



INSTITUTIONEN FÖR PEDAGOGIK OCH SPECIALPEDAGOGIK

Matematikångest hos elever i högstadium och gymnasium.

Ett urval av manifestationer, konsekvenser och aspekter av undervisningen som har intresserat forskningen.

Författare: Carina Carlander

Uppsats/Examensarbete:	30 hp
Program och/eller kurs:	Masterprogrammet i Utbildningsledarskap / PDAU62
Nivå:	Avancerad nivå
Termin/Läsår:	HT/VT/2020/2021
Handledare:	Lars-Erik Olsson
Kurs Examinator:	Aimee Haley
Uppsats Examinator:	Eva Myrberg

Innehållsförteckning

Abstract.....	3
1. Förord.....	4
2. Inledning.....	5
3. Syfte och problemformulering.....	7
3.1 Syfte.....	7
3.2 Frågeställningar.....	7
4. Bakgrund.....	7
5. Metod.....	8
5.1 Metodval.....	10
5.2 Urval.....	10
5.3 Reliabilitet.....	14
5.4 Validitet.....	14
5.5 Generaliserbarhet.....	14
5.7 Etiska aspekter.....	14
5.8 Avgränsningar.....	14
6. Resultat.....	15
6.1 På vilket sätt tar matematikångest sig i uttryck.....	16
6.1.1 Fysisk och psykisk påverkan.....	16
6.1.2 Miljön i skolan där matematikångest förekommer.....	18
6.1.3 Lärares agerande.....	19
6.2 Vilka är konsekvenserna för eleverna.....	21
6.2.1 Personliga konsekvenser.....	21
6.3 Vilken betydelse har undervisningen.....	23
6.3.1 Aspekter i undervisningen.....	24
6.4 Exempel på orsaker till att elever får matematikångest förutom den i undervisningsmiljön.....	27
7. Diskussion.....	28
7.1 Metoddiskussion.....	28

7.2 Resultatdiskussion.....	28
7.2.1 Lärarens agerande.....	31
7.2.1.1 Lärarens beteende.....	32
7.2.1.2 Lärarens metoder och övningar.....	34
7.3 Summering.....	37
8. Slutord.....	38
9. Fortsatt forskning	39

Referenslista

Abstract

Namn:	Carina Carlander
Examensarbete:	30 hp
Program och eller/kurs:	Masterprogrammet i Utbildningsledarskap/ PDAU62
Nivå:	Avancerad nivå
Termin:	HT/VT 2020/2021
Handledare:	Lars-Erik Olsson
Kurs Examinator:	Aimee Haley
Uppsats Examinator:	Eva Myrberg
Nyckelord:	Matematikångest, elever, lärare, beteende, metoder, samarbete, feedback, samtala, mindfulness.

Syfte: Syftet är att få kunskap om vad forskningen behandlar vad gäller hur matematikångest tar sig i uttryck, dess konsekvenser och undervisningens betydelse.

Metod: Examensarbetet innefattar en allmän litteraturstudie, som syftar till att ge en bild över forskningsläget i ämnet matematikångest hos elever på högstadium och gymnasium.

Resultatet: Den granskade litteraturens aspekter delas upp i olika huvudområden såsom *fysisk och psykisk påverkan på elever med matematikångest, personliga konsekvenser, miljön i skolan där matematikångest förekommer, lärarens agerande och aspekter av undervisningen*. Vart och ett av dessa huvudområden belyser ett antal olika aspekter som ingår i den granskade litteraturens forskningsområde. Dessa aspekter inom varje huvudområde presenteras i tabeller som har analyserats och tolkats.

Resultatet belyser att matematikångest handlar om oro och rädsla som tar sig i uttryck i olika former. Resultatet visar att forskningen belyser att elever med matematikångest får försämrade kognitiv förmåga och att de presterar sämre. Vidare att elevernas sämre prestationer inte handlar om lärandeproblem. Studien visar också att forskningen belyser andra konsekvenser som tex att eleverna undviker studier med matematik på Högskola och Universitetet. Resultatet visar att forskningen belyser lärarens betydelse för att minska och motverka matematikångest hos elever dels genom goda relationer med eleverna och val av undervisningsstrategi och dels dess metoder och övningar. De metoderna som tas upp lite extra är samarbete mellan elever (kollaborativt lärande), personlig feedback och samtal en till en och mindfulness.

1. Förord

Jag vill tacka Lars-Erik Olsson, LEO, för all inspiration och hjälp. Sökandet av litteratur i ämnet har steg för steg lett till både nya insikter och nya handlingsalternativ i min vardagliga lärargärning.

Carina Carlander

Göteborg 2020/2021

2. Inledning

I den gymnasieskola som jag, författaren, arbetar i och är jag en del av ett ämneslag i matematik. Skolan har som ett gemensamt mål att jobba för att höja måluppfyllelsen hos eleverna i ämnet matematik. Hela skolans, alla program och ämnen och då ämneslagen ägnar sig åt ett utvecklingsarbete för ett ökat elevlärande. Ämneslagslagen består av alla lärare som arbetar på skolan i resp. ämne. Ämneslaget i matematik är ett eget ämneslagslag bestående av 12 lärare som undervisar i programmen Naturvetenskapsprogrammet (NA), Teknikprogrammet (TE), Vård och omsorgsprogrammet VO, Industriprogrammet (IN), VVS och fastighetsprogrammet (VF) och Lärlingsprogrammet (GL). En blandning av 4 yrkesprogram med ca 340 elever och 2 teoretiska program med ca 160 elever. NA och TE är två matematikintensiva program som erbjuder upp till 600 resp. 500 poäng av totalt 2500 p. Vidare 200 p av 2500 p möjliga för yrkesprogrammen.

Matematikämnet har med andra ord stor betydelse för hur eleverna kommer att lyckas sin utbildning som helhet. Dessutom ingår matematikberäkningar i fler ämnen än matematik. Ämnen som fysik och kemi ingår i både TE och NA, vidare så ingår matematik i teknikkurserna på TE programmet. Även om yrkesprogrammen har en liten andel matematik i resp. utbildning, minst 100 p och max 200p, så ingår det många gånger matematik i yrkesämnena.

Varje år deltar elever som går i åk 2 i en enkätundersökning angående skolans kvalitetsarbete. Elevernas svar redovisas för hela skolan och för varje program var för sig. Det betyder att varje program och dess lärare kan kvalitetsgranska sitt arbete utifrån vad eleverna svarade. Programmen som ingår är yrkesprogrammen GL, IN, VF och VO. I dessa program går det 30 elever i åk 2 förutom i VF som har 17 elever. Vidare så deltar även eleverna som går i åk 2 på NA och TE. I dessa program är det 90 elever på TE och 60 elever på NA. Nedan i bild 1 så redovisas elevsvaren på frågan.

Enkätundersökningen genomfördes innan Corona pandemin och är därför inte påverkad av den.

Analyser görs av programarbetslagen, där ett programarbetslag består av lärare som undervisar på ett specifikt program tex teknikprogrammet. Resultaten av analyserna är tänkta att leda till förslag om åtgärder för att öka trivseln på programmen i skolan.

I denna analys så har frågan ”Vilka tre ord förknippar du starkast med din skola/utbildning?” intresserat mig. Bild 1 visar svaren från alla åk 2 elever på skolan.

Vilka tre ord förknippas du starkast med din skola/utbildning?

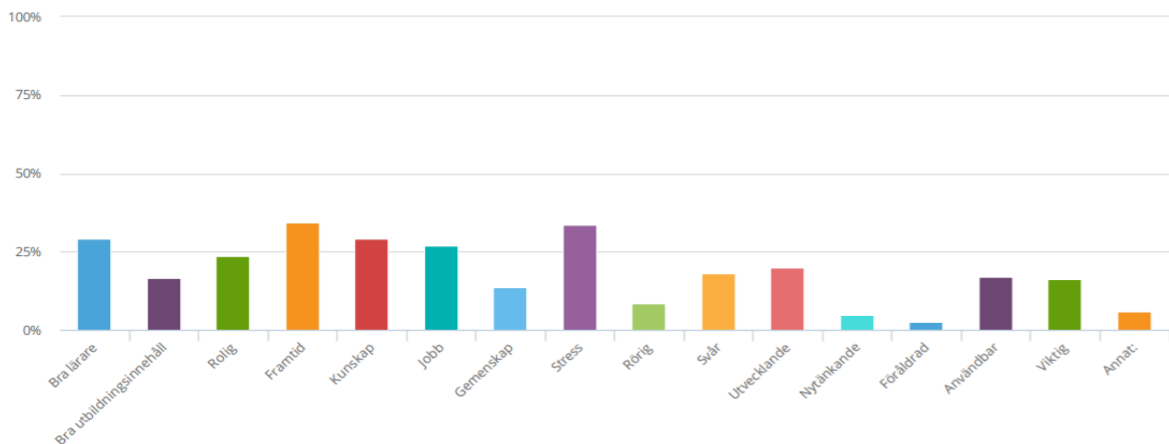


Bild 1. Enkät svar från alla åk 2 elever på skolan på frågan "Vilka tre ord förknippas du starkast med din skola/utbildning" år 2019.

Här kan man se att stapeln med "stress" är den högsta tillsammans med "framtid". Eleverna känner att utbildningen är viktig för deras framtid samtidigt som det är stressigt. Höga staplar har också "kunskap" och "jobb". "Kunskap", "framtid" och "jobb" har att göra med vad som kommer efter gymnasietiden, detta samtidigt som eleverna känner "stress" som handlar om nuet.

Ordet stress förekommer i definitionen för matematikångest och definieras som känslor av stress och ångest som stör eleverna vid arbete med siffror och problemlösning redan (Richardson & Suinn, 1972). Vidare säger Ashcraft (2002) att matematikångest är som en känsla av oro och rädsla som stör inlärnigen i matematik. Finns det en koppling mellan elevers upplevda stress och matematikångest på skolan?

Eleverna svarar nästan på samma sätt år 2020, "Vilka tre ord förknippas du starkast med i din skola/program?", även detta ett resultat som inte påverkats av Corona pandemin. "Stress" ligger högt tillsammans med "framtid", som detta år har den högsta stapeln, tillsammans med "kunskap" och "jobb".

Eleverna ser sin utbildning som något som leder dem in i framtiden. Det är avgörande för dem hur det går i utbildningen och stressen de upplever här har därför en stor betydelse enligt dem.

Hur ser världen omkring oss på ämnet matematik?

Buckley (2012) beskriver det som följande:

"Matematik värderas för att den anses vara en indikator på intelligens och därför har dålig matematisk förmåga konsekvenser för hur "smart" du kommer att uppfattas som. Känslor av brist på kontroll kan härröra från tanken att matematik är "svårt" eller tanken att du måste ha en "mattehjärna" för att lyckas i ämnet. Denna myt driver upplevelsen av matematikångest för studenter och samhället."

3. Syfte och frågeställningar

3.1 Syftet:

Syftet är att få kunskap om vad forskningen behandlar vad gäller hur matematikångest tar sig i uttryck, dess konsekvenser och undervisningens betydelse.

3.2 Frågeställningar:

- På vilket sätt tar matematikångest sig i uttryck?
- Vilka är konsekvenserna för eleverna?
- Vilken betydelse har undervisningen?

4. Bakgrund

Vad har egentligen rädslan för ämnet matematik att göra med hur väl elever lyckas i ämnet matematik? Några ledande matematiker inom akademien och näringslivet tar upp ämnet i en debattartikel med rubriken *”Vi behöver uppmuntra intresset tidigt för våra barn och få bort rädslan kring att matte är svårt.”* (Andersson, M, et. al, 2013, 20 febr.)

En OECD-rapport från 2012 lyfter problematiken med matematikångest och dess negativa påverkan på elevers förmåga att lära sig matematik i skolan. Rapporten handlar om skolungdomar i 15 – 16 års åldern och belyser deras engagemang, driv och självkänsla. Problemet med matematikångest, mathematics anxiety, är en del i detta, vilket OECD (2012) beskriver som

”One way that a student’s negative self-belief can manifest itself is in anxiety towards mathematics. Some 30% of students reported that they feel helpless when doing mathematics problems: 25% of boys, 35% of girls, 35% of disadvantaged students, and 24% of advantaged students reported feeling that way. Mathematics anxiety is strongly associated with performance. On average across OECD countries, greater mathematics anxiety is associated with a 34-point lower score in mathematics – the equivalent of almost one year of school.” (OECD, PISA (2012), s 18)

Vikten av att elever i skolan lyckas med att ta examen är avgörande ur många perspektiv. Ett perspektiv är det personliga där det handlar om att kunna nå sina drömmar. Ett annat är ett samhällsperspektiv då samhället behöver en befolkning som kan försörja sig själv och som inte lever på bidrag. Utbildade och kompetenta anställda är viktiga för företagen och för samhället i stort. I den senaste TIMSS (2019) rapporten är elevernas resultat i matematik fortsatt sämre än önskat och att det inte syns någon förbättring över tid. Detta samtidigt som en OECD (2012) rapport beskriver elevers svaga matematikkunskaper bland annat som en konsekvens av elevers oro och ångest.

Vikten av att elever lyckas i den obligatoriska skolan och på gymnasiet är av stor och livsavgörande betydelse för vidare studier och arbete. Att inte lyckas kan handla om att man inte blir godkänd i ämnet matematik på gymnasiet. Att ha ett betyg i matematik är ett krav för att kunna söka till högskolan eller för att få en yrkesexamen. Med andra ord så är betyget i ämnet matematik central för eleven. Eleverna är medvetna om detta samtidigt som matematik av tradition ses som ett svårt ämne. Då matematikämnet är livsavgörande för elever så ökar också pressen på att lyckas vilket leder till matematikångest hos många. Matematikångest kan drabba alla elever oavsett svårigheter med ämnet.

Begreppet matematikångest definieras och beskrivs som en irrationell rädsla mot siffror och matematisk problemlösning i både vardagslivet och akademiska miljöer (Farman & Berman, 2003). Matematikångest innebär känslor av stress och ångest som stör eleverna vid arbete med siffror och problemlösning i vardagen eller i skolmiljöer (Richardson & Suinn, 1972).

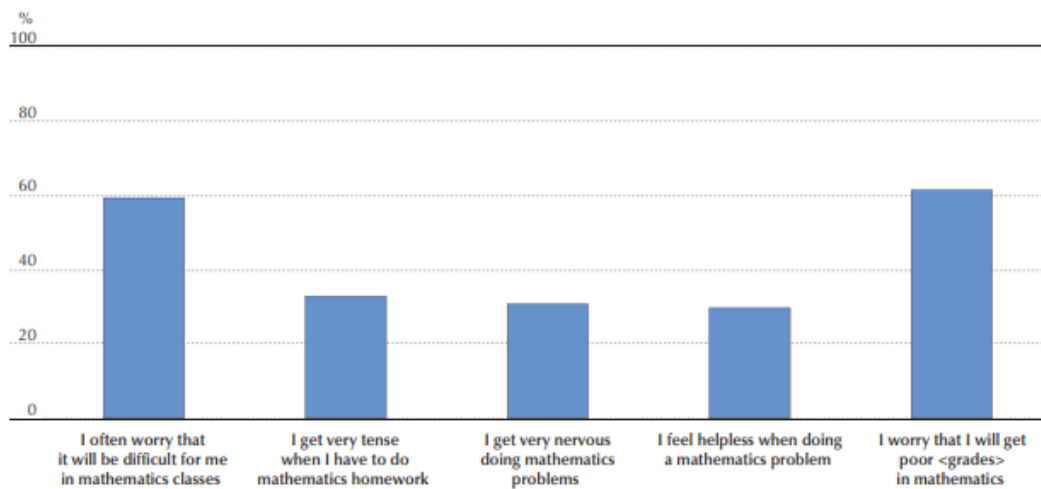
Att i ljuset av detta fundera över och försöka förstå vad matematikångest är i det vardagliga arbetet i skolan och då i klassrummet där det finns elever och lärare, ligger därför nära till hands.

Resultaten kring matematikångest i OECD (2012) rapporten visar på att undervisningen har stor inverkan på vad eleverna känner och när de känner matematikångest.

▪ Figure III.4.10 ▪

Students' mathematics anxiety

Percentage of students across OECD countries who reported that they "agree" or "strongly agree" with the following statements:



Note: Results for each participating country and economy can be found in Table III.4.3a.

Source: OECD, PISA 2012 Database, Table III.4.3a.


StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932963844>

Bild 2. OECD – The Organisation for Economic Co-operation and Development: PISA 2012

Bild 2 visar på några exempel och situationer där elever känner oro, nervositet osv. Höga siffror, runt 60 %, handlar om att inte våga misslyckas och att man inte tror att man passar in i matematikklassrummet. Vidare att känna sig hjälplös, orolig och nervös när de har med matematik att göra. De fem staplarnas "citat" handlar om vad som händer i klassrummet och samspelet mellan lärare och elev. Detta visar på vikten av att matematiklärare har god kunskap om detta och att de har strategier i klassrummet för att motverka det.

Då matematik är viktigt för samhället i stort och att "En av de stora myterna är att matematik bara handlar om talang. Matematik är ett färdighetsämne som måste tränas under lång tid. Att inte satsa på matematiken innebär uteblivna möjligheter för att Sverige också i framtiden kan ligga i framkanten som ett dynamiskt och innovativt land." (Andersson, M, et. al, 2013, 20 febr.) så finns det anledning och titta på den matematikångest elever upplever.

5. Metod

5.1 Metodval

Uppsatsen innefattar en litteraturstudie. Litteraturstudien är en allmän litteraturgenomgång som handlar om att ge en bild över forskningsläget (Barajas et.al 2013) i ämnet matematikångest hos högstadieelever och gymnasieelever. Byrman (2018) förklarar att dessa genomgångar kan vara fristående och att den har som mål i sig att ge en bild av litteraturen inom intresseområdet.

Den granskade litteraturens redovisas i tabeller i vilka litteraturens aspekter i respektive forskningsområde framställs. Aspekterna syntetiseras såsom Byrman (2018) beskriver det genom att aspekterna från de olika forskningsområdena sammanfattas i olika huvudområden eller som Burman (2018) kallar för teman. Varje huvudområde har ett sammanställt resultat av aspekter som ligger till grund för en berättelse om viktiga synpunkter som litteraturen förmedlar som helhet, detta i enligt Bryman (2018). Alla huvudområdets berättelser leder till ett gemensamt resultat och vidare till en slutsats om vad litteraturstudien kommit fram till.

Bara det i litteratursökningarna och textgranskningarna som är relevant för syfte och frågeställningarna tas med i resultatet. Vidare tolkas och analyseras resultaten utifrån framtida användning i ämneskollegium och i utvecklingsarbeten. Eriksson-Barajas et. al (2013) menar att det finns ett stort behov av att resultat från vetenskapliga studier sammanställs, systematiseras och redovisas. Detta för att tex lärare och rektorer skall kunna vara uppdaterade över kunskapsläget inom ett visst område.

En allmän litteraturstudie går ut på att beskriva kunskapsläget inom ett redan känt område (Byrman, 2018). Denna litteraturstudie handlar om att välja ut litteratur som rör denna studies syfte. I den allmänna litteratursökningen beskriver Byrman (2018) att den skall ha en rimlig omfattning och att man försöker använda litteratur av de viktigaste publikationerna som rör intresseområdet.

Detta skiljer sig mot vad en systematisk litteraturstudie är som är mer omfattande och där litteraturens kvalitetsgranskas på ett systematiskt sätt. Sökprocessen är också mer omfattande och är mer systematisk.

Denna allmänna litteraturstudien kan betecknas som systematisk i de avseenden att de innehåller relevanta enlighet med vad Byrman (2018) säger. Den svarar på en specifik fråga, anger sökord och avgränsningar, vilka databaser som används och resultatet sammanfattas. Det är dock ingen systematisk litteraturstudie då litteraturen inte kvalitetsgranskats och att den inte är heltäckande. Den allmänna litteraturstudiens resultat kan inte generaliseras.

5.2 Urval.

Urvalet är litteratur som handlar om matematikångest hos elever på högstadium och gymnasieelever. Vid sökning i databaser så valdes litteratur i form av vetenskapliga artiklar och avhandlingar.

Vid sökningen i databaser är:

sökorden:

- "Math anxiety"
- "Math anxiety" AND "secondary school"
- "Mathematics anxiety " AND "secondary school"
- "Mathematics anxiety " AND "high school".
- "Matematikångest"

- ”Matematikängslan”

Avgränsningar:

Dessa kriterier ingår i sökningen:

- vetenskapliga artiklar
- vetenskapliga avhandlingar
- litteratur skriven på engelska och svenska.
- som tydlig stämmer överens med denna studies syfte.
- Att det står ”math anxiety” eller ”mathematics anxiety” i titeln.

Granskningen av litteraturen börjar med rubriken. Efter det innehållet och att urvalet är elever från högstadieålder och högre. Sedan läses abstract och om den beskriver att litteraturen har ett forskningsområde som kan svara på frågeställningarna så läses den som helhet eller enbart diskussionen.

Vidare så har jag valt att undersöka litteratur i referenslistor i hög grad och har därför inte lika många databassökningar. Att söka efter litteratur i referenslistor är i enlighet med vad Bryman (2018) rekommenderar.

Sökprocessen gjordes enligt Brymans (2018) allmänna rekommendationer och genomfördes genom stegen 1 – 20 nedan.

1. Börjar att söka i databasen i Göteborgs Universitetsbiblioteks databas, supersök.
2. Går igenom titlar och läser abstract i den litteratur som väljs ut.
3. Bokför viktiga aspekter i respektive litteraturs forskningsområde.
4. Noterar annan litteratur som finns i referenslistorna.
5. Granskar noterad litteratur från referenslistor och bokför viktiga aspekter i forskningsområden.
6. Söker i Google Scholar och söker efter litteratur med många citeringar.
7. Går igenom titlar, abstracts och antalet citeringar för att se om de är av intresse.
8. De av intresse granskas och under tiden antecknas viktiga nya aspekter.
9. Noterar annan litteratur av intresse som finns i referenslistor.
10. Granskar noterad litteratur från referenslistor.
11. Söker i databasen SwePub.
12. Går igenom abstracts och titlar för att se om de är av intresse.
13. De av intresse granskas och under tiden antecknas viktiga ytterligare nya aspekter.
14. Noterar annan litteratur av intresse som finns i referenslistor.
15. Granskar noterad litteratur från referenslistor.
16. Söker i databas Eric.
17. Går igenom abstracts och titlar för att se om de är av intresse.
18. De av intresse granskas och under tiden antecknas viktiga ännu fler nya nyckelord.
19. Söker i pedagogiska hemsidor *Forskning om undervisning och lärande*, *NOMAD – Nordisk matematikdidaktik*, *PFC- pedagogisk forskning i Sverige*, *Nämnares-tidskrift för matematikundervisning*, *Skolvärlden*, *Läraren och Skolverket*.

20. All litteratur som granskas sökes även i Göteborgs Universitets databas och kontrolleras att de är Peer-Review där.
(Bryman, 2018)

Göteborgs Universitets biblioteksdatabas: "supersök".

I supersök finns:

- Allt tryckt material som köps in av biblioteket efter år 1976
- Alla bibliotekets e-böcker
- Artiklar ur de e-tidskrifter biblioteket prenumerar på
- GUP, Göteborgs universitets elektroniska arkiv med avhandlingar och uppsatser i fulltext
- KVINNSAM, tvärvetenskaplig databas med genusperspektiv
- Tidskrifter, både tryckta och elektroniska
- Databaser, bibliografiska och fulltext

Sökprocessen i "supersök":

Titel, innehåll, vetenskapliga artiklar och mellan 1990 – 2000.

Titel "Math anxiety" utan specifikt innehåll gav 1016 träffar.

Titel "Mathematics anxiety" utan specifikt innehåll gav 329 träffar.

Titel: "Math anxiety" och innehåll "secondary school" gav 288 träffar.

Titel: "Mathematics anxiety" och innehåll "secondary school" gav 120 träffar.

Alla från söken "Mathematics anxiety", "Math anxiety" och innehåll "secondary school" och "Mathematics anxiety" och innehåll "secondary school" lästes utifrån titel och introducerande text. Av dessa valdes 85 ut för djupare läsning, vidare lästes totalt 45 i sin helhet. Resultatet blev att 22 artiklar användes i studien.

Google Scholar:

Ett komplement till Göteborgs universitets databas, supersök.

Söprocessen i Google Scholar:

Som avgränsningar i detta sökandet valdes avhandlingar med många citeringar, ≥ 350 .

" Math anxiety", antal träffar 23700

" Mathematics anxiety", antal träffar 19800

" Math anxiety" AND " secondary school", antal träffar 6540

" Mathematics anxiety" AND "secondary school" antal träffar 6960.

Avgränsning gjordes så att artiklar med ≥ 350 citeringar valdes.

Litteratur har granskats efter att de kontrollerats i Göteborgs Universitets databas, supersök, för att se om de genomgått Peer-Review och i vissa fall få open access. 7 artiklar granskades och 7 artiklar användes.

SwePub:

Här användes sökordet "matematikångslan" då "matematikångest" inte gav några träffar. Här var det 3 sökträffar varav ingen användes.

<http://swebup>

Eric:

Sökningen gav 39 sökträffar. 15 av dem valdes ut för att läsa dess abstract. Vidare en lästes i sin helhet och en användes i denna studie.

<http://eric.ed.gov/>

Forskning om undervisning och lärande:

Sökningen gav inga träffar.

<https://forskul.se/>

NOMAD – Nordisk matematikdidaktik.

Sökningen gav inga träffar.

<http://ncm.gu.se/nomad-artiklar>

PFC- pedagogisk forskning i Sverige.

Sökningen gav inga träffar.

<http://pedagogiskforskning.se/>

Nämnamn-tidskrift för matematikundervisning.

Sökningen gav 6 träffar, en granskades och ingen användes.

<http://ncm.gu.se/nbas>

Tidskriften Utbildning & Lärande.

Sökningen gav inga träffar.

<https://www.du.se/sv/forskning/utbildning-och-larande/tidskriften-utbildning--larande/>

Skolvärlden:

En träff som granskades, ingen användes.

<http://skolvärlden.se>

Läraren:

Sökningen gav en träff och ingen granskades.

<http://lararen.se>

Skolverket:

Sökningen gav 2 träffar varav 2 granskades och ingen användes.

<http://skolverket.se>

Referenslister:

Referenslitteratur från vald litteratur.

Dessa artiklar har granskats i Göteborgs Universitets databas, supersök, för att se om de genomgått Peer-Review. 16 granskades och 13 användes

5.3 Reliabilitet

Bryman (2018) beskriver reliabilitet, som ett mått på studiens tillförlitlighet och att den kan ge samma resultat om studien upprepas. Vidare att vara tydlig med hur datainsamlingen har gått till. Reliabiliteten påverkas av valet av sökord och kombinationer av dem. Vidare att reliabiliteten påverkas av slumpmässiga eller tillfälliga betingelser (Bryman, 2018). Bryman (2016) att reliabilitet är aktuellt om man vill göra en kvantitativ undersökning och att man då vill veta hur säkert eller exakt resultatet är. En allmän litteraturstudie är slumpartad eller av tillfälligt slag, därav att den inte är replikerbar.

5.4 Validitet.

Enligt Bryman (2016) är validitet ett mått på om slutsatser i en undersökning hänger ihop eller inte. Bryman (2016) säger vidare att det är ett mått på att man mäter det som skall mätas och att sökprocessen redovisas noggrant. Bryman (2016) beskriver att validitet kan handla om kausala förhållanden mellan två variabler. Validitet är ett mått på hur säkert ett kausalt samband är. Validitet kan ge svar på om ett resultat kan generaliseras i andra populationer än i den som har mätts (Bryman, 2016). Att ha ett representativt urval påverkar validiteten positivt (Bryman, 2016)

5.5 Generaliserbarhet

Bryman (2016) beskriver generaliserbarhet som att man kan dra slutsatser utanför det urval som undersöks i studien. En litteraturstudie är en metod som har svårt att generalisera resultatet (Eriksson Barajas et. al, 2013). Det beror på att en litteraturstudie inte är heltäckande (Eriksson Barajas et. al, 2013)

5.6 Etiska aspekter

Litteraturen är peer-reviwed vilket innebär att andra forskare har granskat den. Forskarna följer de etiska riktlinjerna som gäller i detta sammanhang och eftersom i en litteraturstudie så ställs frågor till litteratur därför utsätts heller ingen eller inga personer för några risker. (Eriksson Barajas et. al, 2013)

5.7 Avgränsningar

I studien undersöks inte om det finns andra aspekter förutom aspekter inom ramen för undervisningen som kan orsaka matematikångest hos elever. Det kan handla om elevers tidigare erfarenheter, bristande läsförmåga, dyskalkyli och mentala hälsoproblem mm. Vidare så tas inte samspel mellan de olika aspekterna upp.

6 Resultat

	Land	År	Antal	Design	Aspekt M/K/U
Aldrup, K., Klusmann, U. & Lüdtke, O.	DEU	2020	1559	Longitunell	M/K/U
Ashcraft, M.	USA	2002		Forskningsöversikt	M/K/U
Ashcraft, M. & Kirk, E.	USA	2001	12	Exprimentell	M/K
Ashcraft, M. & Krause, J.	USA	2007		Forskningsöversikt	M/K
Ashcraft, M. & Moore, A.	USA	2009		Forskningsöversikt	M/ K
Beilock, S, Gunderson, E.A., Ramirez, G. & Levine, S.C.	USA	2010	134	Longitunell	K
Braham, E. & Libertus, M.	USA	2018	87	Longitunell	K
Brunyé, T., Giles, G., Mahoney, C., Kanarek, R., Rapp, D. och Taylor, H.	USA	2013	36	Longitunell	K
Buelow, M.T. & Frakey, L.L.	USA	2013	172	Longitunell	M/U
Buckley, S.	AUS	2013		Forskningsöversikt	M/K/U
Buratta L., Piccirilli M., Lanfaloni G., Ilicini S., Bedetti C. & Serafico S.	ITA	2019	83	Longitunell	M/K
Campell, K. & Evans, C.	USA	1997	15	Longitunell	M
Chang, H. & Beilock, S.	USA	2016		Forskningsöversikt	M/K
Dowker, A., Sarker, A. & Chung, Y.	GBR	2016		Forskningsöversikt	M/K/U
Devine A., Dowker A., Fawcet K. & Suks, D.	GBR	2012	433	Longitunell	K
Dossel, S.	AUS	2016		Forskningsöversikt	M/K
Edwards, S.	USA	2002		Exprimentell	U
Ericson, S. H.	USA	2013	213	Longitunell	U
Foire, G.	USA	1999		Forskningsöversikt	M/K/U
Furner, J. M. & Berman, B.T.	USA	2003		Forskningsöversikt	U
Furner, J. M., & Duffy, M. L.	USA	2002		Forskningsöversikt	U
Garba, A., Ismail, N., Osman, S. & Mohd, R.	GBR	2020	20	Longitunell	U
Wang, Z. Lukowski, S Hart, S. Lyons I, Thompson L Kovas Y, Mazzoco M, Plommin R. & Petrill, S.,	USA	2015	499	Longitunell	M/K
Hembree, R.	USA	1990		Metaanalys	M/K
Hosch, M.L.	USA	2014	416	Longitunell	M
Howard, A., & Warwick, J.	GBR	2016	330	Longitunell	M/K/U
Hunt, T.E, Clark-Carter, D., & Sheffield, D.	GBR	2015	78	Longitunell	M/K
Lin, Y., Rancer, A. S., & Durbin, J. M.	USA	2017	216	Tvårsnittstudie	M
Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M.	AUT	2018		Forskningsöversikt	M/K/U
Lyons, I.M. & Beilock, S.L.	USA	2012	108	Experiment	M/K
Ma & Xu	USA	2004	3116	Longitunell	M/K
Maloney, E.A. & Beilock, S.L.	USA	2012		Forskningsöversikt	M/K/U
Nunez -Pena M. & Suarez - Pellicioni, M & Bono, R	ESP	2012	193	Longitunell	K
Park, D, Beilock, S.L- och Ramirez, G	USA	2014	80	Exprimentell	K/U
Pizzie, R.G. & Kraemer, D	USA	2012	488	Tvårsnitt	M/K
Pletzer, B. Kronbichler, M. Neurk, H. & Kerschbaum, H.	AUT	2015	127	Exprimentell	M/K
Ramirez, G. & Beilock, S.L.	USA	2011	20	Experiment	M/K/U
Ramirez, G., Gunderson E.A., Levine, S.C. & Beilock S.L.	USA	2013	154	Longitunell	U
Wigfield, A. & J. Meece	USA	1988	564	Longitunell	M
Wine, J.	USA	1971		Forskningsöversikt	M/K
Woodard, T.	USA	2002	125	Longitunell	U
Young, C.B., WU, S.S. & Menon, W.	USA	2012	46	Experiment	M/K

Tabell 1 är ett översiktschema över den litteratur som granskats. Schemat består av litteraturens författare, land, årtal, antal deltagare i studien, design och belysta aspekter M/K/U. Där M står för manifestationer, vilket är beskrivningar på hur matematikångest tar sig i uttryck hos elever. K står för konsekvenser som beskriver vilka konsekvenserna är för elever med matematikångest och U står för undervisningen som beskriver vilken påverkan på elever har undervisningen i form av metoder, övningar och miljö.

Litteratur som i sin forskning belyser olika aspekter i ett urval av manifestationer, konsekvenser och aspekter i undervisningen som berör ämnet matematikångest sammanställs i 5 olika huvudområden. Dessa fem huvudområden är uppdelade utifrån den sammanställda kunskap om vad forskningen i denna litteraturstudie har. Huvudområdena är *fysisk och psykisk påverkan, skolmiljön i skolan, lärarens ageranden, konsekvenser för elever* och *aspekter av undervisningen*.

6.1 På vilket sätt tar matematikångest sig i uttryck?

Frågeställningen besvaras med hjälp av kunskaper från huvudområdena *fysisk och psykisk påverkan, skolmiljön där matematikångest förekommer* och *lärarens agerande*.

6.1.1 Fysisk och psykisk påverkan.

Huvudområdet om *fysisk och psykisk påverkan* på elever med matematikångest delas in i åtta olika aspekter. Dessa aspekter är *sämre motivation, känsla av meningslöshet, oro för att göra bort sig, oro för att misslyckas, undvikande beteende i klassrummet, oro, rädsla* och *sämre tro på sin egen förmåga*.

Tabell 2 redovisar vilken litteratur och vilka aspekter som litteraturen belyser inom huvudområdet *fysisk och psykisk påverkan*.

	Sämre motivation	Känsla av meningslöshet	Oro/göra bort sig	Oro för att misslyckas	Undvikande beteende i klassrummet	Oro	Rädsla	Sämre tro på sin egen förmåga
Chang & Beilock 2016	*							
Ashcraft & Krause 2007		*	*		*	*	’*	
Ashcraft & Moore 2009					*	*		
Aldrup et al 2020					*	*	*	
Ashcraft 2002	*		*	*	*	*	*	*
Hambree 1990					*			
Wang et.al 2015	*							
Dowker et.al 2016				*		*	*	
Tyron 1980						*		
Wine 1981						*		
Wigfield 1988							*	
Lin et. al 2017	*							
Howard & Warwick 2017					*			
Luttenberger et. al 2018				*		*		*
Foire 1999	*							*
Campell 1997					*			
Maloney & Beilock 2012						*	*	*
Lyons & Beilock, 2012							*	*
Buckley, 2013					*	*	*	
Pizzie et.al 2017					*			
Ramirez & Beilock 2011						*	*	
Dossel 2016								*

Tabell 2. Fysisk och psykisk påverkan på elever med matematikångest.

Den granskade litteraturen beskriver att elever med matematikångest *känner oro och rädsla* (Aldrup, 2020; Ashcraft (2002); Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moore, 2009; Buckley, 2013; Dowker et. al, 2016; Luttenberger et. al, 2018; Lyons & Beilock, 2012; Pizzie et. al, 2017; Ramirez & Beilock, 2011; Maloney & Beilock, 2012; Tyron,1980; Wigfield 1988 och Wine, 1981). Det kan handla om oro för att göra bort sig (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Krause, 2007) och oro för att misslyckas (Dowker et. al, 2016 och Luttenberger et.al, 2018). Vidare belyser litteraturen att elever med matematikångest får ett *undvikande beteende i klassrummet* (Aldrup et. al, 2020; Ashcraft, 2002; Ashcraft & Krause, 2007;

Ashcraft & Moore 2009; Buckley, S. 2013; Hambree, 1990; Howard & Warwick, 2017; Lyons & Beilock, 2012 och Pizzie et.al, 2017).

Elever med matematikångest får *sämre motivation* enligt den granskade litteraturen. Elevers motivation påverkas negativt av matematikångest enligt Ashcraft (2002), Beilock & Chang (2016), Foire (1999), Lin et. al (2017) och Wang et. al (2015).

Ashcraft (2002), Baylock & Maloney (2012), Dossel (2016), Foire (1999), Lyons & Beilock (2012) och Luttenberger et.al (2018) för fram att elever med matematikångest har *sämre tro på sin egen förmåga* att lära sig matematik. Vidare att eleverna har en *känsla av meningslöshet*, att det inte spelar någon roll hur hårt man arbetar (Aschford & Krause, 2007) och att eleverna känner att det är meningslöst att ens försöka (Aschford & Krause, 2007).

Litteratur i denna studie som har behandlat fysisk och psykisk påverkan på elever med matematikångest kommer främst ifrån USA och enstaka kommer ifrån Australien, Storbritannien och Tyskland. Designen på den granskade litteraturen som är ungefär lika i antal är forskningsöversikter och longitunella studier och en experimentell-, en tvärsnittsstudie och en metaanalys.

6.1.2 Miljön i skolan där matematikångest förekommer.

I huvudområdet *miljön i skolan där matematikångest förekommer* finns två aspekter, *undervisningsmiljön* och *den sociala miljön*.

Tabell 3. Redovisar vilken litteratur och vilka aspekter som litteraturen belyser inom huvudområdet *miljön i skolan där matematikångest förekommer*.

	Sociala miljön	Undervisningsmiljön
Chang & Beilock 2016	*	*
Ashcraft & Kirk 2001		*
Ashcraft & Krause 2007		*
Luttenberger et al. 2018		*
Foire 1999		*
Maloney & Beilock	*	

Tabell 3. Miljön i skolan där matematikångest förekommer.

Undervisningsmiljön kan göra så att elever får matematikångest (Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Chang & Beilock, 2016; Foire, 1999 och Luttenberger et. al, 2018).

Foire (1999) belyser vikten av en god klassrumsmiljö. Vidare belyser den granskade litteraturen att det sociala samspelet, *den sociala miljön*, i vilken läraren och klasskamrater ingår, kan göra så att elever får matematikångest (Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Chang & Beilock, 2016; Foire, 1999; Luttenberger et.al, 2018 och Maloney & Beilock, 2012).

Litteratur i denna studie som har behandlat miljön i skolan där matematikångest förekommer hos elever kommer alla förutom en ifrån USA och den enda kommer ifrån Österrike. Designen på litteraturen är alla forskningsöversikter förutom en experimentell.

6.1.3 Lärarens agerande.

Huvudområdet *lärarens agerande* delas in i 8 olika aspekter. Dessa åtta aspekter är *auktoritet lärare, känslighet/lyhördhet, undervisningsstil och pedagogik, en icke-stödjande "kall" lärare, aggressiv lärare, lärare som "påpekar inför alla", summativ bedömning* och *lärare med matematikångest*.

Tabell 4 redovisar vilken litteratur och vilka aspekter som litteraturen belyser inom huvudområdet *lärarens agerande*.

	Auktoritär lärare	Känslighet/ / Lyhördhet	Undervisningsstil och Pedagogik/ Innehåll och genomförande av lektion	En icke-stödjande "kall" lärare.	Aggressiv lärare	Lärare påpekar inför alla	Summativ bedömning	Lärare med matematikångest/ genom sitt agerande för över ångest till elev.
Ashcraft & Krause 2007				*				
Ashcraft & Moore 2009			*	*				
Aldrup et. al 2020		*						
Dossel 2016	*							
Hosch 2014		*						
Ashcraft 2002		*	*	*		*		
Lin et. al 2017	*				*	*		
Howard & Warwick 2017							*	
Luttenberger et. al 2018	*		*					
Beilock et. al 2010								*
Maloney & Beilock 2012								*
Foire 1999	*	*	*					*

Tabell 4. Lärarens agerande som skapar matematikångest.

En lärare som är *en auktoritär lärare* kan leda till att matematikångest uppstår hos elever vilket belyses av Dossel, (2016), Lin et. al (2017), Foire (1999) och Luttenberger (2018). Likaså en *aggressiv* lärare kan leda till att elever upplever matematikångest vilket Lin et. al (2017) belyser.

Lärares avsaknad av *känslighet/ lyhördhet* för elevers svårigheter i matematik, kan orsaka matematikångest hos elever (Aldrup et. al, 2020; Ashcrafty, 2002; Foire, 1999 och Hosch, 2014). Vidare så kan matematikångest uppstå när lärarens beteende är *kall och icke stödjande* enligt Ashcraft

(2002), Ashcraft & Kruse (2007) och Ashcraft & Moore (2009). Foire (1999) säger vidare att dåliga upplevelser i mötet med en matematiklärare kan orsaka förakt mot ämnet hos elever. Ashcraft (2002) beskriver det som att läraren inte hjälper till vid frågor, lägger ansvar för bristande förståelse på elev.

Den *undervisningsstil/pedagogik* läraren väljer att tillämpa kan skapa matematikångest menar Ashcraft (2002), Ashcraft & Moore (2009), Luttenberger et. al, (2018) och Foire, (1999). Undervisningsstil/pedagogik handlar om innehållet och genomförandet av lektioner. Foire (1999) behandlar vikten av hållbara och produktiva inlärningsstrategier och att fokus skall ligga på förståelse. Ashcraft (2002) belyser att vissa klassrumsmetoder riskerar att skapa matematikångest hos elever.

Lärare med matematikångest kan genom sitt agerande påverka eleverna att känna matematikångest enligt de forskare som behandlat detta. Lärare med matematikångest själva kan skapa matematikångest hos elever genom sitt sätt att agera när de blir osäkra menar Beilock et. al, (2010), Beilock & Maloney, (2012) och Foire (1999). Foire (1999) menar att lärare med matematikångest för vidare ångest till elever. Speciellt kvinnliga lärare med matematikångest själva får fler elever med matematikångest under undervisningens gång (Beilock et. al, 2010 och Beilock & Maloney, 2012).

Lin et. al (2017) och Ashcraft (2002) belyser att elever kan få matematikångest när läraren *påpekar inför alla* så alla i klassen hör.

Summativ bedömning förekommer när läraren redovisar och förmedlar studieresultat. Howard och Warwick (2017) säger att när läraren väljer att redovisa elevers kunskaper med hjälp av summativa bedömningar så ökar risken för matematikångest.

Litteratur i denna studie som behandlar lärarens agerande som skapar matematikångest hos elever kommer främst ifrån USA och enstaka kommer ifrån Österrrike, Storbritannien och Tyskland. Designen hos den litteratur som belyser lärarens agerande är de flesta forskningsöversikter. Vidare några är longitudinella studier och en tvärsnittsstudie.

Några aspekter av lärarens agerande kan sammanfattas i *lärarens beteende*. Lärarens beteende är *auktoritär lärare, känslighet/lyhördhet, en ickestödande "kall" lärare, aggressiv lärare och lärare som påpekar inför alla*. Tabell 6 visar de sammanställda aspekterna i huvudområdet lärarens agerande.

Tabell 6 visar lärarens beteende och undervisningsstil/pedagogik som aspekter som kan göra att elever får matematikångest. Likaså summativ bedömning och lärare med matematikångest.

	Lärares beteende	Summativ bedömning	Undervisningsstil och Pedagogik/ Innehåll och genomförande av lektion	Lärare med matematikångest
Ashcraft & Krause 2007	*			*
Ashcraft & Moore 2009	*		*	*
Aldrup et. al 2020	*	*		
Dosset 2016	*			
Hosch 2014	*	*		
Ashcraft 2002	*	*	*	*
Lin et. al 2017	*			
Howard & Warwick 2017				
Luttenberger et. al 2018	*		*	
Beilock et. al 2010				*
Maloney & Beilock 2012				*
Foire 1999	*	*	*	

Tabell 5. Sammanfattning av aspekter inom huvudområdet *lärarens agerande*.

6.2 Vilka är konsekvenserna för eleverna

6.2.1 Personliga konsekvenser

Huvudområdet om *personliga konsekvenser* för elever med matematikångest delas i sex olika aspekter. Dessa aspekter är *sämre kognitiv förmåga, mer resurskrävande i form av arbetsinsats, presterar sämre, undviker studier med matematik, påverkar intelligensen, provångest och flickor har mer matematikångest än pojkar*.

Tabell 6 redovisar vilken litteratur och vilka aspekter som litteraturen belyser inom huvudområdet *personliga konsekvenser*.

	Sämlre kognitiv förmåga	Mer resurskrävande i form av arbetsinsats	Presterar sämlre	Undviker studier med matematik i form av kurser och universitetsstudier.	Provångest	Flickor har mer matematikångest än pojkar	Påverkar intelligensen
Ashcraft & Kirk 2001	*		*	*	*		
Ashcraft & Krause 2007	*	*	*	*	*		
Ashcraft & Moore 2009	*		*	*	*		
Chang & Beilock 2016	*	*					
Maloney & Beilock 2012	*	*	*		*	*	
Brahman & Libertius 2018	*	*					
Hembree 1990	*	*	*	*	*	*	
Ma & Xo 2004			*			*	
Nunez-Pena et.al 2012	*		*				
Ramirez & Beilock 2011			*		*		
Hunt et. al 2015		*	*				
Dowker et al. 2016	*	*	*		*	*	
Wang et al. 2015	*		*				
Buelow & Frakey 2013	*		*			*	
Ashcraft 2002	*		*	*	*	*	
Buretta et al. 2019	*		*		*	*	
Erickson 2015	*						
Pletzer 2015	*	*	*				
Wigfield 1988	*		*				
Wine 1971	*		*		*		
Aldrup et.al 2020			*				
Dossel 2016			*				
Ramirez et al. 2012	*	*	*	*	*		
Campell 1997				*			
Howard & Warwick 2017					*		
Luttenberger et al. 2018					*		
Foire 1999		*	*	*			
Young et. al 2012	*		*				*
Lyons & Beilock 2012	*		*				
Buckley 2013	*	*	*	*	*		
Devine et al. 2016			*	*		*	
Pizzie et. al 2017			*	*			
Pletzer et.al 2015	*		*	*			
Beilock et. al 2010			*				
Dossel 2016	*		*		*	*	

Tabell 6. Personliga konsekvenser är för elever med matematikångest.

Forskningen i denna studie belyser att elever med matematikångest *presterar sämre* (Aldrup et. al, 2020; Ashcraft 2002; Ashcraft & Kirk,2001; Ashcraft & Krause, 2007; Ascford & Moore, 2009; Beilock et.al, 2010; Buretta et. al. 2019; Buckley, 2013; Buelow & Frakey, 2013; Devine et. al, 2012; Dossel, 2016; Dowker et.al 2016; Erickson, 2015; Foire, 1999; Hambree, 1990; Hunt et al, 2015; Beilock et.al 2010; Lyons & Beilock,2012; Maloney & Beilock 2012; Ma & Xo 2004, Nunez-Pena et.al (2012; Pizzie et. al, 2017; Pletzer, 2015; Ramirez & Beilock, 2011; Ramirez et. al, 2013; Wang et. al 2015; Wine, 1971; Wigfield, 1988 och Young et. al 2013). Att prestera sämre handlar om att eleverna inte visar upp kunskaper eller kan utföra uppgifter lika bra.

Litteraturen belyser att elever med matematikångest får *sämre kognitiv förmåga* (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moore, 2009; Buelow & Frakey, 2013; Brahman & Libertius 2018; Buckley, 2013; Buretta et. al, 2019; Chang & Beilock, 2016; Dowker et. al 2016; Erickson, 2015; Hambree (1990); Lyons & Beilock, 2012; Maloney & Beilock 2012; Nunez-Pena et. al 2012; Pletzer, 2015; Ramirez et. al, 2013; Wang et. al 2015, Wigfield, 1988 och Wine, 1971 och Young et. al, 2012). Vilket innefattar att arbetsminnets funktion försämras vilket leder till att inget lagras i långtidsminnet vilket krävs om eleverna skall klara tex matematikprov (Ramirez et. al, 2012). Ashcraft (2002); Buckley (2013) och Lyons & Beilock (2012) pekar på att matematikångest påverkar den kognitiva bearbetningen genom att den stör hjärnans aktivitet i minnet. Lyons & Beilock (2012) och Young et. al (2012) menar att elever med hög nivå av matematikångest aktiverar regioner i hjärnan som är involverat ångest och känslor när de skall lösa matematiska problem medan elever med låg nivå av matematikångest aktiverar regioner i hjärnan som är involverade i processandet av att matematiska problem. Ashcraft & Moore (2009) pratar om att arbetsminnets kapacitet påverkas negativt vid matematikångest. Ashcraft & Kirk (2001) belyser att det finns en korrelation mellan matematikångest och ett försämrat arbetsminne. Vidare har elever med matematikångest det svårare att lagra information i långtidsminnet vilket gör att de har svårare för att prestera bra på matematikprov enligt Ramirez et.al (2012).

Litteraturen belyser att elever med matematikångest kan få *Provångest* (Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moor, 2009; Buretta et. al. 2019; Dowker et. al 2016; Dossel, 2016; Hambree ,1990; Howard & Warwick, 2017; Luttenberger et. al, 2018; Maloney & Beilock, 2012; Ramirez et. al, 2013; Ramirez & Beilock, 2011 och Wine, 1971)

För elever med matematikångest blir arbetet *mer resurskrävande*, Ashcraft och Krause (2007) Brahman & Libertius (2018) Buckley (2013) Chang och Beilock (2016), Daowker et. al (2016), Foire (1999), Hambree (1990), Hunt et.al (2015), Malonet & Beilock (2012), Pletzer (2015) och Ramirez et. al (2012). Det handlar om att eleven behöver anstränga sig mer och behöver längre tid vid arbetet med matematik än de som inte har matematikångest.

Litteraturen belyser också att en av konsekvenserna av matematikångest är att eleverna undviker matematikämnet i alla sammanhang. Att undvika ämnet handlar om att *undvika kurser* som innehåller matematik och siffror i allmänhet. Detta då som en konsekvens av att ungdomar med matematikångest undviker studier på högskolan och universitetet som kräver kunskaper i matematik (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Moore (2009); Buckley, 2013; Campell, 1997; Devine et. al, 2012; Foire, 1999; Hembree, 1990; Pletzer,2015; Pizzie, 2017 och Ramirez et. al, 2012). Läraren har då en enorm makt över elevers akademiska framgångar (Foire,1999).

Den granskade litteraturen beskriver att *flickor känner mer matematikångest än pojkar* (Buelow och Frakey, 2013; Buratta et.al, 2019; Hambree, 1990; Devine et. al, 2012, Dossel, 2016; Dowker et. al, 2016; Ma & Xo, 2004 och Maloney & Beilock, 2012)).

Litteraturen i denna studie som har belyst *de personliga konsekvenserna* för elever med matematikångest kommer främst ifrån USA. Vidare några från Storbritannien och Österrike, och enstaka kommer ifrån Tyskland, Italien, Australien och Spanien.

Designen hos den litteratur som behandlat de personliga konsekvenserna för elever upplever matematikångest är jämnt fördelad mellan forskningsöversikter och longitudinella studier. Vidare är det några experimentella studier, en tvärsnittsstudie och en metaanalys.

6.3 Vilken betydelse har undervisning?

Litteratur som i sitt forskningsområde belyser vad i sin undervisning matematiklärare kan göra för att motverka och hantera matematikångest sammanfattas i huvudområdet *aspekter av undervisningen*.

6.3.1 Aspekter av undervisningen.

Tabell 7 redovisar vilken litteratur och vilka aspekter som litteraturen belyser inom huvudområdet *aspekter av undervisningen*

Aspekter i huvudområdet aspekter av undervisningen	Litteratur som behandlar aspekter av undervisningen
Samarbete med kompisar	Burkley & Frakey (2013) Campell (1997) Edwards (2001) Furney & Duffy (2002) Garba et.al (2020) Foire (1999)
Samarbete är ett gruppansvar, vilket leder till lugn	Woodard(2004)
Samarbete ger fler möjligheter att lära sig fler problemlösningstrategier.	Furner & Duffy (2002)
Identifiera matematikångest tidigt	Ramirez et. al (2012)
Klasser med bara tjejer	Campell (1997) Howard & Warwick (2017)
Tydliga instruktioner	Furner & Duffy (2002) Erickson 2015 Foire(1999)
Bra studieteknik	Furner & Duffy (2002) Erickson (2015) Foire (1999)
Positiv feedback från läraren	Howard & Warwick (2017) Erickson (2015)
Öka trivsel och välbefinnandet i klassrummet	Foire (1999) Furner & Berman (2003)
Samtal med elev, en till en.	Bryné et. al (2013) Buckley (2012)
Bygga bra självförtroende hos elever	Buelow & Frakey (2013) Lyons & Beilock (2012)
Jobba bort stereotypen att tjejer är sämre på matematik än killar.	Beilock et. al (2010) Luttenberger et.al (2018)
Andningsövningar/Mindfulnessövning	Bryné et. al (2013) Buckley (2012) Dowker et. al (2016)
Ett uttrycksfullt skrivande. Skriva ner sina tankar på papper. / Mindfulnessövning.	Ramirez et. al (2012) Ramirez & Beilock (2011) Maloney & Beilock(2012)

Tabell 7. Aspekter av undervisningen.

Aspekterna av undervisningen har sammanfattats i *samarbete mellan elever, feedback, mindfulness, identifiera tidigt, öka trivsel i klassrummet, tydliga instruktioner, studieteknik, samtal mellan lärare och elev en till en, och bygga självförtroende hos elever*. Tabell 8.

	Samarbete mellan elever som en pedagogisk metod, Kollaborativt lärande,	Feedback som ett sätt att kommunicera prestationer	Mindfulness som en metod att hantera och motverka ångest	Identifiera tidigt	Öka trivsel i klassrummet	Tydliga instruktioner till eleverna	Studieteknik	Samtal mellan lärare och elev, en-en	Bygga självförtroendet hos elever
Ramirez et al. 2012.			*	*					*
Ramirez & Beilock 2011			*						*
Buelow & Frakey 2013	*								
Park et al 2011			*						
Campbell 1997	*								
Bryne et al 2013			*					*	
Howard & Warwick 2017		*							
Furner & Duffy 2002	*								
Furner & Berman 2003					*				
Woodard 2004	*								
Buckley 2012			*					*	
Foire 1999	*				*	*	*		
Garba et al. 2020	*								
Dowker et al 2016			*						
Erickson 2015		*				*	*		
Maloney & Beilock 2012	*	*	*						

Tabell 8. Sammanfattning aspekter av huvudområdet aspekter av undervisning.

Litteraturen belyser att *samarbete mellan elever* kan minska matematikångest hos elever (Buelow & Frakey, 2013; Campell, 1997; Furner & Duffy, 2002; Garba et. al, 2020 och Woodard, 2002). Woodard (2002) belyser om att *samarbete är ett gruppansvar* vilket leder till lugn för den enskilda eleven i gruppen. Litteraturen belyser också att *samarbete med kompis* kan mildra och motverka att elever känner matematikångest (Buelow & Frakey, 2013; Campell, 1997; Edwards, 2001; Furner & Duffy, 2002 och Garba et. al, 2020). Vidare så belyses att när *flickor samarbetar med flickor* så kan det motverka och mildra matematikångest hos flickor (Edwards, 2001 och Aldrup et. al 2020). Howard och Warwick (2017) och Campell (1997) säger till och med att *klasser med bara flickor* har positiv effekt mot matematikångest hos flickorna i klassen.

Att då känna lugn kan i sin tur leda till att eleverna *trivs i klassrummet* vilket Foire (1999) säger leder till mindre matematikångest

Litteraturen belyser vikten av att *tidigt identifiera* matematikångest (Foire, 1999 och Furner & Berman, 2003) och att det är viktigt då det annars kan bli en snöbolls-effekt av det och att det i slutändan påverkar den unga människans yrkesval (Ramirez et. al, 2012).

Att som lärare ge eleverna *positiv feedback* på deras prestationer är, enligt Erickson (2015) & Howard & Warwick (2017) och Maloney & Beilock (2012) en strategi för att inte skapa matematikångest. Vidare så är *tydliga instruktioner* och *bra studieteknik* strategier som kan motverka matematikångest (Erickson, 2015; Foire, 1999 och Furner & Duffy, 2002). *Samtal mellan lärare och elev, en till en*, belyser Bryné et. al (2013) och Buckley (2012) som en strategi för att kunna hantera eller motverka matematikångest hos elever.

Att *bygga självförtroende* hos elever kan motverka matematikångest enligt Buelow & Frakey (2013) och Lyons & Beilock, (2012).

Foire (1999) och Furner & Berman (2003) belyser att *elevernas trivsel i klassrummet* är beroende av lärarens agerande.

Minfullness kan ingå i undervisningsstrategier för att mildra matematikångest (Bryné et.al, 2013; Buckley, 2012, Dowker et.al, 2011; Ramirez et.al, 2012 och Ramirez & Beilock, 2011). Denna litteraturstudie belyser två minfullnesövningar vilka är *andningsövningar* (Bryné et.al, 2013; Buckley, 2012, Dowker et.al, 2011) och *ett uttrycksfullt skrivande* (Maloney & Beilock, 2012, Ramirez et.al, 2012 och Ramirez & Beilock, 2011). Bryné et. al (2013) förklarar att *andningsövningarna* gör att elever kan tränga bort negativa känslor och samordna de kognitiva resurserna som krävs för att kunna prestera på tex ett prov. *Uttrycksfull skrivning*, handlar om att skriva ner sina tankar och känslor på ett papper. Vidare reglerar sina negativa känslor i ett uttrycksfullt skrivande där människor ombeds att skriva fritt om sina känslor i 10–15 min inför ett tex. matematikprov (Maloney & Beilock, 2012).

Litteratur i denna studie som har belyst aspekter inom huvudområdet *aspekter av undervisningen* som kan hantera och motverka matematikångest hos elever kommer främst ifrån USA. Vidare enstaka från Storbritannien och en ifrån Australien resp. Österrike. Designen hos litteraturen är alla forskningsöversikter utom en som är en experimentell studie.

6.4 Exempel på orsaker till matematikångest utanför undervisningsmiljön

Trots att denna studie har avgränsats att enbart belysa matematikångest i undervisningsmiljön i vilken läraren och klasskamrater ingår så är det viktigt att ha kännedom om att finns fler faktorer, förutom läraren, undervisningsstil/pedagogik och miljön i skolan, som påverkar om elever känner matematikångest.

Luttenberger et. al (2018) beskriver andra faktorer såsom föräldrar, yttre miljöfaktorer, matematiska förmågor eller förkunskaper, personliga egenskaper, kön, stereotypen att flickor inte kan eller en större benägenhet att känna ångest som hälsotillstånd. Dessa kan faktorer kan påverka så att elever känner matematikångest.

Ett annat exempel är Buckley (2012) som beskriver att det ute i samhället finns åsikter om att matematik är svårt. Dessa åsikter gör att elever upplever matematikångest.

7. Diskussion

7.1 Metoddiskussion

Artiklarna i denna allmänna litteraturstudie kommer främst ifrån USA, men också ifrån Europa och Australien. Att inte artiklar som granskats har sitt ursprung ifrån flera länder är en nackdel och resultatet kan därför inte ge en beskrivning av kunskapsläget som är snedvriden.

Databaserna som använts är SwePub, Google Scholar, Eric och ”supersök” i Göteborgsuniversitets biblioteksdatas, som innehåller en stor mängd databaser. Sökningar har också gjorts på olika hemsidor som har fokus på matematik och även på Skolverkets hemsida. Vidare så har artiklar från referenser från referenslistor granskats. Det stora antalet artiklar som fått träffar vid databassökningarna och då de begränsningar som gjorts vid sökningarna gör att viktiga artiklar kan ha missats. Denna studie är då inte heltäckande så inga generella slutsatser kan dras. Reliabiliteten påverkas av valet av sökorden och kombinationen av dom. I denna studie har det använts ett fåtal sökord vilket då får en konsekvens i att reliabiliteten påverkas negativt.

Det finns många träffar på just ”mathematics anxiety” och intresset är stort. Artiklarna i denna allmänna litteraturstudie har design i form av forskningsöversikt, longitudinella studier, experimentella studier och tvärsnittsstudier. De flesta är longitudinella studier och forskningsöversikter, och de är ungefär lika många i antal. Vidare finns det några experimentella studier och enstaka tvärsnittsstudier. De aspekter som är mest avgörande som behandlats av forskningen som ingår i denna studie har fångats upp och sammanfattats. De aspekter som svarar på frågeställningarna om hur matematikångest tar sig i uttryck, vilka konsekvenserna är och vilken betydelse matematikångest har för undervisningen har tagits upp. De aspekter som inte svarar på dessa frågor tas inte upp i denna studie i enlighet med vad Bryman (2016) säger.

Litteraturstudiens belysta aspekter och granskad litteratur har redovisats i tabeller utifrån de olika aspekter som ingår i vad som beskriver hur matematikångest tar sig i uttryck, vilka konsekvenser de har och vilken betydelse de har för undervisningen. Tolkningen och analysen har gjorts utifrån vilka dessa aspekter är och vilka aspekter som återfinns under respektive huvudområde, huvudområde som är formade utefter frågeställningarna. Likaså vilken litteratur som belyser aspekter i respektive huvudområde.

Syftet, som handlar om att få kunskap om vad forskningen behandlar vad gäller hur matematikångest tar sig i uttryck, dess konsekvenser och undervisningens betydelse, har uppnåtts. Resultat från denna litteraturstudie och dess granskade litteratur kan vägleda lärare och skolledare i ett förbättrings- och utvecklingsarbete som handlar om elevers matematikångest.

7.2 Resultatdiskussion

Elever upplever stress samtidigt som de vet att skolan är en plats där de skall lära sig saker och få ny kunskap som är viktig för framtiden. Samtidigt så visar resultatet som framställts av OECD (2012) att ca 30% av svenska elever i åldern 15 – 16 år känner matematikångest. I den del i OECD rapporten (2012) där ämnet matematikångest beskrivs så presenteras dessa elevcitater nedan (bild 2).

“I often worry that it will be difficult for me in mathematics classes”

“I get very tense when I have to do mathematics homework”

“I get very nervous doing mathematics problems”

“I feel helpless when doing a mathematics problem”

“I worry that I will get poor <grades> I mathematics”

(OECD – The Organisation for Economic Co-operation and Development: PISA 2012)

Denna studie inleddes med dessa citat, delar av dom finns som aspekter i denna litteraturstudie.

Denna litteraturstudie ger en översikt över den kunskap som den forskningen i den litteratur som granskats har. Den kunskapen är att matematikångest ger fysiska och psykiska konsekvenser hos elever som känner matematikångest och vilka de är. Vidare kunskap om att matematikångest ger personliga konsekvenser för elever med matematikångest och vilka dessa konsekvenser är. Forskningen i denna litteraturstudie har också kunskap om i vilken miljö i skolan som matematikångest hos elever finns och att lärarens ageranden kan skapa matematikångest hos elever.

Den kunskapen är att elever med matematikångest känner oro och rädsla i matematikundervisningen. Vidare att de får en sämre kognitiv förmåga och ett försämrat arbetsminne. Vilket leder till att de presterar sämre och får en försämrad tro på sin egen förmåga. Vidare att detta leder till att de undviker studier på högskolan och universitet. En röd tråd av orsaker och effekter.

Elever med matematikångest känner oro och rädsla, vilket OECD (2012) vittnar om sin rapport.

Oro och rädsla

Den forskning som ingår i denna litteraturstudie belyser att elever med matematikångest känner *oro och rädsla* (Aldrup, 2020; Ashcraft (2002); Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moore, 2009; Buckley, S. 2013; Dowker et. al, 2016; Luttenberger et. al, 2018; Lyons & Beilock, 2012; Maloney & Beilock, 2012; Pizzie et. al, 2017; Ramirez & Beilock, 2011; Tyron,1980; Wigfield 1988 och Wine, 1981).

Kognitiva förmåga och försämrat arbetsminneskapacitet

Den oro och rädsla som elever med matematikångest upplever gör att den *kognitiva förmågan försämras* (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moor, 2009; Buelow & Frakey, 2013; Brahman & Libertius 2018; Buckley, 2013; Buretta et. al, 2019; Chang & Beilock, 2016; Dowker et. al 2016; Erickson, 2015; Hambree (1990); Lyons & Beilock, 2012; Maloney & Beilock 2012; Nunez-Pena et. al 2012; Pletzer, 2015; Ramirez et. al, 2013; Wang et. al 2015, Wigfield, 1988 och Wine, 1971 och Young et. al, 2012) och att *arbetsminnets kapacitet försämras* (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Moore, 2009; Buckley, 2013 och Lyons & Beilock, 2012). Det handlar om elever som känner oro och rädsla vilket gör att hjärnan inte kan ägna den uppmärksamhet till att lösa de problem som krävs, arbetsminnet blir överbelastad av oro och rädsla (Young et. al, 2012). Arbetsminnet är viktig när man skall lära sig just matematik Den är en del i processandet vid problemlösning. Så all arbetsminnets kapacitet måste vara fullt tillgänglig när man arbetar med matematik. Så om den kognitiva förmåga och då arbetsminnet fungerar sämre så presterar också eleverna sämre.

Presterar sämre

Ett resultat av oro, rädsla, försämrad kognitiv förmåga och ett försämrat arbetsminne kan resultera i att elever med matematikångest *presterar sämre* (Aldrup et. al, 2020; Ashcraft 2002; Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Ascford & Moore, 2009; Beilock et.al, 2010; Buretta et. al. 2019; Buckley, 2013; Buelow & Frakey, 2013; Devine et. al, 2012; Dossel, 2016; Dowker et.al 2016; Erickson, 2015; Foire, 1999; Hambree, 1990; Hunt et al, 2015; Beilock et.al 2010; Lyons & Beilock, 2012; Maloney & Beilock 2012; Nunez-Pena et.al (2012; Pizzie et. al, 2017; Pletzer, 2015; Ramirez & Beilock, 2011; Ramirez et. al, 2013; Wang et. al 2015; Wine, 1971; Wigfield, 1988 och Young et. al 2013). Att prestera sämre handlar om att eleverna inte visar upp kunskaper som de egentligen har eller kan utföra uppgifter lika bra som de skulle kunna om de inte haft matematikångest.

En del av undervisningen är prov och bedömning och denna studie belyser elevernas oro kring prov som *provångest* och att det finns en koppling mellan matematikångest och provångest (Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Moor, 2009; Buretta et. al. 2019; Dowker et. al 2016; Dossel, 2016; Hambree, 1990; Howard & Warwick, 2017; Luttenberger et. al, 2018; Maloney & Beilock, 2012; Ramirez et. al, 2013; Ramirez & Beilock, 2011 och Wine, 1971). Detta då ett prov är ett tillfälle då eleverna där de skall visa vad de kan. Eftersom elever med matematikångest har svårt att prestera på ett prov på grund av den oro och rädsla de känner, provångest, och att den kognitiva förmågan försämrats så presterar eleverna sämre även fast de egentligen kan. Detta då matematikångest inte handlar om lärandeproblem (Divine, 2017).

Hambree (1990) belyser att det inte finns övertygande bevis för att dåliga prestationer orsakar matematikångest.

Försämrad tro på sin egen förmåga

När eleverna presterar sämre så kan det leda till att de får en *sämre tro på sin egen förmåga* (Ashcraft, 2002; Maloney, & Beilock, 2012; Dossel 2016; Foire, 1999; Lyons & Beilock, 2012 och Luttenberger et.al, 2018)

Att tro på sina egna förmågor i ämnet matematik är starkt relaterat till lärande enligt OECD (2012). Vidare att tro på sin egen förmåga ökar trivseln och tron på att kunna bli bättre (OECD, 2012).

”Matematik värderas för att den anses vara en indikator på intelligens och därför har dålig matematisk förmåga konsekvenser för hur ”smart” du kommer att uppfattas som. Känslor av brist på kontroll kan härröra från tanken att matematik är ”svårt” eller tanken att du måste ha en ”mattehjärna” för att lyckas i ämnet. Denna myt driver upplevelsen av matematikångest för studenter och samhället.” Buckley (2013).

Undviker studier med matematik

Elever med matematikångest undviker matematikundervisningen på gymnasiet och *undviker studier på universitet och högskolor* som kräver matematikkunskaper (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Moore (2009); Buckley, 2013; Campell, 1997; Devine et. al, 2012; Foire, 1999; Hambree, 1990; Maloney & Beilock, 2012; Pletzer, 2015; Pizzie, 2017 och Ramirez et. al, 2012). Detta som en konsekvens av att elever i skolan i undervisningsmiljön känner oro och rädsla, har provångest, har sämre kognitiv förmåga – försvagat arbetsminne, presterar sämre och har en låg tro på sin egen förmåga. Det är betydelsefullt att tidigt identifiera matematikångest då effekterna på eleverna är många och negativa.

snöbolls-effekt av det och att det i slutändan påverkar den unga människans yrkesval. (Ramirez et. al, 2012)

Detta kan sammanfattas i att hantera och motverka elevers matematikångest är livsavgörande för elever och avgörande för samhället i stort ” *Att inte satsa på matematiken innebär uteblivna möjligheter för att Sverige också i framtiden kan ligga i framkanten som ett dynamiskt och innovativt land.* ” (Andersson, M, et. al, 2013, 20 febr.)

Vidare så beskriver litteraturstudien de kunskaper om vad i lärarens beteende som gör att elever känner matematikångest och vilka undervisningsstrategier som kan hantera och motverka matematikångest.

Lärarens beteende och undervisningstil/pedagogik

Forskningen i denna litteraturstudie belyser lärarens beteende, *auktoritär lärare, känslighet/lyhörd, undervisningsstil och pedagogik, en icke-stödjande ”kall” lärare, aggressiv lärare och lärare som ”påpekar inför alla”* i samband med att elever upplever matematikångest (Aldrup et. al,2020; Ashcraft, 2002; Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2009; Dossel; 2016; Hosch, 2014; Lin et. al, 2017; Luttenberger et. al, 2018 och Foire, 1999).

Vidare att *undervisningsmiljön* (Ashcraft & Krause, 2007; Chang & Beilock, 2016; Luttenberger et. al, 2018 och Foire 1999) är en viktig faktor i arbetet mot matematikångest. Viktigt då det är i klassrummet som undervisningen pågår och att det är i undervisningsmiljön som orsaker finns till att elever får matematikångest.

Att ha kunskap om matematikångest är en förutsättning för att kunna hantera och motverka den. Lika viktigt är också att ha kunskap om vad som vad som behöver göras och på vilket sätt och det ansvaret ligger hos läraren OECD (2012).

7.2.1 Lärarens agerande

Foire (1999) för fram att läraren har en enorm makt över elevers akademiska framgångar.

Läraren är en viktig person i klassrummet, läraren är den personen som har ansvar för en likvärdig utbildning och undervisning, och har att förhålla sig till styrdokument och skollag. Så lärarens agerande är avgörande för alla elever.

Likvärdig undervisning handlar om att alla elever skall, trots sina olikheter, få samma chans och möjligheter att lära sig lika mycket och samma sak utifrån vad det står i det centrala innehållet för ämnet matematik.

Lärarens beteende belyses som en orsak till att elever får matematikångest (Aldrup et. al,2020; Ashcraft, 2002; Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2009; Dossel; 2016; Hosch, 2014; Lin et. al, 2017; Luttenberger et. al, 2018 och Foire, 1999 och Maloney & Belock, 2012). OECD (2012) säger att läraren har huvudansvaret för att motverka eller mildra matematikångest i undervisningen i klassrummet. Kunskaper som forskningen i denna litteraturstudie är att läraren genom sitt beteende kan göra så att det uppstår matematikångest hos elever. Kunskaper som att om läraren är aggressiv (Lin et.al, 2017), ickestödjande ”kall” (Ashcraft et. al, 2017) och okänslig Foire (1999) så kan elever få matematikångest belyses av forskningen i denna studie. Vidare att när lärare pratar högt inför

klasskamrater så kan elever känna matematikångest (Lin et. al, 2017). En auktoritär lärare kan skapa matematikångest (Dossel, 2016; Lin et.al, 2017; Lutterberger et. al, 2018 och Foire, 1999).

Foire (1999) säger att dåliga upplevelser i mötet med en matematiklärare kan orsaka förakt mot ämnet hos elever.

Det handlar om att lärarens elever i klassrummet inte skall känna oro och rädsla. Lärare kan genom att förstå de signaler elever visar när de har matematikångest göra skillnad. Detta om lärarens kunskaper om det är för beteende som skapar matematikångest. Att skapa goda relationer är en del och att vända elevers tankar från att handla om oro och ångest till bättre tro på den egna förmågan och öka motivationen hos eleverna är beteende som motverkar matematikångest. Detta kan göra att arbetsminnet kan utnyttja sin fulla kapacitet och då presterar eleverna bättre. Den kognitiva förmågan blir bättre och då kan eleverna lättare processa problemuppgifter i matematiken.

Med kunskap om vilka lärarbeteende som motverkar matematikångest, vilka undervisningsmetoder som kan motverka och hantera matematikångest och övningar som kan hantera och mildra dom så väljs dessa ut för fortsatt diskussion. Detta för att den kunskap som litteraturstudiens resultat förmedlar med de aspekterna är direkt applicerbara i undervisningen i klasser i skolan. Dessa är aspekter av läraragerande och undervisningsstrategier som forskningen i denna litteraturstudie har sammanfattat. I mer detalj så handlar det om lärarens beteende och undervisningsstil/pedagogik, lärarens metod och lärarens övningar.

Lärarens beteende och undervisningsstil/pedagogik: goda relationer i motsats till att vara auktoritär, känslighet/lyhörd, aggressiv, ickestödjande "kall", "påpekar inför andra" och undervisningsstil/pedagogik för att motverka och hantera matematikångest.

Lärarens handlande: Där positiv feedback och samtal mellan lärare och elev en för att hantera och motverka att matematikångest uppstår.

Lärarens övningar/Mindfulness: motverka och hantera matematikångest, ett uttrycksfullt skrivande(skriva ner sina tankar på papper), andningsövningar.

Lärarens metod/Samarbete mellan elever, kollaborativt lärande: motverka och hantera matematikångest samarbete tillsammans med kompisar, samarbete vid problemlösning, samarbete ger gruppansvar, flickor samarbete med flickor.

7.2.1.1 Lärarens beteende och undervisningsstil/pedagogik

Litteraturen i litteraturstudien belyser att lärarens beteende (Ashcraft & Krause, 2009; Aldrup et. al,2020; Dossel, 2016; Hosch, 2014; Ashcraft, 2002; Lin et. al, 2017; Lutenberger et. al, 2018 och Foire, 1999) har stor inverkan på huruvida eleverna kommer att känna matematikångest eller inte.

Enligt OECD (2012) så upplever 30 % av de svenska eleverna matematikångest. Denna litteraturstudie belyser att elever med oro och rädsla känner matematikångest. Elever med matematikångest känner oro för att göra bort sig (Ashcraft & Krause, 2007) och oro för att misslyckas (Daowker et. al, 2016). Förutom oro för att misslyckas och för att göra bort sig så upplever elever känslor av meningslöshet (Ashcraft & Krause, 2007) istället för att känna framtidstro. Vidare att eleverna känner att det är meningslöst att ens försöka (Aschford & Krause, 2007).

Foire (1999) belyser att orsaken till matematikångesten, i de flesta fall, har sina rötter hos läraren och undervisningen.

Kunskaper, i denna litteraturstudie, om lärarens beteende och dess konsekvenser för elever visar på vikten att upplysa lärare ock skola om det.

Undervisningsstilen och pedagogiken är viktig för att kunna hantera och motverka matematikångest. Så kunskaper om att undervisningsstilen och pedagogiken kan orsaka matematikångest hos elever (Ashcraft 2002; Ashcraft & Moore (2009; Luttenberger et. al, 2018 och Foire, 1999) har betydelse. Detta då eftersom planering av innehåll och undervisningsstil ingår i en lärares arbetsuppgifter och är själva kärnan i uppdraget. Forskning i denna studie visar på kunskaper om att på lektionsupplägg där *samarbete mellan elever, kollaborativt lärande*, kan motverka och hantera matematikångest (Buelow & Frakey, 2013; Campell 1997; Edwards, 2001; Furney & Duffy, 2002 och Garba et.al, 2020). Samarbete mellan elever, kollaborativt lärande, handlar om att man är en del av en grupp som försöker lära sig något tillsammans. OECD (2012) berättar att samarbete är ”sence of belonging” och är viktig för att man skall känna sig trygg. OECD (2012) säger vidare att känslan av tillhörighet är starkt förknippad med matematikprestation.

Kunskaper om *lärarens beteende och undervisningsstil/pedagogik* och den litteratur som belyser dom sammanfattas i tabell 9.

	Aspekt	Aspekt	Aspekt	Aspekt	Aspekt	Aspekt
Ashcraft & Krause (2007)		Känslighet/ Lyhördehet				
Ashcraft & Moore (2009)		Känslighet/ Lyhördhet				
Ashcraft (2002)		Känslighet/ Lyhördhet		Icke stödjande ”kall”	Påpekar inför alla.	
Aldrup et. al (2010)		Känslighet/ Lyhördhet				
Dossel (2016)	Auktoritär lärare					
Hosch(2014)		Känslighet/ Lyhördhet				Undervisningsstil/ pedagogik
Lin et. al (2017)	Auktoritär lärare		Aggressiv		Påpekar inför alla.	
Luttenberger et. al (2018)	Auktoritär lärare					Undervisningsstil/ pedagogik
Foire (1999)	Auktoritär lärare	Känslighet/ Lyhördhet				Undervisningsstil/ pedagogik

Tabell 9. Litteratur och aspekter inom lärarens beteende och undervisningsstil/pedagogik.

Litteraturen som belyser lärarens beteende och undervisningsstil/pedagogik kommer ifrån USA, Österrika och Australien. Designen på litteraturen är forskningsöversikter, en longitunell och en tvärsnittsstudie.

7.2.1.2 Lärarens metoder och övningar

OECD (2012) lyfter speciellt att det är läraren som har att hantera och att motverka att eleverna känner matematikångest.

Att utveckla undervisningen och hjälpa elever som känner matematikångest är ett sätt enligt de kunskaper som denna litteraturstudie förmedlar.

De undervisningsmetoderna kan handla om samarbete mellan elever/kollaborativt lärande, positiv feedback och samtal mellan lärare och elev en till en. Likaså övningar för att hjälpa elever att minska matematikångest med hjälp av enkla mindfullövningar. Att mindfullövningar har en plats som strategi i klassrummet är enligt denna studie betydelsefullt.

Samarbete mellan elever, Kollaborativt lärande

Foire (1999) behandlar vikten av hållbara och produktiva inlärningsstrategier och att fokus skall ligga på förståelse.

Att räkna matematik tillsammans med kompisar gör att elever inte behöver känna att de är ensamma när matematiken blir svår (OECD, 2012). Vidare så belyser litteraturen att de känner tillhörighet i den sociala miljön tillsammans med kamrater och är en viktig faktor för att motverka matematikångest. Det kan även handla om att gruppen tillsammans i en process kommer fram till en lösning, som då är en gemensam framgång. Att tillhöra en grupp kan påverka elevers tro på sig själva och viljan att lära sig mer, tänker jag. OECD (2012) uttryck för att samarbete med kamrater är positivt.

Kunskaper forskningen denna har säger att samarbete med kompisar motverkar matematikångest. (Buelow och Frakey, 2013; Campell, 1999; Edwards, 2001; Furner & Duffy, 2002 och Woodard, 2004). Att känna tillhörighet höjer motivationen hos elever (Furner & Duffy, 2002 och OECD, 2012). En ökad motivation är en positiv känsla som i sin tur minskar rädsla för ämnet. Samarbete innebär också att man ökar interaktionen mellan elever vilket leder till en trygghet och känsla av att inte vara "ensam". Eleverna behöver inte känna ett misslyckande (OECD, 2012) om de inte förstår och kan upptäcka att det är svårt för alla.

Att hantera eller motverka alla de känslor som elever känner vid matematikångest kan ske tex genom samarbete med kamrater i form av undervisningsstrategin "Whiteboarding", som är en form av samarbete mellan elever och kollaborativt lärande. Det innebär att man använder en whiteboardtavla vid samarbetet. Whiteboarding är en form av interaktion mellan elever i klassrummet. Eleverna skriver och ritar på Whiteboardtavlan när de processar och löser matematiska problemlösningssuppgifter. De diskuterar, argumenterar, experimenterar, testar och prövar nytt tills att de tillsammans beslutar vilken lösningen är och hur den skall redovisas. Vid denna metod är fokus mer på processen i matematisk problemlösning snarare än rätt svar. Ett felaktigt svar är också en möjlighet till lärande då det blir diskussioner om vad som var fel och hur man gör istället. Att slippa bli bedömd hela tiden och att känna att lärandet får ta tid och ta olika vägar leder till mindre oro och rädsla enligt mig. "Whiteboarding" är en kognitiv och kommunikativ metod vilket gör att metoden är ett bra sätt att hantera och motverka matematikångest på. Denna samarbetsform för eleverna kan motverka vad matematikångest står för, det vill säga motverka oro och rädsla, och då alla de konsekvenser som det medför som tex sämre kognitiv förmåga, provångest och presterar sämre. Vidare motverkar sämre tro på sin egen förmåga. Vilket kan resultera i att eleverna inte undviker studier med matematik på högskolan och universitetet. Det OECD (2012) beskriver som "sence of belongung" kan vara en del i att Whiteboardning är en bra metod för att hantera och motverka matematikångest.

Litteratur som belyser *samarbete mellan elever* i denna litteraturstudie, tabell 10.

	Aspekt	Aspekt.	Aspekt
Buckley & Frakey (2013)	Samarbete med kompis		
Campell (1997)	Samarbete med kompis		
Edwards (2001)	Samarbete med kompis		
Foire(1999)	Samarbete med kompis		
Furner & Duffy (2002)	Samarbete med kompis		Samarbete är ett gruppansvar som leder till lugn
Garba et.al(2020)	Samarbete med kompis		
Woodard (2004)		Samarbete ger fler möjligheter till problemlösningstrategier	

Tabell 10. Litteratur och aspekter inom samarbete mellan elever, kollaborativt lärande.

Litteraturen kommer ifrån USA, Storbritannien och Australien. Designen på litteraturen är både forskningöversikter och longitudinella studier.

Personlig feedback och samtal mellan lärare i en till en.

Kunskaper från denna studie beskriver metoder för att hindra eller mildra att matematikångest hos elever uppstår såsom *personlig feedback* (Erickson, 2015 och Howard & Warwick, 2017) och *tydliga instruktioner* (Erickson, 2015; Foire, 1999 och Furner & Duffy, 2002). Att läraren har känsla för hur man ger feedback till elever så att de känner att de växer och får en bättre tro på sig själva är viktigt. Det handlar om en lärarkompetens utanför den matematiska kompetensen.

En annan metod handlar också om att samtala och då i formen, *lärare och elev en till en* (Bryné et. al, 2013 och Buckley, 2012). Det kan handla om att skapa goda relationer eller ge positiv feedback till ett provresultat. Litteraturen i denna studie belyser att ett fokus på positiv feedback kan leda till att eleverna kan sluta oroa sig för att misslyckas och istället våga tro på sin egen förmåga att lära sig. Att ha samtal lärare och elev kan om läraren är lyhörd (har känslighet) vara lugnande och orosdämpande. Så en känslig lärare i enskilda samtal med elev kan mildra matematikångest.

Den personliga feedbacken kan också hjälpa flickor som känner matematikångest. Vidare också ett tillfälle att tidigt identifiera matematikångest Ramirez et. al, (2012) hos elever vilket är viktigt i kampen mot matematikångest enligt denna studie. Vilket läraren kan göra i ett en till ensamtal med eleverna.

Då prov och bedömning är en stor del i gymnasieelevers vardag och att de förekommer ofta under hela utbildningen så finns en risk att det påverkar elevernas val av kurser och vidare vad de väljer att jobba med som vuxna. Detta eftersom det finns en risk för att elever utvecklar matematikångest vid prov och bedömning. Att kunna vända en känsla hos en enskild elev från att ha matematikångest till en tro på sin egen förmåga och känna motivation, är för den enskilda eleven livsviktig och för samhället en förutsättning och detta bara genom att välja att ha enskilda samtal med eleverna. OECD (2012) framhåller också problemet med att elever med matematikångest undviker ämnet under gymnasiestudierna och de eftergymnasiala studierna. Det är då av stor vikt att lärarna funderar mycket kring feedback och möjlighet att via att enskilda samtal kunna hjälpa en elev med matematikångest.

Litteratur som belyser denna aspekt om *positiv feedback* och *samtal mellan lärare och elev, en till en*, är sammanställd i tabell 11.

	Aspekt	Aspekt	Aspekt
Buckley (2012)	En till en		
Bryné et al. (2013)	En till en		
Erickson (2015)		feedback	Tydliga instruktioner
Howard & Warwick (2017)		feedback	
Furner & Duffy (200)			Tydliga instruktioner
Foire (1999)			Tydliga instruktioner
Maloney & Beilock (2012)		feedback	

Tabell 11. Litteratur och aspekter som belyser positiv feedback och samtal mellan lärare och elev, en till en.

Litteraturen kommer ifrån USA, Storbritannien och Australien. Designen är hos litteraturen forskningsöversikter och longitudinella studier.

I det forskningsresultat som Howard & Warwick (2011) presenterar så finns ett samband mellan matematikångest feedback. Sambandet handlar om att feedback kan motverka eller mildra matematikångest.

Mindfulnessövning

De kunskaper som litteraturstudien sammanfattar om den granskade litteraturen resultat visar att om elever har gott självförtroende så är risken för att de skall känna matematikångest lägre (Buelow & Frakey, 2013; Ericson, 2015 och Furner & Buffy, 2002). Att ha gott självförtroenden kan betyda att man inte har oro och rädsla. Därför kan en övning som minskar matematikångest vara ett viktigt inslag i undervisningsmiljön.

Den granskade litteraturen beskriver kunskaper om mindfulnessövningarna som ett sätt att minska eller motverka att matematikångest uppstår hos elever. Det handlar om korta *andningsövningar* (Bryne´ al, 2013; Buckley, 2012 och Dowker et. al, 2016 och Park et. al, 2011) och *ett uttrycksfullt skrivande* dvs skriva ner sina känslor på papper (Maloney & Buckley, 2012; Ramirez et. al, 2012; Ramirez & Buckley, 2011 och Park et.al, 201) i ett brev till sig själv. Dessa kan göras precis innan ett prov. Detta då denna mindfulnessövning ka ge en positiv effekt på oro och rädsla. Vilket sedan kan resultera i ett bättre provresultat. Vidare som sedan kan leda till bättre självförtroende och bättre motivation att fortsätta att kämpa. Bryné (2013) beskriver det som att tränga bort negativa känslor och samordna de kognitiva resurserna.

”Ett uttrycksfullt skrivande tros lindra bördan som är negativa tankar planterade i arbetsminnet”. Malony & Belock (2012).

Att använda mindfulness för att öka kapaciteten i arbetsminnet kan leda till att elever presterar bättre. Då handlar det inte bara om mindfulness inför ett prov utan när som helst i processandet av matematik och problemlösning.

Sammanställning över den litteratur som fokuserar på aspekten om *mindfulness* i denna litteraturstudie, tabell 11.

	Aspekt	Aspekt
Buckley (2012)	Andningsövning	
Bryné et. al (2013)	Andningsövning	
Dowker et. al (2016)	Andningsövning	
Park et al. (2011)	Andningsövning	
Ramirez et. al (2012)		Ett uttrycksfullt skrivande/Skriv ner sina känslor på papper.
Ramirez & Beilock (2011)		Uttrycksfullt skrivande/Skriv ner sina känslor på papper.
Maloney & Beilock (2012)		Uttrycksfullt skrivande/skriv ner sina känslor på papper.

Tabell 12. Litteratur och aspekter inom *mindfulness*.

Litteraturen kommer ifrån USA och Storbritannien och designen hos litteraturen är forskningsöversikter, longitudinell studie och experimentell studie.

7.3 Summering

Resultatet visar att forskningen belyser lärarens betydelse för att minska och motverka matematikångest hos elever dels genom goda relationer med eleverna och val av undervisningsstrategi och dess metoder och övningar. De metoder och de övningar som ägnas mer uppmärksamhet åt, i denna litteraturstudie, är samarbete mellan elever/kollaborativt lärande, personlig feedback, samtal mellan lärare och elev/en till en, andningsövningar och ett uttrycksfullt skrivande. De metoder och de övningar kan göra så att elever inte upplever oro och rädsla vilka är en stor del i att elever känner matematikångest. Vidare att de ger konsekvenser i olika former för elev, livsviktiga. Litteraturen som granskats kommer i störst andel från USA, detta har dock ingen påverkan på det faktum att denna studie kan inspirera andra lärare och skolläda.

8. Slutord

Syftet var att få kunskap om vad forskningen behandlar vad gäller hur matematikångest tar sig i uttryck, dess konsekvenser och undervisningen betydelse, vilket är uppfyllt. Den ger kunskaper om den fysiska och psykiska påverkan matematikångest har på eleverna. Vidare också vad det är som kan orsaka den det vill säga lärarens beteende och lärarens val av undervisningsmetoder som kan motverka matematikångest. Studien ger kunskap om vilka lärarbeteenden som orsakar också vilka ageranden som mildrar och motverkar matematikångest. Vidare att undervisningsmetoder kan orsaka matematikångest och att det finns metoder och övningar som kan mildra. Så studien förmedlar den kunskap som forskningen har i många perspektiv vilket gör att den kan vara en vägledning i lärarkollegors undervisningsvardag och i utvecklingsarbeten i ämnet matematikångest.

9. Fortsatt forskning

Matematikångest hos elever är ett stort problem för dem. Trots att finns mycket forskning om vad matematikångest är och hur den kan hanteras och motverkas så pågår inga diskussioner om det i den svenska kontexten. Det saknas debatt i Skolverket och skoltidningar om ämnet, och främst debatt om lärarens roll.

Forskning om just lärarens roll i att elever får matematikångest skulle kunna undersökas mer. Där man studerar enbart lärarens agerande och beteende i syfte om att förstå och få kunskap om effekterna och möjligheterna att motverka att eleverna får matematikångest.

Referenslista

- Aldrup, K., Klusmann, U. & Lüdtke, O. (2020). Reciprocal Associations Between Students' Mathematics Anxiety and Achievement: Can Teacher Sensitivity Make a Difference? *Journal of Educational Psychology*, 202, Vol.112(4), 735-750. <https://doi.org/10.1037/edu0000398>
- Andersson, M., Lundh, T. & Jäntti, K. (2013, 20 febr.). Därför är matematik så viktigt – för alla. *Svenska Dagbladet*. <https://www.svd.se/darfor-ar-matematiken-sa-viktig--for-alla> (Hämtad 2020-11-11)
- Ashcraft, M. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences *Blackwell Publishing Inc. American Psychological Society*. October, Vol.1 1(5), 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Ashcraft, M. & Kirk, E. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 130 (2), 224–237. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224>
- Ashcraft, M. & Krause, J. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol.14(2), 243–248.
- Ashcraft, M. & Moore, A. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, Vol 27(3), 197–205. <https://doi.org/10.1177/0734282908330580>
- Beilock, S, Gunderson, E.A., Ramirez, G. & Levine, S.C. (2010) Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol.107 (5), 1060 – 1063. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107>
- Braham, E. & Libertus, M. (2018). When approximate number acuity predicts math performance: The moderating role of math anxiety. *Plos One*, Vol. 13(5). p.e 0195696. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195696>
- Brunyé, T., Giles, G., Mahoney, C., Kanarek, R., Rapp, D. och Taylor, H. (2013). Learning to relax: Evaluation four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety. *Learning and individual differences*, Vol. 27, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.06.008>
- Bryman A. (2018) *Samhällsvetenskapliga metoder*. Uppl. 3. Liber. Stockholm.
- Nunez -Pena M. & Suarez - Pellicioni, M & Bono, R (2012) Effect of math anxiety on student success in higher education. *Journal Of Educational Research*. Vol 58. 36 - 43. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.004>
- Buckley, S. (2013) Deconstructing maths anxiety: Helping students to develop a positive attitude towards learning maths. *ACER Occasional Essays*.
- Buelow, M.T. & Frakey, L.L. (2013). Math Anxiety Differentially Affects WAIS-IV Arithmetic Performance in Undergraduates. *Archives of Clinical Neuropsychology*. Vol. 28(4), 356–362. <https://doi.org/10.1093/arclin/act006>

- Buratta L., Piccirilli M., Lanfaloni G., Ilicini S., Bedetti C. & Serafico S. (2019) Mathematics anxiety and cognitive performance in adolescent students. *Psychiatria Danubina*, Vol. 31(3),479-485.
- Campbell, K. & Evans, C. (1997) Gender Issues in the Classroom: A Comparison of Mathematics Anxiety. *Education*, Vol.117(3), 332-338.
- Chang, H. & Beilock, S. (2016). The math anxiety-math performance link and its relation to individual and environmental factors: a review of current behavioral and psychophysiological research. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, Vol. 10, 33–38. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.01>
- Dowker, A., Sarker, A. & Chung, Y. (2016) Mathematics anxiety: what have we learned in 60 years. *Department of Experimental Psychology*. Vol.7, 508 508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Devine A., Dowker A., Fawcet K. & Suks, D. (2012) Gender differences in mathematics anxiety and relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral and brain functions*, 8 Vol.33.
- Dossel, S. (2016). Math anxiety: an educational psychologist of Toowoomba, writes about maths anxiety and implications it has for teachers. *Australian Mathematics Teacher*, Vol.72(3), 40(5).
- Edwards, S. (2001) Gender-based and mixed – sex classrooms: The relationships of mathematic anxiety, achievement and classroom performance in female high school math students. *ProQuest Dissertations Publishing*. Vol (8-A), 2639.
- Erickson, S. H. (2015). *Math anxiety and metacognition in mathematics education*. ProQuest Publishing. University of California; Merced.10006515.
- Eriksson Barajas, K., Forsberg, C., & Wengström, Y. (2013). *Systematiska litteraturstudier i utbildningsvetenskap. Vägledning vid examensarbeten och vetenskapliga artiklar*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Foire, G. (1999). Math-abused students: are we prepared to teach them? *Mathematics Teacher*. Vol.92(5), 403-407. <https://doi.org/10.5951/MT.92.5.0403>
- Furner, J. M. & Berman, B.T. (2003) Math anxiety:Overcoming a major obstacle to improvement of student math performance. *Childhood Education*, Vol. 79(3), 170 - 174.
- Furner, J. M., & Duffy, M. L. (2002). Equity for All Students in the New Millennium: Disabling Math Anxiety. *Intervention in School and Clinic*, Vol 38(2), 67–74. <https://doi.org/10.1177/10534512020380020101>
- Garba, A., Ismail, N., Osman, S. & Mohd, R. (2020). Exploring Peer Effect on mathematics anxiety among secondary school students. Nigeria through Photovoice. *Approach.Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Vol.16 (2). 12.
- Wang, Z., Lukowski, S.L, Hart, S., Lyons, I.M, Thompson, L.A, Kovas, Y.,Mazzoco M.M. Plomin R & Petrill, S.A (2015). Is Math Anxiety Always Bad for Math Learning? The Role of Math Motivation *Psychological Science*. Vol, 26(12). 1863 –1876. <https://doi.org/10.1177/0956797615602471>
- Hembree, R. (1990) *The nature, effects, and relief of mathematics anxiety*. Journal for Research in Mathematics Education, Vol.21(1). 33 - 56. <https://doi.org/10.2307/749455>

- Hosch, M.L. (2014). *The effect of an educator's teaching style on the math anxiety of adult learners*. ProQuest Dissertations Publishing. Capella University.
- Howard, A., & Warwick, J. (2016). The Prevalence of Mathematical Anxiety in a Business School: A Comparative Study across Subject Areas. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, Vol. 3(2), 4-24. <https://openresearch.lsbu.ac.uk/item/8713v>
- Hunt, T.E, Clark-Carter, D., & Sheffield, D. (2015). Exploring the relationship between mathematics anxiety and performance: An Eye Tracking Approach, *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 29(2), 226 – 231. <https://doi.org/10.1002/acp.3099>
- Lin, Y., Rancer, A. S., & Durbin, J. M. (2017). Perceived instructor argumentativeness, verbal aggressiveness, and classroom communication climate in relation to student state motivation and math anxiety. *Communication Education*. Vol. 66(3), 330–349. <https://doi-org.ezp.sub.su.se/10.1080/03634523.2016.1245427>
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, Vol.11, 311–322. doi:10. 2147/PRBM.S141421
- Lyons, I.M. & Beilock, S.L. & (2012) Mathematics anxiety: separating the math from the anxiety. *Cerebral Cortex*, Vol. 22(9), 2102-2110. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr289>
- Maloney, E.A. & Beilock, S.L. (2012) Math anxiety: who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 16 (8), 404 - 406. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.06.008>
- Maloney, E.A., Waechter, S., Risko, E.F. & Fugelsans, J.A. (2012). Reducing the sex difference in math anxiety: the role of spatial processing ability. *Learning and individual differences*. Vol. 22 (3), 380 - 384. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.01.001>
- Ma X. och Xu J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: alongitudinal panel analysis. *Journal of adolescence*. Vol 27(2), 165 – 179.
- OECD (2013) - The Organisation for Economic Co-operation and Development: PISA 2012 Results: Ready to Learn (Volume III): Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs. Paris: *OECD Publishing*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201170-en>.
- Park, D., Beilock, S., & Ramirez, G. (2014). The role of expressive writing in math anxiety. *Journal of experimental psychology*. Vol 20(2), 103 – 111. <https://doi.org/10.1037/xap0000013>
- Pizzie, R.G. & Kraemer, D. (2017). Avoiding math on rapid timescale: Emotional responsivity and anxious attention in math anxiety. *Brain and cognition*. Vol. 188, 100 – 107. doi:10. 1016/j.bandc.2017.08.004
- Pletzer, B. Kronbichler, M. Neurk, H. & Kerschbaum, H. (2015) Mathematics anxiety educes default mode network deactivation in response to numerical tasks. *Frontiers in Human Neuroscience*. doi: [10.3389/fnhum.2015.00202](https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00202)
- Ramirez, G. & Beilock, S.L. (2011) Writing about testing worries boosts exam performance in the classroom. *Science*, Vol. 331 (6014), 211–213. DOI: [10.1126/science.1199427](https://doi.org/10.1126/science.1199427)

- Ramirez, G., Gunderson E.A., Levine, S.C. & Beilock S.L. (2012). Math anxiety, working memory and math achievement in early elementary school. *Journal of cognition and development*, Vol. 14 (2), 187 – 182. [http://dx.doi.org/ 10.1080/15248372.2012.664593](http://dx.doi.org/10.1080/15248372.2012.664593)
- Richardson, F. & Suinn, R. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric Data. *Journal of Counseling Psychology*, Vol. 19 (6), 551-554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Tyron, G. (1980). The measurement and treatment of test anxiety. *Review of Educational Research*, Vol. 50 (2), 353-372. <https://doi.org/10.3102/00346543050002343>
- Wine, J. (1971). Test anxiety and direction of attention. *Psychological Bulletin*, Vol. 76(2), 92-104. <https://doi.org/10.1037/h0031332>
- Wigfield, A. & J. Meece (1988), “Math anxiety in elementary and secondary school students”, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 80(2), 210-216. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.2.210>
- Woodard, T. (2002). The effects of math anxiety on post-secondary developmental students as related to achievement, gender, and age. *ProQuest Dissertations Publishing*. University/Seattle. 3056167.
- Ma X. och Xu J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: alongitudinal panel analysis. *Journal of adolescence*. Vol 27(2), 165-179. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.11.003>
- Young, C.B., WU, S.S. & Menon, W. (2012). Neurodevelopmental basis of math anxiety. *Psychological. Science*, Vol. 23(5), 492–501. <https://doi.org/10.1177/0956797611429134>
- Skolverket. *TIMSS 2019, Internationella studier 2020:8*. <https://www.skolverket.se/getFile?file=7592>

