

Matematikkangst: En omfattende studie av kjønnsforskjeller og pedagogiske implikasjoner

Matematikkangstens innvirkning på matematisk mestring, læring og fremtidige karrierevalg

Helene Raunholm

Masteroppgave i Spesialpedagogikk

40

Institutt For Spesialpedagogikk

Det Utdanningsvitenskaplige Fakultet, UIO, Vår 2023



Sammendrag

Bakgrunn of formål

Hensikten med denne studien er å diskutere matematikkangst og de negative konsekvensene dette kan ha for elevers prestasjoner og karrierevalg. Spesielt vil det være fokus på å undersøke kjønnsforskjeller, ettersom studier har vist at spesielt jenter i større grad unngår fremtidige karrierer som krever matematikkferdigheter (Hopko, et.al., 2003). For å gjøre dette er det første målet med studien å validere spørreskjemaet for matematikkangst, Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS), ved å ta i bruk norske 4. klassinger som utvalg for å bekrefte faktorstrukturen til skjemaet. Elevene som er med i denne studien er hentet fra NumLit prosjektet som har som mål å få forståelse for sammenhengen mellom regne- og leseferdigheter og de forløpende ferdighetene for å kunne identifisere og støtte barn med risiko for utvikling av lærevansker (ISP, 2020). Det å bekrefte faktorstrukturen til AMAS er for å sikre at spørreskjemaet sin målemodell faktisk måler matematikkangst basert på faktorladningene. Videre er det også et mål å se på relasjonene mellom matematikkangst og kjønn ettersom dette har blitt omfattende rapportert i studien med voksne som utvalg (Devine, et.al., 2012; Hopko, et.al., 2003; Sokolowski, et.al., 2019). Dette blir gjort ved å utføre en flergroupe CFA, for å sikre at AMAS fanger opp matematikkangst for begge kjønn på samme måte. Det andre målet med studien er å se hvilken påvirkning matematikkangst har for regneflyt, og hvorvidt det er en forskjell mellom jenter og gutter når det gjelder hvilken påvirkning høyt nivå av selvrapportert matematikkangst har for regneflyt. Basert på dette formålet og bakgrunnen med studien, vil problemstillingene være:

- Hvordan passer spørsmålene i AMAS til teorien for matematikkangst og er den lik for begge kjønn?
- Hvilken påvirkning har matematikkangst for regneflyt?

Metode

Oppgaven er skrevet i tilknytning til forskningsprosjektet NumLit. Alle dataene som blir analysert i denne studien er hentet fra NumLit-prosjektet. Utvalget består av totalt 223 elever, 113 gutter og 109 jenter på 4. trinn fra forskjellige skoler på Østlandet. Ettersom en av skjemaene ikke var ferdig utfylt, ble utvalget i analysene utgjort av 113 gutter og 108

jenter. Kravene for deltakerne, er at de ikke har noen kjente lærevansker fra før av, og har norsk som førstespråk (ISP, 2020). For det aktuelle tidspunktet består kartleggingsbatteriet av to deler, hvor hver del tar omtrent 45 minutter å fullføre. For å svare på problemstillingene vil det bli tatt i bruk et kvantitativt ikke-eksperimentelt design. Det er spørreskjemaet for matematikkangst (AMAS), og kartleggingsskjemaet for regneflyt (TOBANS) som blir tatt i bruk for å utføre analysene.

Analyser

Analysene som blir gjennomført i denne studien er først konfirmerende faktoranalyse (Confirmatory factor analysis) (CFA) for å undersøke faktorstrukturen til spørreskjemaet AMAS. Deretter blir flergruppe konfirmerende faktoranalyse (Multigroup confirmatory factor analysis) (MG-CFA) tatt i bruk for å måle hvorvidt målemodellen med faktorstrukturen passer for begge grupper, som i dette tilfelle er gutter og jenter. Til slutt blir en multipl regressjonsanalyse tatt i bruk for å undersøke forholdet mellom matematikkangst og kjønn, interaksjonen mellom dem, og regneflyt. Alle analysene er gjennomført i det statistiske analyseprogrammet R.

Resultater

Resultatene av konfirmerende faktoranalyse (CFA) indikerte at modell MA_B.1 som slo sammen to spørsmål relatert til matematikkangst i vurderingssituasjon, demonstrerte den beste passformen til dataene. I denne viser det seg at konfigurrell og metrisk invarians er sikret. På grunn av dette kan man anta at de fenomenene som ikke kan direkte observeres for matematikkangst er like for både gutter og jenter, og at ladningen for hvert spørsmål er lik for begge grupper (Chen, 2007). Skalarisk invarians avises, noe som kan bety at gutter og jenter ikke har lik sannsynlighet for å veksle mellom responskategoriene. Resultatene fra multipl regressjonsanalyse foreslår at matematikkangst har en signifikant negativ effekt for regneflyt, selv når det ble kontrollert for kjønn. Videre antyder resultatene at kjønn ikke spiller en signifikant rolle i forholdet mellom matematikkangst og regneflyt, og den negative effekten matematikkangst har for regneflyt er konsekvent på tvers av kjønn.

Forord

Først og fremst vil jeg gi en stor takk til mine veiledere Astrid Marie jorde Sandsør og Tonje Amland. Deres ekspertise og støtte har vært uvurderlig gjennom denne masterreisen. Jeg har vært heldig som har hatt muligheten til å få deres veiledning. Videre vil jeg takke min samboer Jørgen for å motivere og holde ut med meg etter lange dager på lesesalen, og til familie som har støtte meg gjennom hele prosessen. Sist, men ikke minst vil jeg uttrykke min verdsettelse av fellesskapet på lesesalen. Samtalene på pauserommet i 3. etasje har vært uvurderlige.

Avslutningsvis blir jeg minnet om ordene til Meatloaf, som treffende fanger essensen av reisen som ble foretatt i denne oppgaven:

“Some days it don´t come easy, some days it don´t come hard, some days it don´t come at all, and these are the days that never ends”

Innhold

SAMMENDRAG	3
<i>Bakgrunn of formål</i>	3
<i>Metode</i>	3
<i>Analyser</i>	4
<i>Resultater</i>	4
FORORD	6
INNHOLD	8
1. INNLEDNING	10
1.1 BAKGRUNN OG FORMÅL	11
1.2 PROBLEMSTILLING	11
1.3 BEGREPSAVKLARING	12
1.3.1 <i>Matematikkangst</i>	12
1.3.2 <i>Kjønnforskjeller</i>	12
1.4 AVGRENSNING	13
1.5 OPPGAVENS OPPBYGNING	13
2. TEORETISK BAKGRUNN	16
2.1 MATEMATIKKANGST	16
2.1.1 <i>Betydningen av matematikkangst for prestasjoner</i>	17
2.1.2 <i>Tidspress</i>	17
2.2 KJØNNSFORSKJELLER I MATEMATIKKANGST	18
2.2.1 <i>Selvoppfattelse som forklaring for kjønnforskjeller</i>	19
2.3 MÅL PÅ MATEMATIKKANGST	21
2.3.1 <i>Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS)</i>	21
2.4 REGNEFLYT	23
2.4.1 <i>Mål på regneflyt TOBANS</i>	24
3. METODE	25
3.1 DESIGN	25
3.1.1 <i>Krysseksjonelt</i>	25
3.1.2 <i>Ikke-eksperimentelt design</i>	25
3.2 VALIDITET OG RELIABILITET	26
3.2.1 <i>Statistisk validitet</i>	26
3.2.2 <i>Indre validitet og Ytre validitet</i>	27
3.2.3 <i>Begrepsvaliditet</i>	27
3.3 UTVALG	27
3.4 DATAINNSAMLING	28
3.4.1 <i>NumLit</i>	28
3.5 ETISKE HENSYN	28
4. ANALYSER DEL 1	30
4.1 KONFIRMERENDE FAKTORANALYSE (CFA)	30
4.2 FLERGRUPPE KONFIRMERENDE FAKTORANALYSE (MGCFA)	31
4.2.1 <i>Konfiguereell invarians</i>	31
4.2.2 <i>Metrisk invarians</i>	32
4.2.3 <i>Skalarisk invarians</i>	33
5. RESULTATER DEL 1	34
5.1 KONFIRMERENDE FAKTORANALYSE	34
5.2 FLERGRUPPE KONFIRMERENDE FAKTORANALYSE	36
5.2.1 <i>Modell_B.1</i>	36
6. ANALYSER DEL 2	37

6.1	MULTIPPEL REGRESJONSANALYSE	37
6.2	SIMULTAN MULTIPPEL REGRESJONSANALYSE.....	37
6.2.1	<i>Robust multipleregresjonsanalyse</i>	38
6.3	SIGNIFIKANSNIVÅ FOR MULTIPPEL REGRESJONSANALYSE.....	38
6.3.1	<i>Model fit measures</i>	38
6.3.2	<i>Model coefficients</i>	38
7.	RESULTATER DEL 2	40
7.1	ROBUST MULTIPPEL REGRESJONSANALYSE	40
8.	DRØFTING AV RESULTATER	42
8.1	OPPSUMMERING AV HOVEDFUNN	42
8.1.1	<i>CFA AMAS</i>	42
8.1.2	<i>MGCFA AMAS</i>	44
8.1.3	<i>Multipleregresjonsanalyse TOBANS, AMAS & Kjønn</i>	45
8.2	RESULTATER I LYS AV TIDLIGERE EMPIRI	46
8.2.1	<i>Mål på matematikkangst</i>	46
8.2.2	<i>Betydningen av matematikkangst for prestasjoner</i>	47
8.2.3	<i>Kjønnforskjeller i matematikkangst</i>	48
8.3	STUDIENS STYRKER OG BEGRENSNINGER	48
8.3.1	<i>Studiens styrker</i>	48
8.3.2	<i>Studiens begrensninger</i>	49
9.	KONKLUSJON	51
9.1.1	<i>Hvordan passer spørsmålene i AMAS til teorien for matematikkangst og er den lik for begge kjønn?</i> 51	
9.1.2	<i>Hvilken påvirkning har matematikkangst for regneflyt?</i>	52
9.1.3	<i>Svar på problemstillingene i en større forskningsammenheng</i>	52
	KILDELISTE	54

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1.	AMAS NORSK OVERSETTELSE.....	23
TABELL 2.	MATEMATIKKANGST SKÅRER HOS KJØNN: GJENNOMSNIITT & STANDARDAVVIK (MEAN & SD) 34	
TABELL 3.	OPPSUMMERING CFA.....	35
TABELL 4.	FIT-INDEKSER V TEST OG MÅLINGS INVARIANS FOR KJØNN AMAS.....	36
TABELL 5.	ROBUST REGRESJONRESULTATER FOR MATEMATIKKANGST, KJØN OG REGNEFLYT.....	40

Antall ord: 12477

1. Innledning

I Opplæringsloven blir det i paragraf 1-1 brukt frasen « ... utvikle kunnskap, dugleik og holdningar for å kunne meistre liva sine og for å kunne delta i arbeid og fellesskap i samfunnet» (Opplæringsloven, 1998, § 1-1) for å beskrive hva som er formålet med skolegangen til elevene. Lovteksten fremhever retten til den enkelte elev til å oppleve mestring i et trygt og godt miljø. Samtidig legges det også vekt på medborgerskap og samfunnets behov for kompetente medborgere hvor skolen skal ruste elevene til et samfunns- og næringsliv i stadig endring. Matematikk regnes som et grunnleggende læringsområde, siden det omfatter en samling av kunnskaper som stadig utvikler seg og utvides på daglig basis (Brown, et.al., 2020). I et kunnskapsbasert samfunn, vil matematiske evner utgjøre en viktig ressurs og prestasjoner i matematikk og opplæringsnivå er assosiert med ansettelsesevne og lønn (Haase, et.al., 2019).

Ut ifra resultatene til PISA-rapporten fra 2018, viser det seg at gjennomsnittresultatet til norske jenter er bedre enn de norske guttene (Jensen, et.al., 2019). Samtidig er det et gjennomgående mønster at jenter i større grad unngår deltakelse i videre matematiske karrierer eller utdanning (Devine, et.al., 2012). Oppfatningen av ens egne matematiske ferdigheter formes i ung alder, og matematikkangst har blitt vist å være mer stabil over tid hos jenter sammenlignet med gutter (Cho, 2022; Cipora, et.al., 2015). Det å fasilitere for tidlig evaluering av holdninger ovenfor matematikk og matematikkangst, kan derfor være formålsnyttig i denne prosessen av omstilling. I forskningslitteraturen er det flere studier som viser til at jenter viser en høyere forekomst av matematikkangst enn gutter, og det kan videre være med på å forklare hvorfor jenter er mer tilbøyelige til å unngå videre utdanning og karrierer som krever matematiske ferdigheter (Ashcraft & Moore, 2009; Devine, et.al., 2012; Hopko, et.al., 2003).

Denne studien vil diskutere matematikkangst og hvordan dette kan ha negative konsekvenser for elevers prestasjoner og karrierevalg, spesielt for jenter som i større grad vil unngå fremtidige karrierer som krever matematikkferdigheter (Hopko, et.al., 2003). Selv om det kan se ut til at det ikke er forskjeller i matematikkprestasjoner, kan det se ut til å være forskjeller i holdninger og opplevelsen av matematikkfaget (Jensen, et.al., 2019; Devine, et.al., 2012). Matematikkangst påvirker et individs motivasjon og evne til å delta i

matematikkrelaterte aktiviteter (Gilmore, et.al., 2018; Ashcraft & Moore, 2009). Denne studien har som mål å validere Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) ved å evaluere dens psykometriske egenskaper og undersøke kjønnsforskjeller og konsekvensene av matematikkangst, og se på hvilken påvirkning matematikkangst har for matematikkprestasjoner.

1.1 Bakgrunn og formål

Hensikten med denne studien er å diskutere matematikkangst og de negative konsekvensene dette kan ha for elevers prestasjoner og karrierevalg. Spesielt vil det være fokus på å undersøke kjønnsforskjeller, ettersom studier har vist at spesielt jenter i større grad unngår fremtidige karrierer som krever matematikkferdigheter (Hopko, et.al., 2003). For å gjøre dette er det første målet med studien å validere spørreskjemaet for matematikkangst, Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS), ved å ta i bruk norske 4. klassinger som utvalg for å bekrefte faktorstrukturen til skjemaet. Elevene som er med i denne studien er hentet fra NumLit prosjektet som har som mål å få forståelse for sammenhengen mellom regne- og leseferdigheter og de forløpende ferdighetene for å kunne identifisere og støtte barn med risiko for utvikling av lærevansker (ISP, 2020). Det å bekrefte faktorstrukturen til AMAS er for å sikre at spørreskjemaet sin målemodell faktisk måler matematikkangst basert på faktorladningene. Videre er det også et mål å se på relasjonene mellom matematikkangst og kjønn ettersom dette har blitt omfattende rapportert i studien med voksne som utvalg (Devine, et.al., 2012; Hopko, et.al., 2003; Sokolowski, et.al., 2019). Dette blir gjort ved å utføre en flergroupe CFA, for å sikre at AMAS fanger opp matematikkangst for begge kjønn på samme måte. Det andre målet med studien er å se hvilken påvirkning matematikkangst har for regneflyt, og hvorvidt det er en forskjell mellom jenter og gutter når det gjelder hvilken påvirkning høyt nivå av selvrappert matematikkangst har for regneflyt.

1.2 Problemstilling

Hensikten til denne studien er å ytterligere validere AMAS og utvide kartleggingsskjemaets generalitet ved å bruke et norskspråklig utvalg med fokus på kjønnsforskjeller. I sentrum er det å evaluere de psykometriske egenskapene til AMAS, og hvorvidt spørsmålene i

spørreskjemaet passer til teorien for begge kjønn. Videre er det også fokus på hvorvidt det er kjønnsforskjeller i rapporteringen av matematikkangst. Et annet mål med denne studien er å se på hvilken påvirkning matematikkangst har for regneflyt, og hvorvidt det er en forskjell mellom jenter og gutter for hvilken påvirkning høyt nivå av selvrapportert matematikkangst har for regneflyt. Problemstillingene til denne studien vil derfor være:

- Hvordan passer spørsmålene i AMAS til teorien for matematikkangst og er den lik for begge kjønn?
- Hvilken påvirkning har matematikkangst for regneflyt?

1.3 Begrepsavklaring

1.3.1 Matematikkangst

I denne studien vil matematikkangst være et sentralt begrep, og ettersom det ikke er en klinisk diagnose, er det heller ikke tilhørende kriterier for denne tilstanden (Haase, et.al., 2019). Ettersom det er kartleggingskjemaet AMAS som står i fokus i denne studien, vil jeg basere meg på definisjonen til Richardson og Suinn (1972), ettersom det er denne definisjonen som Hopko, et.al (2003), baserte seg på i utviklingen av AMAS. «Mathematical anxiety involves a feeling of tension and anxiety that interferes with the manipulation of numbers and the solving of mathematical problems in a wide variety of ordinary life and academic situations» (Richardson & Suinn, 1972, p. 551). Definisjoner på matematikkangst varierer ut ifra om det er fokus på utføring eller selvet (Haase, et.al., 2019), og kan videre beskrives som en persons negative og affektive reaksjon til situasjoner som involverer tall, matte og matematiske kalkulasjoner (Ashcraft & Moore, 2009).

1.3.2 Kjønnforskjeller

I engelskspråklige artikler skilles det mellom begrepet «sex» og «gender». «Sex» refererer til biologisk kjønn som omhandler sammensetningen av gener, hormoner og indre og ytre genitale (Gelso, et.al., 2014). Imidlertid referer «gender» til en sosial konstruksjon, og tar for seg atferd, forventninger og roller som defineres av samfunnet som feminint eller maskulint (Gelso, et.al., 2014). I det norske språket har vi ikke slike begrepslige distinksjoner, og i

denne oppgaven vil jeg derfor ta i bruk «kjønn» og «kjønnsforskjeller», der det i litteraturen tas i bruk «sex»- og «gender differences». Videre vil jeg ta i bruk begrepet «jenter» og «gutter» der det i litteraturen omtaler det som «females» og «males», ettersom det er barn som er målgruppen for denne studien.

1.4 Avgrensning

Oppgaven er skrevet i tilknytning til forskningsprosjektet NumLit som tar for seg et stort testbatteri med et bredt utvalg av tester for å kunne se på sammenhengen mellom regne- og leseferdigheter og de forløpende ferdighetene for å kunne identifisere og støtte barn med risiko for utvikling av læreversker (ISP, 2020). Det er flere sammenhenger enn matematikkangst og regneflyt jeg kunne ha sett på, men på grunn av tidsperspektivet og rammene til en masteroppgave har jeg valgt å begrense meg til å se på AMAS, TOBANS og kjønn.

1.5 Oppgavens oppbygning

For å svare på problemstillingene er denne studien delt inn i 8 kapitler. Kapittel 1 består av bakgrunn for valg av tema, oppgavens formål og problemstilling. I tillegg legges det frem en kort begrepsavklaring for matematikkangst og hvordan kjønn blir definert i denne studien, avgrensning av studien og en generell beskrivelse av oppbygningen.

Kapittel 2 legger grunnlaget for å kunne besvare problemstillingene og vil inneholde relevant teori for matematikkangst og hvordan matematikkangst manifesterer seg hos jenter og gutter. Grunnlaget for denne delen vil være fra tidligere forskning, og vil se på ulike teorier for hvordan matematikkangst oppstår og hvordan det påvirker er individ. Videre vil det i denne delen også komme med hva tidligere forskning har funnet angående kjønnsforskjeller i matematikkangst og teorier for hvorfor disse forskjellene finnes.

Kapittel 3 vil handle om metoden og designet til studien. Dette vil inkludere utvalget, prosessen for datainnsamling og hvordan validitet og reliabilitet vil sikres. Denne delen avsluttes med de etiske hensynene til studien.

I Kapittel 4 vil første del av analysene som er gjennomført legges frem. Først ved å vise steg for steg hva som inngår i confirmatory factor analysis (CFA) og multi-group confirmatory factor analysis (MGCFA), for å så redegjøre for hvorfor disse analysene blir gjennomført og hva de vil vise. Disse analysene vil ta utgangspunkt i Chen siene kriterier (2007).

Resultatene til analysedel 1, vil legges frem i kapittel 5.

Den andre delen av analysene, multipl regresjonsanalyse, blir lagt frem i kapittel 6. Her vil det være en gjennomgang av hva som inngår i en multipl regresjonsanalyse som signifikansnivå samt hvorfor det blir tatt i bruk en robust regresjonsanalyse. Resultatene til analysedel 2, blir presentert i kapittel 7.

Drøftingen av resultatene er i kapittel 8. Her vil det først bli foretatt en oppsummering av hovedfunnene i analysene, og fremheve det mest signifikante resultatene som er med på å svare på problemstillingene. Deretter vil det bli gjort en tolkning av resultatene, hvor jeg vil gå utover beskrivelsen av funnene og gi en dypere forståelse av hva de betyr. Dette vil involvere det å forklare sammenhengen mellom variabler, utforske potensielle mekanismer og diskutere implikasjonene funnene har for teori og praksis. Videre vil jeg koble resultatene til den større forskningskonteksten. Dette vil involvere diskusjon om hvordan resultatene i denne studien støtter eller utfordrer tidligere litteratur. Til slutt vil studiens styrker og begrensinger bli adressert. Dette innebærer å vise frem de store styrkene til studien, spesielt på områder som er spesielt innovative eller originale, samt kjenne begrensningene til studien og hvordan disse begrensningene kan ha påvirket funnene og hvordan fremtidig forskning kan håndtere disse begrensningene.

2. Teoretisk bakgrunn

2.1 Matematikkangst

Matematikk er sett på som fundamentalt for læring, ettersom det korresponderer til et område av kunnskap som vi utvikler daglig (Brown, et.al., 2020). Denne komplekse prosessen inkluderer flere kognitive, affektive og kontekstuelle faktorer som samhandler med hverandre på forskjellige måter (Brown, et.al., 2020). En av de faktorene som kan påvirke elevers opplevelse og resultater i matematikk er matematikkangst (Haase, et.al., 2019). Ettersom matematikkangst er et komplekst konsept som inneholder flere aspekter, kan den vise seg gjennom fire nivåer (Haase, et.al., 2019). På det kognitive nivået er matematikkangst assosiert med grubling og uttrykk av negative tanker og følelser relatert til matte i seg selv og til egne matematikkferdigheter. På det affektive, eller følelsesmessige, nivået vil matematikkangst manifestere seg som spenninger, irritasjon, frustrasjon, sinne, frastøtning, følelser om håpløshet og skam. Fysiologiske manifesteringer består av svette håndflater, kvalme, vondt i magen, halsbrann, kortpustethet og feber. Atferdsmessige manifesteringer er unngåelse av deltakelse i matematiske aktiviteter, konsentrasjonsvansker og å ikke være i stand til å følge lærerens instruksjoner (Haase, et.al., 2019). Disse nivåene er konseptualisert og belyst på ulike måter og med ulike tilnærminger for å studere hvordan matematikkangst kan manifestere seg på de ulike nivåene (Haase, et.al., 2019). For eksempel kan bruk av selvrapporteringsskjema gi grunnlag for å vurdere kognitive, affektive og atferdsmessige komponenter (Dowker, et.al., 2016). Andre tilnærminger er å undersøke fysiologiske mål som økning i stresshormonet kortisol eller pulsøkning i respons på matematikkrelatert stimuli (Dowker, et.al., 2016; Haase, et.al., 2019). Slike emosjonelle og motiverende aspekter har alltid spilt en viktig rolle i litteraturen for læring og kognisjon (Cipora, et.al., 2015). I tråd med dette har en voksende del av forskning anerkjent at angst og følelser av hjelpeløshet og bekymring som opplevelse i mattetimer eller andre relaterte aktiviteter, er signifikante faktorer med negativ innvirkning for matematisk læring og grunnleggende numeriske ferdigheter for både voksne og barn (Haase, et.al., 2019; Cipora, et.al., 2015). For individer med et høyt nivå av matematikkangst kan for eksempel oppgaver med tidspress skape en økt kognitiv belastning som påvirker arbeidsminnets ressurser (Caviola, et.al., 2017; Hunt & Sandhu, 2017). Derfor blir det viktig å undersøke hvilke faktorer som er med på å gjøre nivået av matematikkangst mer fremtredende.

2.1.1 Betydningen av matematikkangst for prestasjoner.

Matematikkangst er et tema med økende interesse i utdanningsvitenskapens kretser på grunn av begrensningene matematikkangst kan legge på et individs videre valg av karriere, yrke og faglig vekst i voksen alder (Cipora, et.al., 2015; Hopko, et.al., 2003). I følge Goetz, et.al., (2013) og Erturan og Jansen (2015) kan man skille mellom egenskapsbestemt (trait)- og tilstandsbestemt (state) matematikkangst. Egenskapsbestemt matematikkangst refererer til vanemessig angst for matematikk. Dette dreier seg i større grad om subjektive overbevisninger angående matematikk gjort utenfor en konkret test- eller undervisningssituasjon (Erturan & Jansen, 2015). Det vil si at denne siden av matematikkangst dreier seg om overbevisninger en elev har om egen kompetanse (Goetz, et.al., 2013). Egenskapsbestemt matematikkangst kan for eksempel ha som konsekvens unngåelse av videre studie eller arbeid innen matematiske domener (Devine, et.al. 2012). Tilstandsbestemt matematikkangst referer til en opplevelse av angst i situasjoner der matematikk er tema, slik som undervisning og matematikkoppgaver (Erturan & Jansen, 2015; Goetz, et.al., 2013). For mer situasjonsbestemte og tilstandsbestemte områder, slik som prestasjoner i en bestemt matematisk situasjon, går man ut fra at matematikkangst fungerer som en dobbel arbeidsbelastning (Erturan & Jansen, 2015). Med andre ord vil det bety at de negative tankene og bekymringene vurderes som en ressurskrevende sekundæroppgave og reduserer derfor tilgjengeligheten til arbeidsminnet (Ashcraft & Moore, 2009). Derfor kan det se ut til at individer som opplever mye matematikkangst presterer dårligere i enkle numeriske oppgaver slik som mengdeforståelse, telling og enkel divisjon og multiplikasjon (Delage, et.al., 2022). Denne svekkelsen i prestasjoner manifesteres gjennom at individet med matematikkangst utfører regneoperasjoner treigere og gjør flere feil, spesielt i utregninger som krever tier overganger som i seg selv er belastende for arbeidsminnet (Ashcraft & Moore, 2009; Caviola, et.al., 2017).

2.1.2 Tidspress

Tidspress kan handle om forhåndsbestemte tidsrammer som elever har for å fullføre en oppgave, slik som varsling om start og slutt for en oppgave, regelmessige påminnelser om gjenværende og konstant visualisering eller verbalisering av gjenværende tid (Hunt & Sandhu, 2017). Ettersom matematikkangst antas å hemme arbeidsminnets ressurser, vil oppgaver med tidspress skape en økt kognitiv belastning, som i større grad påvirker individer med et høyt nivå av matematikkangst (Caviola, et.al., 2017; Hunt & Sandhu,

2017). Tidsbegrensningen for en oppgave påvirker evnen til å ta beslutninger og har stor påvirkning for hvor stressende oppgaven oppleves (Caviola, et.al., 2017). I Caviola, et.al. (2017) sin gjennomgang av flere studier, tyder resultatene på at tidspress forstyrrer beslutningsprosessen ved å endre strategivalg for oppgaven. Det er spesielt sammenheng mellom tidspress og ytelse for individer som er motivert til unngåelse (Caviola, et.al., 2017; Hunt & Sandhu, 2017). Unngåelse innenfor motivasjon defineres som en «... operant atferd for å unngå å bli utsatt for ubehag» (Diseth, 2019, s.94). Dersom en elev opplever lite kontroll i matematiske situasjoner med tidspress, kan dette føre til en opplevelse av hjelpeløshet som igjen har konsekvenser for selvoppfattelsen i matematikkprestasjoner (Diseth, 2019; Zikovic, et.al., 2023).

2.2 Kjønnforskjeller i matematikkangst

I forskningslitteraturen har jenter vist høyere skårer på karaktertrekket angst i selvrapporteringskjemaer (Devine, et.al., 2012; Hopko, et.al., 2003). Affektive faktorer kan bidra til kjønnforskjeller i matematikkangst (Brown, et.al., 2020). Studien til Caviola, et.al. (2017) fant kjønnforskjeller i matematikkangst for italienske 4.klassinger, som tyder på at kjønnforskjeller vises selv hos et ungt utvalg. Det er flere hypoteser som prøver å forklare hvorfor denne forskjellen finnes. En hypotese er at gutter er i gjennomsnitt bedre i matematikk enn jenter, og denne forskjellen i matematikkferdigheter forklarer hvorfor flere jenter rapporterer høyere nivå av frykt og angst for matte (Devine, et.al., 2012). Men det er lite empirisk støtte for signifikante kjønnforskjeller i matematikkferdigheter (Devine, et.al., 2012; Jensen, et.al., 2019; Sokolowski, et.al., 2019).

Videre er det hypoteser om at jenter er dårligere i spatial prosessering. Det vil si mentale prosesser og teknikker for å organisere og manipulere visuell informasjon som mental rotasjon, visualisering og romlig orientering (Sokolowski, et.al., 2019). Ettersom spatiale- og matematiske ferdigheter er sterkt relatert til hverandre, vil denne hypotesen svare at det er spatiale ferdigheter som medierer forholdet mellom kjønn og matematikkangst (Sokolowski, et.al., 2019). Dette kommer av at formidlingen av matematiske prosedyrer er gjennom spatiale strategier. For eksempel kan hende at jenter er mer avhengige av verbal prosessering, og derfor føler de mer angst, fordi de oppfatter seg selv som å ikke utføre matte på «den riktige måten» (Sokolowski, et.al., 2019). I studien kom det frem at det var angst for

spatial prosessering som påvirket graden av matematikkangst og ikke de faktiske ferdighetene i spatial prosessering. Derfor kan det se ut til at det er affektive, heller en kognitive faktorer som viser seg å ha mest innflytelse for hvorfor jenter tenderer å oppleve mer matematikkangst enn gutter (Sokolowski, et.al., 2019).

2.2.1 Selvoppfattelse som forklaring for kjønnsforskjeller

Selv om kjønnsforskjellene i matematikkprestasjoner er mindre, til og med ofte ikke-eksisterende (Devine, et.al., 2012; Jensen, et.al., 2019), er det fremdeles et gap når det gjelder holdninger og oppfatninger relatert til matematikk (Erutan & Jansen, 2015). En annen forklaring rundt kjønnsforskjeller i matematikkangst handler derfor om de selvoppfattede matematikkferdighetene og overbevisninger av ens egne evner (Sokolowski, et.al., 2019). Matematisk selvoppfattelse refererer spesifikt til et individs opplevde matematikkferdigheter (Sokolowski, et.al., 2019). Det vil si at den viktigste faktoren for positiv selvoppfattelse er hvilken erfaring man har med å lykkes (Diseth, 2019). En negativ selvoppfattelse i egne matematikkferdigheter kan komme av en implisitt aktivering av sosial identitet, som igjen er til hinder for prestasjoner (Delgado, et.al., 2008). Med andre ord kan trusselen av stereotypen at «jenter er dårlige i matte», og det å slutte seg til denne sosiale stereotypen gjøre at jenter blir mer nervøse i matematiske situasjoner (Delage, et.al., 2022; Goetz, et.al., 2015). Dette blir reflektert i Devine, et.al. (2012) sin undersøkelse hvor jenter tenderer å oppleve matematikkangst uansett om de har vansker med matematikk, mens matematikkangst hos gutter har større sannsynlighet til å komme av å ha problemer med faget. At jenter rapporterer høyere nivå av matematikkangst samtidig som det ikke er forskjeller i prestasjoner, kan henge sammen med at jenter er mer selvkritiske og har dårligere matematisk selvoppfattelse (Devine, et.al., 2012).

Matematisk selvoppfattelse formes gjennom to prosesser: ekstern sammenligning og intern sammenligning (Marsh, 1986). Ifølge prosessen for ekstern sammenligning vil elever danne sin selvoppfattelse av egne matematiske ferdigheter basert på hvordan de oppfatter medelevers ferdigheter (Marsh, 1986). Ved bruk av denne ytre referanserammen som inntrykk av ferdigheter, vil dette være med på å danne grunnlaget for selvoppfattelse i matematikk. Ifølge prosessen for intern sammenligning vil elever sammenligne deres selvoppfattede matematikkferdigheter med selvoppfattede ferdigheter i et annet fag (Marsh, 1986). Et eksempel kan være en elev som nøyaktig oppfatter seg selv til å være under

gjennomsnittet i både matematikk og et annet fag, men som gjør det bedre i matematikk enn andre fag. Selv om denne elevens ferdigheter i matematikk er svakere enn medelevenes (ekstern sammenligning) er den sterkere sammenlignet med hans eller hennes egne ferdigheter i andre fag (intern sammenligning). Avhengig av hvilken prosess som vektlegges hos individet, kan denne eleven ha gjennomsnittlig selvoppfattelse i matematikk på tross av svakere matematikkferdigheter (Marsh, 1986). Dette kan tyde på at matematikkangst kan komme av å ha forskjellig effekt og betydning for jenter og gutter, og være avhengig av hvilken referanseramme (intern eller ekstern) eleven vektlegger (Erutan & Jansen, 2015; Marsh, 1986). For eksempel fant Goetz, et.al (2015) i sin studie at jenter ikke opplever angst enn gutter i undervisningssituasjoner eller testsituasjoner, til tross for at de rapporterte høyere nivå av egenskapsbestemt matematikkangst. Selv jenter med høy måloppnåelse i matematikk vil det kunne forventes at et stort antall av disse jentene ikke vil satse på en videre karriere innen matematikkintensive domener, på grunn av lavere subjektiv vurdering av egne matematiske ferdigheter (Goetz, et.al., 2015). Slike resultater kan indikere at troen på egen kompetanse i matematikk har innvirkning for selvrapportering av matematikkangst (Goetz, et.al., 2015). Når det gjelder gutter og matematikkangst, kan det se ut til at forventinger og stereotyper fra samfunnet også spiller inn for deres rapportering av matematikkangst. Ut ifra Erutan og Jansen (2015) sin studie om matematikkangst for nederlandske elever, reflekterer de rundt at forventningene fra samfunnet at gutter skal gjøre det bra i matematikkrelaterte fag, kan disponere gutter til å være mindre villige enn jenter å tilstå symptomer for matematikkangst. Andre studier har også sluttet seg til denne antakelsen, og foreslår at kjønnsforskjeller i matematikkangst kan komme fra en funksjon av økt villighet hos jenter å gjenkjenne symptomer for matematikkangst (Hopko, et.al., 2003). Denne forskjellen kan også bli forklart ut ifra hvordan gutter og jenter har forskjellige reaksjoner på stress (Erutan & Jansen, 2015). Gutter vil i større grad respondere med «fight-or-flight», som øker fokus og overvåkenhet for å takle utfordringen (Wang, et.al., 2007). På den andre siden vil jenter i større grad respondere med en «tend-and-befriend»-respons, som gjør dem sensitiv til belønning og er assosiert med negative emosjoner under stress (Wang, et.al., 2007). Men det er kontroversielt å forklare kjønnsforskjeller ut ifra stereotypene «rasjonelle menn» og «emosjonelle kvinner», ettersom fMRI-data på dette området ikke har funnet store kjønnsmessig forskjeller i hvordan hjernen aktiveres under stress (Erutan & Jansen, 2015; Wang, et.al., 2007).

2.3 Mål på matematikkangst

Matematikkangst er et utdanningsmessig- og klinisk problem selv om det ikke regnes som en psykisk lidelse (Hasse, et.al., 2019). Derfor er det ingen ekstern gullstandard eller en diagnostisk cut-off skåre. Dette gjør at det er vanskelig å etablere prevalensen (hvor mange som har matematikkangst) på en stabil og konsistent måte (Haase, et.al., 2019). Med andre ord betyr dette at antallet personer som lider av matematikkangst vurderes ut ifra hvilke kriterier for matematikkangst man har valgt å basere seg på. På grunn av dette vil prevalensen kunne variere fra 2-6% til 68% (Haase, et.al., 2019). Det første innovative og fullstendige instrumentet for måling av matematikkangst var «Mathematics Anxiety Rating Scale» (MARS) utgitt av Richardson og Suinn i 1972 (Cipora, et.al., 2015; Richardson & Suinn, 1972). Imidlertid kan se ut til at de rådende konseptueller modellene av matematikkangst, det vil si faktorstrukturene av selvrapposkjemaer, har generelt blitt akseptert uten den empiriske granskningen som er nødvendig for å fastslå konstruksjonsvaliditeten til disse målingene (Hopko, et.al., 2003). For eksempel viser det seg i confirmatory factor analyse at de psykometriske kvalitetene til MARS, viser seg å ha utilstrekkelig støtte for både en- og to-faktormodell (matematikkangst i undervisningssituasjon og matematikkangst i vurderingssituasjon) (Hopko, 2003). Denne praksisen kan være skadelig for forskningen på matematikkangst, ettersom disse modellene kan være ikke-representative for den emosjonelle opplevelsen av matematikkangst. Dette kan videre true den indre og ytre validiteten til studier (Hopko, 2003). Det har vært endringer i matematikkpensum, holdninger og retningslinjer i undervisning siden MARS ble konstruert for 50 år siden, så det kan hende den ikke lengre er pålitelig for å måle matematikkangst (Hopko, 2003; Richardson & Suinn, 1972).

2.3.1 Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS)

Matematikkangst er ikke en homogen konstruksjon, som vil si at matematikkangst trolig kan manifestere seg på forskjellige måter i forskjellige situasjoner (Cipora, et.al., 2015). Derfor hevder Hopko, et.al. (2003) at det er minst to brede komponenter i matematikkangst som refererer til matematikkangst i dagliglivet og i evalueringssituasjoner. I forskningen rundt matematikkangst, er det viktig at modellene som skal måle fenomenet er representative for den emosjonelle opplevelsen av matematikkangst (Hopko, et.al., 2003). Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS), ble utviklet for å sikre nettopp dette. Spørreskjemaet består av 9

spørsmål som blir målt med likertskala fra 1 til 5. Faktorladningene i AMAS er basert på de situasjonene som matematikkangst oppstår, og er matematikkangst i undervisningssituasjon og matematikkangst i evalueringssituasjon (Hopko, et.al., 2003). Det er en distinksjon mellom matematikkangst i undervisningssituasjon og matematikkangst i evalueringssituasjon, ettersom matematikkangst i undervisningssituasjon innebærer reaksjoner på situasjoner rundt matematikkundervisning i et klasserom (Barroso, et.al., 2021). Et eksempel på undervisningssituasjon er å se læreren skrive et regnestykke på tavlen og åpne en mattelærebok. Matematikkangst i evalueringssituasjon innebærer responser på utregninger og å gjennomføre matteprøver (Barroso, et.al., 2021). Utviklingen av AMAS ble gjennomført med universitetsstudenter som utvalg (Hopko et.al., 2003). Selv om Hopko, et.al., 2003 rapporterte god passform for både gutter og jenter, undersøkte de hver modell separat og ikke samtidig. Derfor tester ikke analysene deres for invarians (Cho, 2022). Det å teste for invarians er fundamentalt for å kunne hevde at observerte forskjeller mellom grupper skyldes faktiske forskjeller i den målte konstruksjonen, heller enn målefeil (Chen, 2007).

Nedenfor er spørreskjemaet på oversatt til norsk. Den norske oversettelsen av AMAS er blitt oversatt og pilotert av en som jobber i NumLit prosjektet. Det er 9 spørsmål loddrett, hvor alle spørsmålene starter med «Jeg blir nervøs ...» og så en situasjon som omhandler undervisning eller vurdering. Vannrett er skalaen fra 1 til 5, hvor eleven skal plassere hvor nervøs de blir i den situasjonen utsagnet omhandler. Denne skalaen går fra «Ikke i det hele tatt», «Litt», «Noe», «Veldig», «Veldig mye». Spørsmål 1, 3, 6, 7 og 9 inngår i faktorladningen «matematikkangst i undervisningssituasjon», imens spørsmål 2, 4, 5 og 8 inngår i faktorladningen «matematikkangst i vurderingssituasjon».

Tabell 1. AMAS norsk oversettelse

	Ikke i det hele tatt	Litt	Noe	Veldig	Veldig mye
1. Jeg blir nervøs av gangetabellen					
2. Jeg blir nervøs av å tenke på en matteprøve jeg skal ha i morgen					
3. Jeg blir nervøs av å se på læreren vise oss et vanskelig regnestykke på tavla (SmartBoard)					
4. Jeg blir nervøs av å ha matteprøver					
5. Jeg blir nervøs når jeg får en vanskelig mattelekse som skal leveres til neste mattetime					
6. Jeg blir nervøs av å høre på læreren snakke i mattetimen					
7. Jeg blir nervøs av å se en annen elev løse regnestykker					
8. Jeg blir nervøs hvis vi får en mattequiz i klasserommet jeg ikke visste om på forhånd					
9. jeg blir nervøs av å starte på et nytt kapittel i en mattebok					

2.4 Regneflyt

En av de rådene hypotese for hvilken innvirkning matematikk har for prestasjoner, er hypotesen om at matematikkangst hemmer arbeidsminnets ressurser (Ashcraft & Moore, 2009; Caviola, et.al., 2017; Erturan & Jansen, 2015). Nyere forskning har i tillegg foreslått at mer komplekse oppgaver som er lengre eller krever tilleggs operasjoner slik som tier- overganger kan påvirke arbeidsminnet og matematikkangst (Ashcraft & Moore, 2009; Caviola, et.al., 2017). Studien til Cates og Rhymer (2003) fant for eksempel ut at elever med lavt nivå av matematikkangst var i stand til å utføre flere utregninger korrekt per minutt, og at elever med høyere nivå av matematikkangst var ikke mindre nøyaktige men mindre flytende når det gjelder utregning. Dette stemmer overens med forståelsen av at matematikkangst kan være relatert til nivået av flyt i motsetning til generelle

matematikkprestasjoner som nøyaktighet. Dette reflekteres også i Ashcraft og Moore (2009) sin studie hvor deltagere med høyt nivå av matematikkangst utførte oppgaver mindre effektivt sammenlignet med deltagere med lavt nivå av matematikkangst. Fordi regneflyt er en kombinasjon av nøyaktighet pluss responshastighet, vil personer med god regneflyt kunne utføre oppgaver raskt og nøyaktig, og dermed holde flere ressurser i arbeidsminnet til forståelse (Ramos-Christian, et.al., 2008). Med andre ord vil elever med regneflyt være i stand til å fokusere på oppgaver over lengre tid og være bedre til å unngå distraksjoner (Ramos-Christian, et.al., 2008).

2.4.1 Mål på regneflyt TOBANS

Regneflyt er et mål på regneferdigheter der prestasjonen reflekteres av hvor mange riktige regnestykker et barn klarer å løse i løpet av en begrenset tidsperiode, typisk rundt et minutt (Ramos-Christian, et.al., 2008). Test of Basic Arithmetic and Numeracy (TOBANS) ble publisert 2014, og har som hensikt til å være et verktøy som kan hjelpe med å identifisere et barns styrker og svakheter, som igjen kan være med på å utvikle spesifikke intervensjoner (Brigstocke., et.al., 2016). Testene som blir tatt i bruk i denne studien involverer addisjon, addisjon med tier-overgang, subtraksjon og subtraksjon med tier-overgang hvor eleven skal løse regnestykker så raskt og nøyaktig hen klarer på 60 sekunder (Brigstocke, et.al., 2016). Derfor vil denne studien ta for seg regneflyt som et mål for matematikkferdigheter, ettersom oppgaver med tidspress en type oppgave som i større grad blir hemmet av matematikkangst (Caviola, et.al., 2017; Hunt & Sandhu, 2017).

3. Metode

For å svare på problemstillingene, vil det bli tatt i bruk en kvantitativ metodetilnærming, i form av invarians testing av et spørreskjema for matematikkangst, og regresjonsanalyse for å se hvilken påvirkning matematikkangst har for matematiske ferdigheter. Et av formålene med studien er å forklare tingenes tilstand, matematikkangst og regneflyt, slik det er uten å gjøre forsøk på å endre denne tilstanden (Kleven, 2002). Denne studien er derfor egnet til å se på sammenhenger og undersøke hypoteser.

3.1 Design

3.1.1 Krysseksjonelt

Krysseksjonelt design er en type forskningsdesign som tar i bruk data på et spesifikt tidspunkt (Punch & Oancea, 2014). I krysseksjonale studier samles det inn informasjon fra et utvalg for å undersøke sammenhenger, forhold og karakteristikk ved en populasjon (Punch, & Oancea, 2014). Hovedfokuset ligger i å vurdere omfanget av variabler eller å forstå forskjellene mellom grupper på et bestemt tidspunkt. I sammenheng med denne studien vil et krysseksjonelt design kunne gi innsikt i å forstå hvordan matematikkangst, kjønn og prestasjoner i matematikk henger sammen.

3.1.2 Ikke-eksperimentelt design

Krysseksjonale studier er et ikke-eksperimentelt forskningsdesign som kan være med på å forklare noe om tingens tilstand, uten å prøve å påvirke eller manipulere tilstanden (Kleven & Hjordemaal, 2018). Ettersom pretest og kontrollgrupper ikke er en del av et ikke-eksperimentelt design, må forskeren stole på målinger og statistiske kontroller for alternative forklaringer individuelt (Shadish, et.al., 2002). Ved bruk av slike studier for å finne årsakssammenhenger, kan dette designet møte utfordringer ettersom forskeren selv må legge frem sannsynlige alternative tolkninger av resultatene (Shadish, et.al., 2002). Denne typen tilnærming til et fenomen kan imidlertid gi oss informasjon om hva som inngår i opplevelsen eller manifesteringen av matematikkangst (Kleven, 2002). Med andre ord er et ikke-eksperimentelt design utforskende, og prøver å utforske forhold og mønstre (Cohen, et.al., 2018). Denne typen design er nyttig når man ønsker å studere menneskers opplevelser,

ettersom slike fenomener ofte involverer flere påvirkningsfaktorer som opererer sammen dynamisk (Diener, et.al., 2022).

3.2 Validitet og Reliabilitet

Validitet og reliabilitet er to sentrale komponenter i forskningsmetodologi som er med på å hjelpe å sikre kvaliteten og nøyaktigheten for dataene som er samlet inn og analysert (Kleven, 2002). Validitet referere til hvilken grad en studie måler hva den er ment til å måle, og reliabilitet referere til stabiliteten av målingsinstrumentet eller verktøyet som er brukt i studien (Punch & Oancea, 2014). Både validitet og reliabilitet er viktige aspekter av forskningsdesignet og spiller en viktig rolle i vurderingen av påliteligheten og troverdigheten av en studie (Punch & Oancea, 2014). I dette kapittelet vil det være en kort gjennomgang av som inngår i det forskjellige typene validitetskrav, og denne studiens validitet i lys av disse kravene vil gjennomgås i kapittel 8.

3.2.1 Statistisk validitet

Statistisk validitet handler om hvilken grad konklusjonene som trekkes fra statistiske analyser er nøyaktige og fri fra feil (Lund, 2002). For eksempel innebærer dette størrelse på utvalg, statistisk styrke (power), signifikansnivå og effektstørrelse (Cohen, et.al, 2018). Dette innebærer å sikre at de statistiske metodene som brukes i en studie er hensiktsmessige i forhold til problemstillingen og at dataanalysene er gjennomført på riktig måte (Hellevik, 2002). Med andre ord fokuserer statistisk validitet på hvorvidt de statistiske prosedyrene som blir brukt i en studie er gyldige og hvorvidt resultatene kan bli tilskrevet de uavhengige variablene som undersøkes. For å sikre statistisk validitet er det viktig å velge passende statistiske metoder og utføre riktig dataanalyse (Lund, 2002). Videre må størrelsen på utvalget i studien være tilstrekkelig for å oppdage signifikante resultater og at en har tilstrekkelig statistisk styrke til å oppdage slike resultater (Lund, 2002). I konteksten av denne studien vil det å utføre grundige statistiske analyser kunne bidra til å styrke den statistiske validiteten.

3.2.2 Indre validitet og Ytre validitet

Ytre validitet handler om den graden resultater fra en studie kan brukes eller generaliseres til ulike populasjoner, steder, tider eller situasjoner (Lund, 2002). Med andre ord ønsker man å vite i hvilken grad funnene kan bli overført til andre kontekster (Cohen, et.al, 2018).

Ved indre validitet ønskes det å demonstrere at forklaringen av en bestemt hendelse, problemstilling eller sett med data i en studie, faktisk opprettholdes av dataene og forskningen (Cohen, et.al, 2018). Det vil si at indre validitet angår hvorvidt årsakssammenheng kan fortolkes av å komme påvirkninger av uavhengig variabel på avhengig variabel, på den måten variablene er operasjonalisert (Lund, 2002). Ettersom det i ikke-eksperimentelle design alltid vil være en statistisk sammenheng som er forenlig med flere mulige kausalrelasjoner, vil det være umulig å trekke helt sikre konklusjoner om årsaksforhold fra et slikt design (Kleven, 2002). For å sikre indre validitet i denne studien blir det nødvendig å vurdere alternative tolkninger av resultatene, og styrke tilliten til en årsaks tolkning gjennom å vise at mulige alternative tolkninger er lite sannsynlig (Kleven, 2002).

3.2.3 Begrepsvaliditet

Begrepsvaliditet henviser til hvordan de operasjonaliserte variablene måler de relevante begrepene (Lund, 2002). Med andre ord handler begrepsvaliditet i denne sammenheng om hvor godt målet av matematikkangst samsvarer med de teoretiske forventningene angående matematikkangst (Punch & Oancea, 2014). Ved begrepsvaliditet handler om prosessen av å klargjøre hva en mener når man bruket et abstrakt begrep ved å bli enige om begrepets operasjonaliserte form (Cohen, et.al, 2018). Dette betyr at man prøver å definere og måle konseptet på en måte som er allment akseptert og rettferdig for å sikre at egen forståelse av konseptet er lik den eksisterende litteraturen på feltet (Cohen, et.al, 2018). I hovedsak har begrepsvaliditet som mål å sikre at det er en felles forståelse når det gjelder å definere og måle et abstrakt konsept, slik som matematikkangst (Cohen, et.al, 2018).

3.3 Utvalg

223 elever, 113 gutter og 109 jenter på 4. trinn fra forskjellige skoler på Østlandet. Ettersom en av skjemaene ikke var ferdig utfylt, ble utvalget i analysene utgjort av 113 gutter og 108

jenter. Kravene for deltakerne, er at de ikke har noen kjente lærevansker fra før av, og har norsk som førstespråk (ISP, 2020).

3.4 Datainnsamling

3.4.1 NumLit

NumLit er et longitudinelt forskningsprosjekt, som har fulgt en gruppe barn fra femårsalderen i barnehagen, frem til barneskolen og vil følge dem videre til ungdomsskolen (ISP, 2020). Samlingen tester, også kalt testbatteriet barna blir testet i består av en rekke kartleggingsinstrumenter i lese-, regne-, språk-, og kognitive ferdigheter. Målet er å få forståelse for sammenhengen mellom regne- og leseferdigheter og de forløpende ferdighetene for å kunne identifisere og støtte barn med risiko for utvikling av lærevansker (ISP, 2020). Datainnsamlingen for prosjektet blir foretatt av forskningsassistenter og andre ansatte i prosjektet, som reiser ut til de ulike skolene hvor de kartlegger de elevene som er med i studien. For det aktuelle tidspunktet består kartleggingsbatteriet av to deler, hvor hver del tar omtrent 45 minutter å fullføre. Del en og to blir utført med minst en dags mellomrom. Testene blir utført en-til-en på et stille grupperom, og testleder forklarer alle oppgavene på en slik måte at elevene forstår hva en skal gjøre.

3.5 Etske hensyn

I Norsk senter for forskningsdata (NSD), er det klare retningslinjer for behandling av personvern for deltakere (NSD, u.å). Masterprosjektet mitt er utført i sammenheng med ISP sitt forskningsprosjekt NumLit. Dette prosjektet er allerede godkjent av NSD, som betyr at de ivaretar og regulerer for personopplysninger, taushetsplikt, innsamling av data og etiske retningslinjer. Dette betyr at de ivaretar NSD sine retningslinjer når det gjelder å få informert samtykke av deltakere og deltakeres foresatte, og oppbevaringen og deling av informasjon er håndhevet. Deltakeren har rett til og kan trekke seg fra forskningen når de måtte ønske.

Å studere kjønnsforskjeller, spesielt når det gjelder å se på biologiske forskjeller, kan komme til fare for å forsterke negative kjønnsroller og stereotyper. Den generelle diskusjonen rundt psykologien av kjønn har et bredt spekter av perspektiver og det blir derfor viktig å ha i bakhodet

at eventuelle kjønnsforskjeller som blir oppdaget i denne studien er kun en liten del av empirien som finnes. Det å teste invarians betyr ikke at foregående resultater er ugyldige, men heller belyse hvordan resultater og forskjeller i kjønn kan komme av ulik forståelse av spørsmål for de ulike gruppene.

4. Analyser del 1.

I analysene av AMAS vil jeg ta utgangspunkt i Chen sine kriterier (2007). Disse kriteriene ble utviklet gjennom å systematisk undersøke sensitiviteten til «Goodness of fit» indekser, for å finne ut hvilke statistiske kriterier som burde bli brukt for å evaluere invarians (Chen, 2007). Til tross for at mye litteratur på invarians testing baserer seg på Chi-square kommer jeg ikke til å inkludere Chi-square test, ettersom denne testen er sensitiv til størrelse på utvalget og antagelse om normalitet (Chen, 2007). Indeksene jeg kommer til å ta for meg i denne studien er Root mean square error of approximation (RMSEA), Comparative fit indeks (CFI) og Standardized root mean square residual (SRMR). «Goodnes of fit» indekser kan blir klassifisert inn i to forskjellige typer; absolutte- og inkrementelle fit-indekser (Chen, 2007). Absolutt fit-indekser som RSMEA og SRMA, vurderer i hvilken grad den modellimpliserte kovariansmatrisen samsvarer med den observerte kovariansmatrisen. De måler «dårlig passform», som betyr at desto mindre tallet er, desto bedre passer modellen (Chen, 2007). I motsetning vurderer inkrementelle fit-indekser (som CFI) i hvilken grad den testede modellen er overlegen i forhold til en alternativ modell når det gjelder å reprodusere den observerte kovariansmatrisen. Den måler god passform, som betyr at desto større tall, desto bedre passer modellen (Chen, 2007). Den deskriptive statistikken og CFA og MGCFA blir utført i R.

4.1 Konfirmerende faktoranalyse (CFA)

For å kunne måle et fenomen, slik som matematikkangst, som ikke er direkte observerbart, vil det ofte brukes spørreskjemaer på Likert-skala for å produsere ordinale data (Hopko, et.al., 2003). Disse uobserverbare fenomenene er referert til latente variabler eller faktorer. Fordi latente variabler ikke kan bli direkte observert, må en slutning dannes rundt personens nivå eller ytring på en latent variabel basert på responsene på spørsmål i et spørreskjema (Pendergast, et.al., 2017). Konfirmerende faktoranalyse (Confirmatory Factor Analysis) CFA er en teknikk som blir brukt for å undersøke strukturell validitet av en målemodell (Pendergast, et.al., 2017). I CFA utformes målemodellen på grunnlag av teori, og hensikten blir dermed å vurdere i hvilken grad et indikatorsett egner seg til å operasjonalisere det teoretiske begrepet (Christophersen, 2018). Det betyr at det er teorien som tilsier om faktorene korrelerer eller ikke, og at strukturmodellen utformes slik at den samsvarer med

teorien (Christophersen, 2018). Tidligere studier som har utført denne analysen for AMAS har funnet støtte i to-faktormodellen, selv ved oversettelser til andre språk (Caviola, et.al., 2017; Cho, 2022; Cipora.et.al., 2015; Cohen.et.al., 2022; Schmitz, et.al., 2022). Flere av disse studiene har i tillegg utført modifiseringer strukturmodellen slik at den har bedre passform, enten ved å la et spørsmål lade på begge faktorladningene, eller ved å slå sammen spørsmål (Cipora.et.al., 2015; Cohen.et.al., 2022; Schmitz, et.al., 2022).

4.2 Flergroupe Konfirmerende Faktoranalyse (MGCFA)

Forskjellen mellom CFA og flergroupe konfirmerende faktoranalyse (Multi-group confirmatory factor analysis) (MGCFA) er at CFA måler hvorvidt modellen passer til teorien, imens MGCFA måler hvorvidt modellen passer for to ulike grupper (Chen, 2007). Med andre ord ønsker man med MGCFA å se hvorvidt forholdet mellom responsene på spørsmålene og de latende konstruksjonene er likt for begge gruppene (Pendergast, et.al., 2017). Imidlertid er ikke målet med MGCFA å svare på spørsmålet: «Er dette skjemaet likt for begge grupper eller ikke?», men heller å svare på i hvilken grad spørreskjemaet er likt på tvers av grupper (Pendergast, et.al., 2017). Spørreskjemaet som blir brukt ble som tidligere nevnt utviklet med universitetsstudenter som utvalg. I denne studien er det fjerdeklassinger som er utvalget, og derfor er det viktig å sjekke at den statistiske modellen til forskningsverktøyet faktisk gjelder for en ny gruppe som utvalg (Brown, et.al., 2017). For å være sikker på at den eventuelt identifiserte gjennomsnittsforskjellen reflekterer ekte forskjeller, må målingen møte kriteriene for konfigurrell, metrisk og skalar invarians på tvers av grupper (Pendergast, et.al., 2017). Tidligere studier som har utført denne analysen, har bekreftet at modellen passer for ulike grupper, selv ved oversettelse til andre språk og aldersgrupper (Caviola, et.al., 2017; Cho, 2022; Cipora.et.al., 2015; Cohen.et.al., 2022; Schmitz, et.al., 2022).

4.2.1 Konfigurrell invarians

Det første nivået av å måle invarians er konfigurrell invarians (Configural invariance) (Chen, 2007). Konfigurrell invarians spesifiserer at de samme spørsmålene går inn i samme faktorladning hos begge gruppene (Pendergast, et.al., 2017). Her kreves det at det samme spørsmålet er assosiert med den samme faktoren for begge gruppene, imidlertid kan

faktorladningene kunne variere på tvers av gruppene (Chen, 2007). Med andre ord indikerer dette nivået av invarians at det er like, men ikke identiske, latente konstruksjoner som har blitt målt for gruppene (Chen, 2007). Mangel på konfigurrell invarians oppstår når den generelle naturen til konstruksjonen er forskjellig på tvers av grupper (Pendergast, et.al., 2017). I dette tilfelle vil mangel på konfigurrell invarians komme av at matematikkangst i seg selv er helt forskjellig for gutter og jenter. Dette nivået blir målt gjennom Root mean square error approximation (RMSEA) (Schmitz, et.al., 2022). RMSEA er en type absolutt tilpasningsindeks. Det betyr at RMSA er et mål på avvik mellom den observerte kovariantmatrisen og modellimpliserte kovariantmatrise per frihetsgrad (Chen, 2007). RMSEA indikerer hvor godt modellen passer (Chen, 2007). Modeller med RMSA mindre enn 0.005 anses som tilfredsstillende, RMSA mellom 0.05 og 0.08 som brukbare og modeller med RMSA større enn 0.10 som uegnet (Brown, et.al., 2017).

4.2.2 Metrisk invarians

Det andre nivået av invarians er metrisk invarians (metric invariance), og måler faktorladningsnivået. Faktorladninger representerer styrken av den linnere relasjonen mellom hver faktor og tilhørende spørsmål (Chen, 2007). Hvis en har metrisk invarians på tvers av grupper, betyr det at forholdet mellom spørsmålene og de latente faktorladningene er like på tvers av grupper (Schmitz, et.al., 2022). Med andre ord handler det om at når ladningen av hvert spørsmål for den underliggende faktorer er lik for begge gruppene, og antyder at den underliggende faktoren har samme enhet eller har samme intervall (Chen, 2007). Mangel på metrisk invarians kan komme av at fenomenet matematikkangst, er likt for jenter og gutter, men at noen av spørsmålene i AMAS reflekterer bedre hva matematikkangst innebærer for en av gruppene. I dette tilfelle kan dette skje hvis jenter har en annen forståelse av hva det å være nervøs innebærer (Pendergast, et.al., 2017). Dette nivået blir målt gjennom Comparative fit index (CFI) (Schmitz, et.al., 2022). CFI vurderer i hvilken grad den testede modellen er overlegen i forhold til en alternativ modell når det gjelder å reprodusere den observerte kovariansmatrisen (Chen, 2007). Etersom utvalget er på mindre enn 300, vil det nullhypotesen om at kartleggingsskjemaet er invariant avvises hvis endringer i CFI er $\leq -.005$, RMSA har en endring på $\leq .010$, eller en endring på $\geq .010$ i SRMR (2007).

4.2.3 Skalarisk invarians

Det tredje nivået av invarians testes på avskjæringsnivået. Avskjæringer representerer grunnlaget av skalaen. Når dette nivået av invarians er oppnådd, indikerer dette at skårer fra forskjellige grupper har den samme faktorladning og avskjæring (Chen, 2007). Med andre ord betyr dette at hvis man spørsmålene har skalarisk invarians (scalar invariance) betyr dette at begge gruppene har lik sannsynlighet for å veksle mellom responskategoriene «ikke i det hele tatt» til «veldig mye» (Pendergast, et.al., 2017). Metrisk og skalarisk invarians er nødvendig for å utføre sammenligninger av gjennomsnitt på tvers av grupper (Schmitz, et.al., 2022). Igjen, ettersom utvalget er lite, vil nullhypotesen om at kartleggingsskjemaet er invariant avvises hvis endringer i CFI er $\geq -.005$, RMSA har endring på $\geq .010$, eller en endring på $\geq .005$ i SRMR (Chen, 2007).

5. Resultater del 1.

I tabellen nedenfor presenterer dataene for matematikkangst for gutter og jenter, og indikerer gjennomsnittsskårer og graden av variabilitet (standardavvik) for hvert spørsmål i både undervisningssituasjon og vurderingssituasjon. Gjennomsnittsskåren gir et estimat av det gjennomsnittlige nivået av matematikkangst for gutter og jenter i hvert spørsmål. En høyere skåre foreslår et høyere nivå av matematikkangst, imens en lavere skåre indikerer et lavere nivå av matematikkangst. Standardavviket (SD) måler spredningen eller variasjonene av skårer rundt gjennomsnittet. Et større standardavvik antyder et større mangfold av svar og et bredere spekter av matematikkangstnivå i gruppen, mens et mindre standardavvik indikerer et mer konsistent eller likere nivå av matematikkangst blant individer i gruppen.

Tabell 2. Matematikkangst skårer hos kjønn: Gjennomsnitt og standardavvik (Mean & SD)

Spørsmål		Gutt		Jente	
		Mean	SD	Mean	SD
Matematikkangst					
Undervisningssituasjon					
1	Jeg blir nervøs av gangetabellen	1.54	0.77	1.77	0.86
3	Jeg blir nervøs av å se på læreren vise oss et vanskelig regnestykke på tavla	1.52	0.88	1.77	0.96
6	Jeg blir nervøs av å høre på læreren min snakke i mattetimen	1.14	0.50	1.19	0.52
7	Jeg blir nervøs å se en annen elev løse regnestykker	1.26	0.65	1.39	0.78
9	Jeg blir nervøs av å starte på et nytt kapittel i en mattebok	1.33	0.74	1.54	0.94
Matematikkangst					
Vurderingssituasjon					
2	Jeg blir nervøs av å tenke på en matteprøve jeg skal ha i morgen	1.70	0.99	1.99	1.13
4	Jeg blir nervøs av å ha matteprøver	1.61	0.93	2.10	1.13
5	Jeg blir nervøs når jeg får en vanskelig mattelekse som leveres til neste mattetime	1.70	0.95	2.15	1.15
8	Jeg blir nervøs hvis vi får en mattequiz i klasserommet som jeg ikke viste om på forhånd	1.75	1.08	1.83	1.09

5.1 Konfirmerende Faktornalyse

En CFI verdi på 0.90 eller høyere, en RMSEA verdi på 0.08 eller lavere, og en SRMR verdi på 0.08 eller lavere indikerer en god passform for en modell (Brown, et.al., 2017). Siden

denne studien ønsker å finne hvilken modell som passer best for å måle matematikkangst, ser en etter modellen med høyest CFI, lavest RMSEA og lavest SRMR.

Tabell 3. Oppsummering CFA

Modell	CFI	RMSEA	SRMR
MA_A	0.933	0.107	0.044
MA_A.1	0.972	0.071	0.033
MA_B.1	0.962	0.081	0.035

De tre forskjellige modellene (MA_A, MA_A.1 og MA_B.1). Modell MA_A er den originale to-faktormodellen uten modifiseringer, modell MA_A.1 er modifisert til en en-faktormodell og MA_B.1 er en to-faktormodell som er modifisert ved å slå sammen spørsmål 2 og 4. Modellene var testet med bruk av konfirmerende faktoranalyse, og fit-indeksene CFI, RMSEA og SRMR ble brukt for å vurdere passformen til hver modell. Modell MA_A er den originale modellen uten modifiseringer og hadde CFI på 0.933, RSMA på 0.107 og SRMR på 0.044, hvor fit-indeksene indikerer en ikke-tilfredsstillende faktormodell. Modell_A.1 hadde CFI på 0.972, RMSEA på 0.071 og SRMR på 0.033. Denne modellen er modifisert til en en-faktormodell, hvor faktorladningene blir slått sammen. Ut ifra resultatene er denne modellen tilfredsstillende, men ikke ønskelig ettersom den strider mot teorien. Dette er fordi det er ønskelig å se på matematikkangst gjennom to faktorladninger slik at den samsvarer med teorien (Christophersen, 2018). Modell MA_B.1 hadde CFI på 0.962, RMSEA på 0.081 og SRMR på 0.035. Denne modellen er modifisert til at spørsmål 2 og 4 blir slått sammen. Denne modellen viser tilstrekkelig invarians til å kunne måle matematikkangst under begrepene matematikkangst i undervisningssituasjon og matematikkangst i vurderingssituasjon. Derfor er det modell MA_B.1 som vil videre bli tatt i bruk for flergroupe konfirmerende faktoranalyse.

5.2 Flergruppe Konfrimerende Faktoranalyse

5.2.1 Modell_B.1

Tabell 4. Fit-indekser av Test av Målings Invarians for Kjønn hos AMAS

Modell	CFI	CFI diff	RSMEA	RSMEA diff	SRMR	SRMR diff
M1:						
Konfigurell	.941		.102		.047	
M2: Metrisk	.938	.003	.098	.004	.068	-.021
M3: Skalarisk	.927	.011	.100	-.002	.073	-.005

Ettersom utvalget er på mindre enn 300, vil det nullhypotesen om at kartleggingsskjemaet er invariant avvises hvis endringer i CFI er $\leq .005$, RMSA har en endring på $\leq .010$, eller en endring på $\geq .010$ i SRMR (Chen, 2007). Endringer i CFI på nivå to er .003. RMSA har en endring på .004 og SRMR har en endring på .021, som betyr at metrisk invarians er sikret og nullhypotesen for metrisk invarians består.

Igjen, ettersom utvalget er lite, vil nullhypotesen om at kartleggingsskjemaet er invariant avvises hvis endringer i CFI er $\geq -.005$, RMSA har endring på $\geq .010$, eller en endring på $\geq .005$ i SRMR (Chen, 2007). Endringer i CFI på nivå tre er .011. RMSA har en endring på .002, og SRMR har en endring på .005. Dette betyr at skalarisk invarians ikke er sikret og nullhypotesen for skalarisk invarians avvises. Dette kan bety at gutter og jenter ikke har lik sannsynlighet for å veksle mellom responskategoriene «ikke i det hele tatt» til «veldig mye» (Pendergast, et.al., 2017). Det å mislykkes i å støtte invarians på tvers av grupper, kan invalidere konklusjoner som blir dratt for å observere gruppeforskjeller, ettersom man ikke kan utelukke at forskjellen kommer av målefeil, heller enn ekte forskjeller på den målte konstruksjonen (Cho, 2022). Som man kan se i Tabell 1, er det lite veksling mellom svaralternativer for begge kjønn, men basert på standardavvik, veksler jenter i litt større grad enn gutter.

6. Analyser del 2.

Den andre hensikten til denne studien er å se hvilken eventuell påvirkning matematikkangst har for regneflyt. Tidligere forskning som det er referert til i denne studien har pekt på at matematikkangst er relatert til nivået av regneflyt (Ashcraft & Moore, 2009; Cates & Rhymer, 2003). Nærmere bestemt er det vist til at elever med høyere nivå av matematikkangst er mindre flytende når det gjelder utregning, og at dette har sammenheng med arbeidsminnets resurser (Ramos-Christian, et.al., 2008). For å kunne se på denne sammenhengen, og svare på problemstillingen angående matematikkangst og regneflyt, vil jeg gjennomføre en multippel regresjonsanalyse.

6.1 Multippel regresjonsanalyse

Multippel regresjonsanalyse er en statistisk analysemetode som analyserer sammenheng mellom flere uavhengige variabler og en avhengig variabel (Kleven, 2002). En slik analyse blir gjennomført ettersom en ønsker å se hvordan matematikkangst og kjønn kan predikere regneflyt (Navarro & Foxcroft, 2019). I denne sammenhengen vil analysen handle om hvilken betydning de uavhengige variablene matematikkangst og kjønn har for den avhengige variabelen prestasjoner i regneflyt. Med andre ord vil multippel regresjonsanalyse kunne vise hvor mye av variansen i regneflyt som kan forklares av matematikkangst og kjønn (Kleven, 2002). Y variabelen vil referere til regneflyt og X_1 vil referere til skåre på matematikkangst, og X_2 vil referere til kjønn som er todelt (dikotom) inn i verdiene 0 (gutt) og 1 (jente) (Christophersen, 2018).

6.2 Simultan multippel regresjonsanalyse.

Ettersom både matematikkangst og kjønn kan korrelere innbyrdes, og ikke bare med regneflyt, er dette en utfordring i tolkningen av resultatene av en multippel regresjonsanalyse (Christophersen, 2018). Ved simultan multippel regresjonsanalyse behandles alle de uavhengige variablene (X_1 og X_2) likt, og det beregnes hvor mye av variansen i den avhengige variabelen (Y) som kan forklares av de uavhengige variablene (Kleven, 2002). I sammenheng med denne studien vil analysen gi en indikasjon på hvor mye av variasjonen i regneflyt som kan forklares av nivået av matematikkangst og kjønn (Kleven, 2002).

6.2.1 Robust multippel regresjonsanalyse

En robust multippel regresjonsanalyse blir gjennomført når det er bekymringer for at antagelsene for en klassisk regresjonsanalyse er brutt, slik som normalitet, «homoscedasticity», og lineariteten av residualene (Maronna, 2019). Disse antakelsen kan bli brutt på grunn av uteliggere (outliers) eller andre typer data avvik (Kleven, 2002). En robust regresjonsanalyse kan bidra til å dempe virkningen av disse bruddene ved å bruke estimeringsmetoder som er mindre følsomme for ekstreme verdier og avvik (Maronna, 2019). Med andre ord kan en robust multippel regresjonsanalyse være nødvendig når antagelsene for en klassisk regresjonsanalyse er brutt, eller det er nødvendig med en mer robust og reliabel estimerings metode på grunn av tilstedeværelsen ekstreme observasjoner i dataene (Maronna, 2019).

6.3 Signifikansnivå for multippel regresjonsanalyse

6.3.1 Model fit measures

R^2 er et mål på hvor bra modellen passer til data (Christophersen, 2018). Den representerer proporsjonen av varians for den avhengige variabelen som blir forklart av den uavhengige variabelen (Navarro & Foxcroft, 2019). I denne sammenhengen vil det bety at en høy R^2 (1) verdi indikerer at matematikkangst og kjønn er i stand til å forklare en stor del av variansen for utfallsvariabelen regneflyt, og en lav verdi (0) vil foreslå at de uavhengige variablene ikke kan forklare for variansen i regneflyt (Navarro & Foxcroft, 2019). F-verdi kan fortelle oss om hvorvidt modellen i helhet presterer bedre enn tilfeldighet (Navarro & Foxcroft). Lave verdier forteller at det er svært usannsynlig at prediksjonene kan komme av tilfeldigheter (Hermansen, 2019).

6.3.2 Model coefficients

For å tolke regresjonskoeffisientene, er vi interessert i retning og signifikans. Det vil si at vi ser på hvorvidt det er en positiv eller negativ effekt som ikke kan forklares av tilfeldigheter (Hermansen, 2019). Det er viktig å notere seg at statistisk signifikans indikerer nødvendigvis ikke praktisk signifikans, eller styrken av forholdet mellom variablene (Navarro & Foxcroft, 2019). Derfor er det viktig å tolke koeffisientene og effektstørrelsen i tillegg til den statistiske signifikansen av resultatene (Kleven, 2002).

7. Resultater del 2.

7.1 Robust multippel regresjonsanalyse

Tabell 5. Robust Regresjonsresultater for Matematikkangst, Kjønn og Regneflyt.

Variabel	B	SE	t	p
(Intercept)	77.031	5.213	14.771**	<0.001
Matematikkangst	-1.232	0.357	-3.693**	<0.001
Kjønn	-6.089	7.432	-0.854	0.394
Matematikkangst x Kjønn	0.220	0.474	0.534	0.594

Notat: ** $p < 0.001$. Regneflyt (TOSUM) var den avhengige variabelen. Robust regresjonsanalyse ble brukt ettersom det var brudd på antakelse om normalitet. Modellen sto for 7.7% av variansen i regneflyt. (Adjusted R-Squared = 0.007).

En multippel regresjonsanalyse ble tatt i bruk for å undersøke forholdet mellom matematikkangst og kjønn, interaksjonen mellom dem, og regneflyt. Antagelsen om normalitet ble brutt, og derfor ble det tatt i bruk en robust regresjon. Standard error (SE) er robust til ikke-normalitet og heteroskedasitet (heteroscedasticity), og t-verdien og p-verdien indikerer hvorvidt hver koeffisient er statistisk signifikant (Hermansen, 2019).

Resultatene viste at matematikkangst hadde en signifikant negativ effekt på regneflyt ($p < 0.001$). Kjønn var ikke en signifikant prediktor for regneflyt ($p = 0.394$), og der var ingen signifikant interaksjonseffekt mellom matematikkangst og kjønn ($p = 0.594$). Den endelige modellen sto for 7.7% av variansen i regneflyt (Adjusted R-squared = 0.077).

Robust regresjons diagnostikk indikerte at residuaene var skjeve, med en minimumsverdi på -40.71 og en maksimumsverdi på 85.06. Gjennomsnittsresidualen var 0.00, og standardavvik for residualene var 21.18 på 217 frihetsgrader (1 observasjon ble slettet på grunn av manglende data).

Videre basert på resultatene til estimatene kan det tyde på at det er et negativt forhold mellom matematikkangst og regneflyt i denne modellen. Med andre ord det negative estimatet for matematikkangst (-1.232) foreslår at når verdien til matematikkangst øker med 1 enhet, reduseres verdien av regneflyt med 1.232 enheter (Navarro & Foxcroft, 2019).

For å vurdere virkningen av å endre matematikkangst med et standardavvik, kjørte jeg analysen på nytt med en stimulert økning/reduksjon i matematikkangst med et standardavvik. Disse resultatene viste at en økning i matematikkangst med et standardavvik ledet til en signifikant økning i regneflyt ($\beta = 0.0057$, $t = 66.09$, $p < .001$), imens en reduksjon i matematikkangst med et standardavvik ledet til en signifikant reduksjon i regneflyt ($\beta = -0.057$, $t = -66.09$, $p < .001$). Disse funnene foreslår at matematikkangst kan ha en signifikant innvirkning for regneflyt, og reduksjon i matematikkangst kan potensielt forbedre regneflyt.

8. Drøfting av resultater

Hensikten med denne studien har vært å diskutere matematikkangst og de negative konsekvensene dette kan ha for elevers prestasjoner og karrierevalg. Spesielt har det vært i fokus å undersøke kjønnsforskjeller, ettersom studier har vist at spesielt jenter i større grad vil unngå fremtidige karrierer som krever matematikkferdigheter (Hopko, et.al., 2003). For å gjøre dette var det første målet med studien å validere spørreskjemaet for matematikkangst, AMAS, ved å ta i bruk norske 4.klassinger som utvalg for å bekrefte faktorstrukturen til skjemaet. Dette var for å sikre at AMAS sin målemodell faktisk måler matematikkangst basert på faktorladningene. Videre var det også et mål å se på relasjonene mellom matematikkangst og kjønn ettersom dette har blitt omfattende rapportert i studien med voksenalder som utvalg (Devine, et.al., 2012; Hopko, et.al., 2003; Sokolowski, et.al., 2019). Dette ble gjort ved å utføre en Multi-group CFA, for å sikre at AMAS fanger opp matematikkangst for begge kjønn på samme måte. Det andre målet med studien var å se hvilken påvirkning matematikkangst har for regneflyt, og hvorvidt det er en forskjell mellom jenter og gutter når det gjelder hvilken påvirkning høyt nivå av selvrappert matematikkangst har for regneflyt.

Drøftingsdelen av denne studien vil derfor først oppsummere hovedfunnene fra analysene og fremheve de mest signifikante resultatene som er med på å svare på problemstillingene. Deretter vil det bli gjort en tolkning av resultatene som gir en dypere forståelse av hva de betyr, og utforske potensielle mekanismer og implikasjonene funnene har for videre teori og praksis. Videre vil funnene bli plassert i en større forskningskontekst ved å sammenligne dem med tidligere litteratur på dette feltet, og hvordan resultatene støtter eller utfordrer den nåværende litteraturen. Til slutt vil studiens styrker og svakheter bli lagt frem og hvordan fremtidige studier innenfor dette temaet kan ta disse styrkene og svakhetene med seg videre.

8.1 Oppsummering av hovedfunn

8.1.1 CFA AMAS

Konfirmerende faktoranalyse er en teknikk som blir brukt for å undersøke strukturell validitet av en målemodell (Pendergast, et.al., 2017). I CFA utformes målemodellen på grunnlag av teori, og hensikten blir dermed å vurdere i hvilken grad et indikatorsett egner seg til å operasjonalisere det teoretiske begrepet (Christophersen, 2018). Målet med å utføre

CFA i denne studien var å bekrefte den underliggende to-faktor strukturen i den norske versjonen av AMAS, slik at man sikrer at målemodellen faktisk måler matematikkangst basert på «matematikkangst i undervisning- og matematikkangst i evalueringssituasjon». I analysen til denne studien viser det seg at modell MA_A.1 har beste «fit», men at denne modellen er ikke ideell i forhold til teorien som modellen er basert på. Dette er fordi denne er modifisert til å være en en-faktormodell, som vil si at det ikke skilles mellom matematikkangst- i undervisningssituasjon eller evalueringssituasjon. Ettersom det er fastslått at matematikkangst trolig manifesterer seg ulikt i forskjellige situasjoner vil ikke denne modellen være ideell, og derfor ble en annen modifisering utprøvd (Devine, et.al. 2012; Erutan & Jansen, 2015; Goetz, et.al., 2013; Hopko, et.al., 2003). I modell MA_B.1, ble spørsmål 2 og 4 slått sammen. Disse spørsmålene lader på samme faktorladning og de er så og si det samme spørsmålet, så det å slå sammen spørsmål 2 og 4, vil derfor ikke være i strid med teorien (Christophersen, 2018). Ettersom det gjennom teorien er ønskelig å på matematikkangst gjennom to faktorladninger utformes strukturmodellen slik at den samsvarer med teorien (Christophersen, 2018). I dette tilfelle betyr det at Model_B.1, hvor spørsmål 2 og 4, blir slått sammen viser tilstrekkelig invarians til å kunne måle disse to teoretiske begrepene.

Ut ifra resultatene til konfirmerende faktoranalyse kommer det frem at modell MA_B.1 har den beste passformen, ut ifra teorien. Ettersom et av hovedpoengene med CFA er at målemodellen utformes på grunnlag med teori, er det ønskelig at målemodellen har to faktorladninger. Spørsmålene som ble slått sammen i denne modellen var spørsmål 2 og 4 som begge går under faktorladningen «matematikkangst i vurderingssituasjon». I spørsmål 2 og 4 skal eleven vurdere utsagnet: «Jeg blir nervøs av å tenke på en matteprøve jeg skal ha i morgen», og spørsmål 4: «Jeg blir nervøs av å ha matteprøver». Innholdet i de to spørsmålene, og ordlyden til de begge er veldig like så det å slå disse spørsmålene sammen vil ikke stride imot teorien som skjemaet og målemodellen baserer seg på. Det eneste som kan skille de to spørsmålene fra hverandre er tidsperspektivet, hvor spørsmål 2 dreier seg om å være nervøs for en fremtidig matteprøve, imens spørsmål 4 dreier seg om en «her og nå» situasjon. Resultatene foreslår at den modifiserte modellen MA_B.1 representerer dataene bedre enn den originale modellen MA_A. Denne informasjonen kan være til opplysning til senere studier ved å fremheve viktigheten med å undersøke og modifisere målemodeller til å være i bedre stand til å reflektere konstruksjonene som skal studeres.

8.1.2 MGCFA AMAS

Flergruppe konfirmerende faktoranalyse måler hvor godt modellen passer for to ulike grupper, og ønsker å se i hvilken grad forholdet mellom responsene på spørsmålene og de latente konstruksjonene er like for begge gruppene (Chen, 2007; Pendergast, et.al. 2017). Målet med å utføre MCCFA i denne studien var for å sikre at eventuelt indentifiserte gjennomsnittsforskjeller, for gutter og jenter, reflekterer ekte forskjeller og ikke kommer fra at måleinstrumentet i seg selv konstruerer forskjeller på grunn av artefakter (Chen, 2007). I denne viser det seg at konfigurell og metrisk invarians er sikret. På grunn av dette kan man anta at de fenomenene som ikke kan direkte observeres for matematikkangst er like for både gutter og jenter, og at ladningen for hvert spørsmål er lik for begge grupper (Chen, 2007). Derimot vil nullhypotesen for skalarisk invarians avises, noe som kan bety at gutter og jenter ikke har lik sannsynlighet for å veksle mellom responskategoriene (Pendergast, et.al., 2017). Denne invariansen bør imidlertid undersøkes videre ettersom det kan være flere grunner til at dette fremkommer, og kriteriene bør ses med et kritisk syn ettersom det å teste for målings invarians er komplekst. En rekke faktorer kan være med på å påvirke fit-statistikken, slik som mønsteret av noninvarians, størrelse på utvalget, ratio på utvalget og kompleksiteten til modellen (Chen, 2007).

Resultatene som nå har kommet frem med AMAS, betyr ikke nødvendigvis at matematikkangst bør operasjonaliseres med forskjellige indikatorer for jenter og gutter, men heller at gruppestørrelsen eller kompleksiteten til AMAS kan være grunnen for resultatene (Chen, 2007; Christophersen, 2018). En grunn for resultatene kan også tenkes og komme av elevenes alder, og det å være i stand til å identifisere følelser og emosjoner knyttet symptomer for matematikkangst (Erutan & Jansen, 2015; Hopko, et.al., 2003). Det kan derfor tenkes at en grunn for at skalarisk invarians ikke møtes er på grunn av modningsnivået til elevene, ettersom graden av matematikkangst øker med alderen (Haase, et.al., 2019). Kjønnforskjeller når det gjelder å identifisere og rapportere symptomer på matematikkangst kan også spille inn i dette resultatet. For eksempel det at forventningene fra samfunnet at gutter skal gjøre det bra i matematikkrelaterte fag kan disponere dem til å være mindre villige til å tilstå symptomer på matematikkangst (Erutan & Jansen, 2015). Dette sammen med økt villighet for jenter å gjenkjenne symptomer på matematikkangst, kan derfor være med på å forklare hvorfor det er ulikheter når det gjelder veksling mellom svaralternativer (Hopko, et.al., 2003). Basert på disse resultatene kan de blir konkluder med

at det forskjeller i avskjæringene (intercepts) for spørsmålene på tvers av kjønn, men at den overordene faktorstrukturen er konsistent på tvers av kjønn. Dette foreslår at AMAS måler den samme konstruksjonen, matematikkangst, på tvers av grupper, men at det kan være forskjeller i hvordan jenter og gutter responderer på spørsmålene. Denne informasjonen kan være viktig for fremtidige studier som ønsker å måle matematikkangst for forskjellige grupper, ettersom dette fremhever viktigheten av å vurdere forskjeller i responsmønstre på tvers av grupper.

8.1.3 Multipel regresjonsanalyse TOBANS, AMAS & Kjønn

Målet med å utføre en multipel regresjonsanalyse var å undersøke forholdet mellom matematikkangst og regneflyt og hvorvidt kjønn modererer dette forholdet. Regneflyt (TOBANS) var den avhengige variabelen, imens matematikkangst (AMAS), kjønn, og deres interaksjon representerer uavhengige variabler. Fordi antakelsen av normalitet ble brutt, ble en robust regresjonsanalyse tatt i bruk. Utfra resultatene ble det vist at matematikkangst har en signifikant negativ effekt for regneflyt, selv når det ble kontrollert for kjønn. For å vurdere virkningen av å endre matematikkangst med en standardfeil, ble analysen kjørt på nytt med en stimulert økning/reduksjon i matematikkangst med en standardfeil. Resultatene av dette foreslår at matematikkangst kan ha en signifikant innvirkning for regneflyt, og reduksjon i matematikkangst kan potensielt forbedre regneflyt. Effekten av kjønn for regneflyt var ikke signifikant, og videre var interaksjonen mellom matematikkangst og kjønn heller ikke signifikant. Resultatene foreslår derfor at kjønn ikke spiller en signifikant rolle i forholdet mellom matematikkangst og regneflyt, og den negative effekten matematikkangst har for regneflyt er konsekvent på tvers av kjønn.

Basert på resultatene fra den robuste multipel regresjonsanalysen kan det se ut til at den negative koeffisienten for AMAS foreslår at en økning i matematikkangst er assosiert med en nedgang i regneflyt. Videre foreslår den ikke-signifikante koeffisienten for kjønn at det ikke er en signifikant forskjell i matematiske ferdigheter, slik som regneflyt, mellom gutter og jenter når det blir kontrollert for matematikkangst. Den ikke-signifikante koeffisienten for interaksjonene mellom AMAS og kjønn foreslår at forholdet mellom matematikkangst og regneflyt ikke er signifikant forskjellig for gutter og jenter i denne aldersgruppen. Derimot er det verdt å påpeke at residuaene i denne analysen kan tyde på at denne modellen kanskje

ikke passer dataene på best måte, og det kan derfor være andre variabler eller faktorer som påvirker regneflyt som ikke er tatt med i denne modellen. Basert på disse implikasjonene kan det være formålstjenlig at pedagoger vurderer å sette matematikkangst i søkelyset for deres læringsmetoder for å potensielt kunne forbedre elevers matematiske ferdigheter. I tillegg kan fremtidige studier undersøke hvilke andre faktorer som kan være med å påvirke regneflyt og hvordan de interagerer med matematikkangst.

8.2 Resultater i lys av tidligere empiri

8.2.1 Mål på matematikkangst

Den første hensikten med denne studien var å validere spørreskjemaet for matematikkangst, AMAS, ved å ta i bruk norske 4.klassinger som utvalg for å bekrefte faktorstrukturen. Videre var det også et mål å se på relasjonen mellom matematikkangst og kjønn ettersom dette har blitt omfattende rapportert i studier med voksne som utvalg, og gjøre dette ved å invarians teste skjemaet på tvers av kjønn (Devine, et.al., 2012; Hopko, et.al., 2003; Sokolowski, et.al., 2019). Som sagt tidligere i studien er ikke matematikkangst en homogen konstruksjon, og vil derfor trolig manifestere seg på forskjellige måter i forskjellige situasjoner (Cipora, et.al. 2015). Derfor er AMAS konstruert basert på de situasjonene som matematikkangst typisk oppstår, slik som undervisningssituasjoner og evalueringssituasjoner (Hopko, et.al., 2003). Denne distinksjonen er gjort for ettersom matematikkangst i undervisningssituasjon innebærer reaksjoner på situasjoner rundt matematikkundervisning i et klasserom, imens matematikkangst i evalueringssituasjoner innebærer responser på utregninger eller å ha matteprøve (Barroso, et.al., 2021). I et forskningsperspektiv er det viktig at disse distinksjonene blir gjort ettersom det er vesentlig at modellene som skal måle fenomenet er representative for den emosjonelle opplevelsen av matematikkangst (Hopko, et.al., 2003).

I denne studien ble utført modifiseringer av den originale målemodellen ved å slå sammen spørsmål 2 og 4, for å bedre kunne representere dataene. En slik modifisering ble også utført i Scmitz, et.al., sin studie for nederlandske ungdomsskoleelever og universitetsstudenter (2022). I andre studier har modifiseringer som det å la spørsmål 5, som dreier seg om mattelekser, lade på begge faktorladningene ettersom lekser både kan dreie seg om vurdering- og undervisningssituasjoner (Cipora, et.al., 2015; Cohen, et.al., 2022). Ettersom

slike modifiseringer må gjøres, kan det tenkes at det teoretiske rammeverket for matematikkangst fungerer forskjellig i en annen språklig eller kulturell kontekst eller at noe av det teoretiske innholdet forsvinner i oversettelser (Brown, et.al., 2017). For eksempel kan det hende at oversettelsen av begrepet «anxious» til «nervøs» ikke fungerer på samme måte eller har samme ladning av begrepet. Det kan hende at begrepet nervøs ikke fatter det samme som begrepet «anxious» gjør, og derfor blir det vanskelig for et barn å identifisere følelsen av å være nervøs i de situasjonene som kommer opp i spørreskjemaet. Med dette kan det tenkes at i oversettelsen av AMAS til norsk og med barn som målgruppe, kan det være mer hensiktsmessig å referere til de fysiologiske symptomene til matematikkangst slik som «vondt i magen» isteden for abstrakte begreper som «nervøs».

8.2.2 Betydningen av matematikkangst for prestasjoner

Det andre målet og hensikten med denne studien er å se hvilken påvirkning matematikkangst har for matematikkprestasjoner i form av regneflyt. Dette ble gjort ved å utføre en multippel regresjonsanalyse for å undersøke forholdet mellom matematikkangst og kjønn, interaksjonen mellom dem og regneflyt. Resultatet fra denne analysen foreslår at en økning i matematikkangst er assosiert med en nedgang i regneflyt. Tidligere litteratur peker på at tilstandsbestemt matematikkangst handler om prestasjoner i en bestemt situasjon, hvor matematikkangst fungerer som en dobbel belastning (Erturan & Jansen, 2015). Resultatene fra denne studien stemmer overens med resultatene i Cates & Rhymer (2003) sin studie, hvor de fant at elever med høyt nivå av matematikkangst var i stand til å utføre færre utregninger korrekt per minutt. Slike resultater er til støtte for hypotesen om at de negative tankene og bekymringene som kommer av matematikkangst, vurderes som en ressurskrevende sekundæroppgave og reduserer derfor tilgjengeligheten til arbeidsminnet (Ashcraft & Moore, 2009). I tillegg har tidligere litteratur har pekt på at elever som opplever lite kontroll i matematiske situasjoner med tidspress kan utvikle lært hjelpeløshet som igjen har konsekvenser for selvoppfattelsen av matematikkprestasjoner (Diseth, 2019; Zikovic, et.al., 2023). Basert på litteraturen og resultatene i denne studien kan det i et longitudinelt perspektiv tenkes at matematikkangst over tid vil, ikke bare vil ha konsekvenser for bestemte matematiske situasjoner, men også for den matematiske selvoppfattelsen som inngår i egenskapsbestemt matematikkangst (Erturan & Jansen, 2015).

8.2.3 Kjønnforskjeller i matematikkangst

Et annet mål har vært å se på hvilken betydning matematikkangst har for matematikkprestasjoner hos både jenter og gutter når det gjelder hvilken påvirkning høyt nivå av selvrapportert matematikkangst har for regneflyt og vurdere om vi kan se en kjønnsmessig forskjell. Resultatene til denne studien tyder på at det ikke er en signifikant forskjell i matematiske ferdigheter, regneflyt, mellom gutter og jenter når det blir kontrollert for matematikkangst. Derfor er resultatene i denne studien med på å avkrefte hypotesen om at gutter er i gjennomsnitt bedre i matte enn jenter, og at det er denne forskjellen i matematikkferdigheter som forklarer eventuelle kjønnsforskjeller i matematikkangst (Devine, et.al., 2012). Resultatene i denne studien tyder på at forholdet mellom matematikkangst og regneflyt ikke er signifikant forskjellig for gutter og jenter. Dette funnet utfordrer resultatene til Caviola, et.al. (2017) som fant kjønnsforskjeller i nivå av matematikkangst for italienske fjerdeklassinger ved bruk av AMAS, hvor jenter viste et signifikant høyere nivå av matematikkangst enn gutter når det ble kontrollert for matematikkferdigheter. Avviket i resultater kan være på grunn av forskjeller i hvordan AMAS har blitt oversatt til norsk versus italiensk. På den andre siden, kan dette avviket også være et resultat av det faktisk ikke er forskjeller mellom guttene og jentene i dette norske utvalget når det gjelder hvordan matematikkangst påvirker regneflyt. Imidlertid fant Goetz, et.al. (2015) i deres studie at jenter ikke opplever mer matematikkangst enn gutter i undervisning- eller vurderingssituasjoner, men heller at forskjellene i matematikkangst lå i egenskapsbestemt matematikkangst. Dette kan bety at elever som allerede opplever lite kontroll i matematiske situasjoner med tidspress i fjerdeklasse kan utvikle en negativ matematisk selvoppfattelse som blir tydeligere i senere år når stereotyper, slik som at jenter er dårligere i matte blir mer sosialisert (Delage, et.al., 2022; Diseth, 2019; Goetz, et.al., 2015; Zikovic, et.al., 2020).

8.3 Studiens styrker og begrensninger

8.3.1 Studiens styrker

Tidsperspektivet til studien er en styrke, ettersom det er en intensiv- ikke-eksperimentell studie, som gir anledning til personlig kontakt med fenomenet (Hellevik, 2002). En annen

styrke med studien er at utvalget er stratifisert. Det vil si at deltakerne grupperes sammen i ulike kategorier (strata) (Hellevik, 2002). Dette er en styrke ettersom stratifisering gir kontroll over antallet som kommer med fra hvert stratum (Hellevik, 2002). Videre er kriteriene for utvalget, at det er normalpresterende elever uten kjente vansker. Dette være en styrke ettersom man får oversikt over hvordan matematikkangst påvirker prestasjoner for de elevene som ikke har kjente vansker med faget.

Begrepsvaliditeten blir sikret ved at det blir gjennomført invarians testing av spørreskjemaet AMAS. Dette er med på å sikre at skjemaet er passende for utvalget, og at målingene faktisk reflekterer de teoretiske forventningene vedrørende matematikkangst (Punch & Oancea, 2014). Ved å ta i bruk omfattende analytiske teknikker slik som konfirmerende faktoranalyse (CFA) og flergruppe konfirmerende faktoranalyse (MGCF), er dette med på å sikre et solid grunnlag for å måle matematikkangst og utforske kjønnsforskjeller (Pendergast, et.al., 2017). Videre har det blitt tatt i bruk mer avanserte statistiske teknikker for å undersøke forholdet mellom matematikkangst og regneflyt ved å bruke en robust multippel regresjonsanalyse, som er med på å styrke funnene i studien (Maronna, 2019).

Denne studien undersøker flere aspekter ved matematikkangst, slik som forholdet mellom kjønn, innvirkningen matematikkangst har for regneflyt, og potensielle kjønnsforskjeller når det gjelder påvirkningen matematikkangst har for regneflyt. Ved å vurdere disse ulike dimensjonene, er denne studien med på å gi en omfattende forståelse rundt temaet (Kleven, 2002). Dette kan være med på å styrke de praktiske implikasjonene studiet har for pedagoger og lovgivere.

Ved å identifisere den negative påvirkningen matematikkangst har for regneflyt og dens potensielle rolle i fremtidige karrieremuligheter, vil denne studien fremheve viktigheten av å adressere matematikkangst tidlig og implementere tidlig intervensjon for å støtte elever som opplever matematikkangst og forbedre deres matematikkprestasjoner.

8.3.2 Studiens begrensninger

Utvalget i denne studien er homogent, på den måten at elever med kjente vansker ikke er med i utvalget. Dette er fordi NumLit prosjektet ønsker å se på normalutviklingen av lese- og matematikkferdigheter. På den andre siden gjør dette at man ikke får se konsekvensene av

matematikkangst for gruppen elever som har vansker med matematikkfaget. I tillegg kan utvalget bli sett på som en begrensning for studiet, ettersom flergruppe CFA vanligvis krever et større utvalg enn det som er brukt i denne studien (Cho, 2022). Dette kan gjøre at resultatene ikke er så reliable som det hadde vært med et større utvalg. Selv om utvalget kan være representativt for norske 4.klassinger, uten kjente vansker, kan funnene være mindre generaliserbare til andre aldersgrupper eller kulturelle kontekster (Brown, et.al., 2017). Replikasjonsstudier som involverer et mer mangfoldig utvalg, kan være med på å øke den ytre validiteten til funnene.

Studien baserer seg i stor grad på selvrapporterings skjema for å kartlegge matematikkangst. Selv om slike skjema er mye brukt og gir verdifull innsikt, kan de være gjenstand for potensiell bias som for eksempel feiltolkning av spørsmål (Pendergast, et.al., 2017). Fremtidige studier kan ha til gode av å bruke ytterligere objektive målinger eller observasjonsmetoder for å komplementere selvrapporteringsdata.

Denne studien har i hovedsak hatt fokus på forholdet mellom matematikkangst, kjønn og regneflyt. Imidlertid er det også andre faktorer slik som undervisningsmetoder, foreldrepåvirkning eller tidligere erfaringer, som kan bidra til matematikkangst og prestasjoner i matematikk. Fremtidige studier kan utforske samspillet mellom disse faktorene for å få en mer omfattende forståelse av den kompleksiteten til matematikkangst. Videre kan det også være av interesse å se på selvoppfattede matematikkferdigheter i forhold til matematikkangst. For eksempel å se hvorvidt selvoppfattelse korrelerer med matematikkangst og eventuelt om hvilken referanseramme for selvoppfattelse elever tar utgangspunkt (ekstern vs. Intern).

9. Konklusjon

Opplæringsloven paragraf 1-1 legger vekt på at skolens formål er å sørge for at enkelteleven opplever mestring i et trygt og godt miljø, og samtidig forberede dem til deltakelse i samfunns- og næringslivet (Opplæringsloven, 1998, §1-1). I samfunn hvor kunnskap og matematiske evner er assosiert med ansettelsene og lønn (Haase, et.al., 2019), kan diskusjonene i denne oppgaven være med på å belyse de begrensingene matematikkangst kan sette for en elev når det gjelder fremtidig deltagelse i samfunnet og næringslivet. Denne studien har kastet lys over det komplekse forholdet mellom matematikkangst, kjønn og matematikkprestasjoner. Funnene fra studien kan gi innsikt for forskere, pedagoger og lovgivere når det gjelder å adressere matematikkangst og dens konsekvenser. Ved å erkjenne viktigheten av tidlig intervensjon og skape støttende læringsmuligheter, kan vi styrke elevenes evne til å motstå matematikkangst og gi han eller henne mulighet til å velge karrierer uten å bli hindret av frykt eller negative tanker og følelser.

I studien har det vært fokus på å undersøke kjønnsforskjeller. Tidligere forskning har pekt på at spesielt jenter har større sannsynlighet for å unngå senere karrierer som krever matematiske ferdigheter (Hopko, et.al., 2003). Videre har det også vært fokus på betydningen av matematikkangst, og distinksjonen av egenskapsbestemt- vs. tilstandsbestemt matematikkangst. Denne studien har hatt to hovedmål. Det ene var å validere Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) ved å prøve dette ut på norske 4.klassinger. Jeg ønsket å bekrefte faktorstrukturen til skjemaer med konfirmerende faktoranalyse og undersøke hvorvidt skjemaet måler det samme fenomenet for gutter og jenter ved å ta i bruk flergroupe konfirmerende faktoranalyse. I tillegg har denne studien hatt som mål å undersøke påvirkningen matematikkangst har for regneflyt og hvorvidt det er forskjeller mellom gutter og jenter gjennom multippel regresjonsanalyse.

9.1.1 Hvordan passer spørsmålene i AMAS til teorien for matematikkangst og er den lik for begge kjønn?

Resultatene av konfirmerende faktoranalyse (CFA) indikerte at modell MA_B.1 som slo sammen to spørsmål relatert til matematikkangst i vurderingssituasjon, demonstrerte den beste passformen til dataene. Denne modifiserte modellen viste tilstrekkelig invarians til å

kunne måle de to teoretiske konstruksjonene av matematikkangst. Resultatene av flergroupe konfirmerende faktoranalyse (MGCFAs) indikerte at konfigurrell og metrisk invarians ble oppnådd. Dette foreslår at de underliggende konstruksjonene av matematikkangst er lik for både gutter og jenter. Imidlertid ble ikke skalarisk invarians støttet, noe som indikerer at gutter og jenter kanskje ikke har samme sannsynlighet for å veksle mellom svaralternativer. Ytterligere undersøkelser er nødvendig for å forstå årsakene bak dette resultatet. Faktorer som kan ha bidratt til dette resultatet er for eksempel størrelse på utvalget, kompleksiteten til modellen og potensielle aldersrelaterte forskjeller i identifisering og rapportering av symptomer av matematikkangst. Funnene fra disse analysene foreslår at fremtidige studier bør vurdere betydningen av å undersøke og modifisere målemodeller for å bedre reflektere konstruksjonene som undersøkes.

9.1.2 Hvilken påvirkning har matematikkangst for regneflyt?

Regresjonsanalysen undersøkte forholdet mellom matematikkangst, kjønn og regneflyt. Resultatet indikerte at matematikkangst hadde en signifikant negativ effekt for regneflyt når det ble kontrollert for kjønn. Simulerte forandringer i nivå av matematikkangst foreslo at reduksjon av matematikkangst kan potensielt forbedre regneflyt. Kjønn hadde ikke en signifikant påvirkning for regneflyt, og interaksjonen mellom matematikkangst og kjønn var også ikke signifikant. Disse resultatene peker på at kjønn ikke spiller en signifikant rolle mellom matematikkangst og regneflyt for denne aldersgruppen, og den negative innvirkning for regneflyt er konsistent på tvers av kjønn.

9.1.3 Svar på problemstillingene i en større forskningsammenheng

I en større forskningssammenheng bidrar funnene i denne studien til forståelsen av matematikkangst og den implikasjonene for elever prestasjoner og karrierevalg. Valideringen av AMAS i en norsk kontekst gir et verdifullt verktøy for fremtidig forskning og praksis med hensyn til å vurdere matematikkangst. Identifikasjonene av kjønnsforskjeller i responsmønstre understreker viktigheten av å vurdere variasjon på tvers av grupper når man måler matematikkangst. Dessuten fremhever den negative effekten av matematikkangst på regneflyt behovet for intervensjon og strategier rettet mot å redusere angst. Det kan i neste omgang øke motivasjonen og forbedre prestasjoner i matematikk.

Kildeliste

Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational assessment*, 27(3), 197-205.

Barroso, Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A Meta-Analysis of the Relation Between Math Anxiety and Math Achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168.
<https://doi.org/10.1037/bul0000307>

Brigstocke, S., Moll, K., & Hulme, C. (2016). *Test of Basic Arithmetic and Numeracy Skills*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Bollen, K. A., & Long, J. S. (Eds.). (1983). *Testing structural equation models*. Newbury Park, CA: Sage.

Brown, J., Ortiz-Padilla, M., & Soto-Varela, R. (2020). Does mathematical anxiety differ cross-culturally?. *Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal)*, 9(1), 126-136.

Brown, G. T., Harris, L. R., O'Quin, C., & Lane, K. E. (2017). Using multi-group confirmatory factor analysis to evaluate cross-cultural research: identifying and understanding non-invariance. *International Journal of Research & Method in Education*, 40(1), 66-90.

Cates, G. L., & Rhymer, K. N. (2003). Examining the Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance: An Instructional Hierarchy Perspective. *Journal of Behavioral Education*, 12(1), 23–34.
<https://doi.org/10.1023/A:1022318321416>

Caviola, Primi, C., Chiesi, F., & Mammarella, I. C. (2017). Psychometric properties of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) in Italian primary school

children. *Learning and Individual Differences*, 55, 174–182.

<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.03.006>

Chen, F.F. (2007) Sensitivity of Goodness of Fit Indexes to Lack of Measurement Invariance, *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14:3, s. 464-504, DOI: 10.1080/10705510701301834

Cho, K. W. (2022). Measuring math anxiety among predominantly underrepresented minority undergraduates using the Abbreviated Math Anxiety Scale. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 40(3), 416-429.

Christophersen, K-A. (2018). *Introduksjon til statistisk analyse (2.utg)*. Gyldendal

Cipora, K., Szczygieł, M., Willmes, K., & Nuerk, H. C. (2015). Math anxiety assessment with the Abbreviated Math Anxiety Scale: Applicability and usefulness: Insights from the Polish adaptation. *Frontiers in psychology*, 6, 1833.

Cohen, L.A., Limbers, C.A. (2022) Factor Structure and Gender Invariance of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) in Middle School Students. *Trends in Psychol.* 30, 788–807 <https://doi.org/10.1007/s43076-022-00167-6>

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. Taylor & Francis Group.

Delage, V., Trudel, G., Retanal, F., & Maloney, E. A. (2022). Spatial anxiety and spatial ability: Mediators of gender differences in math anxiety. *Journal of Experimental Psychology: General*, 151(4), 921.

Delgado, A. R., & Prieto, G. (2008). Stereotype threat as validity threat: The anxiety–sex–threat interaction. *Intelligence*, 36(6), 635-640.

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

- Diener, E., Northcott, R., Zyphur, M. J., & West, S. G. (2022). Beyond Experiments. *Perspectives on Psychological Science*, 17(4), 1101–1119. <https://doi.org/10.1177/17456916211037670>
- Diseth, Å. (2019). *Motivasjonspsykologi. Hvordan behov, tanker og emosjoner fremmer prestasjoner og mestring*. Gyldendal.
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7, 508–508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Erturan, & Jansen, B. (2015). An investigation of boys' and girls' emotional experience of math, their math performance, and the relation between these variables. *European Journal of Psychology of Education*, 30(4), 421–435. <https://doi.org/10.1007/s10212-015-0248-7>
- Gelso, C.J., Williams, N.E. & Fretz, R.B. (2014). *Counseling Psychology* (3. utg.). American Psychological Association
- Gilmore. C., Göbel. S.M. & Inglis. M. (2018). *An introduction to mathematical cognition*. Routledge
- Goetz, Bieg, M., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Hall, N. C. (2013). Do Girls Really Experience More Anxiety in Mathematics? *Psychological Science*, 24(10), 2079–2087. <https://doi.org/10.1177/0956797613486989>
- Haase. G. A., Guimarães. L. P. A. & Wood. G. (2019) i *International Handbook of Mathematical Learning*. A. Fritz et al. (red.), s. 469. Difficulties, https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_29
- Hellevik, O. (2002). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap* (7.utg). Universitetsforlaget

- Hermansen, L, S, S (2019). *Lær deg R. En innføring i statistikkprogrammets muligheter*. Fagbokforlaget
- Hopko, Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). *Assessment (Odessa, Fla.)*, 10(2), 178–182.
<https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>
- Hopko. (2003). Confirmatory Factor Analysis Of The Math Anxiety Rating Scale– Revised. *Educational and Psychological Measurement*, 63(2), 336–351.
<https://doi.org/10.1177/0013164402251041>
- Hunt, & Sandhu, K. K. (2017). Endogenous and exogenous time pressure: Interactions with mathematics anxiety in explaining arithmetic performance. *International Journal of Educational Research*, 82, 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.01.005>
- Institutt for Spesialpedagogikk UiO (2020, 7.april.). NumLit: Development of numeracy and literacy in children. Hentet fra:
<https://www.uv.uio.no/iped/english/research/projects/numlit---development-of-numeracy-and-literacy-in-c/>
- Jensen, F., Pettersen, A. Frønes, T. S., Kjærnsli, M., Rohatgi, A., Eriksen, A. & Narvhus, E.K. (2019). *PISA 2018. Norske elevers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kleven, T.A. (2002) Ikke-eksperimentelle design. I Lund. (Red), *Innføring i forskningsmetode* (s. 265-286). Fagbokforlaget
- Kleven, T.A. & Hjordemaal, F.R. (2018) *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: En hjelp til kritisk tolkning og vurdering* (3.utg). Fagbokforlaget
- Opplæringsloven. (1998). *Lov om grunnskolen og den videregående opplæringa* (LOV-1998-07-17-61). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/1998-07-17-61/§1-1>

- Lund, T. (2002). Metodologiske prinsipper og referanserammer. I Lund (Red). *Innføring i forskningsmetode* (s.79-121). Fagbokforlaget
- Marsh. (1986). Verbal and Math Self-Concepts: An Internal/External Frame of Reference Model. *American Educational Research Journal*, 23(1), 129–149.
<https://doi.org/10.3102/00028312023001129>
- Maronna, R. A. (2019). *Robust statistics : theory and methods (with R)* (2.utg.). Wiley.
- Navarro, D.J & Foxcroft, D.R (2019). [learning statistics with jamovi: a tutorial for psychology students and other beginners.](#) (Version 0.70). DOI: [10.24384/hgc3-7p15](https://doi.org/10.24384/hgc3-7p15)
- Norsk Senter For Forskningsdata (U.å). Vurdering av innsendte meldingsskjema. Hentet fra: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/vurdering-av-innsendte-meldeskjema>
- Pendergast, L. L., von der Embse, N., Kilgus, S. P., & Eklund, K. R. (2017). Measurement equivalence: A non-technical primer on categorical multi-group confirmatory factor analysis in school psychology. *Journal of School Psychology*, 60, 65-82.
- Punch. K.F & Oance. A. (2014) *Introduction to research methods in education*. (2.utg.). Sage.
- Ramos-Christian, Schleser, R., & Varn, M. E. (2008). Math Fluency: Accuracy Versus Speed in Preoperational and Concrete Operational First and Second Grade Children. *Early Childhood Education Journal*, 35(6), 543–549.
<https://doi.org/10.1007/s10643-008-0234-7>
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of counseling Psychology*, 19(6), 551.

- Sass, D.A., Schmitt, T.A. (2013). *Testing Measurement and Structural Invariance*. I: Teo, T. (red) Handbook of Quantitative Methods for Educational Research. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-404-8_15
- Schmitz, E. A., Salemink, E., Wiers, R. W., & Jansen, B. R. J. (2022). Test of Measurement Invariance, and Evidence for Reliability and Validity of AMAS Scores in Dutch Secondary School and University Students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 40(5), 663–677. <https://doi.org/10.1177/07342829221086141>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference* (pp. XXI, 623). Houghton Mifflin
- Sokolowski, H. M., Hawes, Z., & Lyons, I. M. (2019). What explains sex differences in math anxiety? A closer look at the role of spatial processing. *Cognition*, 182, s. 193-212.
- Wang, J., Korczykowski, M., Rao, H., Fan, Y., Pluta, J., Gur, R. C., McEwen, B. S., & Detre, J. A. (2007). Gender difference in neural response to psychological stress. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2(3), 227–239.
<https://doi.org/10.1093/scan/nsm018>
- Zivkovic, Pellizzoni, S., Doz, E., Cuder, A., Mammarella, I., & Passolunghi, M. C. (2023). Math self-efficacy or anxiety? The role of emotional and motivational contribution in math performance. *Social Psychology of Education*. <https://doi.org/10.1007/s11218-023-09760-8>

