on lukujärjestys niin täynnä, ettei aikaa yksinkertaisesti riitä muuhun. Myös resurssit koettiin puutteellisiksi. Opettajat kokivat, että heillä ei ole riittävästi resursseja erityisopetukseen tai heillä ei ole koulussa valmiiksi tarvittavia välineitä opetuksen toteuttamiseen, jolloin aikaa kuluisi välineiden hankkimiseen. Myös yhteistyö toisten opettajien kanssa nähtiin ongelmallisena. Omassa koulussa ei välttämättä ole toista matematiikan opettajaa, jonka kanssa tehdä yhteistyötä tai yhteistyö koetaan kuluttavaksi. Kollegoiden vakuuttaminen voi olla uuvuttavaa: ”Mahdollinen ajatusten tai ehdotusten torppaus työyhteisössä, mutta hiljaa hyvä tulee.”

Opettajat kokivat myös, että tuntien suunnitteluun kuluu niin paljon aikaa, ettei sitä jää riittävästi muuhun. Osa harmitteli, että ”normaalista opetuksesta” poikkeaminen edellytti aina oppikirjan ulkopuolista materiaalia, mutta sen etsimiseen ei ole riittävästi aikaa, kuten seuraava esimerkki osoittaa: ”Ajanpuute perustyössä aiheuttaa sen, että ”valmista” tai puolivalmista hyväksi koettua materiaalia ottaisin mielellään vastaan ja kokeilisin työssäni.”. Tutuista ratkaisuista poikkeaminen voi tuoda myös paineen perustella totutusta poikkeamista.

Opetuksen valmisteluun liittyy myös, kenelle ja millaiselle ryhmälle opetusta annetaan. Opettajat kokivat, että opetusryhmät ovat heterogeenisiä ja eriyttämiseen liittyvä suunnittelu vie paljon aikaa ja energiaa. Suuret ryhmäkoot ja osaamiserot sekä oppilaiden heikko motivaatio, lyhytjänteisyys tai keskittymisvaikeudet kuluttavat opettajan aikaa ja energiaa. Opettajana kehittymistä pidetään keskeisenä opetuksen uudistamisessa, mutta tulokset osoittavat, että totutuista rutiineista irrottautuminen sekä uusien ideoiden soveltaminen nähtiin aikaa ja energiaa kuluttavana. Opettajat kokivat, että rutiinien avulla aikataulussa pysytään, kun taas rutiinista poikkeaminen väistämättä edellyttää aikataulujen muutosta. Tästä huolimatta osa opettajista kokee painetta tai jopa stressiä kehittää omaa opetustaan. Esimerkiksi täydennyskoulutuksen aikana he eivät olleet pystyneet toteuttamaan kaikkia annettuja tehtäviä riittävän syvällisesti, kuten opettaja seuraavassa esimerkissä toteaa: ”Aikataulu estää jonkin verran soveltamista käytäntöön. Viikoittain tulevat uudet tehtävät jättävät kokeilut pinnallisiksi jutuiksi. Mutta ne ovat hyviä tulevaisuuden varalle kokeiltaviksi uudelleen.” Vaikka pieni osa opettajista näki kiireen omasta toimesta aiheutuvana ja siten ehkä myös jollain lailla suitsittavissa olevana asiana, monessa vastauksessa tuskailtiin tätä yleistä, joko melko hahmotonta tai monen tekijän summana syntyvää, ilmiötä.

Runsas viidennes (22 %) osallistujista koki, ettei täydennyskoulutus soveltunut heille joko sisältöjen, opetusmenetelmien tai muiden haasteiden vuoksi. Opettajat kertoivat, että opetussisällöt eivät suoraan soveltuneet heidän opetusryhmälleen, sisällöt olivat epämääräisiä tai niissä ei ollut riittävästi uutta tietoa. Osa tunnusti, että koulutuksen pituus ei ollut riittävä opetussisältöjen sisäistämiseen. Opetusmenetelminä käytettyjä ryhmäkeskusteluja saatettiin pitää pinnallisina ja oman oppimisen reflektointia turhana. Verkkokeskustelutkaan eivät innostaneet kaikkia. Muina haasteina nousi esille osallistujan oma heikko motivaatio osallistua koulutukseen tai haaste soveltaa opittua käytännössä. Syiksi mainittiin oman oppilasryhmän kanssa toimiminen, oppimateriaalin kieli tai vaikeustaso. Niin ikään oppilaiden ja heidän huoltajiensa näkemykset opetuksesta saattoivat olla esteenä uusien ideoiden

käytäntöön viemiselle. Opettajat kokivat myös, että heidän omista opiskelustrategioissaan saattoi olla kehittämistä.

Viidesosa (19 %) opettajista ei nähnyt esteitä opitun soveltamiselle. Esille nostettiin kollegoiden muutokseen asennoitumisen keskeinen merkitys: ”... jos esim. työparini olisivat kovin pinttyneitä omiin tapoihinsa toimia ja olisivat kovin muutosvastarintaisia, niin sitten olisi varmasti haasteita soveltaa kurssin asioita opetustyöhön.” Lisäksi esille nousi oma innokkuus kehittää opetusta sekä se, että kurssin opetussisällöt ja tehtävät olivat selkeät.

4.2 Opettajien oppimiskokemus täydennyskoulutuksissa

Kysyttäessä, oliko kurssilla sellaisia opetussisältöjä tai toimintatapoja, joiden vastajat arvelevat muuttavan opetuskäytänteitä, vastaajista puolet (51 %) kertoi aikeistaan muuttaa opetustaan opetussisältöjen pohjalta (Taulukko 2). Sen sijaan toinen puolet (49 %) ei tuonut esille aietta muuttaa opetustaan vaan kuvailivat hyödyllisiä opetussisältöjä. Sisällöllisesti vastaukset liittyivät enimmäkseen koulutuksen opetussisältöihin. Sisältöjen lisäksi opettajat kokivat saaneensa uutta intoa opetuksensa kehittämiseksi (21 %). Loput vastaajista suhtautuivat koulutuksen antiin kriittisemmin (8 %).

Taulukko 2. Opettajien näkemyksiä koulutuksen opetussisältöjen ja toimintatapojen vaikutuksesta opetustyöhön (N=136 opettajaa). Vastaajien lukumäärä ilmoitetaan suluisissa.

| | Aion muuttaa opetustani... (51 %) | Koulutuksesta sain tietoa... (49 %) |
|--|--|---|
| Ongelmalähtöinen oppiminen (29 %) | <ul style="list-style-type: none"> • lisätä ongelmatehtäviä käyttöä tai muuntaa perustehtäviä ongelmatehtäviksi (10) • kääntää oppikirjan opetusjärjestyksen (6) • hyödyntää ja arvioida ongelmalähtöistä oppimista ja tutkivaa oppimista (6) | <ul style="list-style-type: none"> • tutkivasta oppimisesta (9) • ongelmalähtöisestä opetuksesta (3) |
| Matikkapuhe (14 %) | <ul style="list-style-type: none"> • lisätä matematiikkapuhetta (8) • edistää toiminnallisuutta (2) • käyttää käsitekortteja (1) • vähentää oppikirjan käyttöä (1) | <ul style="list-style-type: none"> • puheen merkityksestä (4) • toiminnallisuudesta (2) • ryhmätöistä (1) |
| Erilaiset oppijat (5 %) | <ul style="list-style-type: none"> • keskittyä enemmän oppimisvaikeuksien tunnistamiseen (1) | <ul style="list-style-type: none"> • erilaisista oppijoista (2) • oppilaan ajattelusta (1) • oppimisvaikeuksista (1) |

| | | |
|--|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • matematiikka-ahdistuksesta (1) • oppimistuloksista (1) |
| Yhdistelmä aiempia aiheita (23 %) | <ul style="list-style-type: none"> • suosia ongelmalähtöistä opetustapaa sekä hyödyntää muuta opittua (10) • muut yhdistelmät (3) | <ul style="list-style-type: none"> • tutkivasta oppimisesta ja muista aiheista (15) • useista aiheista (4) |
| Sain uutta intoa kehittää opetusta (21 %) | <ul style="list-style-type: none"> • Aion kehittää opetusta yleisesti (9) | <ul style="list-style-type: none"> • Sain uusia ideoita (10) • Ei perustelua (6) • Opetussisällöt rohkaisivat (2) • Keskustelut lähipäivässä innostivat (1) |
| Kriittinen (8 %) | <ul style="list-style-type: none"> • Sain uutta tietoa, mutta en aio muuttaa opetustani kovin paljon (1) | <ul style="list-style-type: none"> • Ei ollut hyödyllinen (7) • Ongelmanratkaisu vie aikaa (1) • Alkuinnostuksen jälkeen panostin vähemmän (1) • Ei sovellu suoraan luokka-asteelleni (1) |

Ongelmalähtöisyys nousi opetuksen kehittämisen keskiöön, sillä se mainittiin 44 % vastauksista. Tämä prosentiosuus sisältää kaikki vastaukset ongelmalähtöinen oppinen kategoriasta (23 %) ja yhdistelmistä ne vastaukset (21 %), jotka liittyvät ongelmalähtöiseen oppimiseen. Koulutuksessa osallistujat ratkoivat itse ongelmatehtäviä, joilla pyrittiin osoittamaan, että näin opetus muuttuu oppijakeskeiseksi, ja samalla opettajan rooli tiedonjakajana vähenee. ”Uskon, että tulen käyttämään vielä enemmän avoimia tehtäviä ja ongelmanratkaisua matematiikan opetuksessa. Sain tavaltaan tukea omille ajatuksilleni, että voin opettaa tällä tavalla, vaikka muutoin koulusamme vallitsee osaksi ”vanhanaikaisempi” opetustyyli”, kuvailee eräs opettaja. Opettajille esiteltiin myös pedagoginen 5E-malli, jonka avulla opetusta voidaan muuttaa ongelmalähtöiseen suuntaan. Mallin mukaan opetukseen suunnitellaan viisi vaihetta (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate), joiden merkityksestä keskusteltiin sekä oppijan että opettajan näkökulmista. Koulutuksessa esitettiin myös erilaisia strategioita muuntaa kirjan tehtäviä ongelmatehtäviksi ja lisäksi idea, että oppikirjan rakenteen voi välillä kääntää päinvastaiseksi.

Koulutuksessa tuotiin esille perusteluita sille, miksi matematiikasta on tärkeää keskustella sekä esiteltiin miten esimerkiksi pelien, ryhmätyön ja toiminnallisuuden kautta keskustelua voidaan lisätä. Osa vastaajista nosti esille keskustelun merkityksen yleisesti ja aikomuksensa lisätä keskustelua omassa luokassaan. Myös ryhmitöihin, toiminnallisiin työskentelytapoihin ja peleihin kuten ”matematiikka-aliakseen” suhtauduttiin myönteisesti ja ne nähtiin käyttökelpoisina lähestymistapoina lisätä matematiikkapuhetta: ”Olen alkanut opettaa matikkaa heikoille oppilaille enemmän ”kielenä” ja miettimään tarkasti puhummeko samaa kieltä. Lisäksi mietimme enemmän,

miten asiat kytkeytyvät käytäntöön ja oppilaat ovat selittäneet enemmän minulle, miten asiaa laskevat.”

Eräs opettaja summaa ajatuksiaan seuraavasti: ”Liika kiire pois, samoin oppikirjasidonaisuus eli uusia asioita pitää junnata, matematiikasta pitää kysellä ja kyseenalaistaa sekä etenkin pienemmillä oppijoilla kytkeä paljon käytäntöön ja toiminnallisuuteen.” Osa opettajista koki saaneensa koulutuksesta yleisesti uutta intoa, joka toimisi opetuksen kehittämisen kimmokkeena. Osa taas suhtautui kriittisemmin. Koettiin esimerkiksi, että ongelmanratkaisussa perusajatus on hyvä, mutta sen toteuttaminen vie liikaa aikaa: ”Kyllähän tässä inspiroitui opettamaan enemmän ongelmalähteisesti, mutta samalla tajuan, että koko ongelmiin siirtymisen muutosprosessi vie niin älyttömän paljon aikaa.” Siirtovaikutuksen realisoituminen käytäntöön saakka jää toteutumatta, jos toteutuksen haasteet koetaan liian suuriksi.

4.3 Täydennyskoulutuksen annin soveltaminen omassa opetustyössä

Osallistujista 135 vastasi kysymykseen, jolla kartoitettiin tekijöitä, jotka edistävät täydennyskoulutuksessa opittujen asioiden siirtämistä omaan opetustyöhön (Taulukko 3). Valtaosa vastauksista käsitteli koulutuksen toimintatapoja (61 %). Muissa vastauksissa nostettiin esiin koulutuksen opetussisältöjä (13 %), oma opiskelumotivaatio (12 %) ja yhdessä kategoriassa koulutukseen suhtauduttiin kriittisemmin (13 %).

Taulukko 3. Tekijät, jotka edistävät kurssilla esitettyjen asioiden soveltamisen omaan työhön (N=135 opettajaa). Vastaajien lukumäärä ilmoitetaan suluisia.

| | |
|---------------------------------|--|
| <p>Toimintatavat (61 %)</p> | <p>Keskustelevuus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kokemusten jakaminen ja keskustelu kollegan kanssa (12) • Verkkokeskustelut kollegan kanssa (3) • Positiivinen ryhmäpaine (3) • Työyhteisön tuki (2) <p>Yhteistoiminnallisuus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opetuskokeilun yhteissuunnittelu (8) • Tarvittavien materiaalien tuottaminen yhdessä (4) • Uusia ideoita materiaalien tuottamiseen (2) • Tuntisuunnitelmapohjan soveltaminen (1) <p>Tavoitteellisuus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monipuoliset esimerkit ja tehtävät (9) • Selkeät ohjeet, aikataulu ja eteneminen (5) <p>Siirtovaikutus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opetuskokeilun toteuttaminen (12) <p>Reflektio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opetuskokeilun reflektointi (5) |
|---------------------------------|--|

| | |
|---------------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Omat muistiinpanot ja niihin palaaminen (2) <p>Yhdistelmä aiempia aiheita</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiaalien yhdessä työstäminen, käytäntöön vieminen, keskustelu kollegan kanssa, kokemuksen reflektio ja muut yhdistelmät (15) |
| Opetussisällöt ja -materiaalit (13 %) | <ul style="list-style-type: none"> • Relevantti opetussisältö (9) • Tutkimusperustaisuus (4) • Laadukkaat videomateriaalit (4) |
| Kriittiset (13 %) | <ul style="list-style-type: none"> • En osaa sanoa tai ymmärrä kysymystä (6) • Koulutus ei soveltunut täysin minulle (5) • Minun pitää vakuuttaa kollegat uusista ideoista (4) • Työssäni on jatkuva kiire tai ajanpuute (3) |
| Motivaatio (12 %) | <ul style="list-style-type: none"> • Tarvitaan omaa innostusta ja halua kehittyä (10) • Koulutuksesta saatu tieto lisää kehittymismahdollisuuksia (6) |

Edistävinä asioina opettajat nostivat esille opetussisältöjen ja materiaalien relevanssin ja tutkimusperustaisuuden (13 %) Monipuolisten tehtävien ja konkreettisten esimerkkien lisäksi tavoitteellista opiskelua tukivat selkeät ohjeet, verkkoympäristön aikataulutettu eteneminen sekä mahdollisuus opiskella omaan tahtiin. Opettajat nostivat esille, kuinka tärkeää heille on keskusteleminen ja mahdollisuus päästä keskustelemaan kollegoiden kanssa. Esille nousi niin keskustelut verkossa kuin lähipäivissäkin. Opettajakollegoilta saadaan opetusideoita, materiaaliveikkoja ja kuullaan esimerkkejä hyväksi havaituista toimintatavoista. Ajatusten ja kokemusten vaihto auttaa myös arvioimaan omaa toimintaa. Opettajat kokivat eduksi sen, että samasta työyhteisöstä oli mukana myös toinen kollega, jonka kanssa ajatuksia voitiin vaihtaa. Tämä voidaan nähdä myös siirtovaikutusta tukevana seikkana.

Koulutuksen aikana opettajat suunnittelivat yhteistoiminnallisen oppimisen hengen mukaisen opetuskokeilun. Yhteissuunnittelusta opettajille olikin määrä jäädä käteensä valmis tuntisuunnitelma ja tarvittavat materiaalit opetuskokeilujen toteuttamiseen, ja näin monesti tapahtuikin. Lisäksi opettajat kokivat eduksi sen, että opetuskokeilut toteutettiin ja uudet ideat vietiin myös käytäntöön. Sen koettiin vahvistavan oppimisen siirtovaikutusta. Eräs opettaja kuvasi prosessia: ”Tehtäväksi annetut opetuskokeilut ”pakottavat” kokeilemaan jotain uutta ja siten se on helpompi siirtää osaksi omaa opetusta.” Keskustelua jatkettiin vielä opetuskokeilun jälkeen, jolloin saatuja kokemuksia voitiin vertailla. Käytännön sovellus ja siitä keskusteleminen olivat osa reflektiivistä prosessia: ”Kurssin tapaamisten välissä oli tarpeeksi aikaa, jotta ehti kokeilla ja tuumaila kurssin asioita käytännössä. Sitten tapaamisissa niistä kokeiluista pääsi juttelemaan kollegoiden kanssa ajan kanssa, mikä usein on koulun

arjessa juuri se, mitä jää kaipaamaan!” Opettajat näkivät edistävänä tekijä myös oman motivaationsa (12 %) sekä halunsa kokeilla uutta ja kehittyä. Kriittisesti suhtautuneet nostivat esille ajanpuutteen, jonka vuoksi kaivattiin valmista materiaalia, esimerkkejä tai selkeitä ohjeita opetuksen toteuttamiseen. Viisi vastaajaa koki, ettei koulutus jostain syystä täysin soveltunut heille joko sisältöjen tai toteutustapojensa puolesta. Lisäksi kriittisesti suhtautuvista osa koki, että varsinainen haaste olisi vakuuttaa omat kollegat uusista ideoista eli vaikka uudet ideat sinänsä olisivat arvokkaita, koulutuksen anti jäi omalta osalta vähäiseksi, jonka vuoksi ideoiden vieminen käytäntöön olisi muiden toimijoiden vaikutuksesta liian työlästä.

5 Pohdinta

Täydennyskoulutuksen vaikuttavuutta edistävinä tekijöinä tutkimuksesta nousevat yhteistyö, vuorovaikutus sekä opettajien innostus kehittää opetustaan. Sen sijaan työssä koettu kiire ja arjessa ilmenevät ristiriidat näyttivät heikentävän täydennyskoulutuksen vaikuttavuutta. Myös Harper-Hill ym. (2022) tutkimuksessa tunnistettiin, että kouluopetuksen muutokseen johtavan opettajien täydennyskoulutuksen suunnittelun haasteena on usein osallistujien motivaatioon, koulutukseen sitouttamiseen ja vuorovaikutukseen liittyviä tekijöitä. Mielekkään oppimisen teoreettisen mallin näkökulmasta (ks. Jonassen, 1995; Novak, 1998) tarkasteltuna tulokset osoittavat, että keskusteleavuuden ja yhteistoiminnallisuuden toteutumiseksi on ollut parhaat edellytykset, kun taas siirtovaikutuksen vieminen käytännön tasolle todennäköisesti on suurin uhka täydennyskoulutuksen vaikuttavuudelle. Tavoitteellisuuden ja reflektion merkitys oppimisprosessissa ei ole yhtä näkyvä, vaan nämä ilmenivät osallistujien omien toimintatapojen kautta täydennyskoulutuksessa. Oppimistehtävät, erityisesti opetuskokeilu, oli suunniteltu ohjaamaan reflektioon siirtovaikutusta tukevana kognitiivisena toimintana (ks. Nevgi & Tirri, 2003), mutta käytännön haasteena koettu jatkuva kiire saattoi synnyttää ristiriitaa tavoitteiden ja toteutuksen välillä. Täydennyskoulutuksien suunnittelussa onkin syytä ottaa huomioon, että monet opettajat kokevat samaan aikaan painetta kehittää opetusta, ja ahdistusta siitä, ettei aika riitä edes arkityöhön. Vaikka osa opettajista toivoi käytäntöön välittömästi sovellettavia ratkaisuja ja olivat kriittisiä, jos materiaali ei sopinut suoraan heidän oppilailleen, saattaisi yksittäisillä tunneilla toimivien ratkaisujen sijasta pedagogiset periaatteet paremmin tukea opetuksen kehittämistä ja säästää aikaa pitkällä tähtäimellä.

5.1 Täydennyskoulutuksissa tulisi tarjota valmiin opetusmateriaalin sijasta sovellettavia periaatteita

Valtaosa opettajista koki jatkuvan kiireen keskeisimpänä syynä sille, etteivät täydennyskoulutuksista opitut tiedot tai taidot aina päädy omaan opetukseen. Kiire on tunnistettu keskeiseksi haasteeksi täydennyskoulutukseen osallistumiselle (Heikkinen, 2007; Karjalainen ym., 2009), mutta tulokset osoittavat, että jos aika täydennyskoulutukseen osallistumiselle kaikesta huolimatta järjestyy, toistuu kiire täydennyskoulutuksen annin hyödyntämisessä. Kiirettä aiheuttavat esimerkiksi laajentuneet opetustavoitteet, vähentyneet resurssit, yhteistyön puute, laajentuneet muut työtehtävät, opetusryhmien heterogeenisuus ja opetuksen suunnitteluun kuluva aika. Kiire johtaa siihen, että opetuksen suunnittelussa ja toteutuksessa tukeudutaan oppikirjaan. Toisin opettajat kokevat, että kirjaa seuraamalla myös opetussuunnitelman tavoitteet saadaan toteutettua. Todellisuudessa näin saadaan täytettyä vain osa opetussuunnitelman vaatimuksista, sillä kirjantekijän ajankäyttöehdotus koskee yleensä vain matemaattisia opetussisältöjä. Sitä seuraamalla ei aina vastata opetussuunnitelman yleisiin tavoitteisiin. Koska opettajat kokevat, että heillä ei ole aikaa etsiä vaihtoehtoisia opetusmateriaaleja, he toivovat saavansa täydennyskoulutuksista uutta valmista opetusmateriaalia. Toive osaltaan vahvistaa sen, että opetuksessa tukeudutaan valmiiseen opetusmateriaaliin.

Opettajien kokemus kiireestä ja toiveet valmiista opetusmateriaalista synnyttävät kysymyksiä täydennyskoulutuksen mahdollisuudesta vastata näihin kahteen mahdollisesti keskenään ristiriidassa olevaan haasteeseen. Kiireen tuntu voi näennäisesti hyllyttää valmiiksi pureskeltujen ideoiden ja materiaalien avulla, mutta pidemmän päälle ne eivät ratkaise aikapaineita, jos niiden taustalla olevat pedagogiset ajatukset jäävät työstämättä omaan opetukseen soveltuviksi. Valmis materiaali saattaa myös johtaa siihen, että soveltamiseen liittyvä reflektiivinen prosessointi jää toteutumatta ja materiaalin käyttömahdollisuuksia ei täysin tunnisteta. Opetusmateriaalin lisäksi valittu pedagoginen lähestymistapa vaikuttaa oppimisen laatuun (Ajai ym., 2013; Zulnaidi & Zakaria, 2012). Vaikka monet opettajat odottavat täydennyskoulutuksen tarjoavan suoraan omaan matematiikan opetuksen sovellettavia ratkaisuja (Geiger ym., 2018) valmiin materiaalin sijasta täydennyskoulutuksissa tulisi nähdäksemme pohtia, millaisia uudenlaisia oppimateriaaleja uusi pedagogiikka edellyttää. Tutkimuksemme tulokset tukevat myös johtopäätöstä, että kaikki opettajat eivät kaipaa täysin valmista materiaalia. Ongelmalähtöisyys nousi opetuksen kehittämisen keskiöön, kun

osallistujille tarjottiin ideoita käyttää oppikirjaa uudella tavalla, ideoita muuntaa oppikirjan tehtäviä ongelmatehtäviksi ja idea käyttää koulutuksessa ehdotettua opetuksen mallia pedagogisena ratkaisuna. Näihin ideoihin pohjautuen opettajat suunnittelivat ongelmalähtöisen opetuskokeilun ja tuottivat itse tarvittavat materiaalit. Näin he joutuivat pohtimaan, miten vanhasta materiaalista muokataan uuteen pedagogiseen lähestymistapaan sopivaa. Samalla opettajat oppivat yleisiä periaatteita, kuinka olemassa olevaa opetusmateriaalia voidaan muunnella ja kuinka opetusta voidaan varioida pedagogisesti mielekkäällä tavalla. Esitetyt ideat ja periaatteet ovat sovellettavissa mihin tahansa opetusmateriaaliin, joten niiden omaksuminen saattaa tuoda ainakin osaratkaisun myös kiireeseen, olkoonkin, että kiire on monitahoinen ilmiö, jota tuottaa moni arkielämän tekijä yhdessä.

5.2 Kun työyhteisö ei tarjoa tukea, kehittämishenkisyyttä etsitään täydennyskoulutuksista

Tarkasteltaessa sitä, millaiset ominaisuudet matematiikan opetuksen täydennyskoulutuksessa edistävät koulutuksen vaikuttavuutta, korostuu vuorovaikutuksen merkitys. Opettajat kokivat tärkeäksi vuorovaikutuksen niin yhteissuunnittelussa kuin kokemusten reflektoinnissa. Onnistunut opetuskokeilu täydennyskoulutuksen puitteissa vahvistaa käsitystä, että uusi idea tai opittu periaate toimii myös käytännössä. Toisaalta, mikäli ryhmän jäsenen opetuskokeilun koetaan ”epäonnistuneen”, saattaa keskustelu viedä ryhmän oppimista syvemmälle tasolle ja käynnistää analyttistä reflektiota siitä, mitkä tekijät vaikuttivat kokeilun lopputulokseen ja miten itse voisi vastaavassa tilanteessa toimia toisin. Kokemusten erilaisuus tarjoaa mahdollisuuksia analysoida sitä, mikä yhdessä kokeilussa on ollut toimivaa, ja mikä toisessa kokeilussa osoittautui haasteeksi. Näin toteutuvat mielekkään oppimisen ulottuvuuksista (ks. Nevgi & Tirri, 2003; Jonassen ym., 2008) niin yhteistoiminnallisuus kuin reflektio. Pelkästään kokemuksiin perustuvat muutokset eivät välttämättä vie kouluopetusta toivottuun suuntaan, ja näin ollen keskeistä yliopistollisessa täydennyskoulutuksessa on kokeilujen kytkeminen tutkimustietoon sekä kokemusten analyttinen reflektio.

Täydennyskoulutuksissa tulisikin järjestää aikaa yhteissuunnittelulle ja erilaisten opetuskokeilujen toteuttamiselle sekä reflektoinnille. Myös Kervinen ym. (2016) ja Wilson (2013) ovat nostaneet esille yhteisöllisen oppimisen luonnontieteellisten aineiden opetuksen täydennyskoulutuksessa. Vastaavasti Heikkisen (2007) tutkimus osoitti, että käsitykset vuorovaikutuksen merkityksestä olivat yhteydessä opettajien osoittamaan kiinnostukseen täydennyskoulutusta kohtaan: Mitä tärkeämpänä

opettajat pitivät vuorovaikutusta, sitä suurempaa kiinnostusta he osoittivat täydennyskoulutusta kohtaan. Täydennyskoulutus nähdäänkin foorumina jakaa kokemuksia, ja silloin keskustelevuutta edistävät tekijät ovat omiaan tukemaan tavoitteellisuutta ja mielekästä oppimiskokemusta (ks. Romanov & Nevgi, 2006). Vaikka täydennyskoulutukseen hakeutuvat ovat motivoituneita kehittämään opetustaan ja haluavat toimia yhdessä muiden opettajien kanssa, tukea ei aina saada omasta työyhteisöstä. Eroja voi olla siinä, miten työyhteisön toimintakulttuuri tukee kehittämisideoiden hyödyntämistä ja millaisia käsityksiä työyhteisössä on opetuksesta ja oppimisesta. Vuorovaikutus voi toimia työyhteisössä opetuksen kehittämisen kiihdyttäjänä (mm. Garet ym., 2001) tai jarruna (Gellert, 2008). Oppilaitokselta yhteisönä ei kuitenkaan tämän tutkimuksen valossa osata odottaa tukea uusien ideoiden toteuttamiselle ja tällä on merkitystä täydennyskoulutuksen vaikuttavuuteen. Samalla tutkimus nostaa esille opettajien kokeman suuren henkilökohtaisen vastuun opetuksen kehittämisestä, jolloin täydennyskoulutuksen vaikuttavuus riippuu pitkälti yksittäisten opettajien innosta ja sinnikkyudesta. Tämä näyttäisi olevan yksi täydennyskoulutuksen vaikuttavuuden ongelmakohta, joka vaatisi oppilaitoksen roolin selkeämpää hahmottamista. Nyt opettajat yrittävät yksilöinä ratkoa yhteisiä haasteita, kuten kiirettä, johon vaikuttavat osaltaan opettajan ulottumattomissa olevat tekijät. Jos oppilaitos ei tue täydennyskoulutuksessa opitun soveltamista käytännössä, eivät myöskään opettajat näe täydennyskoulutusta ensisijaisesti oppilaitoksen kehittämisen välineenä, vaan pikemmin omien opetuskäytäntöjensä kehittämisen tukena (Heikkinen, 2007). Ehkä juuri tästä syystä opettajat eivät näe vahvasti läsnä olevaa kiirettä asiana, jonka ratkaisuja voisi miettiä kollektiivisesti pikemmin kuin pelkästään yksilönä, omien työrutiinien kautta. Tuen puute kollegoilta tai koulun johdolta voi johtaa työpaikkavaihdoksiin (Doherty, 2020). Opettajien suhde työyhteisöön ja kokemukset työn kuormittavuudesta ovat merkittäviä taustatekijöitä alanvaihtoa harkitsevien opettajien keskuudessa Suomessa (Räsänen, 2023).

5.3 Suosituksia mielekkään täydennyskoulutuksen takaamiseksi

Tutkimuksen perusteella suosittelimme, että opettajat pohtivat yhdessä kollegoiden ja työnantajansa kanssa (keskustelevuus), millaiset tekijät aiheuttavat kiirettä ja miten tätä työhyvinvointia uhkaavaa tekijää voidaan pienentää työn tekemisen tapoja kehittämällä (reflektio). Suosittelemme opettajia myös osallistumaan täydennyskoulutuksiin yhdessä kollegoiden kanssa, sillä yhteisesti jaetut periaatteet ja koetut teoriat antavat usein kipinän yhdessä kehittämiseen myös arkityössä

(yhteistoiminnallisuus). Tätä näkökulmaa ajatellen, opettamiseen ja oppimiseen liittyvästä pedagogisesta tiedosta on hyötyä minkä tahansa aineen opettajalle. Didaktinen tieto on taas tyypillisesti oppiainepohjaista ja siten spesifiä tietoa opettajille. Käytännössä esimerkiksi kielenopettamisen tekniikoista voisi olla hyötyä matemaattisissa aineissa ja päinvastoin. Näiden kahden, yleispedagogiikan ja didaktiikan välille, jää kuitenkin teemoja, jotka voivat olla hyödyllisiä, mutta tietyin reunaehdoin. Lisäksi täydennyskoulutusten suunnittelijoiden on hyvä tiedostaa, että opettajat kaipaavat kestäviä periaatteita ja malleja kehittää opetusta (tavoitteellisuus), rohkaisua arkihuolien esille nostamiseen ja vinkkejä oppituntien yhteissuunnittelulle sekä uusien ideoiden yhdessä kokeilemiselle (siirtovaikutus), sillä oma työyhteisö ei aina tue tätä vuorovaikutusta. Näin myös suosituksissamme yhdistyvät kulmakivet ovat samoja, jotka tekevät oppimisesta mielekäästä.

Muistutamme vielä, että tässä tutkimuksessa olemme tuoneet esille opettajien näkökulmia täydennyskoulutuksen vaikuttavuudesta, ei vaikuttavuutta. Tutkittavien oma kokemus ja arvio oppimisestaan on altis vinoumille. Tutkittavat voivat esimerkiksi esittää sellaisia vastauksia, joiden arvelee miellyttävän tutkijaa tai voivat pyrkiä esittämään oppimisensa itselleen myönteisellä tavalla (González-Betancor ym., 2019; Ross, 2006). Tässä tutkimuksessa tutkittavia ei kuitenkaan pyydetty arviomaan omaa osaamistasoaan, vaan pikemminkin kuvaamaan kokemuksiaan täydennyskoulutuksen hyödynnettävyydestä, jolloin arvio ei suoraan kohdistu omaan kompetenssiin. Pidämme arvokkaana opettajien kokemuksia. Voidaan kysyä, onko täydennyskoulutus vaikuttavaa, jos opettajien kokemukset sen hyödynnettävyydestä eivät vastaa esimerkiksi muilla numeerisilla indikaattoreilla piirtyvää kuvaa. Laadullinen lähestymistapa sopii täydennyskoulutuksen vaikuttavuuden tutkimiseen, sillä ilmiötä on tutkittu Suomessa verrattain vähän. Koska avoimiin kysymyksiin voidaan vastata vapaasti, rakentaa aineistolähtöinen analyysi pala palalta tutkittavaa ilmiötä (Hsieh & Shannon, 2005). Aineiston kaksoiskoodaus (ks. Miles & Huberman, 1994) ja vastausten toistuvuus eli saturaatio (ks. Fusch & Ness, 2015) lisäävät tutkimuksen luotettavuutta. Prosenttiosuuksien avulla tapahtuva tulosesitys on tässä tutkimuksessa myös perusteltua, sillä analyysissä luokitellaan annettu vastaus kokonaisuudessaan. Täytyy kuitenkin huomata, että kun laadullista aineistoa tulkitaan määrällisin keinoin, prosenttiosuudet kuvaavat aineistossa esiintyviä osuuksia, eivätkä välttämättä ilmiön yleisyyttä (Ihantola & Kihn, 2011). Jatkossa on syytä syventyä kiireen kokemuksiin, niiden taustalla oleviin tekijöihin, sekä työyhteisön rooliin opetuksen kehittämisessä näiden ilmiöiden oppiainespesifejä piirteitä unohtamatta. Aineistossa korostuivat

perusopetuksessa työskentelevien opettajien näkemykset. Jatkossa olisi hyvä tutkia varhaiskasvatuksen ja esi- ja alkuopetuksen parissa sekä toisen asteen oppilaitoksissa työskentelevien opettajien kokemuksia. Tässä tutkimuksessa korostuivat lähtökohtaisesti tietyt mielekkään oppimisen osatekijät, mitä voidaan pitää tutkimusta rajoittavana tekijänä. Kontekstuaalisuutta, oppijan aktiivisuutta ja oppimisen konstruktivisuutta tulisi käsitellä tulevissa tutkimuksissa, jotta mielekkästä oppimisesta täydennyskoulutuksessa saadaan kattavampaa tietoa.

References

- Ajai, J. T., Imoko, B. I., & O'kwu, E. I. (2013). Comparison of the learning effectiveness of problem-based learning (PBL) and conventional method of teaching algebra. *Journal of Education and Practice*, 4(1), 131–135. <https://core.ac.uk/download/pdf/234633889.pdf>
- Armour, K. M., & Makopoulou, K. (2011). Great expectations: Teacher learning in a national professional development programme. *Teaching and Teacher Education*, 28(3), 336–346. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.10.006>
- Beauchamp, C., & Thomas, L. (2010). Reflecting on an ideal: Student teachers envision a future identity. *Reflective Practice* 11(5), 631–643. <https://doi.org/10.1080/14623943.2010.516975>
- Bonk, C., & Cunningham, D. (1998). Searching for learner-centered, constructivist, and sociocultural components of collaborative educational learning tools. In C. Bonk & K. King (Eds.) *Electronic Collaborators, Learner-Centered Technologies for Literacy, Apprenticeship, and Discourse* (pp. 25-59). Lawrence Erlbaum Associates, Inc. <https://doi.org/10.4324/9780203053805-10>
- Boylan, M., Adams, G., Coldwell, M., Willis, B., & Demack, S. (2018), Theorising variation in engagement in professional and curriculum development: performativity, capital, systems and purpose. *Review of Education*, 6(3), 360–407. <https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1002/rev3.3140>
- Buczynski, S., & Hansen, C. B. (2010). Impact of professional development on teacher practice: Uncovering connections. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 599–607. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.09.006>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>
- Doherty, J. (2020). A systematic review of literature on teacher attrition and school-related factors that affect it. *Teacher Education Advancement Network Journal*, 12(1), 75–84. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1276033.pdf>
- Doyle, J., Sonnert, G., & Sadler, P. (2020). How professional development program features impact the knowledge of science teachers. *Professional Development in Education*, 46(2), 195–210. <https://doi.org/10.1080/19415257.2018.1561493>
- Fusch, P. I., & Ness, L. R. (2015). Are we there yet? Data saturation in qualitative research. *The qualitative report*, 20(9), 1408–1416. <https://scholarworks.waldenu.edu/facpubs/455>

- Garet, M., Porter, A., Desimone, L., Birman, B., & Suk Yoon, K. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915–945. <https://doi.org/10.3102/00028312038004915>
- Geiger, V., Mulligan, J., Date-Huxtable, L., Ahlip, R., Jones, D. H., May, E. J., Rylands, L., & Wright, I. (2018). An interdisciplinary approach to designing online learning: Fostering pre-service mathematics teachers' capabilities in mathematical modelling. *ZDM Mathematics Education*, 50(1–2), 217–232. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0920-x>
- Gellert, U. (2008). Routines and collective orientations in mathematics teachers' professional development. *Educational Studies in Mathematics*, 67(2), 93–110. <https://doi.org/10.1007/s10649-007-9089-x>
- González-Betancor, S. M., Bolívar-Cruz, A., & Verano-Tacoronte, D. (2019). Self-assessment accuracy in higher education: The influence of gender and performance of university students. *Active Learning in Higher Education*, 20(2), 101–114. <https://doi.org/10.1177/1469787417735604>
- Harper-Hill, K., Beamish, W., Hay, S., Whelan, M., Kerr, J., Zelenko, O., & Villalba, C. (2022). Teacher engagement in professional learning: what makes the difference to teacher practice?. *Studies in Continuing Education*, 44(1), 105–118. <https://doi.org/10.1080/0158037X.2020.1781611>
- Heikkinen, E. (2007). *Täydennyskoulutus kainuulaisten opettajien käsitysten valossa*. [Väitöstutkimus, Oulun yliopisto] Acta Universitatis Ouluensis E Scientiae Rerum Socialium 96. <https://urn.fi/URN:ISBN:9789514286469>
- Heikkinen, H.L.T., Aho, J., & Korhonen, H. (2015). *Ope (ei) saa oppia. Opettajankoulutuksen jatkumon kehittäminen*. Finnish Institute for Educational Research. Jyväskylän yliopisto. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/85227/1/978-951-39-6093-3.pdf>
- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), 1277–1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Ihantola, E. M., & Kihn, L. A. (2011). Threats to validity and reliability in mixed methods accounting research. *Qualitative Research in Accounting & Management*, 8(1), 39–58. <https://doi.org/10.1108/11766091111124694>
- Jonassen, D.H. (1995). Supporting communities of learners with technology: A vision for integrating technology with learning in schools. *Educational Technology*, 35(4), 60–63. <https://www.jstor.org/stable/44428289>
- Jonassen, D. H., Howland, J., Marra, R. M., & Crismond, D. (2008). *Meaningful Learning with Technology* (3th ed.). Upper Saddle River, Merrill Prentice Hall.
- Kaiser, G., & König, J. (2019). Competence Measurement in (Mathematics) Teacher Education and Beyond: Implications for Policy. *Higher Education Policy*, 32(4), 597–615. <https://doi.org/10.1057/s41307-019-00139-z>
- Karjalainen, S., Ertola, T., Hämäläinen, K., & Kalsi, S. (2009). *Opetustoimen henkilöstön ammatillisen osaamisen varmistaminen (Osaava)*. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2009:16. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-485-701-7>
- Kennedy, A. (2005). Models of continuing professional development: A framework for analysis. *Journal of in-service education*, 31(2), 235–250. <https://doi.org/10.1080/13674580500200277>
- Kervinen, A., Uitto, A., Kaasinen, A., Portaankorva-Koivisto, P., Juuti, K., & Kesler, M. (2016). Developing a Collaborative Model in Teacher Education – An Overview of a Teacher

- Professional Development Project. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 4(2), 67–86. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.4.2.33>
- Koponen, M., Sydänmaanlakka, A., & Löfström, E. (2021). Verkko-oppimisympäristöjen kehittäminen tekoälyn avulla: Tulevaisuusvisio matematiikan opetuksen täydennyskoulutuksesta. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(1), 917–944. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1660>
- Kupari, P., Välijärvi, J., Andersson, L., Arffman, I., Nissinen, K., Puhakka, E., & Vettenranta, J. (2013). PISA 12 ensituloksia Opetus- ja kulttuuriministeriö. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75271>
- Kärki, T., & Tuominen, A. (2018) Mielekästä oppimista mobiiliteknologialla – vertailua matematiikan ja oppiaineita integroivan toteutuksen välillä. Teoksessa M. Kallio, R. Juvonen, & A. Kaasinen (toim.) *Jatkuvuus ja muutos opettajankoulutuksessa*. Suomen ainedidaktisen tutkimusseuran julkaisuja, Ainedidaktisia tutkimuksia 12 (ss. 163–178). Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/229862>
- König, J., Blömeke, S., Paine, L., Schmidt, W. H., & Hsieh, F. J. (2011). General pedagogical knowledge of future middle school teachers: On the complex ecology of teacher education in the United States, Germany, and Taiwan. *Journal of Teacher Education*, 62(2), 188–201. <https://doi.org/10.1177/0022487110388664>
- Leskisenoja, E., Körkkö, M., & Kotilainen, M.-R. (2019). Opettaja, päivitätkö tavoitteellisesti osaamistasi? *Kasvatus*, 50(2), 173–178.
- Löfström, E., Kanerva, K., Tuuttila, L., Lehtinen, A. & Nevgi, A. (2006). *Quality Teaching in Web-based Environments – Handbook for University Teachers* (Administrative Publications 73). University of Helsinki, Research and Education. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/d283f924-8fac-4bc9-adb2-a2db30afo4d6/content>
- Löfström, E., Koponen, M., Salonen, V. & Aksela, M. (2022). Teachers’ experiences of e-learning in mathematics teaching in-service training: Two dimensions of meaningful learning. [Manuscript submitted for publication].
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Monk, D. H. (1994). Subject area preparation of secondary mathematics and science teachers and student achievement. *Economics of education review*, 13(2), 125–145. [https://doi.org/10.1016/0272-7757\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0272-7757(94)90003-5)
- Mystakidis, S. (2019). *Motivation enhanced deep and meaningful learning with social virtual reality* [Doctoral thesis, University of Jyväskylä]. JYU Dissertations 171. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/66667>
- Nevgi, A., & Tirri, K. (2003). *Hyvää verkko-opetusta etsimässä. Oppimista edistävät ja estävät tekijät verkko-oppimisympäristöissä. Opiskelijoiden kokemukset ja opettajien arviot*. Suomen Kasvatustieteellinen Seura. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/74296>
- Novak, J.D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- OECD (2019). *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners*. Paris, France: OECD. <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2016). *Opettajankoulutuksen kehittämisen suuntaviivoja. Opettajankoulutusfoorumien ideoita ja ehdotuksia* (Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:34). Opetus- ja kulttuuriministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-426-9>

- Leino, K., Ahonen, A. K., Hienonen, N., Hiltunen, J., Lintuvuori, M., Lähteinen, S., Lämsä, J., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Pulkkinen, J., Rautopuro, J., Sirén, M., Vainikainen, M.-P., & Vettenranta, J. (2019). *PISA 18: Ensituloksia. Suomi parhaiden joukossa*. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2019:40. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:juu-202105042608>
- Piesanen, E., Kiviniemi, U., & Valkonen, S. (2007). *Opettajankoulutuksen kehittämisohjelman seuranta ja arviointi: Opettajien täydennyskoulutus 2005 ja seuranta 1998-2005 oppiaineittain ja oppialoittain eri oppilaitosmuodoissa* (Tutkimusselosteita 38). Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-2968-8>
- Qian, H., & Youngs, P. (2016). The effect of teacher education programs on future elementary mathematics teachers' knowledge: a five-country analysis using TEDS-M data. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(4), 371–396. <https://doi.org/10.1007/s10857-014-9297-0>
- Romanov, K., & Nevgi, A. (2006). Learning outcomes in medical informatics: Comparison of a WebCT course with ordinary web site learning material. *International Journal of Medical Informatics*, 75(2), 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2005.06.004>
- Ross, J. A. (2006). The reliability, validity, and utility of self-assessment. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 11(10), 1–13. <https://doi.org/10.7275/9wph-vv65>
- Ruokamo, H., & Pohjolainen, S. (toim.) (1999). *Etäopetus multimedieverkoissa* (Digitaalisen median raportti 1/99). Helsinki: TEKES.
- Räsänen, K. (2023). *"Minä junaan paikallani": opettajan alanvaihdon harkinta ja sen yhteys koettuun työuupumukseen ja työyhteisösuhteeseen* [Väitöstutkimus, Itä-Suomen yliopisto]. Dissertations in Education, Humanities, and Theology, 205. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-4963-9>
- Saylor, L. L., & Johnson, C. C. (2014). The role of reflection in elementary mathematics and science teachers' training and development: a meta-synthesis. *School Science and Mathematics*, 114(1), 30–39. <https://doi.org/10.1111/ssm.12049>
- Schmidt, W. H., Blömeke, S., Tatto, M. T., Hsieh, F. J., Cogan, L., Houang, R. T., & Schille, J. (2011a). *Teacher education matters: A study of middle school mathematics teacher preparation in six countries*. New York: Teachers College Press, Columbia University. <https://eric.ed.gov/?id=ED523299>
- Schmidt, W. H., Houang, R., & Cogan, L. S. (2011b). Preparing future math teachers. *Science*, 332(603), 1266–1267. <https://doi.org/10.1126/science.1193855>
- Soini, T., Pietarinen, J., Toom, A., & Pyhältö, K. (2015). What contributes to first-year student teachers' sense of professional agency in the classroom? *Teachers and Teaching*, 21(6), 641–659. <https://doi.org/10.1080/13540602.2015.1044326>
- Taajamo, M., & Puhakka, E. (2019). *Opetuksen ja oppimisen kansainvälinen tutkimus TALIS 2018*. Raportit ja selvitykset 2019:8. Opetushallitus. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/opetuksen_ja_oppimisen_kansainvalinen_tutkimus_talis_2018_2.pdf
- Taajamo, M., Puhakka, E., & Välijärvi, J. (2015). *Opetuksen ja oppimisen kansainvälinen tutkimus TALIS 2013. Tarkastelun kohteena alakoulun ja toisen asteen oppilaitosten opettajat ja rehtorit*. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:4. Opetus- ja kulttuuriministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-332-3>
- Tabach, M., & Trgalová, J. (2020). Teaching Mathematics in the Digital Era: Standards and Beyond. In Y. B.-D. Kolikant, D. Martinovic, & M. Milner-Bolotin (Eds.), *STEM Teachers and Teaching in the Digital Era: Professional Expectations and Advancement in the 21st*

Century Schools (pp. 221–242). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-29396-3_12

Wilson, S. M. (2013). Professional development for science teachers. *Science*, 340(6130), 310–313.
<https://doi.org/10.1126/science.1230725>

Yang, K. L., & Ball, L. (2022). STEM teacher education programs for preservice and in-service secondary mathematics teachers: a review study. *Journal of Mathematics Teacher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10857-022-09557-0>

Zulnaldi, H., & Zakaria, E. (2012). The effect of using GeoGebra on conceptual and procedural knowledge of high school mathematics students. *Asian Social Science*, 8(11), 102–106.
<https://doi.org/10.5539/ass.v8n11p102>