

Tiivistelmä

Väitöskirjatyö kohdistuu matematiikan sanallisten tehtävien tärkeisiin ominaisuuksiin: koulumatematiikassa hyödynnettävien sanallisten tehtävien luonteen sekä erityyppisten sanallisten tehtävien vaikeustason tarkasteluun. Keskeisinä tavoitteina oli tarkastella oppilaiden suoriutumista heidän ratkaistessaan erityyppisiä sanallisia tehtäviä ja selvittää, voidaanko oppilaiden sanallisten tehtävien ratkaisutaitoja ja heidän uskomuksiaan sanallisten tehtävien ratkaisuun liittyen parantaa rikastamalla matematiikan opetuksessa käytettäviä sanallisia tehtäviä. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi tässä väitöstutkimuksessa toteutettiin viisi osatutkimusta.

Osatutkimuksessa I vertailtiin suomalaisissa ja thaimalaisissa matematiikan oppikirjoissa käytettävien sanallisten tehtävien ominaisuuksia. Tutkimuksessa analysoitiin 1565 sanallista tehtävää suomalaisista ja thaimalaisista eri oppikirjasarjojen toisen–neljännen luokan matematiikan oppikirjoista. Tulokset osoittivat, että suomalaisissa oppikirjoissa esiintyvät sanalliset tehtävät eroavat monin tavoin Thaimaassa käytössä olevien oppikirjojen tehtävistä. Suomalaisissa oppikirjoissa on enemmän useita välivaiheita sisältäviä sanallisia tehtäviä, kun taas thaimalaisissa oppikirjoissa esiintyy enemmän yksivaiheisia sanallisia tehtäviä. Thaimalaisissa oppikirjoissa on prosentuaalisesti vähemmän toistavia osioita (sisältävät ainoastaan tietyn tyyppisiä tehtäviä) kuin suomalaisissa oppikirjoissa. Molempien vertailtavien maiden oppikirjoissa sellaisten tehtävien osuus, joiden ratkaiseminen vaatii todellisten arkielämän näkökohtien huomioimista, on todella vähäinen, vain noin viisi prosenttia kaikista sanallisista tehtävistä.

Osatutkimukset II ja III esittelivät niin sanotun Sanallisten Tehtävien Rikastaminen (STR) –ohjelman vaikutuksia, joka kehitettiin tarkoituksena rohkaista opettajia hyödyntämään opetuksessaan innovatiivisia, itse kehittelemiään sanallisia ongelmia parantamaan oppilaiden matemaattisen mallintamisen ja ongelmanratkaisun taitoja. Tutkittavina oli 10 luokanopettajaa ja heidän 170 oppilastaan neljänneltä ja kuudennelta luokalta varsinaissuomalaisista kouluista. *Osatutkimuksessa II* selvitettiin intervention vaikuttavuutta suhteessa oppilaiden ongelmanratkaisutaitoihin. Tulokset osoittivat, että matematiikan opetuksessa sanallisten tehtävien rikastaminen on lupaava menetelmä oppilaiden ongelmanratkaisutaitojen parantamiseksi, kun ratkaistaan ei-rutiinomaisia ja soveltamista vaativia sanallisia ongelmia. Tässä osatutkimuksessa jäi kuitenkin vielä epäselväksi, onko STR:llä vaikutusta oppilaiden uskomuksiin sanallisten ongelmanratkaisutehtävien ratkaisua kohtaan ja kuinka ohjelma vaikuttaa erilaisen motivaation matematiikan opiskelua kohtaan omaavien oppilaiden oppimiseen. *Osatutkimuksessa III* selvitettiin STR-ohjelman vaikuttavuutta oppilaiden uskomuksiin sanallisiin ongelmanratkaisutehtäviin liittyen hyödyntäen latenttia profiilianalyysia (LPA) ja rakenneyhtälömallinnusta (structural equation modelling, SEM), joiden avulla analysoitiin erilaisten kognitiivisten, motivationaalisten ja uskomuksiin liittyvien tekijöiden välisiä suhteita. Tulokset indikoivat, että STR-ohjelman vaikutukset ovat erilaisia riippuen oppilaiden motivaatiotasosta matematiikan opiskelua kohtaan. STR:n vaikutukset uskomuksiin näkyivät ainoastaan niiden oppilaiden kohdalla, joilla oli alhainen motivaatio, kun taas ohjelmalla oli vaikutuksia ongelmanratkaisutaitojen tasoon vain sellaisten oppilaiden osalta, joiden motivaatio oli korkea.

Osatutkimuksissa IV ja V selvitettiin (1) sijoittuvatko oppilaiden suoritukset sanallisissa tehtävissä yhdelle vaikeusdimensiolle vai onko sanallisten tehtävien vaikeudessa eri dimensioita ja (2) kolmen tyyppisten sanallisten tehtävien (rutiinomaiset, ei-rutiinomaiset ja soveltamista vaativat tehtävät) vaikeustasoa hyödyntämällä modernia testiosioiden mallinnusmenetelmää (item response theory modelling, IRT). *Tutkimuksen IV* aineisto kerättiin osana sanallisten tehtävien interventioprojektia (vrt. *Osatutkimukset II ja III*). Tutkittavina oli 170 neljännen ja kuudennen luokan oppilasta. Oppilaiden suoriutumista sanallisista tehtävistä arvioitiin ongelmanratkaisutestillä, joka piti sisällään

viisi sanallista tehtävää: yhden rutiininomaisen tehtävän, kolme ei-rutiininomaista tehtävää ja yhden soveltamista vaativan tehtävän. *Osatutkimuksen IV* tulokset osoittavat, että oppilaiden suoriutuminen sanallisista tehtävistä voidaan odotusten vastaisesti nähdä yksilotteisena rakenteena. IRT-mallin tulokset antavat viitteitä, että teoreettisesti vaativampi soveltamista vaativa sanallinen tehtävä on vaikeustasoltaan haastavampi kuin ei-rutiininomaiset ja rutiininomaiset tehtävät.

Tulosten avulla ei kuitenkaan voitu vielä selittää, johtuiko soveltamista vaativan tehtävän (vrt. *Osatutkimus IV*) vaikeus siitä, että sen ratkaiseminen edellytti realististen näkökohtien huomioimista vai mahdollisesti jotkin muut relevantit tekijät (esim. desimaalilukujen tai jakolaskujen sisältyminen, monivaiheisempi ongelmanratkaisuprosessi). Tämän lisäksi otoskoko *Osatutkimuksessa IV* oli suhteellisen pieni monimutkaisen testiosiodien mallinnusmenetelmän hyödyntämiseen. Tästä syystä *Osatutkimuksessa V* hyödynnettiin suurempaa otoskokoa ja laajempaa sanallisten tehtävien joukkoa, joka sisälsi monipuolisempia rutiininomaisia ja ei-rutiininomaisia tehtäviä. *Osatutkimuksen V* aineistona oli aiemmassa Merkitystä etsimässä –projektissa koottu laaja aineisto. Tutkittavina oli 891 neljännen luokan oppilasta (446 poikaa ja 445 tyttöä) suurehkoissa kaupungeissa, pikkukaupungeissa ja maaseudulla sijaitsevista alakouluista eripuolilta eteläistä Suomea. Linjassa *Osatutkimuksen IV* tulosten kanssa, myös *Osatutkimuksen V* tulokset antoivat viitteitä, että oppilaiden suoriutuminen sanallisissa tehtävissä voidaan selittää yksilotteisella rakenteella. IRT-mallin tulokset eivät osoita selkeää eroa sanallisten tehtävien eri vaikeustasotyyppien välillä ja hylkäävät hypoteesin siitä, että soveltamista vaativien sanallisten tehtävien vaikeustaso olisi korkeampi kuin ei-rutiininomaisten tehtävien. Jotkut ei-rutiininomaiset sanalliset tehtävät näyttivät olevan vaikeampia kuin soveltamista vaativat tehtävät, vaikka muut ominaisuudet näiden kahden erityyppisten sanallisten tehtävien välillä olivat hyvin samankaltaiset (esim. vaativat samanlaisia laskutoimintoja ja yhtä monta välivaihetta).

Viiden osatutkimuksen tulokset paljastavat, että vaikka matematiikan oppikirjoja pidetään yleisesti korkeatasoisina Thaimaassa ja Suomessa, suurin osa niissä olevista sanallisista tehtävistä sisältävät yksinkertaisen tavoitteen ilman että ne edellyttäisivät todellisen elämän tilanteiden huomioon ottamista. Nämä tulokset osoittavat selkeästi, että kouluissa tarvitaan innovatiivisempia, soveltamista vaativia matematiikan sanallisia tehtäviä. Tutkimuksissamme kehitimme STR-ohjelman rohkaisemaan opettajia kehittämään itse omia ei-rutiininomaisia ja soveltamista vaativia tehtäviä ja hyödyntämään näitä itse kehitettyjä sanallisia tehtäviä parantaakseen matemaattista mallintamista ja oppilaiden sanallisissa ongelmanratkaisutehtävissä suoriutumista. Tulokset osoittavat, että STR tarjoaa lupaavan lähestymistavan parantaa oppilaiden ongelmanratkaisutaitojen lisäksi myös oppilaiden uskomuksia sanallisten tehtävien ratkaisemiseen liittyen. STR:n vaikutukset olivat erilaisia riippuen oppilaiden motivaatiotasosta. STR vaikutti vain sellaisten oppilaiden uskomuksiin, joilla oli alhainen motivaatio, kun taas ohjelman vaikutukset ongelmanratkaisutehtävissä suoriutumiseen oli nähtävissä ainoastaan niiden oppilaiden keskuudessa, joilla oli korkea motivaatio. Näiden tulosten mukaisesti on tärkeää, että opettajat tarjoavat riittävästi tukea oppilaille, jotta oppilaiden itsevarmuus parantuisi ja he tuntisivat itsensä vähemmän lannistuneiksi kohdatessaan ei-rutiininomaisia ja soveltamista vaativia sanallisia tehtäviä. Opettajien tulisi olla tietoisia erityyppisistä sanallisista tehtävistä ja hyödyntää tätä tietoa suunnitellessaan, kuinka tukea oppilaiden sanallisten tehtävien ongelmanratkaisua tarjoamalla vaikeustasoltaan erilaisia sanallisia tehtäviä.