Den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer

Elsa Sandås

Magisteravhandling i specialpedagogik
Fakulteten för pedagogik och välfärdsstudier
Åbo Akademi
Vasa, 2020

Abstrakt

Författare	Årtal
Sandås, Elsa	2020

Arbetets titel

Den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer

Opublicerad avhandling för magisterexamen i specialpedagogik	Sidantal (tot.)
Vasa: Åbo Akademi Fakulteten för pedagogik och välfärdsstudier	41

Referat

Matematikångest innebär negativa emotionella reaktioner orsakade av matematik eller tanken på att utföra matematikrelaterade uppgifter. Ångesten har visat sig ha ett negativt samband med matematikprestationer. Syftet med denna avhandling är att undersöka den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer bland finlandssvenska elever från årskurs sju till årskurs nio. Studiens forskningsfrågor är följande:

1. Hur förändras matematikångest över tid?
2. Hur påverkar matematikångest och matematikprestationer varandra över tid?

Elever från fem högstadieskolor i Svenskfinland deltog i studien. Data samlades in vid fyra tillfällen mellan år 2016 och 2019. Samplet bestod i det första datainsamlingsskedet av 509 elever i årskurs sju. Matematikångest mättes med MASA (*Math anxiety scale for adolecents*) och matematikprestationer med KTLT. Studien är en del av projektet *Ungdomars Välbefinnande och Kunskap I Framtidens Samhälle* (FRAM). Analyserna utfördes med hjälp av en regressionsmodell och en latent tillväxtkurva.

Resultaten visar på att matematikångest ökade signifikant från hösten i årskurs sju till våren i årskurs nio. Svaga negativa effekter hittades både av matematikångest på matematikprestationer och av matematikprestationer på matematikångest. Dessa effekter hittades från det första till det andra mättillfället och från det andra till det tredje mättillfället. I övriga fall var effekterna icke signifikanta. Resultaten stämmer väl överens med den tidigare forskning som gjorts på området och ger stöd för teorin om att relationen mellan matematikångest och matematikrelationer är reciprok, det vill säga ömsesidig (*the Reciprocal theory*).

Den ökning över tid som matematikångesten uppvisade, i kombination med den relation matematikångest har till matematikprestationer, innebär att matematikångest inte kan betraktas som något lärare kan förbise. Lärare, elever, föräldrar och andra berörda personer behöver ges kunskap om vad matematikångest är och framför allt om hur man tillsammans kan förebygga och minska ångesten.

Sökord/indexord

Matematikångest, matematikprestationer, math anxiety, mathematical performance, longitudinal, the Deficit theory, the Debilitating Anxiety Model, the Reciprocal theory, matematiikka-ahdistus

Innehållsförteckning

Tabeller

Figurer

Bilagor

1 Inledning

I detta kapitel presenteras avhandlingens bakgrund och motiv, dess syfte och forskningfrågor, dess disposition, samt dess centrala begrepp.

1.1 Bakgrund och motiv

Kunskaper inom matematik är nödvändiga både i arbetslivet och i vardagslivet. Matematikkunskaper behövs för att hantera privatekonomi och ger förmåga att bedöma rimlighet, resonera, analysera och tänka abstrakt. I de flesta yrkesbranscher och utbildningar värdesätts matematikkunskaper. I synnerhet studier och jobb inom naturvetenskapliga, tekniska, medicinska, ingenjörsvetenskapliga och självklart matematiska branscher är matematikkunskaper en förutsättning. Svaga matematikkunskaper eller undvikande av matematik kan därmed ha allvarliga och långsiktiga konsekvenser både för individen och för samhället (Namkung, 2019).

En faktor som i studier visat sig ha ett samband med försvagade matematikprestationer (Hembree 1990; Sheffield & Hunt, 2006; Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moore, 2009; Brunyé et al., 2013) och undvikande av matematik (Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moore, 2009) är matematikångest. Matematikångest innebär negativa emotionella reaktioner orsakade av matematik och stör matematiska prestationer både i vardagslivet och skolmiljön (Maloney & Beilock, 2012; Richardson & Suinn, 1973, s. 551). Forskning om matematikångest och dess relation till matematikprestationer är viktig, eftersom forskningen har en central funktion i arbetet med att förebygga och minska matematikångest (Namkung, 2019) .

Ur ett lärarperspektiv är kunskap om matematikångest och hur man kan motarbeta den högst relevant. Lärare kommer med stor sannolikhet att möta elever vars matematiksvårigheter kan härledas till matematikångest. Enligt läroplansgrunderna för matematikämnet skall undervisningen stödja eleverna i att utveckla en positiv självbild och ett gott självförtroende som elev i matematik. Elevernas iver och intresse för matematik skall stödjas och en positiv attityd till matematik skall främjas. Dessa läroplansstadgar, i kombination med tidigare nämnda negativa effekter av matematikångest, ger god grund för att som lärare ta matematikångest på allvar (Utbildningsstyrelsen, 2014, s. 129).

Den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer är hittills relativt outforskad, inte minst i finländsk kontext. De få studier som gjorts har framför allt fokuserat på elever i de lägre årskurserna (Cargnelutti, Tomasetto, & Passolunghi, 2017; Ching, 2017; Vukovic et al., 2013; Krinzinger, Kaufmann & Willmes, 2009; Gunderson, Park, Maloney, Beilock & Levine, 2018; Sorvo et al., 2019). Endast en finländsk longitudinell studie har undersökt relationen mellan matematikångest och matematikprestationer bland elever i årskurs sju till nio (Kyttälä & Björn, 2010). Denna studie mätte inte om matematikångest förändrades över tid. Till min kännedom har endast en studie i världen undersökt denna relation efter grundskolan (Ma & Xu, 2004).

Med min studie vill jag bidra till forskningen genom att göra den hittills första longitudinella studie av relationen mellan matematikångest och matematikprestationer som utförts i Svenskfinland. Studien blir en av få studier som fokuserat på elever i de högre årskurserna och även en av de längre studierna som gjorts (sett till antal mättillfällen). Detta görs genom en kvantitativ studie bland finlandssvenska elever mellan årskurs sju och årskurs nio. Data är insamlat inom ramen för FRAM projektet (*Ungdomars Välbefinnande och Kunskap I Framtidens Samhälle*).

Studien blir den första i sitt slag som gjorts bland finlandssvenska elever och den första i Finland som mäter matematikångestens utveckling över tid. Dessa aspekter ger hittills unika förutsättningar att undersöka relationen mellan matematikångest och matematikprestationer och bidrar därmed till kunskapen om matematikångest. Denna kunskap kan i sin tur på lång sikt bidra till förebygga och minska matematikångest.

1.2 Syfte och forskningsfrågor

Syftet med denna avhandling är att undersöka den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer bland elever från årskurs sju till årskurs nio. Utgående från syftet har följande forskningsfrågor formulerats:

1. Hur förändras matematikångest över tid?
2. Hur påverkar matematikångest och matematikprestationer varandra över tid?

1.3 Avhandlingens disposition

Denna avhandling består av fem huvudsakliga delar: inledning, teoretisk bakgrund, metod, resultat och diskussion. I det inledande kapitlet motiverar jag valet av forskningsområde och presenterar syfte och forskningsfrågor. I den teoretiska bakgrunden definierar jag begreppet matematikångest och redovisar forskning kring dess förekomst och dess relation till matematikprestationer. Metodkapitlet presenterar hypoteser, projektet FRAM, mätinstrumenten och behandlar forskningsetiska aspekter. I resultatkapitlet presenteras studiens resultat och i diskussionskapitlet diskuteras dessa resultat och metod, samt förslag till fortsatt forskning.

1.4 Centrala begrepp

Avhandlingens centrala begrepp är de två variabler som undersökts i denna studie, det vill säga matematikångest och matematikprestationer. Matematikångest kan definieras som negativa emotionella reaktioner orsakade av matematik (Maloney & Beilock, 2012). Matematikångest mäts vanligtvis med hjälp av självskattningsformulär (Carey, Hill, Devine, & Szücs, 2016). I denna studie har självskattningsformuläret *Math anxiety scale for adolecents (MASA)* använts för att mäta nivån av matematikångest hos eleverna. En mera djupgående beskrivning av matematikångest ges i avhandlingens teoretiska bakgrund.

Matematikprestationer, det vill säga hur en individ presterar vad gäller matematik, mäts i en del studier med olika slags matematiska test. I andra studier syftar termen på vitsord i matematik i skolan. I denna studie syftar begreppet på elevens resultat i räknefärdighetstestetet *KTLT*. En närmare beskrivning av mätinstrumenten ges i avhandlingens metodkapitel.

2 Teoretisk bakgrund

I den teoretiska bakgrunden behandlas framför allt matematikångest. Teman som tas upp är matematikångestens definition, dess förekomst, dess orsaker och konsekvenser, samt sambandet mellan matematikångest och matematikprestationer. Avslutningvis har jag valt att kortfattat presentera några forskningsbaserade interventioner och förebyggande metoder för matematikångest, eftersom jag i diskussionskapitlet hävdar att matematikångest bör förebyggas och motverkas.

2.1 Matematikångest

Det finns ett antal olika definitioner av begreppet matematikångest. Gemensamt för dem alla är dock beskrivningen av matematikångest som obehag i mötet med matematik.

En av de mest etablerade definitionerna är formulerad av Frank C. Richardson och Richard M. Suinn. De definierar begreppet som känslor av anspänning eller oro som stör matematiska prestationer i vardagslivet och skolmiljön (Richardson & Suinn, 1973, s 551). En annan definition av matematikångest är negativa emotionella reaktioner orsakade av matematik eller tanken på att utföra matematikrelaterade uppgifter (Maloney & Beilock, 2012). Ashcraft och Moore (2009) definierar begreppet som en negativa känslomässig reaktion i mötet med matematik, siffror och matematiska uträkningar.

Matematikångest korrelerar medelstarkt med flera andra typer av ångest, framför allt med provångest. Matematikångest utgör ändå ett eget ångesttillstånd eftersom ångesten avgränsas till matematiska situationer. Matematikångest har inget samband med intelligens (Ashcraft och Moore, 2009).

Matematikångest mäts vanligtvis med hjälp av självskattningsformulär (Carey et al., 2016). Olikheter i vilket självskattningsformulär man använt sig av, vilken definition av matematikångest man tillämpat och vilka individer som ingått i samplet kan enligt Dowker, Sarkar och Looi (2016) vara möjliga förklaringar till den stora variationen i uppgifterna kring förekomsten av matematikångest.

2.1.1 Förekomst

Olika studier rapporterar vitt skilda förekomster av matematikångest. I en engelsk studie bland tonåringar påvisades 2–4% uppleva matematikångest (Chinn, 2009). Bland första årets studerande (i åldern 17-22) vid ett amerikanskt universitet var förekomsten cirka 2% (Resnick et al., 1982). En studie bland unga vuxna i

Storbritannien visade däremot att hela 30% av respondenterna upplevde matematikångest (Johnston-Wilder et al., 2014). Enligt Blazer (2011) upplever uppskattningsvis 95% av den amerikanska befolkningen matematikångest i någon mån.

Enligt uppgifter från Programme for International Student Assessment (PISA) 2012 uppger 59% av 15-16-åringar att de ofta oroar sig inför att matematiken i skolan kommer att vara för utmanande för dem. 33% blir väldigt spända när de gör matematikläxor och 31% sade sig bli väldigt nervösa när de skall lösa matematiska problem (OECD, 2013, s. 98-101).

Studier har visat att matematikångest ökar med stigande ålder (Balogˇlu & Koçak, 2006; Wigfield och Meece, 1988) och når sin kulmen kring årskurs 9 (Hembree, 1990; Wigfield och Meece, 1988). Studier (Lee, 2009; Foley et al., 2017) har även visat en högre förekomst av matematikångest bland elever i asiatiska länder än i europeiska länder, möjligtvis på grund av högre samhälleliga prestationskrav.

Förekomsten av matematikångest har i flera studier (bland annat Johnston-Wilder et al., 2014; Chinn, 2009; Balogˇlu & Koçak, 2006; Hembree, 1990; Wigfield & Meece, 1988) visat sig vara högre bland flickor än bland pojkar. Detta trots att flickor och pojkar presterar på samma nivå inom matematik (Devine et al., 2012). En studie av Geary et al. (2019) konstaterade att matematikångest var betydligt högre bland flickor vad gällde utvärderings- och bedömningssituationer (såsom prov och test), men inte vad gällde själva inläringssituationen. Vidare visade studien att flickors matematikångest oftare är kopplad till den egna matematiska kompetensen.

Potentiella orsaker till skillnaderna mellan könen kan vara att flickor är mera benägna att erkänna ångestrelaterade känslor (Devine et al. 2012), att pojkar har högre självförtroende och själveffektivitet inom matematikämnet (Sherman, 1980; Gallagher & Kaufman, 2005) eller att samhället socialiserar flickor att tro att matematik är ett område som tillhör pojkar (Devine et al., 2012).

2.1.2 Orsaker och konsekvenser

Matematikångest uppkommer enligt studier ofta redan under de första skolåren (Newstead, 1998) och anses i de flesta fall vara ett inlärt beteende som uppkommer i mötet med sociala sammanhang där individen förväntas visa matematiskt kunnande, såsom skolan (Sheffield & Hunt, 2006). En bidragande orsak till uppkomsten av matematikångest kan enligt Chinn (2009) vara matematikämnets svartvita natur. Frågeställningarna som förekommer inom matematiken har oftast ett enda rätt svar och ett oändligt antal felaktiga svar. Risken att svara fel är därmed stor. Det finns även forskning (Wang et al., 2014) som indikerar att cirka 40% av matematikångestens uppkomst kan härledas till genetiska faktorer.

Matematikångest har i ett antal studier visat sig korrelera negativt med matematikprestationer (bland annat Hembree 1990; Sheffield & Hunt, 2006; Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moore, 2009; Brunyé et al., 2013; Geary et al., 2019). Detta samband har påvisats bland elever i gymnasieåldern (Ashcraft & Moore, 2009), på högskolenivå (Ashcraft & Moore, 2009) och även bland yngre elever (Ramirez et al., 2013). Det negativa sambandet mellan matematikångest och matematikprestationer har visat sig vara speciellt tydligt när personen ställs inför komplexa aritmetiska problem (Ashcraft & Moore, 2009) men har även visat sig vad gäller mera grundläggande matematiska färdigheter (Maloney et al., 2010). Personer med hög matematikångest presterar på normal nivå i övriga kognitiva test (Maloney & Beilock, 2012).

Det finns ett antal olika förklaringsmodeller till den negativa korrelationen mellan matematikångest och matematikprestationer som konstaterats. Personer med höga grader matematikångest tenderar till exempel att undvika situationer där matematik förekommer, såsom matematiklektioner och matematikkurser (Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moore, 2009). Härmed får personer med matematikångest mindre övning och vana, vilket kan antas vara en förklaring till svagare prestationer. En potentiell förklaring till detta undvikande beteende hittas i undersökningar som visat att personer med matematikångest uppvisar aktivitet i hjärnområden kopplade till smärta och upptäckt av hot när de får veta att de skall utföra en matematikuppgift (Lyons, & Beilock, 2012).

En annan möjlig orsak till matematikångestens negativa samband med matematikprestationer är att ångesten tar upp de arbetsminnesresurser som krävs vid utförande av matematiska beräkningar (Hopko, 1998; Ashcraft & Kirk, 2001; Sheffield & Hunt, 2006; Ashcraft & Moore, 2009). Detta kan leda till att personer med matematikångest blir kvar i primitiva problemlösningsstrategier. Primitiva problemlösningsstrategier är ineffektiva, arbetsdryga och innebär en stor risk för felsvar. Därmed har dessa strategier visat sig påverka matematikprestationer negativt (Ramirez et al., 2016).

2.1.3 Relationen mellan matematikångest och matematikprestationer

Den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer kan undersökas ur två synvinklar: matematikångestens effekt på framtida matematikprestationer och matematikprestationernas effekt på framtida matematikångest. Dessa två synvinklar representerar två etablerade teorier om riktningen i relationen mellan matematikångest och matematikprestationer: *The Deficit Theory* och *the Debilitating Anxiety Model* (Carey et al., 2016; Namkung, 2019).

Enligt *the Deficit Theory* ger svaga matematikprestationer upphov till matematikångest. Teorin stöds bland annat av forskning som visat att barn med inlärningssvårigheter har högre nivåer av matematikångest än andra barn (Passolunghi, 2011; Rubinsten & Tannock, 2010) och av longitudinell forskning (Carey et al., 2016).

Det finns forskning som stödjer att matematikångest kan härstamma från en nedsättning av grundläggande förmåga till numerisk bearbetning. Till exempel kunde Maloney et al. (2010) och Maloney et al. (2011) visa att vuxna med hög grad matematikångest hade nesatt förmåga till numerisk bearbetning jämfört med vuxna med låg grad matematikångest. Enligt Maloney et al. (2011) kan matematikångesten grunda sig i en nedsättning av den grundläggande förmågan till numerisk bearbetning, vilket hämmar utvecklingen av mera avancerade matematiska färdigheter.

Av de studier som undersökt som hittills undersökt matematikprestationernas longitudinella effekt på matematikångest har majoriteten kunnat påvisa en svag negativ påverkan (Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Sorvo et al, 2019; Kyttälä & Björn, 2010; Geary et al., 2019. Det finns dock även studier (Cargnelutti et al., 2017; Krinzinger et al., 2009) där ingen signifikant effekt av matematikprestationer på matematikångest hittats.

Enligt *the Debilitating Anxiety Model* (även kallad *the Cognitive Interference Theory*) är det däremot matematikångest som orsakar svaga matematikprestationer (Carey et al., 2016; Namkung, 2019). Denna teori stöds bland annat av studier där matematikångest visat sig påverka kognitiv kapacitet vid uträkningar negativt (Morsanyi, 2014; Hopko, 1998; Ashcraft & Kirk, 2001; Sheffield & Hunt, 2006; Ashcraft & Moore, 2009). Enligt teorin påverkar matematikångesten arbetsminneskapaciteten negativt. Ytterligare belägg för denna teori är att interventioner som fokuserat på att lindra matematikångest visat sig leda till förbättrade matematikprestationer (Hembree, 1990).

Majoriteten av de studier som undersökt matematikångestens longitudinella effekt på matematikprestationer har påvisat en svag till moderat negativ effekt av matematikångest på matematikprestationer (Ching, 2017; Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Krinzinger et al., 2009; Vukovic et al., 2013; Cargnelutti et al., 2017). Med andra ord har matematikångest i dessa studier visat sig leda till sämre matematikprestationer, vilket ger stöd för *the Debilitating Anxiety Model* (Carey et al., 2016). De två studier som utförts i Finland (Kyttälä & Björn, 2010; Sorvo et al. 2019) och en amerikansk studie (Geary et al., 2019) har däremot inte hittat någon signifikant effekt av matematikångest på matematikprestationer.

En tredje förklaringsmodell, *The Reciprocal Theory* (Jansen et al., 2013), hävdar i sin tur att relationen mellan matematikångest och matematikprestationer är ömsesidig. Detta innebär att matematikångest orsakar svagare matematikprestationer och att svaga matematikprestationer ger upphov till högre grad av matematikångest, i onda eller goda cirklar. Denna tendens hittades bland annat i en studie av Luo et al (2014). Det råder delade meningar angående synen på kausaliteten i relationen mellan matematikångest och matematikprestationer och de till synes motstridiga forskningsresultaten kan tänkas ge stöd för *the Reciprocal Theory* (Carey et al., 2016; Namkung, 2019).

Forskning kring riktningen i relationen mellan matematikångest och matematikprestationer är väsentlig bland annat eftersom kunskap om riktningen påverkar utformning av interventioner. Om svaga matematikprestationer ger upphov till ökad matematikångest bör interventioner fokusera på att förbättra matematikprestationer. Om matematikångest hämmar framtida matematikprestationer bör fokus i interventionerna ligga på att motverka ångesten (Namkung, 2019).

2.1.4 Förebyggande åtgärder och interventioner

I det förebyggande arbetet mot matematikångest är lärarens roll central. Läraren behöver vara uppmärksam på sin egen attityd till matematik (Blazer, 2011; Beilock et al., 2010; Rule & Harrell, 2006), koppla matematiken till vardagen, uppmuntra och stödja eleverna, fokusera på processen snarare än på rätt svar och uppmuntra till kritiskt tänkande. Elevaktiverande undervisning med användning av konkret material och tekniska hjälpmedel rekommenderas. Vidare bör läraren undvika att pressa osäkra elever in i utsatta situationer, så som att lösa uppgifter på tavlan inför klassen (Blazer, 2011).

Vad gäller interventioner som rekommenderas för matematikångest finns en nära koppling till interventioner för provångest. Positiva effekter har exempelvis påvisats när elever får skriva om sina känslor inför matematiktest (Ramirez & Beilock, 2011). Dessa resultat kan bero på att skrivandet medvetandegjorde eleverna om sina känslor och därmed gav förutsättningar att reglera dem (Ramirez & Beilock, 2011).

Flera interventionsmetoder fokuserar på olika avslappningstekniker (Hembree, 1990; Schneider & Nevid, 1993; Brunyé et al., 2013). De positiva effekterna antas här bero bland annat på att övningarna hjälper individen att ignorera de distraktioner som tar upp arbetsminneskapacitet (Brunyé et al., 2013). Hembree (1990) förespråkar att kombinera avslappningsövningar och gruppsamtal (kognitiv behandling).

En forskningsbaserad interventionsmodell går ut på att omvandla ångesten till iver (Brooks, 2014). Grundtanken för strategin är att det är betydligt svårare att växla från ångestfylld till lugn än det är att växla från ångestfylld till exalterad eller ivrig. Skiftet från ångest till lugn kräver inte enbart en psykologisk förändring i spänningsläge, utan även en fysisk. Iver har ett liknande fysiologiskt spänningsläge som ångest och ligger därför närmare till hands. Metoden går ut på att omtolka de fysiska reaktionerna som ångesten ger upphov till (till exempel ökad puls) till fysiska reaktioner på iver. I en studie kunde man konstatera att de som inför ett matematiktest fick instruktionerna "Try to get excited." (Försök bli exalterad.) presterade bättre än de som fick instruktionerna "Try to remain calm" (Försök hålla dig lugn.) eller de neutrala intstruktionerna "Please wait a few moments" (Var god och vänta en liten stund.) (Brooks, 2014).

Sheffield och Hunt (2006) delar in de forskningsbaserade interventionerna i två huvudsakliga kategorier: beteendefokuserade interventioner och kognitiva interventioner. De beteendefokuserade modellerna lägger fokus på de emotionella aspekterna av matematikångest. De kognitiva interventionerna fokuserar däremot på att ändra de negativa tankemönster som bidrar till matematikångest (Sheffield och Hunt, 2006).

3 Metod

I detta kapitel presenteras studiens metod. Inledningsvis diskuteras hypoteser utgående från avhandlingens syfte och forskningsfrågor. Därefter presenteras FRAM-projektet och de mätinstrument som använts i studien. Vidare behandlas och presenteras även deskriptiv statistik, bortfall och etiska aspekter. Avslutningvis beskrivs dataanalysen.

3.1 Syfte, forskningsfrågor och hypoteser

Avhandlingens syfte är att undersöka den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer bland finlandssvenska elever från årskurs sju till årskurs nio. Utgående från detta syfte har följande forskningsfrågor formulerats:

1. Hur förändras matematikångest över tid?
2. Hur påverkar matematikångest och matematikprestationer varandra över tid?

Angående matematikångestens utveckling över tid är min hypotes att matematikångesten förblir relativt stabil, med en liten ökning med stigande ålder. Med stöd av den forskning som hittills gjorts (Cargnelutti et al., 2017; Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Krinzinger et al., 2009; Sorvo et al, 2019; Geary et al., 2019) förväntas en moderat stabilitet. En del studier har visat att matematikångest ökar med stigande ålder (Balogˇlu & Koçak, 2006; Wigfield och Meece, 1988) och når sin kulmen kring årskurs nio (Hembree, 1990; Wigfield och Meece, 1988).

På basis av tidigare forskning som gjorts på området (Ching, 2017; Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Krinzinger et al., 2009; Vukovic et al., 2013; Cargnelutti et al., 2017) är min hypotes angående matematikångestens påverkan på framtida matematikprestationer att matematikångest påverkar matematikprestationer negativt på lång sikt. En svag till moderat negativ effekt är förväntad, vilket innebär att högre matematikångest kommer att visa sig leda till svagare matematikprestationer.

Vad gäller matematikprestationernas påverkan på framtida grad av matematikångest är min hypotes att matematikprestationer har en svag negativ effekt på matematikångest. Detta innebär att svaga matematikprestationer i längden ger upphov till högre matematikångest. Även denna hypotes görs utgående från tidigare forskning (Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Sorvo et al, 2019; Kyttälä & Björn, 2010; Geary et al., 2019).

3.2 Ungdomars Välbefinnande och Kunskap I Framtidens Samhälle

Denna avhandling är en del av den fyra år långa accelererade longitudinella studien *Ungdomars Välbefinnande och Kunskap I Framtidens Samhälle,* även kallad FRAM. Projektets primära syfte var att utreda samband mellan och utveckling av välbefinnande, prestationer och målsättningar bland ungdomar från årskurs sju till andra stadiets utbildning.

Projektet FRAM bedrevs främst av forskare inom specialpedagogik vid Åbo Akademi. Samarbetsparter var även Utbildningsstyrelsen, Föregångarna, Regionförvaltningsverkets svenska enhet för utbildningsväsendet och en extern expertgrupp. Drivkraften bakom projektet var en vilja att utvidga begreppet stödbehov till att tydligare innefatta elever vars välmående skapar problem för inlärning. Projektet hade tre delmål: att undersöka välbefinnande och färdigheter hos elever i årskurs sju och nio, att reda ut hur välbefinnande och färdigheter hos ungdomar påverkar utbildningsmålsättningar och val av vidare utbildning, samt att undersöka välbefinnande och färdigheter hos elever i andra stadiet.

Elever från fem högstadieskolor med regional spridning i Svenskfinland deltog i studien (två skolor från huvudstadsregionen, två från Österbotten och en från Östra Nyland). Data samlades in vid fyra tillfällen mellan år 2016 och 2019 (hösten 2016, våren 2017, hösten 2018 och våren 2019). Samplet bestod i det första datainsamlingsskedet av 583 elever i årskurs sju (Kohort 1: 293 flickor och 290 pojkar) och 497 elever i årskurs nio (Kohort 2: 261 flickor och 236 pojkar), sammanlagt 1079 elever.

I denna avhandlings studie analyseras elevernas matematikprestationer och matematikångest insamlade från den första kohorten (Kohort 1) vid alla fyra datainsamlingstillfällen (hösten 2016, våren 2017, hösten 2018 och våren 2019) bland elever i årskurs sju fram till årskurs nio. Detta val gjordes på grund av omfattande bortfall för de aktuella variablerna i Kohort 2.

Datainsamlingen för projektet FRAM gjordes genom elektroniska enkäter och skriftliga färdighetstest och skedde i grupp i den egna skolan under lektionstid. Både kvantitativa och kvalitativa data samlades in. Två forskningsassistenter åkte runt till skolorna och hade hand om mätningarna.

3.3 Mätinstrument

I detta kapitel presenteras de mätinstrument som använts för att mäta matematikprestationer och matematikångest: KTLT och MASA.

3.3.1 Matematikprestationer

Matematikprestationer mättes med den finlandssvenska översättningen av det standardiserade elektroniska räknefärdighetstestet KTLT. Testet är ett IRT (Item

Response Theory) test som innefattar tre stadier. Inledningsvis skall eleven bedöma en räkneuppgifts svårighetsgrad (lätt, medel, svår). Beroende på elevens bedömning väljer systemet slumpvis en uppgift från kategorierna lätt, medel och svår. Ytterligare fyra uppgifter ges på detta sätt. I det tredje stadiet börjar systemet anpassa sig enligt de svar som eleven ger och fortsätter att ge eleven slumpmässigt valda uppgifter för att kunna bedöma elevens slutliga nivå av matematikfärdigheter. Elevens resultat omvandlas till poäng (M = 100, *SD* = 15) för att förenkla tolkningen av resultaten (Räsänen et al., 2013).

3.3.2 Matematikångest

Matematikångestskalan *Math anxiety scale for adolecents (MASA),* utarbetad av Korhonen och Räsänen (2020), användes för att mäta nivån av matematikångest hos eleverna. I mätningen tar respondenten ställning till 14 påståenden som gäller upplevd ångest förknippad med matematik. Svaren ges genom en likertskala från 1 (falskt) till 5 (sant). Enkäten redovisas i Bilaga 1.

3.3.3 Deskriptiv statistik

Samplet för denna studie bestod av 509 respondenter vid tillfälle 1 (både vad gäller testen för matematikångest och för matematikprestationer). 261 av dessa var flickor (51,3%) och 248 pojkar (48,7%). Det första mättillfället var under hösten i årskurs sju, det andra mättillfället var under våren årskurs sju, det tredje mättillfället under hösten i årskurs nio och det fjärde mättillfället under våren i årskurs nio.

I analyserna har en summavariabel för matematikångest konstruerats av de 14 frågorna i MASA (i denna avhandling förkortad MÅ). Likaså har frågorna i KTLT sammanställts till en variabel för matematikprestationer (i denna avhandling förkortad MP). Korrelationer och deskriptiv statistik för alla variabler presenteras i Tabell 1.

Tabell 1

Korrelationer och deskriptiv statistik

Variabel	*M*	*SD*	MÅ1[a]	MÅ2[a]	MÅ3[a]	MÅ4[a]	MP1[b]	MP2[b]	MP3[b]	MP4 [b]
MÅ1[a]	2,045	0,751	—							
MÅ2[a]	2,079	0,808	0,728**	—						
MÅ3[a]	2,220	0,861	0,631**	0,726**	—					
MÅ4[a]	2,210	0,902	0,589**	0,642**	0,738**	—				
MP1[b]	100,275	12,627	–0,284**	–0,290**	–0,255**	–0,377**	—			
MP2[b]	102,113	16,398	–0,374**	–0,354**	–0,377**	–0,268**	0,623**	—		
MP3[b]	109,213	16,234	–0,320**	–0,313**	–0,261**	–0,267**	0,666**	0,688**	—	
MP4[b]	109,628	16,454	–0,332**	–0,310**	–0,284**	–0,290**	0,660**	0,688**	0,795**	—

**. Korrelationen är signifikant på 0,01-nivå

[a] Jag hänvisar till de olika datainsamlingstillfällena genom en numrering av variabeln (MÅ1: matematikångest vid hösten i årskurs sju, MÅ4: matematikångest vid våren i årskurs nio och så vidare).

[b] Jag hänvisar till de olika datainsamlingstillfällena genom en numrering av variabeln (MP1: matematikprestationer vid hösten i årskurs sju, MP4: matematikprestationer vid våren i årskurs nio och så vidare).

3.3.4 Bortfall

Enligt Hair et al. (2010) är bortfall näst intill oundvikligt i multivariata longitudinella studier. Likaså lyfter Enders (2010, s. 1) fram att bortfall är allmänt förekommande i forskning inom social, beteenderelaterad och medicinsk forskning. Forskaren behöver vara medveten om och ta i beaktande de aspekter av bortfallet som kan ha en påverkan på resultatets generaliserbarhet. Detta görs genom att identifiera mönster och relationer som ligger bakom bortfallet med syfte att bevara en fördelning av värden som ligger så nära den ursprungliga fördelningen av världen som möjligt när åtgärder görs (Hair et al., 2010, s. 42).

Tabellen nedan (Tabell 2) presenterar antalet elever som deltog vid respektive mättillfälle. Detta synliggör bortfallet.

Tabell 2

Sampelstorlek vid datainsamlingstillfällen

Mättillfälle	Antal deltagare (*n*)
MÅ1[a]	509
MÅ2[a]	456
MÅ3[a]	408
MÅ4[a]	392
MP1[b]	509
MP2[b]	476
MP3[b]	422
MP4[b]	425

[a] Jag hänvisar till de olika datainsamlingstillfällena genom en numrering av variabeln (MÅ1: matematikångest vid hösten i årskurs sju, MÅ4: matematikångest vid våren i årskurs nio och så vidare).

[b] Jag hänvisar till de olika datainsamlingstillfällena genom en numrering av variabeln (MP1: matematikprestationer vid hösten i årskurs sju, MP4: matematikprestationer vid våren i årskurs nio och så vidare).

Alla elever som deltog minst en gång under de fyra datainsamlingstillfällena inkluderades i analyserna. Maximum Likelihood Estimator har används för att hantera bortfallet i analyserna. För att analysera bortfallet användes bortfallsanalysen Little's MCAR-test.

I Little's MCAR-test klassificeras bortfall i tre huvudsakliga kategorier: *Missing at Random Data* (MAR), *Missing Completely at Random Data* (MCAR) och *Missing Not at Random* (MNAR). Är bortfallet inom kategorin *Missing Completely at Random Data* innebär det att bortfallet bedöms vara helt slumpartat, det vill säga att bortfallet inte har något samband med övriga variabler eller med värdet av variabeln i fråga. Är bortfallet inom kategorin *Missing at Random Data* kan det finnas en liten risk att bortfallet inte skett helt slumpmässigt, men risken för detta är låg eftersom det inte finns några klara orsaker att att tro att bortfallet inte är slumpmässigt. Det finns desvärre inget test för att garantera att bortfallet faller inom kategorin *Missing at Random.* Bortfallet tillhör kategorin *Missing Not at Random* när sannolikheten för bortfall hos en variabel har ett samband med variabelns värde också efter att man kontrollerat för övriga variabler. (Enders, 2010, s. 5-8, 19-20).

Med hjälp av en bortfallsanalys (Little's MCAR-test) konstaterades att bortfallen inte vara fullständigt slumpmässiga (*missing completely at random*), eftersom signifikansvärdet är under 0,005: χ^2(289.379), df = 226, p = 0,003 (IMB Knowledge Center, u.å). Maximum Likelihood Estimator har använts för att beakta detta. Bortfallet bedöms dock vara slumpmässiga (*missing at random*), eftersom det inte finns någon orsak att tro att bortfallet inte är slumpmässigt.

3.3.5 Forskningsetiska aspekter

Detta kapitel presenterar avhandlingens forskningsetiska aspekter. Inledningsvis behandlas reliabilitet och validitet. Avlutningsvis diskuteras övriga etiska aspekter.

3.3.5.1 Reliabilitet

Reliabilitet, eller tillförlitlighet, är ett grundläggande kriterium för bedömningen av ett mätinstrument. Reliabilitet innebär att en mätmetod är konsekvent, det vill säga okänslig för slumpens inverkan. Förenklat sagt visar reliabilitet ett tests korrelation med sig själv. Reliabilitet kan mätas objektivt. Detta görs oftast genom att kontrollera Cronbachs Alpha-värdet (Tavakol & Dennick , 2011).

Cronbachs Alpha antar ett värde mellan 0 och 1. Det finns olika direktiv kring vilka värden som är acceptabla, med omfånget 0,70 till 0,95. Ett lågt värde kan bero på att testet innehåller få frågor, heterogena konstruktioner eller att testets frågor är svagt relaterade till varandra. Ett högt Cronbachs Alpha-värde kan indikera att en del frågor tangerar varandra (Tavakol & Dennick , 2011).

För att säkra reliabilitet kontrollerades Cronbachs Alpha för mätinstrumentet för matematikångest (MASA). Cronbachs Alpha är 0,897 för mättillfälle 1; 0,912 för mättillfälle 2; 0,918 för mättillfälle 3 och 0,929 vid mättillfälle 4. Värdet är med andra ord högt vid samtliga mättillfällen.

3.3.5.2 Validitet

Med validitet menas ett mätinstruments eller en undersöknings förmåga att mäta det den påstår sig mäta. Validitet har ett nära samband med reliabilitet, eftersom validitet förutsätter reliabilitet. Validitet kontrolleras oftast genom faktoranalys (Tavakol & Dennick , 2011).

För att säkra undersökningens validitet genomfördes en explorativ faktoranalys (EFA) för variabeln matematikångest. Utgående från denna analys kunde konstateras att både en enfaktormodell och en tvåfaktormodell skulle vara lämplig för variabeln. På grund av modellens komplexitet valdes en enfaktormodell i analyserna. Nedan följer en argumentation för användningen av en enfaktormodell.

En enfaktormodell i SPSS för mättillfälle 1 med maximum likelihood som rotation ger KMO-värdet 0,911. Bartletts test är signifikant (<0,05) och eigenvalue över 6. En enfaktormodell förklarar 44% av variansen. Både en enfaktormodell och en tvåfaktormodell ger kommunaliteter över 0,3 för alla frågor utom tre stycken. I båda modellerna är kommunaliteten för fråga 3, 5 och 14 aningen under 0,3.

De reproducerade korrelationerna i tvåfaktormodellen är relativt höga, vilket talar för en enfaktormodell. Andelen icke-redundanta residualer med värde över 0,05 är 39% (36 stycken) i enfaktormodellen. Residualerna är inte avsevärt bättre för en tvåfaktormodell (27% icke-redundanta residualer med värde över 0,05). Samtliga laddningar i factor matrix-tabellen för en enfaktormodell vid mättillfälle 1 är över 0,3. I Tabell 3 redovisas de enskilda frågornas laddningar.

En enfaktormodell i SPSS från mättillfälle 2 med maximum likelihood som rotation ger KMO-värdet 0,915. Bartletts test är signifikant (<0,05) och eigenvalue över 6. En enfaktormodell förklarar 48% av variansen. En enfaktormodell ger kommunaliteter över 0,3 för alla frågor utom fråga 3, 5 och 14. En tvåfaktormodell ger kommunaliteter över 0,3 för alla frågor utom fråga 3.

De reproducerade korrelationerna i tvåfaktormodellen är relativt höga, vilket talar för en enfaktormodell. Andelen icke-redundanta residualer med värde över 0,05 är 46% (42 stycken) för enfaktormodellen. Andelen icke-redundanta residualer med värde över 0,05 är 24% för tvåfaktormodellen. Samtliga laddningar i factor matrix-tabellen för en enfaktormodell är över 0,3. I Tabell 3 redovisas de enskilda frågornas laddningar.

En enfaktormodell i SPSS från mättillfälle 3 med maximum likelihood som rotation gav KMO-värdet 0,905. Bartletts test var signifikant (<0,05) och eigenvalue över 6. En enfaktormodell förklarar 49% av variansen. En enfaktormodell ger kommunaliteter över 0,3 för alla frågor utom fråga 3, 5 och 14. En tvåfaktormodell ger kommunaliteter över 0,3 för alla frågor utom fråga 3 och 5.

De reproducerade korrelationerna i tvåfaktormodellen är relativt höga, vilket talar för en enfaktormodell. Andelen icke-redundanta residualer med värde över 0,05 var 60% (55 stycken). Denna andel är betydligt mindre (27%) i en tvåfaktormodell. Samtliga laddningar i factor matrix-tabellen för enfaktormodellen är över 0,3. I Tabell 3 redovisas de enskilda frågornas laddningar.

En enfaktormodell i SPSS från mättillfälle 4 med maximum likelihood som rotation ger KMO-värdet 0,909. Bartletts test är signifikant (<0,05) och eigenvalue över 6. En enfaktormodell förklarar 53% av variansen. En enfaktormodell ger kommunaliteter över 0,3 för alla frågor utom fråga 3 och 14. En tvåfaktormodell ger kommunaliteter över 0,3 för alla frågor.

De reproducerade korrelationerna i tvåfaktormodellen är relativt höga, vilket talar för en enfaktormodell. Andelen icke-redundanta residualer med värde över 0,05 är 50% (46 stycken) i enfaktormodellen. Andelen icke-redundanta residualer med värde över 0,05 är 25% i tvåfaktormodellen. Samtliga laddningar i factor matrix-tabellen för enfaktormodellen är över 0,3. I följande tabell (Tabell 3) redovisas de enskilda frågornas laddningar.

Tabell 3

Factor Matrix för enfaktormodell för matematikångest

Fråga (MASA)	Laddning vid mättillfälle 1	Laddning vid mättillfälle 2	Laddning vid mättillfälle 3	Laddning vid mättillfälle 4
1	0,644	0,725	0,719	0,694
2	0,569	0,631	0,607	0,616
3	0,422	0,484	0,480	0,553
4	0,685	0,760	0,763	0,763
5	0,427	0,487	0,527	0,641
6	0,643	0,627	0,642	0,647
7	0,688	0,712	0,755	0,784
8	0,646	0,659	0,692	0,738
9	0,668	0,700	0,675	0,710
10	0,775	0,788	0,825	0,832
11	0,782	0,804	0,802	0,816
12	0,612	0,580	0,575	0,637
13	0,743	0,785	0,767	0,790
14	0,416	0,452	0,506	0,522

Korrelationerna mellan summavariablerna för de olika mättillfällena med enfaktormodellen är relativt höga. Detta talar för en enfaktormodell för matematikångest. Dessa korrelationer redovisas i Tabell 1.

3.3.5.3 Övriga etiska aspekter

Denna studie har följt etiska principer. Enligt autonomiprincipen bör forskare ta stor hänsyn till personers möjlighet till självbestämmande, samt respektera individens förmåga att självständigt ta ställning till information och handlingsalternativ (Olsson & Sörensen, 2007, s. 55). I enlighet med denna princip var deltagandet i FRAM-projektet frivilligt och förutsatte vårdnadshavares tillåtelse (i form av ett skriftligt formulär). Eleverna kunde avbryta sitt deltagande i studien när som helst. Både eleverna och deras vårdnadshavare fick information om projektet. Detta uppfyller även informationskravet och begriplighetskravet, det vill säga att informanterna bör få begriplig information om projektets syfte, upplägg, vad medverkan innebär, samt ge samtycke (Olsson & Sörensen, 2007, s. 55-56).

Enligt principen att inte skada bör informanternas integritet tryggas (Olsson & Sörensen, 2007, s. 55). Samtliga resultat från studien behandlas konfidentiellt och med respondenternas anonymitet tryggad. Även information om anonymitet kommunicerades till elever och vårdnadshavare. Rättviseprincipen innebär att alla personer skall behandlas lika och att urvalet av informanter skall göras enligt vetenskapliga normer (Olsson & Sörensen, 2007, s. 55). Även detta har efterföljts i denna studie.

Enligt godhetsprincipen skall utgångspunkten för forskning vara en strävan efter att göra gott genom att så tillförlitligt och effektivt som möjligt komma fram till ny kunskap som kan förbättra förebyggande, diagnostik, behandling eller omvårdnad (Olsson & Sörensen, 2007, s. 55). Bakom FRAM-projektet var drivkraften en vilja att utvidga begreppet stödbehov till att tydligare innefatta elever vars välmående skapar problem för inlärning. Även projektets delmål: att undersöka välbefinnande och färdigheter hos elever i årskurs sju och nio, att reda ut hur välbefinnande och färdigheter hos ungdomar påverkar utbildningsmålsättningar och val av vidare utbildning, samt att undersöka välbefinnande och färdigheter hos elever i andra stadiet, stämmer väl överens med godhetsprincipen.

3.4 Dataanalys

Alla analyser utfördes med verktyget *MPLUS* (version 8). För att undersöka matematikångestens förändring över tid användes en latent tillväxtkurva (latent growth curve model) för matematikångest vid de fyra mättillfällena. För att undersöka relationen mellan matematikångest och matematikprestationer användes en multivariat regressionsanalys.

Den enklaste formen av latent tillväxtkurva innefattar en variabel som mäts på samma sätt vid två olika tidpunkter. Så pass få tidpunkter är inte optimalt för att studera utveckling eftersom dessa endast kan ge information om tillväxtens storlek och inte om till exempel utvecklingens kurs eller utvecklingshastigheten. Därför rekommenderas den latenta tillväxtmodellen framför allt när man har fler än två mättillfällen (Duncan, 2013, s. 13).

Denna avhandlings studie innefattar som bekant fyra datainsamlingstillfällen. Med fler än två observationer kan validiteten för tillväxtmodellen kontrolleras. Dessutom tenderar precitionen i parameterns uppskattningar att öka tillsammans med antalet observationer för varje individ (Duncan, 2013, s. 13).

Två viktiga faktorer i en tillväxtkurva är startvärde (*intercept*) och lutningsvärde (*slope*). En latent tillväxtkurvas startvärde presenterar information om medelvärdet och variansen av startvärdena som kännetecknar varje individs tillväxtkurva. Med andra ord förmedlar startvärdet ett utgångsläge. Värdet för kurvans lutning ger information om hur brant utvecklingen är över tid (Duncan, 2013, s. 14).

Regressionsanalys är en av de mest användbara metoderna för att bestämma samband mellan två eller flera faktorer. Regressionsanalys omfattar grafiska och analytiska metoder för att bestämma samband mellan undersökningsvariabeln och en förklarande variabel (eller flera förklarande variabler) (Andersson et al., 1994, s.11).

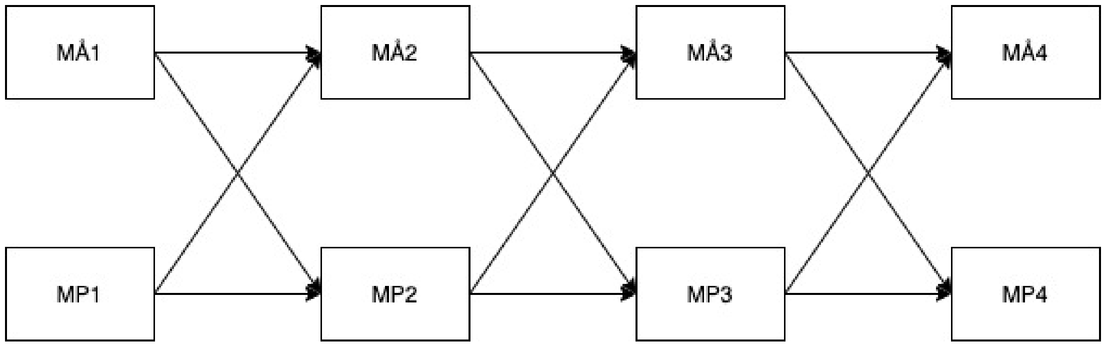
Ett av regressionsanalysens viktigaste användningsområden är effektuppskattningar (Andersson et al., 1994, s. 15; Pallant, 2001, s. 134). Detta innebär att analysen kan användas för att se hur en variabel påverkar en annan. För ett generaliserbart resultat i en regressionsanalys krävs ett tillräckligt stort sampel. Det finns olika direktiv kring denna storlek. En etablerad rekommendation för sampelstorlek är N > 50 + 8m, då m representerar antalet oberoende variabler (Pallant, 2001, s. 134). Med andra ord är samplet i denna studie tillräckligt stort med god marginal.

Med vilken styrka en variabel påverkar en annan anges med effektstorlek. Cohen (1988) refererad i Wang och Wang (2012, s. 417) anger att en effektstorlek som är 0,20 eller mindre benämns som svag och en effektstorlek som är 0,80 eller större benämns som stark. Antar effetstorleken ett värde mellan dessa gränsvärden benämns effekten vara moderat eller medelstark.

I denna avhandling ämnar jag undersöka hur matematikångest och matematikprestationer påverkar varandra över tid. Därför är regressionsanalys ett lämpligt verktyg för dataanalysen. Figuren nedan presenterar en hypotetisk förklaringsmodell för den multivariata regressionsanalys som använts i denna studie.

Figur 1

Regressionsmodell



Not. Jag hänvisar till de olika datainsamlingstillfällena genom en numrering av variabeln (MÅ1: matematikångest vid hösten i årskurs sju, MÅ4: matematikångest vid våren i årskurs nio, MP1: matematikprestationer vid hösten i årskurs sju, MP4: matematikprestationer vid våren i årskurs nio och så vidare).

3.4.1 Modellernas lämplighet för data

För att bedöma modellernas lämplighet för data (model fit) användes i samtliga analyser värdena för Chi^2 (χ^2), comparative fit index (CFI), Tucker–Lewis Index (TLI) och root mean square error of approximation (RMSEA).

Chi^2-värdet (χ^2) är ett värde som används för att bedöma en models lämplighet (Brown, 2015, s. 34). Chi^2-testet av modellers lämplighet är ett nonparametriskt test som visar om ett observerat värde signifikant skiljer sig från det förväntade värdet. Modellens lämplighet baserar sig i detta test på en jämförelse av den observerade fördelningen av data med den förväntade fördelningen. På basis av detta kan man bekräfta eller förkasta nollhypotesen, det vill säga hypotesen om att det inte finns någon signifikant skillnad mellan det observerade och det förväntade värdet (Statistic Solutions, 2020). Ett lågt chi^2-värde indikerar att modellen lämpar sig väl för data och ett högt värde innebär att modellen inte lämpar sig särskilt väl för data (Statistics How To, 2020).

Comperative fit index (CFI) är ett mått för att bedöma lämpligheten för en användarspecifierad lösning i relation till en mera begränsad modell. CFI antar ett värde mellan 0 och 1. Ju närmare ett värdet är, desto lämpligare är modellen för data (Brown, 2015, s. 72). Enligt Marsh et al. (2004) är ett gränsvärde för god *model fit* (lämplighet) ett CFI-värde nära eller över 0,95.

Tucker–Lewis Index är ett annat populärt och väletablerat mått för att bedöma en modells lämplighet. Tucker–Lewis Index innefattar mekanismer som kompenserar för effekten av modelkomplexitet. Detta innebär att TLI innehåller en straff-funktion för att lägga till parametrar som inte förbättrar modellen. Till skillnad från CFI är TLI icke-normerat, vilket innebär att TLI-värdet kan vara även utanför spannet 0 till 1. Ju närmare 1 värdet är, desto bättre lämpad är modellen för data (Brown, 2015, s. 73). Enligt Marsh et al. (2004) är ett gränsvärde för god *model fit* (lämplighet) ett TLI-värde över eller nära 0, 95.

Root mean square error of approximation (RMSEA) är ett mått för är ett vanligt och rekommenderat index för att bedöma en modells lämplighet för data. RMSEA är ett populationsbaserat index som grundar sig i den noncentrala chi square-fördelningen, vilket innebär fördelningen av de lämpliga funktionerna när modellens lämplighet inte är perfekt. RMSEA-värdet kan anta ett hur högt värde som helst (har ingen övre gräns), men det är ovanligt att värdet är över 1,00. RMSEA-värdet 0 indikerar perfekt lämplighet och värden nära noll inikerar att modellen lämpar sig väl för data (Brown, 2015, s. 71).

4 Resultat

I detta kapitel presenteras studiens resultat, en forskningsfråga i taget. Detta innebär att resultat angående matematikångestens utveckling över tid presenteras först och sedan reslutat angående den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer.

4.1 Matematikångest över tid

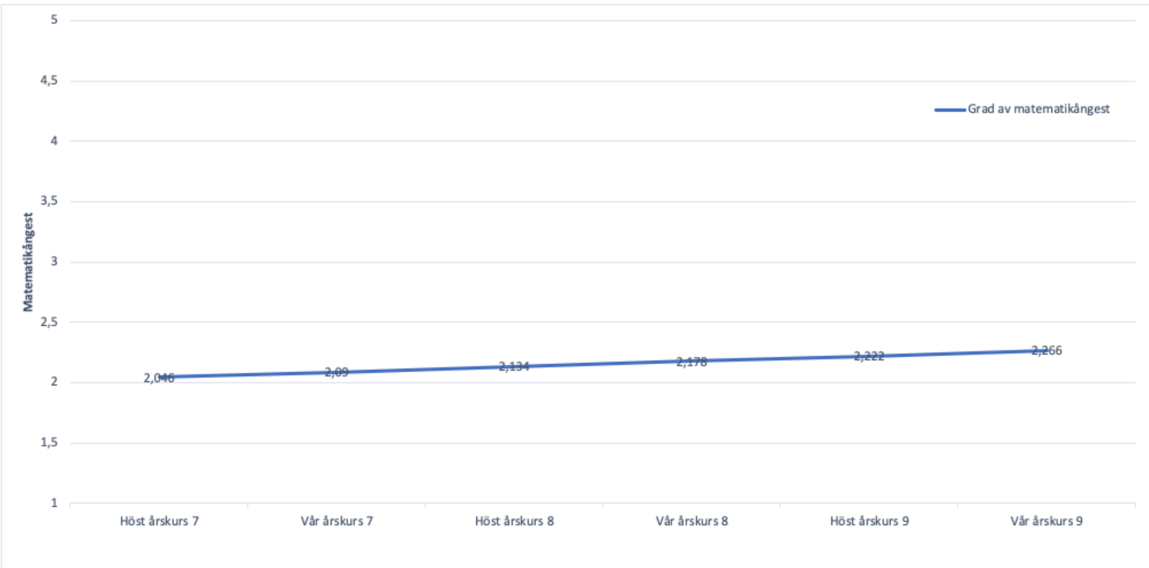
Enligt den latenta tillväxtkurvan ökar graden av matematikångesten från det första mättillfället signifikant till det fjärde mättillfället med ökningen S=0,044. Med andra ord ökade graden matematikångest från årskurs sju till årskurs nio. Resultaten visade att graden matematikångest var relativt låg på hösten i årskurs 7 (I=2,046), men ökade signifikant över tid (S = 0,044). Dessa värden är ostandardiserade.

Variansen inom både startvärdet (0.0459) och utvecklingen över tid (0.009) är signifikant (p=0,000). Detta tyder på att det kan finnas relativt stora individuella skillnader i både startvärdet och utvecklingen. Korrelationen mellan startvärdet (intercept) och ökningen mellan mättillfällena (slope) är inte signifikant. Detta tyder på att medelnivån av elevernas matematikångest inte direkt påverkar hur den utvecklas. Detta innebär till exempel att det inte verkar som att matematikångest utvecklas i snabbare takt för att man har hög matematikångest.

I Figur 3 redovisas den uppskattade utvecklingen av matematikångest vid de fyra olika tidpunkterna. Modellen lämpade sig väl för data [$\chi^2(6) = 535{,}37$, $p < 0{,}05$, CFI = 0,973, TLI =0,968 , RMSEA = 0.068].

Figur 2

Latent tillväxtkurva för matematikångest



Not. Inga mätningar gjordes hösten årskurs åtta och våren årskurs åtta, dessa värden har beräknats med hjälp av intercept och slope.

4.2 Matematikångestens effekt på matematikprestationer

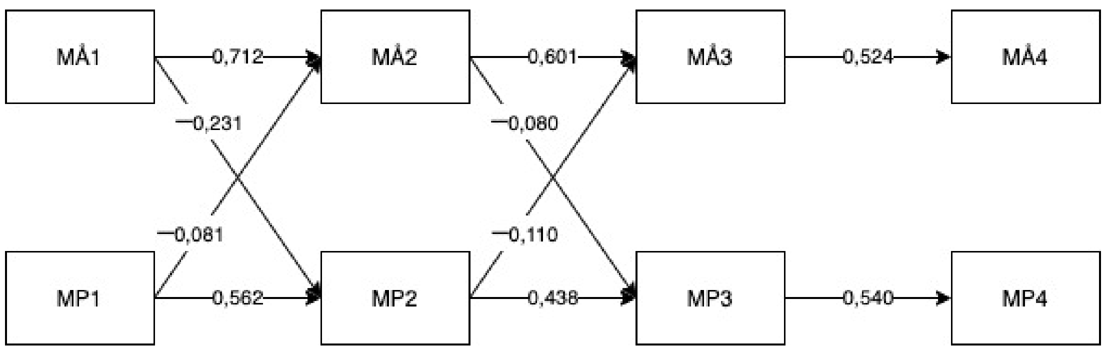
Matematikångest vid det första mättillfället hade en svag negativ effekt (β= –0,231) på matematikprestationer vid det andra mättillfället. Med andra ord hade hög matematikångest vid hösten i årskurs sju ett samband med svagare matematikprestationer vid våren årskurs sju. Matematikångest vid det andra mättillfället hade också en svag negativ effekt (β= –0,080) på matematikprestationer vid det tredje mättillfället. Hög matematikångest vid våren årskurs sju hade alltså ett samband med svagare matematikprestationer vid hösten i årskurs nio. Matematikångest vid det tredje mättillfället (hösten i årskurs nio) hade ingen signifikant effekt på matematikprestationer vid det fjärde mättillfället (våren i årskurs nio).

Matematikångest vid det första mättillfället (hösten i årskurs sju) hade ingen signifikant effekt på matematikprestationer vid det tredje mättillfället (hösten i årskurs nio) och inte heller på matematikprestationer vid det fjärde mättillfället (våren i årskurs nio). Matematikångest vid det andra mättillfället hade ingen signifikant effekt på matematikprestationer vid det fjärde mättillfället.

Modellen lämpade sig väl för data [$\chi^2(6) =$ 535,37, $p < 0,05$, CFI = 0,973, TLI =0,968 , RMSEA = 0.068]. I följande figur (figur 4) redovisas samtliga signifikanta effekter i regressionsanalysen.

Figur 3

Regressionsmodell för matematikångest och matematikprestationer



Not. Jag hänvisar till de olika datainsamlingstillfällena genom en numrering av variabeln (MÅ1: matematikångest vid hösten i årskurs sju, MÅ4: matematikångest vid våren i årskurs nio, MP1: matematikprestationer vid hösten i årskurs sju, MP4: matematikprestationer vid våren i årskurs nio och så vidare).

4.3 Matematikprestationernas effekt på graden av matematikångest

Matematikprestationer vid det första mättillfället hade en svag negativ effekt (β= – 0,081) på matematikångest vid det andra mättillfället. Svagare matematikprestationer vid hösten i årskurs sju ledde alltså till högre grad matematikångest vid våren i årskurs sju. Matematikprestationer vid det andra mättillfället hade en svag negativ effekt (β=– 0,110) på matematikångest vid det tredje mättillfället. Svagare matematikprestationer vid våren i årskurs sju ledde alltså till högre grad matematikångest vid hösten i årskurs nio. Matematikprestationer vid det tredje mättillfället (hösten i årskurs nio) hade ingen signifikant effekt på matematikångest vid det fjärde mättillfället (våren i årskurs nio).

Matematikprestationer vid det första mättillfället (hösten i årskurs sju) hade ingen signifikant effekt på matematikångest vid det tredje mättillfället (hösten i årskurs nio) och inte heller på matematikångest vid det fjärde mättillfället (våren i årskurs nio). Matematikprestationer vid det andra mättillfället (våren i årskurs sju) hade ingen signifikant effekt på matematikångest vid det fjärde mättillfället (våren i årskurs nio).

5 Diskussion

Syftet med denna avhandling är att undersöka den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer bland finlandssvenska elever från årskurs sju till årskurs 9. Detta syfte har uppfyllts genom att utforska följande två frågor:

1. Hur förändras matematikångest över tid?
2. Hur påverkar matematikångest och matematikprestationer varandra över tid?

Detta kapitel inleds med en resultatdiskussion där jag diskuterar studiens resultat utgående från de två forskningsfrågorna. Vidare diskuterar jag studiens metod.

Avslutningsvis reflekterar jag över generella implikationer och ger förslag till fortsatt forskning.

5.1 Resultatdiskussion

De centrala resultaten i denna undersökning är att negativa effekter hittades både av matematikångest på matematikprestationer och av matematikprestationer på matematikångest från hösten i årskurs sju till våren i årskurs sju och från våren i årskurs sju till hösten i årskurs nio. Vidare visar resultaten från studien att graden matematikångest ökade signifikant över tid (från hösten i årskurs sju till våren i årskurs nio). Ökningen var dock relativt liten (från medeltalet 2,046 till medeltalet 2,266).

Min hypotes angående angående den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer var på basis av tidigare forskning (Ching, 2017; Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Krinzinger et al., 2009; Vukovic et al., 2013; Cargnelutti et al., 2017; Sorvo et al, 2019; Kyttälä & Björn, 2010; Geary et al., 2019) att negativa effekter skulle komma att hittas i båda riktningarna. Jag uppskattade med andra ord att hög matematikångest orsakar svaga matematikprestationer på lång sikt och att svaga matematikprestationer i längden ger upphov till högre grader av matematikångest.

Angående matematikångestens utveckling över tid uppskattade jag utgående från tidigare forskning (Cargnelutti et al., 2017; Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Krinzinger et al., 2009; Sorvo et al, 2019; Geary et al., 2019) att matematikångest inte skulle komma att förändras särskilt drastiskt över, möjligtvis skulle en liten ökning konstateras (Balogˇlu & Koçak, 2006; Wigfield & Meece, 1988).

Jag kan konstatera att mina hypoteser delvis bekräftades. Negativa effekter hittades i båda riktningar (matematikångest på matematikprestationer och matematikprestationer på matematikångest), men dessa effekter var signifikanta enbart mellan mättillfälle ett och två och två och tre. Angående matematikångestens utveckling över tid visar denna studie en signifikant ökning från hösten i årskurs sju till våren i årskurs nio.

Resultaten angående matematikångestens utveckling över tid visar på en ökande tendens. Dessa resultat visar matematikångest inte kan beaktas som något lärare kan förbise, eftersom matematikångesten inte verkar vara ett kortvarigt och av sig själv övergående fenomen. Det finns en del studier som i likhet med denna studie visat att matematikångest ökar med stigande ålder (Balogˇlu & Koçak, 2006; Wigfield & Meece, 1988) och når sin kulmen kring årskurs nio (Hembree, 1990; Wigfield & Meece, 1988).

Från hösten i årskurs sju till våren i årskurs sju och från våren i årskurs sju till hösten i årskurs nio påvisades en negativ effekt av matematikångest på matematikprestationer. Detta innebär att matematikångest påverkat framtida matematikprestationer negativt. Dessa resultat stöder *the Debilitating Anxiety Model*, det vill säga teorin om att matematikångest orsakar svagare matematikprestationer (Carey, Hill, Devine och Szücs, 2016). Resultaten stämmer överens med internationell forskning som gjorts på området (Ching, 2017; Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Krinzinger et al., 2009; Vukovic et al., 2013; Cargnelutti et al., 2017).

En möjlig förklaringsmodell för dessa resultat är det undvikande beteende som matematikångest i forskning visat sig förorsaka (Ashcraft & Moore, 2009; Ashcraft & Krause, 2007). Detta beteendet kan bland annat förklaras med att personer med matematikångest i hjärnskanningar uppvisat aktivitet i hjärnområden som är kopplade till smärta och upptäckt av hot när de ställs inför en matematisk uppgift (Lyons, & Beilock, 2012). Undvikandet av matematik leder till mindre övning och kan därmed antas ge upphov till svagare prestationer.

En annan potentiell förklaring kan vara den hämmande inverkan som matematikångest visat sig ha på arbetsminnesresurser (Hopko, 1998; Ashcraft & Kirk, 2001; Sheffield & Hunt, 2006; Ashcraft & Moore, 2009). De hämmade arbetsminnesresurserna kan i sin tur resultera i att personer med hög grad matematikångest blir kvar i användning av primitiva och arbetsdryga problemlösningsstrategier, vilket kan leda till svagare prestationer inom matematik (Ramirez et al., 2016).

Det bör dock nämnas att effekten av tidigare matematikångest på senare matematikprestationer i denna studie var svaga och i ett av tre fall (från hösten i årskurs nio till våren i årskurs nio) icke signifikanta. Detta överensstämmer väl med de två övriga finländska studier som undersökt den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer. Varken i Kyttälä och Björns studie (2010) där man följde elever från årskurs åtta till årskurs nio, eller Sorvo et al.'s studie (2019) där man undersökte elever i årskurs två till fem under ett år (två mättillfällen) hittades några signifikanta effekter av matematikångest på matematikprestationer. Detta innebär att detta är den första finländska studie där en signifikant effekt av matematikångest på matematikprestationer kunnat påvisas.

En potentiell förklaring till de svaga eller uteblivna effekterna hittas i en studie av Lyons och Beilocks (2012). Deras forskning visar att personer med höga grader matematikångest i en del fall presterar bättre än personer med något lägre grad matematikångest. Hos individer med hög grad matematikångest korrelerade bättre prestationer med ökad aktivitet i främre parietalloben. Detta område i hjärnan styr kognitiv kontroll och omvärdering av negativa känslor. Detta resultat indikerar att en del personer med hög grad av matematikångest har förmågan att mildra de negativa effekterna av matematikångesten genom att använda sig av högre kognitiva funktioner. Det är möjligt att dessa högpresterande individer med hög matematikångest tar udden av statistiken genom att höja medeltalet och därmed blir en bidragande orsak till att kvantitativa studier av relationen mellan matematikångest och matematikprestationer oftast visar svaga effekter (Carey et al., 2016).

En annan möjlig förklaringsmodell till den svaga eller uteblivna effekten av matematikångest på matematikprestationer är att den påverkan matematikångest enligt forskning (Hopko, 1998; Ashcraft & Kirk, 2001; Sheffield & Hunt, 2006; Ashcraft & Moore, 2009; Lyons, & Beilock, 2012) har på matematikprestationer primärt angår den kognitiva kapaciteten i själva testsituationen. Med andra ord kan matematikångestens negativa effekt vara så pass omedelbar att den inte syns tydligt i longitudinella studier (Carey et al., 2016).

Det finns i nuläget inga uppgifter angående i vilken utsträckning finländska elever upplever matematikångest i jämförelse med elever internationellt. Därmed är det svårt att dra slutsatser kring varför de finländska studierna skiljer sig jämfört med den internationella forskningen. En möjlig förklaring, som nämns i Sorvo et al.'s artikel

(2019), är att det finländska skolsystemet är erkänt för sin kapacitet att tidigt upptäcka inlärningssvårigheter och ge de elever som behöver stöd. Det är därför möjligt att matematikångestens konsekvenser (i form av svaga matematikprestationer) lyckas motarbetas i ett tidigt skede i och med den finländska specialpedagogiken.

Även svaga negativa effekter av matematikprestationer på matematikångest påvisades i denna studie (från hösten i årskurs sju till våren i årskurs sju och från våren i årskurs sju till hösten i årskurs nio). Detta ger stöd för stöd för *the Deficit theory*, enligt vilken svaga matematikprestationer upphov ger till högre grad matematikångest (Carey et al., 2016). Resultaten stämmer även överens med tidigare finländsk och internationell forskning (Sorvo et al, 2019; Kyttälä & Björn, 2010; Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Geary et al., 2019).

En möjlig förklaring till dessa resultat finns i forskning som stödjer att matematikångest kan härstamma från nedsättning av grundläggande förmåga till numerisk bearbetning (Maloney et al., 2010, Maloney et al., 2011). Matematikprestationernas effekt på matematikångest kan enligt denna förklaringsmodell härledas till att matematikångesten grundar sig i en nedsättning av den grundläggande förmågan till numerisk bearbetning vilket i sin tur hämmar utvecklingen av matematiska färdigheter.

The Deficit Theory har stöd bland annat i att barn med inlärningssvårigheter visat sig ha högre grader av matematikångest än barn utan inlärningssvårigheter (Passolunghi, 2011; Rubinsten & Tannock, 2010). Det finns även forskning (Wang et al., 2014) som visar att cirka 12 % av matematikångestens uppkomst kan förklaras av genetiska faktorer kopplade till matematisk kognition.

Negativa effekter hittas med andra ord i båda riktningarna (matematikångest som både orsak till och konsekvens av svaga matematikprestationer) i denna studie. Stöd finns både för the *the Deficit Theory* (att svaga matematikprestationer orsakar förhöjd matematikångest) och *the Debilitating Anxiety Model* (att matematikångest orsakar svaga matematikprestationer). Liknande resultat har hittats även i annan forskning (Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004).

I de studier som hittills undersökt båda de kausala riktningarna i förhållandet mellan matematikångest och matematikprestationer har man i de flesta fall hittat starkare effekter av matematikprestationer på matematikångest än tvärtom (Gunderson et al., 2018; Ma & Xu, 2004; Kyttälä & Björn, 2010; Sorvo et al., 2019). Enligt Carey et al. (2016) kan detta dock bero på att effekterna av matematikångest på matematikprestationer kan vara mera omedelbara än effekterna av matematikprestationer på matematikångest och därför blir den senare riktningen mera synlig i longitudinell forskning.

I denna studie var effekten av matematikångest på matematikprestationer starkare i ett fall och effekten av matematikprestationer på matematikångest starkare i ett annat. Samtliga effekter är relativt lika i storlek. Denna studies resultat kunde indikera att *the Reciprocal Theory* är den mest lämpliga beskrivningen av relationen mellan matematikångest och matematikprestationer. Enligt denna teori är relationen ömsesidig (reciprok). Med andra ord leder matematikångest till svagare matematikpretationer och svaga matematikprestationer till högre grad matematikångest. Enligt denna teori handlar det om onda och goda cirklar utan någon bestämd riktning i orsaksförloppet (Carey et al., 2016).

The reciprocal theory har hittills undersökts i endast ett fåtal studier. Det saknas i nuläget tillräckligt med longitudinella data för att bekräfta eller dementera teorin (Carey et al., 2016). Däremot finns ett fåtal tvärsnittsstudier som kan ge en indikation gällande teorins relevans. Till exempel har man i forskning kunnat se tendenser av att tidigare prestationer påverkar nivån av matematikångest och att detta i sin tur påverkar framtida prestationer (Luo et al., 2014).

Klarhet kring relationen mellan matematikångest och matematikprestationer har en central roll i arbetet med att motverka och minska matematikångest. Är det primärt matematikångest som ger upphov till svaga matematikprestationer bör fokus i interventionsmetoder vara att minska och dämpa ångesten (till exempel Ramirez & Beilock, 2011; Brooks, 2014; Hembree, 1990; Schneider & Nevid, 1993; Brunyé, 2013). Är det däremot svaga matematikprestationer som orsakar matematikångest, bör tyngdpunkten i interventionerna ligga på att stödja och stärka elevens matematiska förmåga. Är relationen ömsesidig behöver insatser fokusera på båda dessa två dimensioner.

Matematikångestens stigande kurva över tid i kombination med dess effekter på matematikprestationer innebär att lärare, elever, föräldrar och andra berörda personer behöver ges kunskap om vad matematikångest är och framför allt hur man tillsammans kan förebygga och minska matematikångest. I synnerhet lärare behöver ges redskap för att tillämpa forskningsbaserade interventioner (såsom Brunyé et al., 2013; Ramirez & Beilock, 2011 och Sheffield & Hunt, 2006) och strategier för förebyggande arbete i klassrumskontexten (några sådana beskrivs i kapitel *2.1.4 Förebyggande åtgärder och interventioner*).

5.2 Metoddiskussion

Inom kvantitativ forskning grundar sig resultat på ett stort antal individer och ett begränsat antal variabler och därmed fås generella resultat (Olsson & Sörensen, 2007, s. 13). Relationen mellan teori och forskning bygger i denna ansats på hypotesprövning (Olsson & Sörensen, 2007, s. 13). En kvantitativ forskningsansats var därmed lämplig för att undersöka matematikångestens utveckling över tid och den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer. Även valen av regressionsanalys och latent tillväxtkurva som analysmetoder var ändamålsenliga för att svara på avhandlingens forskningsfrågor (valet av dessa analysmetoder behandlas närmare i kapitel *3.4 Dataanalys*).

Både den latenta tillväxtkurvan för matematikångest och regressionsmodellen för den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer lämpade sig väl för data. Detta konstaterades genom kontroll av värdena för chi^2, comparative fit index, Tucker–Lewis Index och root mean square error of approximation. Både den latenta tillväxtkurvan och regressionsmodellen höll sig inom gränsvärdena.

Bortfallet uppfyllde inte kraven för kategorin *missing completely at random*, men bedömdes ändå vara slumpmässigt (*missing at random*), eftersom det inte hittades skäl att misstänka att det inte var slumpmässigt (*missing not at random*). Det faktum att bortfallet inte uppfyllde kraven för *missing completely at random* kan dock bedömas vara en begränsing hos denna studie. Spekulerar man kring möjliga orsaker till att bortfallet inte skulle vara fullständigt slumpmässigt kunde man till exempel tänka sig att personer med med hög grad av matematikångest var mera benägna att avbryta sitt deltagande i studien, för att undvika att utsättas för testerna. Detta skulle vara i linje med det undvikande beteende som man i tidgare studier (Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moore, 2009) påvisat bland personer med hög grad av matematikångest.

Reliabilitet för mätinstrumentet för matematikångest (MASA) kontrollerades med Cronbachs Alpha. Cronbachs Alpha var 0,897 för mättillfälle 1; 0,912 för mättillfälle 2; 0,918 för mättillfälle 3 och 0,929 vid mättillfälle 4. Enligt Tavakol och Dennick (2011) finns olika direktiv kring vilka värden som är acceptabla, med omfånget 0,70 till 0,95. Den vanligaste rekommendationen är enligt dem att Cronbachs Alpha inte skall vara över 0,90. Enligt denna rekommendation är Cronbacks Alpha för mättillfälle 2, 3 och 4 aningen för höga. Höga värden kan enligt Tavakol och Dennick (2011) indikera att en del frågor överlappar varandra och kunde vinna på att slås ihop. Samtliga värden är dock under 0,95, vilket gör att de ryms inom det tidigare nämnda omfånget.

För att säkra undersökningens validitet synliggjordes de enskilda variablernas styrkor och svagheter och samvariationen mellan variablerna i summavariabeln matematikångest genom en explorativ faktoranalys (EFA). Både en enfaktor modell och en tvåfaktormodell lämpade sig för variabeln matematikångest. En enfaktormodell valdes på grund av modellens komplexitet. Att tvåfaktormodellen inte detso närmare utforskas är en svaghet hos denna studie som jag är medveten om. Valet motiveras med ett antal analyser som i detalj beskrivs i kapitlet *3.3.5 Forskningsetiska aspekter*.

Studien gjordes enligt etiska principer. Deltagandet i studien var frivilligt och förutsatte vårdnadshavares underskrift, eleverna och vårdnadshavarna gavs utförlig information och uppgifterna från studien har behandlats konfidentiellt, med informanternas anonymitet tryggad.

5.3 Konklusioner och förslag till fortsatt forskning

Det är viktigt att forskning som berör matematikångest och dess relation till matematikprestationer görs. Forskning på området är en förutsättning för utveckling av interventionsmetoder och metoder för förebyggande av matematikångest. Därtill har forskningen en central roll vad gäller att aktualisera ämnet och göra personer som på ett eller annat sätt är involverade i matematikundervisning medvetna om fenomenet, som kan ha långsiktiga och allvarliga konsekvenser. Med denna pro gradu avhandling vill jag bidra till detta arbete.

Longitudinell forskning är speciellt värdefull eftersom endast ett begränsat antal sådana studier hittills gjorts. Longitudinell forskning kan ge en mera komplett bild av matematikångest och dess konsekvenser. En naturlig väg att gå i fortsatt forskning är att innefatta även andra stadiets elever när man undersöker den longitudinella relationen mellan matematikångest och matematikprestationer, samt matematikångestens utveckling över tid. Detta har hittills gjorts i endast en studie (Ma & Xu, 2004).

För att avgöra huruvida *the Reciprocal Theory* är den mest lämpade beskrivningen av relationen mellan matematikångest och matematikprestationer behövs mera longitudinell information (Carey, Hill, Devine och Szücs, 2016). Detta är en riktning jag anser att framtida forskning med fördel kunde ta. Om forskningen lyckas bekräfta *the Reciprocal Theory* skulle även forskning kring interventionsmodeller baserade på denna teori vara väsentlig.

I faktoranalysen framkom att även en tvåfaktormodell för matematikångest lämpar sig för data. Denna modell utforskades inte desto mera inom ramen för denna studie, av tidigare nämnda anledningar. Genom att i framtida forskning använda sig av en sådan modell kunde man få mera deltaljerade uppgifter. En tvåfaktormodell med en indelning i *worry* och *emotion* är under utveckling. Det blir intressant att se vilka resultat forskning där denna modell tillämpas får.

En annan intressant riktning fortsatt forksning kunde ta är att vidare utforska de högpresterande eleverna med hög grad matematikångest som synliggjordes i Lyons och Beilocks (2012) studie. Det kunde vara givande att identifiera och synliggöra olika grupper bland personer med hög grad matematikångest genom till exemepel profilanalys.

Matematikångest har i denna studie visat sig öka över tid och ha en negativ påverkan på matematikprestationer. Kunskaper inom matematik är av största vikt både för samhället och individen. Matematikkunskaper behövs både i privatliv, studier och yrkesliv. Svaga matematikkunskaper kan därmed ha allvarliga och långsiktiga konsekvenser både för individen och för samhället. Därför är fortsatt forskning kring matematikångest viktigt, eftersom man med mera kunskap kan arbeta för att minska och förebygga uppkomsten av matematikångest mera effektivt.

Litteraturförteckning

Andersson, G., Jorner, U. & Ågren, A. (1994). *Regressions- och tidsserieanalys med och utan datorstöd* (2., [utök.] uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*(2), 224–237. https://doi.org/10.1037//0096-3445.130.2.224

Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(2), 243–248. https://doi.org/10.3758/BF03194059

Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics Anxiety and the Affective Drop in Performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *27*(3), 197–205. https://doi.org/10.1177/0734282908330580

Balogˇlu, M., & Koçak, R. (2006). A multivariate investigation of the differences in mathematics anxiety. *Personality and Individual Differences*, *40*(7), 1325–1335. https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.10.009

Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(5), 1860–1863. https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107

Blazer, C. (2011) Strategies for Reducing Math Anxiety. *Information Capsule*, *1102*. Hämtad 17.1.2019 från https://eric.ed.gov/?id=ED536509

Brooks, A. W. (2014). Get excited: Reappraising pre-performance anxiety as excitement. *Journal of Experimental Psychology: General*, *143*(3), 1144–1158. https://doi.org/10.1037/a0035325

Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (Andra upplagan). The Guilford Press.

Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Giles, G. E., Rapp, D. N., Taylor, H. A., & Kanarek, R. B. (2013). Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety. *Learning and Individual Differences*, *27*, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.06.008

Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szücs, D. (2016). The Chicken or the Egg? The Direction of the Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance. *Frontiers in Psychology*, *6*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987

Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. *Cognition and Emotion*, *31*(4), 755–764. https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1147421

Ching, B. H.-H. (2017). Mathematics anxiety and working memory: Longitudinal associations with mathematical performance in Chinese children. *Contemporary Educational Psychology*, *51*, 99–113. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.06.006

Chinn, S. (2009). Mathematics anxiety in secondary students in England. *Dyslexia 15*, 61–68. doi: 10.1002/dys.381

Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D., & Dowker, A. (2012). Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral and Brain Functions*, *8*(1), 33. https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-33

Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C.Y. (2016). Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? *Frontiers in Psychology, 7*(508), doi: 10.3389/fpsyg.2016.00508

Duncan, T. E. (2013). *An Introduction to Latent Variable Growth Curve Modeling: Concepts, Issues, and Application, Second Edition* (2:a uppl.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203879962

Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis*. Guilford Press.

Foley, A. E., Herts, J. B., Borgonovi, F., Guerriero, S., Levine, S. C. & Beilock, S. L. (2017). The Math Anxiety-Performance Link: A Global Phenomenon. *Current Directions in Psychological Science, 26*(1), pp. 52-58. doi:10.1177/0963721416672463

Gallagher, A. M., & Kaufman, J. C. (2005). *Gender differences in mathematics: an integrative psychological approach*. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press. Hämtad från http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511614446

Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., Chu, F., Scofield, J. E., & Ferguson Hibbard, D. (2019). Sex differences in mathematics anxiety and attitudes: Concurrent and longitudinal relations to mathematical competence. *Journal of Educational Psychology*, *111*(8), 1447–1461. https://doi.org/10.1037/edu0000355

Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, *19*(1), 21–46. https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1421538

Hair, J. F., Jr, Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. & Hair, J. F. (2010). *Multivariate data analysis: A global perspective* (7th ed.). Upper Saddle River (N.J.): Prentice Hall.

Hembree, R. (1990). The Nature, Effects, and Relief of Mathematics Anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, *21*(1), 33. https://doi.org/10.2307/749455

Hopko, D. R., Gute, J., Ruggiero, K. J., & Lewis, C. (1998) Mathematics Anxiety and Working Memory: Support for the Existence of a Deficient Inhibition Mechanism. *Journal of Anxiety Disorders*, *12*(4), 343-355. Hämtad 21.1.2019 från https://www-sciencedirect-com.ezproxy.vasa.abo.fi/search/advanced?docId=10.1016/S0887-6185(98)00019-X

Jansen, B. R. J., Louwerse, J., Straatemeier, M., Van der Ven, S. H. G., Klinkenberg, S., & Van der Maas, H. L. J. (2013). The influence of experiencing success in math on math anxiety, perceived math competence, and math performance. *Learning and Individual Differences*, *24*, 190–197. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.014

Johnston-Wilder, S., Brindley, J. & Dent, P. (2014) *A survey of mathematics anxiety and mathematical resilience among existing apprentices*. London: Gatsby Charitable Foundation.

Korhonen, J., & Räsänen, P. (2020) [Under arbete]

Krinzinger, H., Kaufmann, L., & Willmes, K. (2009). Math Anxiety and Math Ability in Early Primary School Years. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *27*(3), 206–225. https://doi.org/10.1177/0734282908330583

Kyttälä, M., & Björn, P. M. (2010). Prior mathematics achievement, cognitive appraisals and anxiety as predictors of Finnish students' later mathematics performance and career orientation. *Educational Psychology*, *30*(4), 431–448. https://doi.org/10.1080/01443411003724491

Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences, 19*(3), pp. 355-365. doi:10.1016/j.lindif.2008.10.009

Lukimat. (u.å.) *KTLT.* Hämtad 21.10.2019 från http://www.lukimat.fi/matematik/informationstjanst/bedomning-av-grundfardigheterna/verktyg-for-bedomning-av-fardigheter/ktlt

Luo, W., Hogan, D., Tan, L. S., Kaur, B., Ng, P. T., & Chan, M. (2014). Self-construal and students' math self-concept, anxiety and achievement: An examination of achievement goals as mediators: Self-construal and learning. *Asian Journal of Social Psychology*, *17*(3), 184–195. https://doi.org/10.1111/ajsp.12058

Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). When Math Hurts: Math Anxiety Predicts Pain Network Activation in Anticipation of Doing Math. *PLoS ONE*, *7*(10), e48076. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048076

Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: A longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence*, *27*(2), 165–179. https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.11.003

Marsh, H. W., Hau, K. T., & Wen, Z. (2004). In search of golden rules: Comment on hypothesis-testing approaches to setting cutoff values for fit indexes and dangers in overgeneralizing Hu and Bentler's (1999) findings. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 11*, 320–341. https://doi.org/10.1207/s15328007sem1103_2.

Maloney, E. A., Risko, E. F., Ansari, D., & Fugelsang, J. (2010). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. *Cognition*, *114*(2), 293–297. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.09.013

Maloney, E. A., Ansari, D. & Fugelsang, J. A. (2011). The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 64*(1), pp. 10-16. doi:10.1080/17470218.2010.533278

Maloney, E. & Beilock, S. (2012) Math anxiety: who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(8), 404-406. doi: 10.1016/j.tics.2012.06.008.

Morsanyi, K. (2014). Mathematical anxiety is linked to reduced cognitive reflection: A potential road from discomfort in the mathematics classroom to susceptibility to biases. *Behavioral and brain functions : BBF, 10*(1), 31.

Namkung, J. M., Peng, P., & Lin, X. (2019). The Relation Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance Among School-Aged Students: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, *89*(3), 459–496. https://doi.org/10.3102/0034654319843494

Newstead, K. (1998). Aspects of Children's Mathematics Anxiety. *Educational Studies in Mathematics, 36*(1), 53-71.

Olsson, H. & Sörensen, S. (2007). *Forskningsprocessen: Kvalitativa och kvantitativa perspektiv* (2. uppl.). Stockholm: Liber.

Organisation for Economic Co-operation and Development, & Programme for International Student Assessment (Red.). (2013). *PISA 2012 results*. Paris: OECD.

Pallant, J. (2001). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows (version 10)*. Buckingham: Open University Press.

Passolunghi, M. C. (2011). Cognitive and Emotional Factors in Children with Mathematical Learning Disabilities. *International Journal of Disability,* *Development and Education*, *58*(1), 61–73. https://doi.org/10.1080/1034912X.2011.547351

Ramirez, G., & Beilock, S. L. (2011). Writing About Testing Worries Boosts Exam Performance in the Classroom. *Science*, *331*(6014), 211–213. https://doi.org/10.1126/science.1199427

Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, *141*, 83–100. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.014

Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School. *Journal of Cognition and Development*, *14*(2), 187–202. https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593

Resnick, H., Viehe, J., & Segal, S. (1982). Is Math Anxiety a Local Phenomenon? A Study of Prevalence and Dimensionality, *Journal of Counselling Psychology*, *29* (1), 39-47.

Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, *19*(6), 551–554. https://doi.org/10.1037/h0033456

Rubinsten, O., & Tannock, R. (2010). Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia, *6*(46). doi: 10.1186/1744-9081- 6-46

Rule, A. C., & Harrell, M. H. (2006). Symbolic Drawings Reveal Changes in Preservice Teacher Mathematics Attitudes After a Mathematics Methods Course. *School Science and Mathematics*, *106*(6), 241–258. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2006.tb17913.x

Räsänen, P., Linnanmäki, K., Korhonen, J., Kronberg, N., and Uppgård, A. (2013). *KTLT Mathematical Achievement Test-Finnish-Swedish Version [Online Measurement].* Jyväskylä: Niilo Mäki Institute.

Schneider, W. J., Nevid, J. S. (1993). Overcoming Math Anxiety: A Comparison of Stress Inoculation Training and Systematic Desensitization. *Journal of College Student Development, 34*(4), 283-88.

Sheffield, D., & Hunt, T. (2006). How Does Anxiety Influence Maths Performance and What Can We do About It? *MSOR Connections*, *6*(4), 19–23. https://doi.org/10.11120/msor.2006.06040019

Sherman, J. (1980). Mathematics, Spatial Visualization, and Related Factors: Changes in Girls and Boys, Grades 8-1. *Journal of Educational Psychology*, *72*(4), 476-482.

Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Eija Räikkönen, Peura, P., Aro, M. (2019). Development of math anxiety and its longitudinal relationships with arithmetic achievement among primary school children. *Learning and Individual Differences*, *69*, 173–181. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.12.005

Statistics How To (2020) Chi-square: How to Calculate It/Distribution. Hämtad 4.5.2020 från https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/chi-square/

Statistic Solutions. (2020). Chi-square Goodness of Fit Test. Hämtad 4.5.2020 från https://www.statisticssolutions.com/chi-square-goodness-of-fit-test/

Tavakol, M. & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education, 2*, p. 53. doi:10.5116/ijme.4dfb.8dfd

Utbildningsstyrelsen (2014) *Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2014*. Hämtad 10.10.2019 från http://www.oph.fi/lp2016/grunderna_for_laroplanen

Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., & Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology*, *38*(1), 1–10. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.09.001

Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *55*(9), 1056–1064. https://doi.org/10.1111/jcpp.12224

Wang, J. & Wang, X. (2012). *Structural equation modeling: Applications using Mplus*. Chichester, West Sussex: Wiley.

Wigfield, A., & Meece, J. L. (1988). Math Anxiety in Elementary and Secondary School Students. *Journal of Educational Psychology, 80*(2), 210-16. Hämtad 18.1.2019 från http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.vasa.abo.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=1a97b304-d7d3-4817-b629-d5c86c5ca636%40pdc-v-sessmgr05

Bilagor

Bilaga 1

Enkät för matematikångest Hur bra stämmer följande påståenden in på dig? (1=falskt, 5=sant)

1. Jag brukar oroa mig över matematikprov 1 2 3 4 5
2. Jag har svårt att läsa av tabeller med numerisk information. 1 2 3 4 5
3. Jag brukar oroa mig över vad mina föräldrar skall säga om matematikprovet går dåligt. 1 2 3 4 5
4. Jag oroar mig över att inte hänga med på matematiklektionerna. 1 2 3 4 5
5. Jag är rädd att mina kompisar tycker att jag inte är bra på matematik. 1 2 3 4 5
6. Jag är dålig på matematik. 1 2 3 4 5
7. Jag tänker ofta på hur jag skall klara kurserna i matematik. 1 2 3 4 5
8. Jag är mycket spänd inför ett matematikprov, även om jag är förberedd. 1 2 3 4 5
9. När jag skall svara på lärarens frågor på matematiklektionen, känner jag att mitt hjärta bultar snabbt. 1 2 3 4 5
10. Jag känner ångest när jag märker att hemläxan i matematik är svår. 1 2 3 4 5
11. Jag känner ångest när jag inte förstår vad läraren förklarar på matematiklektionen. 1 2 3 4 5
12. Jag känner nervositet när jag är tvungen att använda huvudräkning tex i butiken. 1 2 3 4 5
13. Jag känner ångest om jag får uppgifter med en massa siffror framför mig. 1 2 3 4 5
14. Jag avskyr matematik 1 2 3 4 5