

Tuike Iiskala
Anu Kajamies
Eeva Kenttä
Tiina Annevirta
Marja Vauras

Matematiikassa heikkojen oppilaiden metakognitiiviset kokemukset yhteisöllisessä ongelmanratkaisuprosessissa

Kohokohdat

- Metakognitiiviset kokemukset eli oppimisen aikaiset tunteet ja arviot oppimisprosessin sujuvuudesta ovat oppimisessa oleellisia.
- Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin yhden matematiikan ongelmanratkaisussa heikon oppilasparin metakognitiivisia kokemuksia. Aikaisempia tutkimuksia aiheesta on vähän.
- Oppilaspari ilmaisi matematiikan ongelmanratkaisuprosessin aikana eniten positiivisia metakognitiivisia kokemuksia, kuten oman osaamisensa varmuutta ja tietämistään. Nämä oppilaiden ilmaisemat positiiviset metakognitiiviset kokemukset olivat liiankin optimistisia heidän ongelmanratkaisuprosessinsa sujuvuuteen nähden.
- Oppimisprosessin kuluessa oppilaiden metakognitiiviset kokemukset muuttuivat realistisemmiksi ja oppilaspari ilmaisi enemmän myös epävarmuuden ja eietämisen tunteita.
- Matematiikan ongelmanratkaisussa heikot oppilaat tarvitsevat opettajan tukea, jotta oppimisen aikaiset tunteet ja arviot oppimisprosessin sujuvuudesta olisivat realistisia ja tukisivat oppimista.

Matematiikan osaamisessa on oleellista tunnistaa oman tai yhteisen oppimisprosessin säätelyn tarve. Oppimisen säätelyn onnistumiseksi

on tärkeää havaita, milloin toiminta sujuu rutiininomaisesti ja milloin tarvitaan oppimisen tietoista metakognitiivista säätelyä eli oppimis-

prosessin ohjaamista. Oppimisen aikaiset metakognitiiviset kokemukset eli tunteet ja arviot oppimisprosessista ja sen sujumisesta antavat oppijalle tietoa aktiivisen säätelyn tarpeesta meneillään olevassa tehtävässä. Oppijan omien metakognitiivisten kokemusten ilmaiseminen ja toisen oppijan metakognitiivisten kokemusten ymmärtäminen ovat tärkeitä myös yhteisöllisen oppimisen onnistumiselle.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin kahden matematiikkainterventioon osallistuneen matematiikassa heikon kymmenvuotiaan oppilaan yhteisöllisessä ongelmanratkaisuprosessissa ilmaisemia metakognitiivisia kokemuksia ja niiden muuttumista prosessin aikana. Analyysi tehtiin oppilasparin videoidusta työskentelystä, ja analyysinä käytettiin teoriaohjaavaa sisällönanalyysiä. Metakognitiiviset kokemukset jaettiin tunnelatauksiltaan positiivisiin, negatiivisiin ja neutraaleihin tai vaihteleviin kokemuksiin.

Tulosten mukaan oppilaat ilmaisivat eniten tunnelataukseltaan positiivisia metakognitiivisia kokemuksia, mutta tunnelataukseltaan negatiivisten kokemusten osuus kasvoi ajan kuluessa. Oppimisprosessin kuluessa oppilaiden metakognitiiviset kokemukset muuttuivatkin realistisemmiksi, kun oppilaspari ilmaisi enemmän myös epävarmuuden ja ei-tietämisen tunteita. Johtopäätöksenä esitämme, että pitkäjänteinen oppimisen tukeminen emotionaalisesti turvallisessa oppimisympäristössä näyttää auttavan oppilaita ilmaisemaan ongelmanratkaisua tukevia negatiivisia metakognitiivisia kokemuksia.

Asiasanat: metakognitiiviset kokemukset, heikot oppilaat, yhteisöllinen oppiminen, matematiikan ongelmanratkaisu

JOHDANTO

Ongelmanratkaisu, oppimaan oppiminen ja vuorovaikutus ovat tulevaisuuden työelämässä vaadittavia tärkeitä taitoja (esim. OECD Future of Education and Skills 2030), joiden harjoitteluun koulun matematiikan oppituntien ongelmanratkaisu-tehtävät tarjoavat hyviä mahdollisuuksia (Hancock & Karakok, 2021; Verschaffel ym., 2020). Matemaattista ongelmanratkaisua harjoiteltaessa opitaan muun muassa havainnoimaan ja säätelemään omaa oppimista. Oppimisen säätelytaitojen kehittymisen katsotaan myös olevan yksi matematiikan opetuksen päätavoitteista (Mevarech ym., 2018). Kyetäkseen joustavasti ja tehokkaasti säätelemään omaa oppimistaan oppilas tarvitsee tietoa siitä, milloin toiminta ei suju hyvin. Tällaista oman oppimisen havainnointia, erityisesti metakognitiivista kokemusta, tarkastellaan tässä tutkimuksessa metakognition tutkimuksen näkökulmasta, mikä pohjautuu John Flavellin ja Ann Brownin urauurtaviin tutkimuksiin.

Taitava ongelmanratkaisija osaa hyödyntää oman oppimisensa tiedostamista eli metakognitiivista tietoa (Flavell, 1979) ja oman oppimisensa tietoista ohjaamista eli metakognitiivista taitoa (Brown & DeLoache, 1983). Metakognitiivinen tietotaito aktivoituu erityisesti haastavissa oppimisen tilanteissa. Tällöin oppimisen aikana heränneet tunteet ja arviot eli metakognitiiviset kokemukset antavat oppijalle välitöntä tietoa toiminnan sujumisesta (Efklides, 2006a). On havaittu, että samanlaiset kokemukset ovat mukana laukaisemassa oppimisen säätelyä myös silloin, kun matemaattisia ongelmia ratkotaan yhteisöllisesti. Yhdessä työskennellessään taitavat

oppilaat osaavat ilmaista näitä metakognitiivisia kokemuksiaan ja sen pohjalta säädellä oppimistaan myös yhteisesti (liskala ym., 2004, 2011).

Matematiikassa heikkojen oppilaiden omaa osaamistaan koskevien metakognitiivisten kokemusten on todettu olevan liian optimistisia, eivätkä he tunnista puutteita omassa osaamisessaan (ks. Muncer ym., 2021; Panaoura & Philippou, 2005; Salonen ym., 2005). Siksi metakognitiiviset kokemukset eivät myöskään käynnistä heidän oman oppimisensa säätelyä. Osamattomuutensa tiedostettuaan he saattavat jopa pyrkiä erilaisin keinoin peittelemään epävarmuuttaan (Vauras ym., 2009, 2018). Tämän vuoksi heikot oppilaat tarvitsevat oppimisensa kehittämiseen ohjausta, erityisesti harjoitellakseen pohtimaan pysähtymistä (liskala ym., 2014).

Toistaiseksi on kuitenkin olemassa vain vähän tutkimuksia, joissa on tarkasteltu metakognitiivisten kokemusten ilmenemistä ja kehittymistä matematiikassa heikkojen oppilaiden ongelmanratkaisuprosessin aikana. Tässä tapaustutkimuksessa tarkastellaan nimenomaan matematiikassa heikkojen oppilaiden metakognitiivisia kokemuksia, kun he ratkaisevat yhteisöllisesti matemaattisia ongelmia.

Matematiikassa heikkojen oppilaiden ongelmanratkaisun kompastuskivet

Oppilaiden matemaattiset taidot, peruslaskutaidosta alkaen, kehittyvät parhaiten harjoittelemalla ongelmanratkaisutaitoja (Verschaffel ym., 2020). Matematiikan oppitunneilla ongelmanratkaisua harjoitellaan usein sanallisten tehtävien avulla, joten tässä tutkimuksessa tarkastellaan ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä ni-

menomaan sanallisissa tehtävissä. Aikaisempia tutkimuksia koostamalla voidaan todeta, että sanallisten matemaattisten ongelmien ratkaiseminen edellyttää 1) ongelmatilanteen ymmärtämistä ja tilannemallin rakentamista, 2) tilannemalliin perustuvan matemaattisen mallin rakentamista, 3) matemaattisen mallin ratkaisemista ja 4) tulosten tulkintaa ja kommunikointia suhteessa tavoitteisiin (Depaepe ym., 2015; Pólya, 1945).

Erytisesti matematiikassa heikkojen oppilaiden ongelmanratkaisutaitojen kehittäminen on osoittautunut haastavaksi (Kajamies ym., 2010; Verschaffel ym., 2000). Kehittymisen esteenä saattavat olla esimerkiksi kehittymätön metakognitio (Mevarech ym., 2018) ja motivationaalinen haavoittuvuus (Vauras ym., 2018). Heikoilla oppilailla voi olla vaikeuksia kaikissa ongelmanratkaisun vaiheissa. Heille on esimerkiksi tyypillistä sivuuttaa tilannemallin muodostaminen ja yrittää ratkaista vaikeatkin ongelmatehtävät asettelemalla sattumanvaraisesti tehtävässä annettuja lukuja aiemmin oppimiinsa laskutapoihin. Näin he pyrkivät ratkaisemaan tehtävät yrittämättä ymmärtää mitä tekevät (Fuchs ym., 2015; Pongsakdi ym., 2020).

Onkin erittäin tärkeää, että oppilaat saavat tarvitsemaansa tukea oman oppimisensa metakognitiiviseen havaitsemiseen ja edelleen oppimisensa tietoiseen säätelyyn. Ongelmanratkaisutaidon harjoittelussa on olennaista ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheiden näkyväksi tekeminen ratkaisuprosesseja sanallistamalla. Erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja pohtimalla oppilaita voidaan kannustaa perustelemaan ratkaisuprosessejaan (Hadwin ym., 2011; Hancock & Karakok, 2021; liskala ym., 2014; Kajamies ym., 2010).

Vuorovaikutus ongelmanratkaisun tukena

Akateemisten taitojen oppiminen yhteistyössä toisten oppilaiden kanssa on osoittautunut tehokkaaksi (Hadwin ym., 2010), mutta heikkojen oppilaiden on havaittu hyötyvän yhteisöllisestä ongelmanratkaisusta taitavia oppilaita vähemmän (Goos ym., 2002; Jenkins & O'Connor, 2003). Ongelmanratkaisussaan onnistuville ryhmille on tyypillistä yksilöiden välinen runsas vuorovaikutus, joka sisältää paljon myös metakognitiivista pohdintaa (Goos ym., 2002), kuten metakognitiivisten kokemusten ilmaisemista ja oppimisen yhteistä säätelyä (ks. liskala ym., 2011; Vauras ym., 2021). Taitavien oppilaiden on havaittu yhteisöllisessä oppimisessa jo 10-vuotiaina osaavan säädellä oppimistaan yhteisesti (liskala ym., 2004, 2011). Siinä on olennaista, että ryhmän jäsenet kykenevät ymmärtämään toistensa ajattelua (Vauras, liskala ym., 2003). Heidän on pystyttävä sekä viestimään toisilleen oman ajattelunsa kulkua, esimerkiksi metakognitiivisia huomioitaan, että ymmärrettävä toisen ajattelua hänen antamiensa vihjeiden pohjalta (Efklides 2006a, 2008; liskala ym., 2011; Salonen ym., 2005).

Parityöskentelyssä taitavat oppilaat osaavat myös kutsua pariaan mukaan yhteiseen ajatteluun ilmaisemalla omaa epätietoisuuttaan, vaikeuden tunnettaan ja epävarmuuttaan (liskala ym., 2004, 2011, 2014; Vauras, liskala ym., 2003). Tällaisten metakognitiivisten kokemusten on havaittu olevan tärkeitä yhteisen oppimisen säätelyn aloittamisessa (liskala ym., 2004, 2011; Vauras ym., 2021). Taitava ongelmanratkaisu niin yksin kuin ryhmänä edellyttääkin ajattelun puutteiden ja

aukkopaikkojen havaitsemista, mikä on matemaattisissa taidoissaan heikoille oppilaille vaikeaa.

Metakognitiiviset kokemukset oppimisen säätelyssä

Joustavan oppimisen säätelyn on sopeuttava senhetkiseen tehtävään ja oppimistilanteeseen. Siksi yksilö tarvitsee ajantasaista tietoa oman oppimisensa kuluksi (Efklides, 2009). Metakognitiivisen tietotaidon tilannesidonnoisain osa ovat oppimisen aikana tietoisuuteen tulevat metakognitiiviset kokemukset (Flavell, 1979). Nämä kokemukset koostuvat metakognitiivisista tunteista (feelings), metakognitiivisista arvioista (judgments, estimates) ja toiminnan aikana aktivoituvasta tehtäväkohtaisesta tiedosta (online task-specific knowledge). Erotuksena metakognitiivisista arvioista ja tehtäväkohtaisesta tiedosta, jotka ovat luonteeltaan kognitiivisia, metakognitiiviset tunteet ovat tunnepitoisia kokemuksia. Siksi metakognitiiviset kokemukset vaikuttavat yksilön kognitiivisen toiminnan säätelyyn sekä affektiivisen että kognitiivisen säätelyjärjestelmän kautta, ja näin ne myös toimivat yhdistävänä linkkinä kognitiivisen ja affektiivisen säätelyjärjestelmän välillä (Efklides, 2006a).

Oppimistilanteen aikana heräävät tunteet antavat taitavalle oppijalle välitöntä palautetta toiminnan sujumisesta (Efklides, 2006a), ja ne vaikuttavat myös oppimisen säätelyyn, koska säätelyjärjestelmä tulkitsee positiivisten tunteiden merkitsevän toiminnan hyvää sujumista kohti valittua päämäärää. Tällöin taitava oppija voi vähentää aktiivista oppimisen säätelyä ja vapauttaa tarkkaavaisuuttaan muihin tehtäviin (Carver, 2003). Näin positiivinen tunnetila

mahdollistaa myös laaja-alaisen ajattelun, jolloin yksilö huomioi useita asioita samanaikaisesti (Isen, 2008).

Tunnelataukseltaan positiiviset metakognitiiviset kokemukset, kuten helpouden tai varmuuden tunne, viestivät siis toiminnan hyvästä sujumisesta, jolloin taitava oppija voi vähentää oppimisen säätelyään ja antaa toiminnan jatkaa opittujen rutiinien varassa. Tunnelataukseltaan negatiiviset metakognitiiviset kokemukset, kuten vaikeuden tai epävarmuuden tunteet, taas kertovat tehtävän olevan vaikea, jolloin taitava ongelmanratkaisija hidastaa käynnissä olevaa toimintaansa tai pysäyttää sen voidakseen tarkkailla toimintaansa ja harkita toiminnan suuntaa uudelleen.

Tunnelataukseltaan negatiiviset metakognitiiviset kokemukset johtavat ihanne-tilanteessa tarkempaan ja tietoisempaan työskentelyyn ja ponnisteluun kuin positiivissävyiset metakognitiiviset kokemukset (Efklides, 2006a). Negatiivissävyiset metakognitiiviset kokemukset saattavat ohjata yksilöä myös tekemään tietoisien päätöksen luopua tehtävästä, jos vaikeuden tunne on liian suuri suhteessa yksilön käsityksiin omista taidoistaan (Efklides, 2006b; Efklides & Petkaki, 2005). Tunnelataukseltaan tietynlaiset metakognitiiviset kokemukset eivät siten aina johda samanlaiseen toimintaan eivätkä yksilön oppimisen kannalta toivottuun tietoiseen säätelyyn.

Metakognitiiviset tunteet ja osittain metakognitiiviset arviot syntyvät tiedostamattomien, epäanalyttisten päättelyprosessien tuloksena ja johtavat usein nopeisiin päätöksiin yksilön oppimisen säätelyssä. Metakognitiiviset arviot samoin kuin käytettävissä oleva tehtäväkohtainen tieto voivat olla myös tulosta tietoisesta,

analyttisestä ajattelusta ja olla harkittujen päätösten pohjana. Taitava oppija käyttää tehtävän vaatimusten ennakoimisessa apunaan vaikeuden tunnetta ja arviota tehtävän vaatimasta ajasta. Tuttuuden tunne taas auttaa häntä aktivoimaan tehtävässä tarvittavaa tietoa muistista. Metakognitiiviset kokemukset eivät kuitenkaan aina ole kovin tarkkoja, esimerkiksi helpouden tai vaikeuden tunne tehtävässä ei välttämättä vastaa oppilaan osaamista. Harjoituksen myötä metakognitiivisten kokemusten tarkkuus voi kuitenkin parantua, kun oppilas oppii paremmin ymmärtämään tehtävien vaatimukset. Toisaalta kokeneempi ongelmanratkaisija hyötyy enemmän metakognitiivisista kokemuksistaan kuin vasta-alkaja, koska hänen metakognitiiviset kokemuksensa vastaavat paremmin hänen osaamistaan (Efklides, 2006a).

Jotta matematiikassa heikkojen oppilaiden oppimisen säätelytaitoja ja osallistumisesta tulokselliseen ryhmätyöhön osattaisiin tukea oikealla tavalla, tarvitaan lisää tietoa heikkojen oppilaiden metakognitiivisista kokemuksista ja heidän tavastaan ilmaista niitä yhteisöllisessä ongelmanratkaisussa. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, 1) minkälaisia metakognitiivisia kokemuksia matematiikassa heikosti suoriutuvat oppilaat ilmaisevat matematiikan yhteisöllisessä ongelmanratkaisuprosessissa ja 2) miten heidän metakognitiiviset kokemuksensa kehittyvät yhteisöllisen ongelmanratkaisuprosessin aikana.

TUTKIMUSMENETELMÄT

Osallistujat ja oppimisympäristö

Tässä tapaustutkimuksessa (ks. Kenttä, 2012) tarkastelun kohteena oli yksi oppilaspari, jonka oppilaista käytetään peitenimiä Karl ja Jan. Tutkittavat pojat olivat 10-vuotiaita, ja he osallistuivat interventiotutkimukseen, jossa pyrittiin kehittämään matematiikassa heikkojen neljäsluokkalaisten oppilaiden taitoa ratkaista matematiikan sanallisia ongelmanratkaisutehtäviä. Huoltajilta saatiin kirjallinen lupa lastensa osallistumiseen, ja lapset osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti. Kyseiset oppilaat valittiin, koska ennen interventiota molemmat arvioitiin matemaattisissa ongelmanratkaisutaidoissaan tukea tarvitseviksi. Intervention loppu- ja seuranta-testeissä heidän taitonsa olivat lähellä ikäluokan keskitasoa, jopa yli (Kajamies ym., 2010). Arvioinnissa käytettiin tutkimusprojektissa kansainvälisten sanallisten tehtävien pohjalta kehitettyjä, eri mittauskerroilla vertailukelpoisia MATTE-testejä (Kajamies ym., 2003).

Molemmat oppilaat hyötyivät selkeästi saamastaan tuesta, sillä he kolminkertaistivat testipisteensä intervention aikana. Molemmat saivat alkumittauksessa 17 pistettä. Loppu- ja seurantamittauksessa Karl sai kummassakin 46 pistettä ja Jan vastaavasti 45 pistettä ja 56 pistettä. Muiden tutkimukseen osallistuneiden neljäsluokkalaisten keskiarvo oli alkumittauksessa 45, loppumittauksessa 49 ja viivästetyssä mittauksessa 51 pistettä. Testin maksimipistemäärä oli joka kerralla 86. Testiaineistoa on käytetty aiemmin osana intervention tuloksellisuutta tarkastelevaa Kajamiehen ja muiden julkaisua (2010).

Heikkojen oppilaiden välistä vuorovaikutusta on tarkasteltu aiemmin vain liskalan ja muiden julkaisussa (2014) vertailemalla heikkojen ja taitavien oppilaiden metakognitiivista säätelyä.

Intervention oppilaat ratkaisivat pareittain opettajan ohjaamana matematiikan sanallisia ongelmanratkaisu- ja päässäälaskutehtäviä tietokonepeliympäristössä (ks. Vauras & Kinnunen, 2003). Oppilaat ratkaisivat tehtäviä kahdesti viikossa yhteensä 16 oppitunnin ajan. Kaikki pelikerrat videoitiin. Pelin tehtävät olivat vaikeudeltaan eritasoisia, ja pelaaja sai itse valita sanallisten tehtävien vaikeustason (ks. Vauras, Kinnunen ym., 2003). Oppilaspari sai käyttää kuhunkin tehtävään niin paljon aikaa kuin tarvitsi.

Tavoitteena oli opettaa oppilaille pitkäjänteisesti taitavien ongelmanratkaisijoiden käyttämiä toimintamalleja emotionaalisesti turvallisessa peliympäristössä (Kajamies ym., 2010). Opettaja ohjasi oppilaita pohtimaan, mitä ongelmanratkaisun vaiheita he ovat ratkaisuehdotuksessaan ottaneet huomioon ja mitä mahdollisesti jättäneet väliin. Kun tehtävä oli ratkaistu, opettaja pyysi oppilaita kertomaan ääneen, miten he olivat tehtävän ratkaisseet. Keskustelun kautta opettaja pyrki vahvistamaan oppilaiden tietoisuutta heidän omasta toiminnastaan sekä opeteltavista ongelmanratkaisutavoista.

Tutkimusaineisto ja sen analyysi

Tutkimusaineistona olivat videonauhaukset tutkimukseen valitun oppilasparin kuudestatoista pelikerrasta. Tarkempaan analyysiin valittiin pelikerroista viisi ensimmäistä (pelikerrat 1–5) ja viisi viimeistä (pelikerrat 12–16), jotta saatiin tietoa oppilai-

den toiminnan kehittymisestä intervention aikana. Kunkin tarkasteltavan pelikerran pituus oli noin 45 minuuttia. Aikaisemmissa tutkimuksissa videonauhoitukset on todettu erityisen soveltuviksi vuorovaikutustilanteiden kehityksen tarkasteluun (Derry, 2010).

Analysoinnissa käytettiin sekä litte-
raatteja että ELAN-videoanalyysiohjelmaa (Sloetjes & Wittenburg, 2008), koska tunnepitoiset metakognitiiviset kokemukset eivät ilmene vain sanallisissa ilmaisuissa vaan niiden tulkinnassa äänensävyillä ja kehon kielellä on tärkeä osuus (Efklides, 2006a; liskala ym., 2011). Oppilaat ilmaisivat metakognitiivisia kokemuksiaan myös kielellisesti käänteisellä tavalla, jolloin viestin todellinen sisältö oli päinvastainen käytettyihin sanoihin nähden, kuten ilmaistaessa helppouden tunnetta sanomalla nauraen ja ilmeillen ”Vähä vaikee”. Tällainen käänteinen ilmaisutapa on yksi keino ilmaista ironista suhtautumista (Rahtu, 2006a). Huumori on yksi tapa ilmaista myös epävarmuutta (Lamminpää & Vesterinen, 2018).

Viestin tarkoitettu sisältö ilmenee sanojen, äänensävyjen, ilmeiden, eleiden ja kontekstin muodostamasta kokonaisuudesta, jonka pohjalta puhuja olettaa kuulijan ymmärtävän viestin, vaikka se olisi sanoihin nähden käänteinen (Rahtu, 2006a, 2006b). Jos metakognitiivisia kokemuksia analysoidisiin pelkästä litteraatista, monet ilmaisut näyttäisivät kertovan eri kokemuksesta kuin mikä videoidusta tilanteesta välittyy. Litteraatit ja videonauhoitukset yhdessä mahdollistivat tulkintojen vaiheittaisen tarkentamisprosessin, jossa esimerkiksi kirjoittajien välisen keskustelun pohjalta tehtiin täydentäviä merkintöjä ja tulkintoja (ks. Derry ym., 2010; Grodal

ym., 2021).

Metakognitiivisten kokemusten luokittelu pohjautui aiempaan kirjallisuuteen ja tämän tutkimuksen aineistoon. Analyysimenetelmänä oli teoriaohjaava sisällönanalyysi (Tuomi & Sarajärvi, 2009). Analyysiyksikkönä oli puheenvuoro, joka sisälsi puheen lisäksi kehonkielen ja äänensävyt. Metakognitiivisista kokemuksista luotiin kahdeksan luokkaa, joihin ilmaistut kokemukset jaoteltiin. Luokat ja niitä kuvaavat aineiston esimerkit esitetään taulukossa 1. Kahdeksan luokkaa yhdistettiin kolmeksi pääluokaksi, jotka olivat tunnelataukseltaan positiiviset, negatiiviset ja neutraalit tai vaihtelevat metakognitiiviset kokemukset.

Efklideen (2006a) esittämistä metakognitiivisista tunteista tässä tutkimuksessa tarkasteltiin *varmuuden ja tietämisen, vaikeuden ja tuttuuden* tunteita (taulukko 1). Metakognitiivisista arvioista tarkasteltiin arviota ratkaisun oikeellisuudesta ja arviota oppimisesta (Efklides, 2006a), joita tässä tutkimuksessa edustavat *virheen huomaaminen* ja *ymmärtäminen*. Tämä tutkimus tehtiin yhteisöllisessä oppimistilanteessa, jossa taitavien oppilaiden on todettu ilmaisevan toverilleen tarvitsevansa pohtimisaikaa (liskala ym., 2004, 2011). Siksi Efklideen (2006a) pohjalta muodostettiin yhdeksi luokaksi *ajan tarvitsemisen* ilmaiseminen.

Efklideen (2006a) jaottelusta poiketen saman metakognitiivisen kokemuksen eri muodot – esimerkiksi vaikeuden tunteessa tunnelataukseltaan positiivinen *helppous* ja negatiivinen *vaikeus* – on erotettu eri luokiksi, koska kokemuksen tunnelataus vaikuttaa koettuun tarpeeseen säädellä oppimista (Carver, 2003; Isen, 2008). Siksi myös *varmuus* ja *epävar-*

Taulukko 1

Metakognitiivisten kokemusten pääluokat, luokat ja esimerkit

Pääluokka	Luokka	Esimerkki
Tunnelataukseltaan positiiviset kokemukset	Helppous	<i>Toi on mulle liian helppo näin. Vähä vaikeeta! (virnuillen)</i>
	Varmuus ja tietäminen	<i>Kyl toi on iha oikein. Joo mä tiedän jo vastauksen!</i>
Tunnelataukseltaan negatiiviset kokemukset	Vaikeus	<i>Olipas tää paha!</i>
	Epävarmuus ja ei-tietäminen	<i>Mä tiedän et toi on väärin jotenki. Eli onks toi jakolasku? Mä en ainakaan tajunnu sitä.</i>
Tunnelataukseltaan neutraalit tai vaihtelevat kokemukset	Virheen huomaaminen	<i>Hups hups!</i>
	Ymmärtäminen	<i>Nyt mä älysin.</i>
	Ajan tarvitseminen	<i>Odota, älä viel.</i>
	Tuttuus	<i>Tuli taas tämmönen tehtävä.</i>

muus erotettiin omiksi luokikseen sekä *tietäminen* ja *ei-tietäminen*. Aineiston perusteella oppilaat ilmaisivat lähinnä asteikon ääripäitä (esim. ”helppo” vs. ”paha”). Tunne, joka asettuisi helpon ja vaikean keskilille, ei vaadi yksilöltä toimenpiteitä eikä siis vaikuta oppimisen säätelyn määrään (Carver, 2003).

Helppouden ja vaikeuden tunteiden ilmauksiksi laskettiin ne, joissa viitattiin *tehtävän* ominaisuuksiin. Varmuuden ja tietämisen sekä vastaavasti epävarmuuden ja ei-tietämisen tunteiden ilmauksiksi laskettiin kommentit, joissa viitattiin *omaan* osaamiseen, tietämiseen tai varmuuteen tehtävässä. Virheen huomaamiseen tai ymmärtämisen kokemukseen voi liittyä erilaisia tunteita, kuten toisaalta varmuuden tai tyytyväisyyden tunnetta ja toisaalta epävarmuuden tai tyytymättömyyden tunteita, mutta itse arvio on luonteeltaan kog-

nitiivinen (Efklides, 2006a, 2008; Efklides & Petkaki, 2005). Aikaisemmista tutkimuksista (Efklides, 2006a) poiketen tuttuuden tunnetta ei luokiteltu positiivissävyiseksi vaan tunnelataukseltaan vaihtelevaksi (taulukko 1), sillä oppilas voi tunnistaa tehtävän sellaiseksi, jossa on ennenkin ollut suuria vaikeuksia.

Analyysin luotettavuutta tarkasteltiin uusinta-analyysillä, jossa tutkija analysoi saman aineiston myöhempänä ajankohdalla uudelleen ja tarkasteli koodaustensa yhtäpitävyyttä. Uusinta-analyysissä koodaus nähdään iteratiivisena prosessina, jossa koodaaja pyrkii ymmärtämään aineistoaan ja kehittämään koodaustaan laadullisesti (ks. Elliott, 2018; Richards, 2009). Metakognitiivisia kokemuksia on perinteisesti tutkittu pääosin paperi–kynä-tehtävillä yksilön oppimistilanteissa (esim. Efklides, 2006a, 2008; Efklides &

Petkaki, 2005) eikä niinkään oppimisprosessien aikaisessa vuorovaikutuksessa (ks. Efkliides, 2009). Siksi tässä tutkimuksessa metakognitiivisen kokemuksen koodausta kehiteltiin iteratiivisesti vuorovaikutusprosessiin soveltuvaksi aikaisemman metakognitiivista kokemusta koskevan tutkimuskirjallisuuden pohjalta.

Uusinta-analyysissä kolmas kirjoittaja katsoi osan videomateriaalista uudelleen kahden kuukauden kuluttua ensimmäisestä analyysikerrastaan ja luokitteli oppilaiden metakognitiiviset kokemukset uudelleen. Uuteen tarkasteluun otettiin yksi alun ja yksi lopun pelikerta, mikä on noin 20 prosenttia otoksesta. Uudessa luokittelussa saatiin muuten yhtäpitävät tulokset ensimmäisen luokittelun kanssa, mutta varmuuden ilmauksia tutkija koodasi metakognitiiviseksi kokemukseksi toisella luokittelukerralla enemmän kuin ensimmäisellä. Tämän katsottiin johtuneen rajankäynnin vaikeudesta kognitiivisen ja metakognitiivisen toiminnan välillä. Tällöin tulkinnan varaan jäi se, minkälainen painotus tai äänensävy tekee ääneen lausutusta laskutoimituksesta varmuuden ilmauksen ja milloin se on vain kognitiivisen toiminnan sanallistamista ilman metakognitiivista sisältöä.

Tuloksissa on pitäydytty ensimmäisen analyysikerran luvuissa, eli epäselviä tilanteita ei luokiteltu metakognitiivisiksi kokemuksiksi. Hyväksymällä lopulliseen analyysiin vain molemmilla analyysikerroilla koodatut metakognitiiviset kokemukset toimitettiin samalla tavalla kuin aikaisemmissä tutkimuksissa, joissa metakognition ilmauksia on koodattu oppilaiden välisestä vuorovaikutusaineistosta (ks. esim. liskala ym., 2011).

TULOKSET

Tutkimuskysymyksiä 1 ja 2 tarkastellaan yhdessä siten, että alaluvussa 3.1 esitetään ensin pelikertojen 1–5 metakognitiiviset kokemukset. Tämän jälkeen alaluvussa 3.2 esitetään pelikertojen 12–16 metakognitiiviset kokemukset verrattuna alun pelikertojen metakognitiivisiin kokemuksiin. Tulokset perustuvat metakognitiivisten kokemusten kvantifointiin ja laadullisiin esimerkkeihin.

Matematiikassa heikot oppilaat ilmaisivat kaiken kaikkiaan eniten tunnelataukseltaan positiivisia metakognitiivisia kokemuksia (283 ilmaisua eli 43 % kaikista 656 metakognitiivisen kokemuksen ilmaisusta) ja vähiten tunnelataukseltaan negatiivisia metakognitiivisia kokemuksia (164 ilmaisua, 25 %). Tunnelataukseltaan neutraaleja tai vaihtelevia ilmauksista oli lähes kolmannes (209 ilmaisua, 32 %). Yksittäisistä luokista pojat ilmaisivat eniten metakognitiivisia kokemuksia varmuudesta ja tietämisestä (161 ilmaisua, 25 %), epävarmuudesta ja ei-tietämisestä (157 ilmaisua, 24 %), virheen huomaamisesta (144 ilmaisua, 22 %) ja helppouden tunteesta (122 ilmaisua, 19 %). Vähiten pojat ilmaisivat ajan tarvitsemista (3 ilmaisua, alle 1 %) sekä vaikeuden ja tuttuuden tunnetta (kumpaakin 7 ilmaisua, 1 %).

Alun pelikerroilla hallitsivat positiiviset metakognitiiviset tunteet

Pelikerroilla 1–5 puolet kaikista ilmaistusta metakognitiivisista kokemuksista olivat tunnelataukseltaan positiivisia (taulukko 2).

Taulukko 2

Oppilaiden metakognitiiviset kokemukset intervention alun ja lopun pelikerroilla

Metakognitiiviset kokemukset	Alun pelikerrat (1–5)		Lopun pelikerrat (12–16)	
	Oppilaat yhteensä		Oppilaat yhteensä	
	f	%	f	%
Tunnelataukseltaan positiiviset kokemukset	145	50	138	38
Helppous	78	27	44	12
Varmuus ja tietäminen	67	23	94	26
Tunnelataukseltaan negatiiviset kokemukset	52	18	112	30
Vaikeus	2	1	5	1
Epävarmuus ja ei-tietäminen	50	17	107	29
Tunnelataukseltaan neutraalit tai vaihtelevat kokemukset	94	32	115	32
Virheen huomaaminen	58	20	86	24
Ymmärtäminen	31	11	24	7
Ajan tarvitseminen	1	<1	2	<1
Tuttuus	4	1	3	1
Yhteensä	291	100	365	100

Useimmin alun pelikerroilla ilmaistut metakognitiiviset kokemukset olivat helppouden tunne sekä varmuuden ja tietämisen tunne. Helppouden tunteen ilmaisut olivat selkeitä, äänekkäitä ja usein sanottu ironiseen tyyliin. Tyypillinen helppouden ilmaus oli nauraen esitetty huudahdus ”Vähä vaikee!”, johon liittyi voihkinta ”Voi itku!”. Tällaiset ilmaisut liittyivät erityisesti kaikkein helpoimpiin laskutoimituksiin, kuten yhdellä kertomiseen.

Vaikeutta kuvaavien sanojen tulkitsemista helppouden tunteeksi varmisti se, että oppilaat puhuivat usein näiden ilmausten yhteydessä myös helppoudesta ja toveri vastasi ilmaisuihin ikään kuin helppoudesta olisi puhuttu suoraan. Ilmausta ”Vähä vaikee” oppilaat käyttivät vain tilan-

teissa, joissa he olivat varmoja osaamisestaan, mikä näkyi nopeana siirtymisenä laskutoimituksiin. Tällaista ilmaisua he eivät käyttäneet koskaan silloin, kun heidän toiminnassaan näkyi epärointiä. Erityisesti helpoimmissa laskutehtävissä pojat käyttivät paljon aikaa nauramiseen ja tehtävän helppoudesta puhumiseen. Pojat käyttivät helppouden tunnetta myös osaamisensa perusteluksi: ”No toi oli iha helppo...”

Varmuuden ja tietämisen tunteen tyypillinen ilmaisu oli huudahdus ”Mä osaan jo laskea tän!”, jonka oppilaat kiirehtivät sanomaan toverin vielä lukiessa tehtävää. Helpoimmissa laskutoimituksissa esiintynyt pohdintaa parodioiva naaman vääntely yhdistettynä epävarmuutta kuvaaviin sanoihin, esimerkiksi ”mitäs se mahtais

olla...”, tulkittiin myös varmuuden ilmaukseksi, jos yhteydestä oli huomattavissa, että viestin tarkoitus oli korostaa oppilaan omaa osaamista. Tällaista ilmeilyn säestämää epävarmuuden parodiointia esiintyi usein muiden varmuuden ilmausten tai helppouden ilmausten yhteydessä, mikä vahvisti sen tulkintaa varmuuden ilmaukseksi. Asiallisesti tai eleettömästi lausutuina samat sanat ilmaisivat epäröintiä tai olivat ääneen ajattelua.

Seuraava esimerkki osoittaa, että pojat tarroutuivat alun pelikerroilla varmuuden tunteeseensa niin, että opettajan oli sitä vaikea horjuttaa. Opettaja joutuu huomauttamaan väärin vastaamaisillaan oleville pojille monta kertaa, että yksikkömuunnosten ohje kannattaa kirjoittaa muistikirjaan. Varmuuden tunteeseen liittyvät puheenvuorot on kursivoitu alla olevassa esimerkissä, jossa molemmat pojat ilmaisevat varmuuden tunnetta.

Opettaja: Pistetään itelle vaiks tänne ylös vihkoon, et miten noita muunnetaan noita litroja ja desilitroja, eiks nii?

Jan: No ei. Sen kyl tietää jo ilman muistiaki.

Opettaja: Äsken te vähän epäröitte. Meinas mennä väärin. Eiks meinannu?

Jan: No nii, mut kyl mä sen tiedän.

...

Opettaja: Elikkä mitäs se kolme litraa sit oli? Pistetääks se viel muistiin sinne?

Karl: Kolme litraahan on kolme litraa.

Opettaja: Mut kui mont desii?

Jan: No ei sitä kannata pistää, ku kymmenen desilitraa nii kyl sen tietää tos-taki.

Karl: Nii.

Heikot oppilaat ilmaisivat alun pelikerroil-

la vähiten tunnelataukseltaan negatiivisia metakognitiivisia kokemuksia (taulukko 2). Vaikeuden tunnetta he ilmaisivat erittäin harvoin ja silloinkin usein hiljaa mutisten. Esimerkiksi valittuaan aikaisempaa vaikeamman tehtävätason Jan sanoi: ”Nyt täytyy miettii ja paljon.” Myös epävarmuuden tunteen ilmaiseminen oli alun pelikerroilla vaikeaa. Jos tehtävä oli vaikea tai pojat eivät olleet varmoja etenemisestään tai vastauksestaan, he olivat usein hiljaa ja katselivat seinille tai yrittivät ohjata keskustelua muihin aiheisiin. Pojat ilmaisivat enemmän epävarmuutta silloin, kun he osasivat edetä tehtävässä, kuin silloin, kun he eivät tieneet, miten toimia. Epävarmuutta ilmaistiin esimerkiksi mutisten: ”No antaa olla, mää pistän vaan, ei se nii tärkeetä oo.”

Ei-tietämisen tunteen ilmauksiksi laskettiin suorien ilmausten (esim. ”Ai hitsi ku muistais, miten tää nyt taas menee”) lisäksi tietoon liittyvät kysymykset, kuten ”Eiks noi lasketa yhteen?”. Alun pelikerroilla oppilaat kyselivät toisiltaan ja opettajalta eniten kysymyksiä helpoista päässälaskutehtävistä ja matematiikkaan liittymättömistä asioista, kuten tietokoneen toiminnoista. Sanallisissa tehtävissä pojat kysyivät sekä opettajalta että toisiltaan lähinnä mittayksiköistä, esimerkiksi ”Kui mont metriä on yks kilometri?”. Tällaisesta epävarmuuden ja ei-tietämisen tunnelataukseltaan negatiivisesta kokemuksesta on esimerkkinä ohjelman antaman väärin-palautteen jälkeinen huokaisu: ”En mää oikein tajunnu sitä oikeesti.” Sanallisten tehtävien tilannemalliin liittyviä kysymyksiä pojat sen sijaan eivät alun pelikerroilla esittäneet.

Tunnelataukseltaan neutraaleista tai vaihtelevista metakognitiivisista kokemuksista oppilaat ilmaisivat lähinnä virheen

huomaamista, kuten ”Ööh, sit täytyy kumittaa”, ja ymmärtämistä, kuten ”Nyt mä älysin”. Ajan tarvitsemista ja tuttuuden tunnetta pojat ilmaisivat erittäin vähän. Ajan tarvitsemista pojat ilmaisivat esimerkiksi sanomalla ”Ootas vähän, kun mä laitan” tai ”Ootas, hmm...” sekä tuttuutta sanomalla ”No joo, tämmösi tehtävii on kolmannella ki jo ollu.”

Oli myös havaittavissa, että pojat tarkistivat vastauksia selvästi enemmän helpoissa kuin vaikeissa tehtävissä. Tarkistaminen koski enimmäkseen mittayksiköitä ja laskutoimituksia ja vasta vähitellen sanallisten tehtävien tilannemallia. Ollessaan varmoja tehtävän osaamisesta pojat ryhtyivät suureleisesti tarkistamaan tehtävää. Esimerkiksi helpohkoissa nopatehtävissä laskutoimitukset tarkistettiin monin eri tavoin: ”Mä lasken viel kädellä ja sit päässä silmät kiinni. Hihhi.” Sen sijaan tehtävissä, joissa he olivat hyvin epävarmoja, tarkistaminen jäi pois.

Oppimisprosessin edetessä epävarmuuden tunteet lisääntyivät

Oppilaiden metakognitiivisten kokemusten ilmaiseminen kehittyi sekä määrällisesti että laadullisesti poikien oppiessa ratkaisemaan matematiikan sanallisia tehtäviä. Lopun pelikerroilla (pelikerrat 12–16) tunnelataukseltaan positiivisten kokemusten osuus ilmaisuista oli pienentynyt ja tunnelataukseltaan negatiivisten kokemusten osuus kasvanut, vaikkakin pojat ilmaisivat positiivisia kokemuksia yhä eniten (taulukko 2). Erityisesti helppouden tunteen ilmaisut olivat vähentyneet ja epävarmuuden ja ei-tietämisen tunteiden ilmaisut lisääntyneet. Epävarmuutta ilmaistiin esimerkiksi sanomalla: ”Nii mut täs voi olla joku juu

ettei tää ookaan nii helppo.”

Lopun pelikerroilla helppouden tunteen ilmaisut tulivat eleettömämmiksi ja helppoutta ilmaistiin useammin suoraan – ”Näin helppo se on”, ”Iha helppo” – eikä käänteisesti, kuten alun pelikerroilla. Neljännellätoista pelikerralla Jan ehdotti Karlille, että he lopettaisivat helppouden tunteen korostamisen: ”Sovitaan ettei pelleillä nois laskuis. Se on sellast ajanhukkast.” Myöhemmin pojat vielä muistuttivat toisilleen sopineensa pelleilyn lopettamisesta. Pelleilyllä he tarkoittivat vaikeutta parodioivaa helppouden ilmaisemista, jota oppilasparilla esiintyi alun pelikerroilla (esim. naaman vääntely helpoissa laskutoimituksissa, ”mitäs se mahtais olla...”). Helppouden kokemuksen keskeisyys näkyi kuitenkin vielä viimeisellä pelikerralla käydyssä keskustelussa pelin luonteesta, kun poikien ainoat loppukommentit paljon ponnisteluvaatineesta ja usein vaikeuksia tuottaneesta pelistä olivat seuraavat:

Jan: Täähä oli, tää oli helppo peli!

Opettaja: Oliko helppo? Te pääsitte läpi sen kumminkin.

Jan: Oli.

Karl: Joo.

Vaikeuden tunteesta pojat keskustelivat vasta viimeisellä pelikerralla, kun peli antoi hieman uudenlaisen päässä laskutehtävän. Jan sanoi opettajalle: ”Nyt se teki niin kun me sanottiin, edes vähän vaikeempia.” Viimeisen pelikerran ainoan sanallisen tehtävän alussa, kun tehtävässä oli paljon desimaalilukuja, Karl kommentoi myös vaikeutta: ”Nääki on jotenki vaikeutunu”, johon Jan vastasi: ”Niin nää onki.” Pojat siis alkoivat puhua tehtävien vaikeudesta keskenään siinä vaiheessa, kun heidän osaami-

sensa oli merkittävästi kasvanut.

Epävarmuuden ja ei-tietämisen ilmaiseminen kehittyi laadullisesti poikien oppiessa ratkaisemaan matematiikan sanallisia tehtäviä. Epävarmuuden ilmaisuja pojat tuottivat eniten silloin, kun peli ilmoitti vastauksen olevan väärin ja opettaja vaati poikia pohtimaan tehtävää uudestaan. Tästä on esimerkkinä seuraava vuoropuhelu:

Jan: Kato, se on väärin! (Karlin suu loksahtaa hämmästyksestä auki.)

Opettaja: Luetaas huolellisesti se tehtävä, luepas Karl vielä.

Karl lukee ja Jan keskeyttää: TAKAISIN, nii, sinne ja takaisin (havainnollistaa liikettä sormella, katsoo Karlia ja opettajaa). Toi olis pitänyt kertoa kahella eli plussata.

Karl: Voi himputti! Anna mää teen sen. Kyllä mä sen nyt itte tiedän.

Lopun pelikerroilla epävarmuuden ilmaisuja esiintyi myös jo ennen kuin peli oli arvioinut vastausta. Epävarmuuden ilmaisut tulivat myös alun pelikertoja spontaaniksi, eli pojat tuottivat niitä muutenkin kuin opettajan vaatiessa heitä pohtimaan virheitään. Ei-tietämisen ilmaiseminen väheni lopun pelikerroilla helpoissa pääsälaskutehtävissä, jotka pojat suorittivat puhumatta, nopeasti ja rutiininomaisesti. Sanallisissa tehtävissä pojat taas kyselivät lopun pelikerroilla enemmän kuin alun pelikerroilla, ja he kysyivät myös tilannemalliin liittyviä, tehtävän ymmärtämiseen tähtäviä kysymyksiä, kuten ”Kolmeen maljaan täytyy jaata toi 90, vai?”. Näin poikien metakognitiivisten kokemusten ilmaukset kehittyivät kohti tarkoituksenmukaista matematiikan ongelmanratkaisuprosessia.

POHDINTA

Tässä tapaustutkimuksessa tarkasteltiin matematiikassa heikkojen oppilaiden ilmaisemia metakognitiivisia kokemuksia ja niiden kehittymistä yhteisöllisessä ongelmanratkaisuprosessissa. Metakognitiivisten kokemusten, niistä viestimisen ja toverin metakognitiivisten kokemusten tulkitsemisen merkitystä yhteisöllisessä oppimisessa ja yhteisessä ongelmanratkaisussa on tutkittu vain niukasti (esim. Dindar ym., 2020; Efklides, 2006a; liskala ym., 2004, 2011) erityisesti heikoilla oppilailla. Aikaisemmat tutkimukset (liskala ym., 2021) ovat osoittaneet, että metakognitio ilmenee yhteisöllisessä oppimisessa eri tavalla erilaisissa oppimisen konteksteissa sekä erilaisilla, kuten heikoilla ja taitavilla, oppijoilla.

Tämä tutkimus antaa lisää tietoa matematiikassa heikkojen oppilaiden metakognitiivisten kokemusten erityispiirteistä ja kehittymisestä yhden oppilasparin ongelmanratkaisuprosessien tarkan analysoinnin pohjalta. Tapaustutkimuksen avulla pystyttiin yksityiskohtaisesti ja systemaattisesti tarkastelemaan kompleksista, dynaamista ja kehittyvää vuorovaikutusprosessia (ks. Cohen ym., 2007). Metakognitiivisia kokemuksia on tyypillisesti tarkasteltu itsearviointien avulla, mikä antaa metakognitiivisista kokemuksista kuitenkin vain rajallista tietoa. Tarkka analyysi videoidusta vuorovaikutusprosessista mahdollistaa metakognitiivisten kokemusten kokonaisvaltaisemman analyysin (Efklides, 2006a), ja niinpä myös tämä tutkimus antaa menetelmällisesti uutta tietoa sekä metakognitiivisten kokemusten analysoinnista että niiden ilmenemisestä ja kehittymisestä vuorovaikutusprosessissa.

Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, että metakognitiivisia kokemuksia pystytään systemaattisesti analysoimaan ja että niitä ilmenee matematiikassa heikon oppilasparin ongelmanratkaisuprosessissa. Aikaisempien tulosten suuntaisesti (esim. Salonen ym., 2005) heikon oppilasparin ilmaisemat metakognitiiviset kokemukset painottuivat helppouden, varmuuden ja tietämisen tunteisiin. Taitavien oppilaiden on havaittu ilmaisevan toverilleen epävarmuuden, ei-tietämisen ja vaikeuden tunteita sekä ratkaisuaikojen tarvitsemista (liskala ym., 2004; Vauras, liskala ym., 2003), mutta heikkojen oppilaiden on todettu kokevan tai ainakin ilmaisevan varmuutta silloinkin, kun tehtävä on heille vaikea (Salonen ym., 2005).

Tehtävän vaatimusten ennakoimisessa ja aikaisemman tiedon aktivoimisessa keskeisinä pidettyjä vaikeuden ja tuttuuden tunteita (Efklides, 2006a) matematiikassa heikko oppilaspari ilmaisi tässä tutkimuksessa erittäin vähän, samoin yhteistyön sujumisen kannalta olennaista ajan tarvitsemista (vrt. liskala ym., 2004; Vauras, liskala ym., 2003). Yhteisöllisen ongelmanratkaisuprosessin edetessä heikkojen oppilaiden metakognitiivisten kokemusten ilmaisut kuitenkin kehittyivät niin, että epävarmuuden ja ei-tietämisen tunteiden ilmaiseminen lisääntyi. Intervention alkupuolella metakognitiivisten kokemusten ilmaiseminen oli runsasta ja äänekkästä helpoimissa tehtävissä, jotka oppilaat omasta mielestään osasivat, mutta vaikeissa tehtävissä oppilaat olivat enimmäkseen hiljaa. Sen sijaan intervention loppupuolella oppilaat suorittivat helpoimmat tehtävät yleensä ääneti ja eleettömästi ja ilmaisivat metakognitiivisia kokemuksiaan haastavammissa tehtävissä, joissa toverin ja

opettajan apu oli tarpeen. Vaikuttikin siltä, että interventio auttoi oppilaita tehtävien vaatimusten ymmärtämisessä ja lisäsi metakognitiivisten kokemusten realistisuutta.

Oppilaiden metakognitiivisten kokemusten kehittymisen haasteet

Matematiikassa heikkojen oppilaiden toiminta keskittyi intervention alkupuolella oman osaamisensa korostamiseen. Ironia helppouden ja varmuuden tunteiden ilmaiseamisessa palveli vaikeuksien vähättelyä ja oman taitavuuden esiin tuomista eikä niinkään oman osaamisen kriittistä pohdintaa, johon tunnelataukseltaan negatiiviset metakognitiiviset kokemukset olisivat todennäköisemmin johtaneet (Efklides, 2006a).

Toki positiiviset tunteet voivat edistää ongelmanratkaisua (ks. Lamminpää & Vesterinen, 2018), jos oppilaat niiden ansiosta innostuvat työskentelemään ja jaksavat ponnistella samankaltaisissa tehtävissä uudestaan (Efklides & Petkaki, 2005). Positiivinen mieliala myös vapauttaa ajattelun resursseja ja mahdollistaa laaja-alaisen ajattelun (Carver, 2003; Isen, 2008; Lamminpää & Vesterinen, 2018). Tämän tutkimuksen heikon oppilasparin keskittyminen tunnelataukseltaan positiivisiin metakognitiivisiin kokemuksiin ei kuitenkaan ohjannut oppilaita pohtimaan, oliko heidän valitsemansa ratkaisustrategia toimiva. Sen sijaan vaikeuden tunteen välttely ohjasi oppilaita tekemään virheellisiä arvioita tehtävän vaatimuksista (vrt. Efklides & Petkaki, 2005).

Tässä tutkimuksessa oman osaamisen korostaminen ja epävarmuuden tunteiden sivuuttaminen eivät olleet hedelmällinen lähtökohta matematiikassa heikon

oppilasparin yhteistyölle, koska toverin oli vaikea havaita avun tarvetta eikä yhteinen oppimisen säätely vaikeissa tehtävissä päässyt alkamaan. Yhteisöllisen oppimisen onnistumisessa pidetään erityisen tärkeänä juuri toisen ajattelun ja tulkintakehyksen ymmärtämistä (liskala ym., 2004; Vauras, liskala ym., 2003; Volet ym., 2013). Esimerkiksi taitavilla oppilaila metakognitiivisten kokemusten, kuten epävarmuuden, ilmaisemisen on todettu yhteisöllisessä matematiikan ongelmanratkaisuprosessissa olevan hedelmällinen lähtökohta tehtävän yhdessä pohtimiselle ja sen säätelylle (liskala ym., 2004, 2011). Jopa pienten epävarmuutta osoittavien metakognitiivisen kokemuksen ilmaisujen, kuten "Odota", "Eikö?" ja "Mutta...", on todettu olevan tärkeitä oppimisen säätelyn alkamiselle (liskala ym., 2004, 2011). Siksi matematiikassa heikkoja oppilaita tulisi turvallisessa ilmapiirissä kannustaa ilmaisemaan myös pieniä epävarmuuden kokemuksiaan yhteisöllisessä ongelmanratkaisuprosessissa.

Opettajan mahdollisuuksista tukea metakognitiivisten kokemusten kehittymistä

Ongelmanratkaisuprosessin edetessä ja saatuaan onnistumisen kokemuksia osamisestaan vaikeissa tehtävissä tähän tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden ei enää tarvinnut korostaa helppouden tunnetta saadakseen pidettyä yllä työvirettä. He sopivatkin keskenään helppoudella ilottelun lopettamisesta. Tällöin oppilaat tulivat myös vastaanottavaisemmiksi tunnelataukseltaan negatiivisille metakognitiivisille kokemuksille ja sietivät niitä parem-

min (ks. myös Efklides & Petkaki, 2005).

Kokemuksen ja taitojen karttuessa oppilas myös tarkentaa omia metakognitiivisia kokemuksiaan, jolloin niiden antama informaatio vastaa paremmin todellisuutta. Tarkemmat metakognitiiviset kokemukset auttavat oppilasta edelleen säätämään omaa oppimistaan paremmin (Efklides, 2006a). Toisin kuin samankäiset taitavat oppilaat, jotka pystyvät säätämään oppimistaan yhteisesti (liskala ym., 2004, 2011; Volet ym., 2013), heikot oppilaat tarvitsivat tässä tutkimuksessa runsaasti opettajan tukea ajattelunsa aukkopaiikkojen havaitsemisessa, työskentelyn jatkamisessa vaikeissa paikoissa ja tehtäviin palaamisessa virheiden jälkeen. Ohjausta tarvittiin myös toiminnan pysäyttämässä, jotta tehtävän tilanemallia tai ratkaisuehdotusta voitiin pohtia ennen laskemaan ryhtymistä (Kajamies ym., 2010). Koska oppilaspari ei ilmaissut tarvitsevansa lisää aikaa tehtävän lukemiseen tai pohtimiseen, opettajan tehtäväksi jäi varmistaa, että hitaampikin oppilas ehti mukaan.

Nämä oppilaiden ilmaisemat metakognitiiviset kokemukset kuitenkin kehittivät intervention aikana. Syynä saattoi olla oppilaiden kehittyminen ongelmanratkaisijoina opettajan ohjauksen avulla, sillä intervention jälkeisissä mittauksissa oppilaat olivat ongelmanratkaisutaidoiltaan saavuttaneet ikäryhmän keskitason (Kajamies ym., 2010). Intervention alkupuolella oppilaat ilmaisivat epävarmuuden ja ei-tietämisen tunteita enimmäkseen poh-tiessaan tehtävää uudelleen sen jälkeen, kun peli oli ilmoittanut vastauksen olevan väärä. Intervention loppupuolella he eivät enää nojanneet vain ulkoiseen palauttee-

seen vaan alkoivat tuottaa epävarmuuden ilmauksia jo tehtävää ensimmäistä kertaa ratkaistessaan.

Matematiikan ongelmanratkaisua harjoiteltaessa opettajan tulisikin kiinnittää huomiota oppilaiden metakognitiivisiin kokemuksiin ja niiden realistisuuden lisääntymiseen, jotta oppilaat eivät esimerkiksi peittäisi epävarmuuttaan tietämisestään ja osaamisestaan. Matematiikassa heikoilla oppilailla korostuu usein pyrkimys saada vastaus tehtävään nopeasti ja säilyttää tunne omasta osaamisesta ja tehtävän helppoudesta (vrt. motivationaalinen haavoittuvuus, Vauras ym., 2018). Kiire ja suuri rutiinitehtävien määrä oppikirjoissa myös vahvistavat tätä taipumusta (Verschaffel ym., 2020).

Matematiikan opetuksessa pitäisi kiinnittää huomiota ajattelumalleihin ja niiden näkyväksi tekemiseen sekä konkreettisesti piirtämällä että puhumalla, jotta oman ajattelun pohtiminen alkaisi tuntua oppilaasta luontevalta ja olennaiselta osalta matematiikan ongelmanratkaisutaitoa (Kajamies ym., 2010; Verschaffel ym., 2000). Toisaalta opettajan on vaikea saada tietoa heikkojen oppilaiden ajattelusta, jos oppilaat eivät osaa tai eivät ole tottuneet sanallistamaan ajatteluaan (Annevirta & Vauras, 2001, 2006). Edelleen, jos opettaja ei tunne oppilaidensa ajattelua, hän saattaa suunnata ohjauksensa oppilaan taitojen kehittymisen kannalta epäolennaisiin asioihin (Kajamies, 2017; Salonen ym., 2005).

Opetuksen ja oppimisen aikana käytettyjen arviointitapojen tulisi ohjata oppilaita keskittymään enemmän ajattelumalleihin, myös vaikeuden ja epävarmuuden kokemusten esille tuomiseen, oikeiden

vastausten ja ratkaisunopeuden sijaan. Voidaankin suositella, että matemaattista ongelmanratkaisua ohjattaessa kiinnitetäisiin erityistä huomiota oppilaiden ratkaisuprosessien ja niiden perustelujen kuvaamiseen, jotta ratkaisuprosessiin osallistuvat oppilaat pystyisivät luomaan käsityksen omasta ja toistensa ajattelusta.

Myös tehtävien ratkaisemisen aikana heräävistä tunteista, kuten metakognitiivisista kokemuksista, tulisi keskustella, jotta oppilaille rakentuisi ymmärrys siitä, että epävarmuuden tunteet ja oman tiedon rajojen huomaaminen ovat merkkejä taitavasta ajattelusta. Opettajan tulisi osoittaa aitoa kiinnostusta oppilaiden epävarmuutta ja virheitä kohtaan myös siksi, että ne kertovat paljon oppilaiden tuen tarpeista (Jiang ym., 2019). Tässä tutkimuksessa oppilaat eivät puhuneet tehtävien vaikeudesta, vaikka peli sisälsi paljon haastavia tehtäviä. Matematiikan tunneilla kannattaisikin yhdessä avoimesti keskustella myös tehtävien vaikeuteen vaikuttavista tekijöistä (Pongsakdi ym., 2020).

Lopuksi

Tästä tapaustutkimuksesta saatiin viitteitä matematiikassa heikkojen oppilasparien metakognitiivisista kokemuksista, vaikka tapaustutkimuksen pohjalta ei voida tehdä suoraviivaisia yleistyksiä. Tässä tutkimuksessa ei myöskään tehty analyysin rinnakkaiskoodausta (ks. esim. Cohen ym., 2007), mikä olisi lisännyt analyysin luotavuutta. Metakognitiivisten kokemusten ilmenemistä matematiikassa heikkojen oppilaiden ongelmanratkaisuprosessissa tulisikin jatkossa analysoida useammilla

pareilla ja tarkastella tässä tutkimuksessa sovelletun metakognitiivisten kokemusten luokittelun toimivuutta esimerkiksi rinnakkaiskoodauksen avulla.

Edelleen matemaattisia ongelmanratkaisutilanteita videoimalla voidaan tarkastella monipuolisesti osallistujien välistä vuorovaikutusta, opettajan ohjausta ja oppilaiden ajattelun sanallistamista. Tällaisten tarkastelujen avulla voidaan pohtia kunkin oppilaan tarvitsemia tukikeinoja sekä toistuvasti videoimalla seurata lisätuen vaikutuksia taitojen kehittymiseen. Opettajan työn kannalta tutkimustieto yhteistyön ja oppilaiden metakognition kehittymisen tukemisesta myös taidoiltaan heterogeenisissä oppilasryhmissä on tärkeää (Vauras, liskala ym., 2003). Tällaisten ryhmien toimivuutta saattavat haitata oppilaiden mahdolliset puutteelliset taidot, joiden vuoksi esimerkiksi heikot oppilaat voivat jäädä yhteisestä työskentelystä kokonaan sivuun. Toisaalta voidaan pohtia, kuinka paljon heikkojen oppilaiden haluttomuutta ja osaamattomuutta työskennellä yhdessä selittää heidän ymmärtämättömyytensä siitä, mitä taitava oppiminen on ja minkälaista ponnistelua oppiminen ylipäättänsä vaatii, ja edelleen, mitä onnistunut ja taitava yhdessä oppiminen edellyttää.

Yhteenvedona esitämme, että metakognitiivisia kokemuksia on tärkeä tunnistaa matematiikassa heikkojen oppilaiden yhteisöllisessä ongelmanratkaisuprosessissa. Oppilaita tulisi kannustaa ilmaisemaan myös epävarmuuteen liittyviä metakognitiivisia kokemuksia, jotta toinen

oppilas ja myös opettaja pystyvät tarttumaan niihin. Tämä puolestaan luo mahdollisuuden oppimisen yhteisen säätelyprosessin alkamiselle.

Kirjoittajatiedot:

Tuuke liskala, KT, yliopistotutkija, Opettajankoulutuslaitos ja Oppimisen ja opetuksen tutkimuskeskus CERLI, Turun yliopisto

Anu Kajamies, KT, yliopistotutkija, Ihmistieteiden tutkijakollegium ja Opettajankoulutuslaitos, Turun yliopisto

Eeva Kenttä, KM, luokanopettaja

Tiina Annevirta, KT, yliopistonlehtori, Opettajankoulutuslaitos ja Sote-akatemia, Turun yliopisto

Marja Vauras, FT, tutkimusjohtaja, Opettajankoulutuslaitos ja Oppimisen ja opetuksen tutkimuskeskus CERLI, Turun yliopisto

LÄHTEET

- Annevirta T. & Vauras, M. (2006). Developmental changes of metacognitive skill in elementary school children. *The Journal of Experimental Education*, 74, 195–226. <https://doi.org/10.3200/JEXE.74.3.195-226>
- Annevirta, T. & Vauras, M. (2001). Metacognitive knowledge in primary grades: A longitudinal study. *European Journal of Psychology of Education*, 16, 257–282. <https://doi.org/10.1007/BF03173029>
- Brown, A. & DeLoache, J. S. (1983). Metacognitive skills. In M. Donaldson, R. Grieve & C. Pratt (Eds.), *Early Childhood Development and Education* (pp. 280–289) Oxford: Basil Blackwell.
- Carver, C. S. (2003). Pleasure as a sign you can attend to something else: Placing positive feelings within a general model of affect. *Cognition and Emotion*, 17, 241–261. <https://doi.org/10.1080/02699930302294>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6. ed.). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203029053>
- Depaepe, F., De Corte, E., & Verschaffel, L. (2015). Students' nonrealistic mathematical modeling as a drawback of teachers' beliefs about and approaches to word problem solving. In B. Pepin & B. Roesken-Winter (Eds.), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education. Exploring a mosaic of relationships and interactions* (pp. 137–159). Cham: Springer.
- Derry, S. J., Pea, R., Barron, B., Engle, R., Erickson, F., Goldman, R., Hall, R., Koschmann, T., Lemke, J., Sherin, M., & Sherin, B. (2010). Conducting video research in the learning sciences: Guidance on selection, analysis, technology, and ethics. *Journal of the Learning Sciences*, 19, 1–51. doi:10.1080/10508400903452884
- Dindar, M., Järvelä, S., & Haataja, E. (2020). What does physiological synchrony reveal about metacognitive experiences and group performance? *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.12981>
- Efklides, A. (2006a). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review*, 1(1), 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2005.11.001>
- Efklides, A. (2006b). Metacognitive experiences: the missing link in the self-regulated learning process. *Educational Psychology Review*, 18, 287–291. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9021-4>
- Efklides, A. (2008). Metacognition. Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, 13, 277–287. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.13.4.277>
- Efklides, A. (2009). The new look in metacognition: from individual to social, from cognitive to affective. In C. B. Larson (Ed.), *Metacognition: New research developments* (pp. 137–151). New York: Nova Science.
- Efklides, A. & Petkaki, C. (2005). Effects of mood on students' metacognitive experiences. *Learning and Instruction*, 15, 415–431. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.07.010>
- ELAN 4.2. Tietokoneohjelma videoanalysointiin. Ladattavissa. Max Planck Institute for Psycholinguistics, The Language Archive, Nijmegen, The Netherlands.
- Elliott, V. (2018). Thinking about the coding process in qualitative data analysis. *The Qualitative Report*, 23, 2850–2861. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2018.3560>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive—developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Fuchs, L. S., Fuchs D., Compton, D. L., Hamlett, C. L., & Wang, A. Y. (2015). Is word-problem solving a form of text comprehension? *Scientific Studies of Reading*, 19(3), 204–223. <https://doi.org/10.1080/10888438.2015.1005745>
- Goos, M., Galbraith, P., & Renshaw, P. (2002). Socially mediated metacognition: Creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 49, 193–223. <https://doi.org/10.1023/A:1016209010120>
- Grodal, S., Anteby, M., & Holm, A. (2021). Achieving rigor in qualitative analysis: The role of active categorization in theory building. *Academy of Management Review* 46(3), 591–612. <https://doi.org/10.5465/amr.2018.0482>
- Hadwin, A. F., Järvelä, S., & Miller, M. (2011). Self-regulated, co-regulated and socially shared regulation of learning. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* (pp. 84–99). New York: Routledge.
- Hadwin, A., Oshige, M., Gress, C. L. Z., & Winne, P. H. (2010). Innovative ways for using gStudy to orchestrate and research social aspects of self-regulated learning. *Computers in Human Behavior*, 26, 794–805. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.06.007>

- Hancock, E. & Karakok, G. (2021). Supporting the development of process-focused metacognition during problem solving. *PRIMUS* 31(8), 837–854. <https://doi.org/10.1080/10511970.2020.1772914>
- Liskala, T., Kajamies, A., Vauras, M. & Lehtinen, E. (2014). Metakognitiivinen säätely taitavilla ja heikoilla oppilaspareilla matematiikan ongelmanratkaisuprosessissa. *Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti NMI-Bulletin*, 24(2), 36–50.
- Liskala, T., Vauras, M., & Lehtinen, E. (2004). Socially-shared metacognition in peer learning? *Hellenic Journal of Psychology*, 1, 147–178.
- Liskala, T., Vauras, M., Lehtinen, E., & Salonen, P. (2011). Socially shared metacognition of dyads of pupils in collaborative mathematical problem-solving processes. *Learning and Instruction*, 21, 379–393. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.05.002>
- Liskala, T., Volet, S., Jones, C., Koretsky, M., & Vauras, M. (2021). Significance of forms and foci of metacognitive regulation in collaborative science learning of less and more successful outcome groups in diverse contexts. *Instructional Science*, 49, 687–718. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09558-1>
- Isen, A. M. (2008). Some ways in which positive affect influences decision making and problem solving. In M. Lewis, J. M. Haviland-Jones & L. Feldman Barrett (Eds.), *Handbook of emotions* (3. ed.) (pp. 548–573). New York: The Guilford Press.
- Jenkins, J. R. & O'Connor, R. E. (2003). Cooperative learning for students with learning disabilities: Evidence from experiments, observations, and interviews. In H. L. Swanson, K. R. Harris & S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 417–430). NY: Guilford.
- Jiang, J., Vauras, M., Volet, S., Salo, A.-E., & Kajamies, A. (2019). Autonomy-supportive and controlling teaching in the classroom: A video-based case study. *Education Sciences*, 9(3), 1–19. <https://doi.org/10.3390/educsci9030229>
- Kajamies, A. (2017). Towards optimal scaffolding of low achievers' learning: Combining intertwined, dynamic, and multi-domain perspectives. *Väitöskirja. Annales Universitatis Turkuensis B* 434. Turun yliopisto.
- Kajamies, A., Vauras, M., & Kinnunen, R. (2010). Instructing low-achievers in mathematical word problem solving. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 54, 335–355. <https://doi.org/10.1080/00313831.2010.493341>
- Kajamies, A., Vauras, M., Kinnunen, R. & Liskala, T. (2003). *MATTE – Matematiikan sanallisten tehtävien ratkaisutaidon ja laskutaidon arviointi*. Turun yliopisto: Oppimistutkimuksen keskus.
- Kenttä, E. (2012). *Matematiikassa heikkojen oppilaiden metakognitiiviset kokemukset ja sosiaalisesti jaettu metakognitio*. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. Opettajankoulutuslaitos. Turun yliopisto.
- Lamminpää, J. & Vesterinen, V.-M. (2018). The use of humour during a collaborative inquiry. *International Journal of Science Education*, 40, 1718–1735. <https://doi.org/10.1080/0950693.2018.1508926>
- Mevarech, Z., Verschaffel, L., & De Corte, E. (2018). Metacognitive pedagogies in mathematics classrooms: From kindergarten to college and beyond. In D. H. Schunk & J. A. Greene (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 109–123). New York/London: Routledge.
- Muncer, G., Higham, P. A., Gosling, C. J., & Cortese, S. (2021). A meta-analysis investigating the association between metacognition and math performance in adolescence. *Educational psychology review*. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09620-x>
- OECD Future of Education and Skills 2030. Conceptual learning framework. <http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/>
- Panaoura, A. & Philippou, G. (2005). The measurement of young pupils' metacognitive ability in mathematics: The case of self-representation and self-evaluation. *Proceedings of CERME 4*, 255–264.
- Pongsakdi, N., Kajamies, A., Veermans, K., Lertola, K., Vauras, M., & Lehtinen, E. (2020). What makes mathematical problem solving challenging? Exploring the roles of word problem task characteristics, text comprehension, and arithmetic skills. *ZDM Mathematics Education*, 52, 33–44. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01118-9>
- Pólya, G. (1945). *How to solve it? A new aspect of mathematical method*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Rahtu, T. (2006a). Sekä että. Ironia koherenssina ja inkoherenssina. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura.
- Rahtu, T. (2006b). Ironian ja ironiantutkimuksen ydin. *Virittäjä*, 110(3), 1–5. <https://journal.fi/virittaja/article/view/40503>
- Richards, L. (2009). *Handling qualitative data: A practical guide* (2. ed.). London: SAGE.
- Salonen, P., Vauras, M., & Efkliides, A. (2005). Social interaction – what can it tell us about metacognition and coregulation in learning? *European Psychologist*, 10, 199–208. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.10.3.199>

- Sloetjes, H. & Wittenburg, P. (2008). Annotation by category – ELAN and ISO DCR. Proceedings of the 6th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2008).
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2009). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- Vauras, M., Iiskala, T., Kajamies, A., Kinnunen, R., & Lehtinen, E. (2003). Shared-regulation and motivation of collaborating peers: a case analysis. *Psychologia: An International Journal of Psychology in the Orient*, 46, 19–37. <https://doi.org/10.2117/psysoc.2003.19>
- Vauras, M. & Kinnunen, R. (2003). HoPE: Hopeisen Pöllön Etsintä. Opetuspeli laskutaitojen ja matematiikan ongelmanratkaisun taitojen kehittämiseen. Turun yliopisto: Oppimistutkimuksen keskus.
- Vauras, M., Kinnunen, R., Kajamies, A. & Iiskala, T. (2003). Opettajan opas oppimisen ohjaamiseen matematiikan opetuspelissä Hopeisen pöllön etsintä Salaisten lukujen valtakunnassa. Turun yliopisto: Oppimistutkimuksen keskus.
- Vauras, M., Salo, A.-E. & Kajamies, A. (2018). Motivationaalisesti haavoittuvat lapset kasvun eri poluilla. Teoksessa K. Salmela-Aro (toim.), *Motivaatio ja oppiminen* (s. 77–100). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Vauras, M., Salonen, P., Lehtinen, E., & Kinnunen, R. (2009). Motivation in school from contextual and longitudinal perspectives. In M. Wosnitza, S. Karabenick, A. Efklides & P. Nenniger (Eds.), *Contemporary motivation research: From global to local perspectives* (pp. 1–23). Gottingen and Cambridge, MA: Hogrefe & Huber.
- Vauras, M., Volet, S., & Iiskala, T. (2021). Socially-shared metacognitive regulation in collaborative science learning. In D. Moraitou & P. Metallidou (Eds.), *Trends and prospects in metacognition research across the life span - A tribute to Anastasia Efklides* (pp. 83–102). Springer: Switzerland.
- Verschaffel, L., Greer, B., & de Corte, E. (2000). Making sense of word problems. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: a survey. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4>
- Volet, S., Vauras, M., Khosa, D., & Iiskala, T. (2013). Metacognitive regulation in collaborative learning. Conceptual developments and methodological contextualizations. In S. Volet & M. Vauras (Eds.), *Interpersonal regulation of learning and motivation. Methodological advances. New perspectives on learning and instruction* (pp. 67–101). NY: Routledge.