



JÖNKÖPING UNIVERSITY

*School of Education and
Communication*

Arbetsminnets roll i matematik

En litteraturstudie om arbetsminnets påverkan på
elevers lärande och prestationer

KURS: *Examensarbete 1 för grundlärare F-3, 15hp*

PROGRAM: *Grundlärarprogrammet med inriktning mot arbete i förskoleklass och grundskolans årskurs 1–3*

FÖRFATTARE: *Lovisa Gustafsson och Lovisa Lund*

EXAMINATOR: *Jesper Boesen*

TERMIN: *VT25*

SAMMANFATTNING

Lovisa Gustafsson och Lovisa Lund

Arbetsminnets roll i matematik – En litteraturstudie om arbetsminnets påverkan på elevers lärande och prestationer

The Role of Working Memory in Mathematics – A Literature Review on the Impact of Working Memory on Students' Learning and Performance

Antal sidor: 22

Syftet med litteraturstudien är att belysa vad kognitionsvetenskaplig forskning säger om arbetsminnets påverkan på elevers prestationer och lärande inom matematik, där uppmärksamheten är riktad på arbetsminnets olika komponenter. Arbetsminnet betraktas inom kognitionsvetenskap som en central kognitiv resurs för både lagring och bearbetning av information, vilket är avgörande för lösa matematiska uppgifter. Forskning visar att arbetsminnet har en betydande påverkan på matematikprestationer och matematiklärande.

I denna litteraturstudie analyserades 11 vetenskapliga artiklar utvalda genom sökning i databaser med inklusions- och exklusionskriterier samt 3 vetenskapliga artiklar som tillkom efter kedjesökning. De analyserade studierna påvisar att det finns en stark koppling mellan arbetsminneskapacitet, olika arbetsminneskomponenter och matematik. Detta samband kan förklaras av teorier om arbetsminnets begränsade kapacitet och dess betydelse för att hålla och manipulera information under pågående tankeprocesser. Dessa studier bekräftar att arbetsminnet är en avgörande faktor för elevers lärande och prestationer inom matematik, särskilt under deras tidiga skolgång.

Nyckelord: arbetsminnet, matematik, elevers tidiga skolgång

Innehållsförteckning

<i>1. Inledning</i>	<i>1</i>
<i>2. Syfte och forskningsfråga</i>	<i>3</i>
<i>3. Bakgrund</i>	<i>4</i>
3.1 Kognitionsvetenskap	4
3.2 Arbetsminnet och dess komponenter	4
3.3 Matematiklärande och arbetsminne	7
<i>4. Metod</i>	<i>8</i>
4.1 Informationssökning	8
4.3 Materialanalys	11
4.4 Metoddiskussion	11
<i>5. Resultat</i>	<i>13</i>
5.1 Arbetsminnets påverkan på matematiklärande och elevers prestationer	13
5.2 Olika arbetsminneskomponenters påverkan på matematiklärande och elevers prestationer	15
<i>6. Diskussion</i>	<i>19</i>
6.1 Resultatdiskussion	19
6.2 Didaktiska implikationer	21
6.3 Vidare forskning	21
<i>Referenslista</i>	<i>23</i>
<i>Bilaga 1: Flödesdiagram över urvalsprocessen</i>	
<i>Bilaga 2: Översikt över analyserat material</i>	

1. Inledning

Kunskaper om elevers lärande och hjärnans funktioner är väsentliga för att lärare ska kunna utforma högkvalitativ undervisning. Sådan kunskap går ofta under beteckningen kognitionsvetenskap. Allwood (2012, s. 28) definierar kognitionsvetenskap som ett tvärvetenskapligt ämne där olika vetenskapliga områden samarbetar, exempelvis neurovetenskap, psykologi och lärandestudier. Den nyligen presenterade statliga utredningen *Ämneskunskaper och lärarskicklighet – en reformerad lärarutbildning* (SOU 2024:81, s. 330) för Sveriges lärarutbildningar, ligger i linje med Allwood och beskriver kognitionsvetenskap som grundläggande för lärarutbildningar med dess kunskaper om hur hjärnan fungerar kopplat till elevers inläring. Området är alltså relevant att utforska eftersom det är aktuellt inom lärarutbildningen, där större uppmärksamhet riktas mot kognitionsvetenskap för att bättre förstå elevers lärande och utveckling. Enligt regeringens promemoria *Ökad kvalitet i lärarutbildningen och fler lärare i skolan* gick hälften av Sveriges riksdagspartier in i en överenskommelse i januari 2019 där syftet var att reformera lärarutbildningen (Utbildningsdepartementet, 2021, s. 5). Vidare står det i utredningen (SOU 2024:81, s. 326) att en central del i reformen var att stärka metodiken i lärarutbildningen genom att inkludera kognitionsvetenskap i den utbildningsvetenskapliga kärnan, förkortad UVK. Den 1 juli 2022 trädde bestämmelsen i kraft, detta innebar att lärarutbildningen skulle ha ett tvärvetenskapligt perspektiv som inkluderar kognitionsvetenskap för att fördjupa förståelsen för lärande och individanpassad undervisning.

I utredningen *Ämneskunskaper och lärarskicklighet – en reformerad lärarutbildning* (SOU 2024:81, s. 327) framhålls forskning om hjärnans funktioner, såsom arbets- och långtidsminnet samt andra hjärnprocesser som påverkar lärande och utveckling. Dessutom lyfter utredningen fram att syftet med att införa kognitionsvetenskap i lärarutbildningen är att lärarstudenter ska få bredare studier som inkluderar elevers kunskapsutveckling och inlärningsprocesser. Kognitionsvetenskap innehåller delar som är relevanta för lärare, exempelvis kognitiv neurovetenskap och kognitiv psykologi. Inom kognitiv neurovetenskap riktas fokus mot att undersöka och dokumentera hjärnans struktur och funktioner samt studera de neurala mekanismer som är grundläggande vid kognitiva processer. I sin tur fokuserar kognitiv psykologi på de beteenden som resulterar från olika mentala processer samtidigt som de neurala mekanismerna studeras (SOU 2024:81, s. 327). Vidare belyser utredningen (SOU 2024:81, s. 332) att det finns flera

exempel inom matematik där arbetsminnet och dess kapacitet är väsentliga för elevers inläring, exempelvis vid beräkningsuppgifter. Ullman et al. (2014, s. 1592) påpekar att arbetsminnets kapacitet är något som börjar utvecklas under barns tidiga år och är en avgörande faktor för hur barn kommer att prestera inom matematik. Med utgångspunkt i kognitionsvetenskaplig forskning fokuserar denna litteraturstudie på arbetsminnet, dess kapacitet och betydelse för elevers lärande och prestationer inom matematik.

2. Syfte och forskningsfråga

Syftet med studien är att belysa vad kognitionsvetenskaplig forskning säger om sambandet mellan arbetsminne och elevers prestationer samt lärande inom matematik.

Detta syfte avser vi uppfylla genom att besvara följande fråga:

Hur påverkar arbetsminnet elevers lärande och prestation inom matematik?

3. Bakgrund

I avsnittet beskrivs kognitionsvetenskap, arbetsminnet och dess komponenter med hjälp av en modell samt en beskrivning av arbetsminnets roll i matematiken.

3.1 Kognitionsvetenskap

Enligt den rådande läroplanen (Skolverket, 2024, s. 6) ska elevernas utbildning vara likvärdig, vilket innebär att alla elever ska få en undervisning baserad på deras förutsättningar och behov. Utredningen *Ämneskunskaper och lärarskicklighet – en reformerad lärarutbildning* (SOU 2024:81, s. 327) förklarar att kognitionsvetenskap kan bidra med kunskap om hur lärare kan skapa en motiverande lärandemiljö och utforma behjälpliga material som kan användas i undervisningen. I grundskolans kursplan i matematik redogör Skolverket (2024, s. 54) för syftet med undervisningen, där alla elever ska få möjlighet att utveckla matematiska kunskaper samt använda matematiken i vardagen och inom andra ämnesområden. I linje med utredningen (SOU 2024:81) betonar Haake och Gulz (2024, s. 15) att den del av kognitionsvetenskap som är relevant för lärarutbildningen är de delar som är inriktade på undervisning, lärande och människor. Ett större inslag av kognitionsvetenskap belyses som en väsentlig faktor för att stärka lärarutbildningen, detta genom ett ökat fokus på sammanställd vetenskaplig kunskap, aktuell empiri samt konkreta händelser i elevers och lärares vardag i skolan. En bredare vetenskaplig kunskapsbas menar Haake och Gulz bidrar till att lärarutbildningen berör human- och samhällsvetenskap som kombineras med medicinvetenskapliga inslag, alltså det som handlar om barn och ungas hjärnor. I detta ingår kunskap om hjärnprocesser och minnet.

3.2 Arbetsminnet och dess komponenter

Ibland särskiljs de två processer i arbetsminnet, det vill säga processen att komma ihåg under en kort tid och processen att snabbt bearbeta information. Gathercole och Alloway (2008, s. 10) redogör för arbetsminnet som ett system av sammanlänkade minneskomponenter som är utspridda i olika delar av hjärnan. Vissa av dessa komponenter är specialiserade på att lagra specifika typer av information och benämns ofta som korttidsminnet, även om de ingår i det övergripande arbetsminnessystemet. Baddeley et al. (2009, s. 9) förklarar skillnaden mellan korttidsminne och arbetsminne där korttidsminne beskrivs som förmågan att temporärt lagra en begränsad mängd information under en kortare tidsperiod, vanligtvis några sekunder. Därtill beskrivs

arbetsminnet som ett minnessystem som ansvarar för en temporär lagring samt bearbetning av information för att möjliggöra genomförande av komplexa uppgifter. Ytterligare beskriver Klingberg (2007, s. 37–38) att arbetsminnesuppgifter kräver att information bearbetas, hanteras under distraktion eller utförs parallellt med andra processer, medan korttidsminnesuppgifter endast innebär temporär lagring av information. Klingberg lyfter fram att indelningen av dessa två processer dock betraktas som osäker, eftersom det saknas en tydlig överenskommelse om hur uppgifter ska klassificeras och gränsen mellan dem är ofta flytande. Den oklara gränsdragningen visar att arbetsminne och korttidsminne inte är helt separata, utan snarare överlappande.

Baddeley (2000, s. 418) belyser att begreppet arbetsminne har definierats på olika sätt inom kognitionsvetenskap men det avser generellt sett inom kognitiv psykologi, ett begränsat kapacitetssystem som möjliggör temporär lagring och bearbetning av information. Denna definition är den mest etablerade och används för att beskriva arbetsminnets funktion i komplexa kognitiva processer, såsom att skapa förståelse, förmåga att resonera, inläring samt problemlösning. Flera modeller har utvecklats för att beskriva hur information temporärt bearbetas innan den överförs till långtidsminnet, men Baddeleys arbetsminnesmodell betraktas som särskilt värdefull i lärandesammanhang. Detta eftersom den tydligt särskiljer olika funktionella komponenter. Genom denna struktur ges en mer detaljerad bild av hur information hanteras och manipuleras i arbetsminnet, vilket gör den till ett användbart verktyg för att förstå kognitiva processer vid lärande (Baddeley, 2000, s. 418).

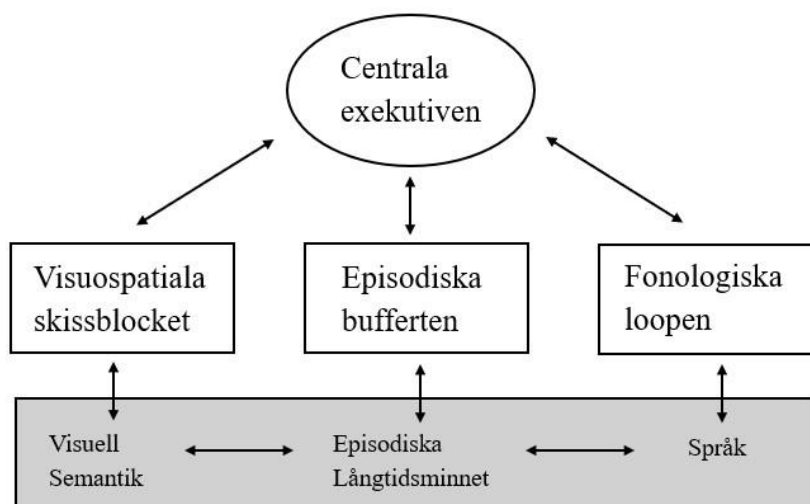
Baddeley et al. (2009, s. 274) redogör för Baddeleys och Hitches första konstruktion av arbetsminnesmodellen, som utformades under 1970-talet och innehåller de tre komponenterna *den centrala exekutiven*, *den fonologiska loopen* och *det visuospatiala skissblocket*. Den centrala exekutiven beskrivs som den del som styr arbetsminnet och är mer av ett kontrollsystem för uppmärksamhet snarare än ett minnessystem. Fonologiska loopen ansvarar för att tillfälligt lagra och repetera verbal och auditiv information, medan det visuospatiala skissblocket bearbetar visuell och spatial information och används vid uppgifter som involverar mental bildhantering och navigering. Klingberg (2007, s. 37) konkretiserar denna modell genom att exemplifiera hur de olika komponenterna används i praktiken. Det visuospatiala skissblocket används vid aktiviteter såsom schackspel, där positioner och drag hålls i minnet och det visuospatiala arbetsminnet aktiveras.

Fonologiska loopen används däremot vid memorering av exempelvis ett telefonnummer, vilket aktiverar det verbala arbetsminnet. I båda fallen är dessa komponenter beroende av den centrala exekutiven, som styr och samordnar arbetsminnets resurser för att möjliggöra informationsbearbetning. Arbetsminnets kapacitet beskrivs av Klingberg som begränsad, vilket även Appelgren (2021, s. 115) styrker. Vidare belyser Appelgren att barn generellt sett inte kan behålla en lika stor mängd information i arbetsminnet som vuxna kan, dock så kan mängden information övas upp.

Baddeley (2000, s. 420) redogör för att år 2000 utvidgades modellen med en fjärde komponent, *den episodiska bufferten* (se Figur 1). Den episodiska bufferten utgör en tillfällig, multimodal lagringsenhet som integrerar information från arbetsminnets delsystem och från långtidsminnet till en sammanhängande representation. Genom att kombinera verbal och visuell information organiserar den episodiska bufferten information i en strukturerad form, vilket är avgörande för språkförståelse och avancerad kognitiv bearbetning. Baddeley beskriver att bufferten spelar en central roll i uppgifter som kräver att en visuell representation associeras med en verbal beskrivning eller att en berättelse återges i sitt sammanhang.

Figur 1

Baddeleys modell över arbetsminnet (år 2000)



Kommentar. Modellen är översatt till svenska. Från “The episodic buffer: A new component of working memory,” av A. D. Baddeley, 2000.

Vidare förklarar Baddeley (2000, s. 421) att eftersom arbetsminnet är en grundläggande komponent i kognitiva processer har det en nära koppling till intelligens och särskilt flytande intelligens, som avser förmågan att lösa nya problem och anpassa sig till okända situationer. Den centrala exekutiven som styr arbetsminnets resurser och processer har en stark relation till flytande intelligens, då den reglerar hur effektivt information hanteras och manipuleras inom arbetsminnet.

3.3 Matematiklärande och arbetsminne

Gathercole och Alloway (2008, s. 2) beskriver att en aktivitet som innefattar arbetsminnet är exempelvis mental aritmetik. Mental aritmetik innefattar kognitivt krävande uppgifter som tydligt illustrerar arbetsminnets funktion och begränsningar. Vid multiplikation utan hjälpmedel av exempelvis två tal måste arbetsminnet lagra talen, tillämpa multiplikationsregler och successivt uppdatera beräkningarna. Denna process innebär en hög kognitiv belastning, då flera delresultat måste hållas tillgängliga samtidigt. Om arbetsminnets kapacitet överskrids eller uppmärksamheten avleds kan lagrad information gå förlorad, vilket ofta kräver att beräkningen påbörjas på nytt. När beräkningar inom mental aritmetik genomförs skildras det hur arbetsminnet möjliggör komplex informationsbearbetning, men också dess känslighet för kapacitetsbegränsningar och distraktioner (Gathercole & Alloway, 2008, s. 3). För att skapa sig en numerisk förståelse uppger Lindemann och Fischer (2015, s. 42) att forskning påvisar att det finns flera faktorer som påverkar, exempelvis språk och arbetsminne.

Moore et al. (2015, s. 938) konstaterar att målet med en god inläring samt undervisning inom matematik är att konstruera en långsiktig och omfattande kunskapslagring av matematiska principer och koncept. Forskare inom matematisk kognition har fastställt att arbetsminnet har en väsentlig roll i elevers matematiklärande och deras aritmetiska prestationer. Geary et al. (2007, s. 1345) poängterar att det inte är lika dokumenterat vilken eller vilka komponenter som bidrar till elevers matematiska prestationer. Däremot belyser Friso-van den Bos et al. (2013, s. 39) ett samband mellan matematisk prestation och de olika komponenterna i arbetsminnet.

4. Metod

I följande avsnitt beskrivs informationssökning, urvalskriterier, materialanalys av den analyserade litteraturen och en diskussion av metodval.

4.1 Informationssökning

Sökprocessen inleddes med informationssökning i olika databaser för att se vilken typ av litteratur som fanns. Den slutgiltiga sökningen skedde i databaserna Education Resource Information Center (ERIC) och Web of Science. De två databaserna innehåller ett brett utbud av olika dokumenttyper såsom vetenskapliga artiklar, rapporter och böcker. I databasen ERIC valdes *Peer Review* och *Scholarly Journal* för att säkerställa att sökningen innehåller vetenskapliga artiklar. I databasen Web of Science saknades denna funktion, för att verifiera att artiklarna är vetenskapligt granskade söktes artiklarna upp i söktjänsten PRIMO där artiklarna validerades.

Till en början var sökningen bred och fokuserade på kognitionsvetenskap och matematik, sökord som användes var "*cognitive science*" AND "*mathematics*". Vidare i processen användes fler sökord så som "*cognitive neuroscience*" AND "*maths*" AND "*early childhood education*". Utifrån resultatet av sökningarna och läsning av artiklar gjordes bedömningen att minnet, främst arbetsminnet var i fokus inom området. Detta gjorde att sökningen övergick till en mer strukturerad sökning av artiklar innehållande arbetsminne och matematik kopplat till elevers lärande (se Tabell 1). Sökord som användes i båda databaser var "*working memory*", AND "*mathematics*" AND "*early childhood education*" OR "*elementary education*" OR "*primary school*". Sökningen resulterade i 57 träffar i ERIC och 226 träffar i Web of Science, sammanlagt 283 artiklar. Genom urvalsprocessen (se Bilaga 1) ställdes artiklarna mot inklusions- och exklusionskriterier. Efter urvalsprocessen framkom inte tillräckligt med relevanta artiklar och därför genomfördes en kedjesökning med referensgranskning. Genom detta kunde 3 artiklar hittas som var relevanta för litteraturstudien.

Tabell 1

Sökningar som gjorts i databaserna och hur många publikationer de resulterade i.

Databas och datum	Sökord	Eventuella avgränsningar	Antal träffar	Antal artiklar efter urvals-process
ERIC 2025-02-22	noft("working memory") AND noft(mathematics) AND noft("early childhood education" OR "elementary education" OR "primary school")	Peer review Scholarly Journals	57	5
Web of Science 2025-02-22	"working memory" (All Fields) and mathematics (All Fields) and "early childhood education" OR "elementary education" OR "primary school" (All Fields) and Article (Document Types)	Article	226	6

4.2 Urvalskriterier

För att identifiera relevanta artiklar som kunde bidra till att besvara studiens frågor genomfördes ett urval under sökprocessen. Inklusionskriterier som beaktades vid urval var att titel och abstrakt skulle innehålla arbetsminne, matematik och tidig skolålder. Sökningen genererade ett antal träffar som behandlade ämnet i relation till andra faktorer såsom matematikångest, alternativa undervisningsformer som musik och fysisk aktivitet, spelbaserad inläring och olika undervisningsmaterial exempelvis digitala verktyg. Dessutom förekom studier om arbetsminne och matematik med fokus på neuropsykiatriska funktionsnedsättningar. Då dessa områden låg utanför studiens fokus och inte ansågs kunna besvara de formulerade frågeställningarna, exkluderades dessa artiklar. Vid läsning av fulltexten var inklusionskriterium att texten skulle innehålla något om elevers lärande och prestationer i matematik kopplat till deras arbetsminne. Studier som i huvudsak fokuserade på hjärnan överlag samt behandlade arbetsminnet kopplat till andra ämnen än matematik exkluderades, då studiernas fokus inte var relevant för denna litteraturstudie.

Tabell 2

Översikt över de vetenskapliga artiklar som använts i studien.

Författare	År	Titel
Allen, K., Giofrè, D., Higgins, S., & Adams, J.	2020	Working memory predictors of mathematics across the middle primary school years
Allen, L., & Dowker, A.	2022	Spatial Working Memory Counts: Evidence for a Specific Association Between Visuo-spatial Working Memory and Arithmetic in Children
Aragón, E., Menacho, I., Navarro, J., & Aguilar, M.	2024	Teaching strategies, cognitive factors and mathematics
Attout, L., Noël, M-P., & Majerus, S.	2014	The Relationship Between Working Memory for Serial Order and Numerical Development: A Longitudinal Study
Barrouillet, P., & Lépine, R.	2005	Working memory and children's use of retrieval to solve addition problems
Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S.A.	2008	Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years
Cakir, R., & Ergul, C.	2022	Investigation of Working Memory Performances of Children with Low Early Mathematics Achievement
Dumontheil, I., & Klingberg, T.	2012	Brain activity during a visuospatial working memory task predicts arithmetical performance 2 years later
Liang, Z., Dong, P., Zhou, Y., Feng, S., & Zhang, Q.	2022	Whether verbal and visuospatial working memory play different roles in pupil's mathematical abilities
López, M.	2014	Development of Working Memory and Performance in Arithmetic: A Longitudinal Study with Children
Nelwan, M., Friso-van den Bos, I., Vissers, C., & Kroesbergen, E.	2022	The relation between working memory, number sense, and mathematics throughout primary education in children with and without mathematical difficulties
Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G.	2008	Cognitive Abilities as Precursors of the Early Acquisition of Mathematical Skills During First Through Second Grades
Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H.	2007	The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence
Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H.	2015	Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school.

4.3 Materialanalys

Det slutgiltiga resultatet av informationssökningen var 14 artiklar (se Tabell 2) och sammanställdes i en matris för att få en översikt över det analyserade materialet (se Bilaga 2). Vid analysen av artiklarna delades texterna in i två delar för fulltextläsning. Därefter bytte vi för att läsa andra hälften för att senare genomföra en jämförelse av våra tolkningar. Till en början identifierades återkommande teman i texterna. Dessa teman färgkodades, grön användes för innehåll som beskriver arbetsminnets roll på ett övergripande sätt och lila för arbetsminnets olika komponenters betydelse. Båda dessa teman var kopplade till elevers prestationer och lärande inom matematik. Färgkoderna användes sedan för att kategorisera artiklarna. Genom en parallell läsning av de kodade avsnitten jämfördes de olika forskningsresultaten, vilket möjliggjorde en identifiering av mönster och samband samt en syn på vilka gemensamma slutsatser forskningen kom fram till. De kodade textavsnitten bidrar till att besvara forskningsfrågan genom att identifiera relevanta mönster och samband i materialet. Översiktsanalysen fungerade som ett jämförelseverktyg för att strukturerat jämföra likheter och skillnader i artiklarna.

4.4 Metoddiskussion

I den inledande sökprocessen genererades ett brett urval av träffar inom området kognitionsvetenskap relaterat till matematik. En grundligare analys av de artiklar som framkom i sökningen visade att majoriteten av forskningen lyfter fram ett specifikt område när det gäller elevers lärande och prestationer inom matematik. Efter en mer ingående granskning av artiklarna fastställdes det att studiens fokus bör riktas mot arbetsminnet och dess komponenter. Detta ledde till en justering av sökstrategin som blev mer inriktad på kognitiv neurovetenskap och kognitiv psykologi, där arbetsminnet ingår. En utmaning i denna omdirigering var att påbörja sökprocessen på nytt efter att redan fördjupat sig i ämnet, men det resulterade i en djupare förståelse för kognitionsvetenskap och utgör basen i studien. En omdirigering av sökstrategin bidrog även till att uppnå ett tillförlitligt resultat genom att olika sökningar med varierande sökord genomfördes, vilket gjorde det möjligt att fastställa de slutsatser som majoriteten av forskningen kommit fram till.

En utmaning i sökprocessen var att avgränsa för relevanta åldrar och årskurser. Olikheter i skolsystem mellan olika länder komplicerade sökprocessen då åldersindelningen inom årskurserna är olika globalt. Studiens ursprungliga fokus var de tidiga skolåren i

grundskolan, men åldersspannet utökades även till närliggande åldrar. Beslutet att bredda åldersspannet grundade sig i svårigheten att hitta tillräcklig forskning specifikt om de tidiga skolåren. För vår kommande lärarprofession inom årskurs F–3 bedöms forskning inom ett bredare åldersspann fortfarande att vara relevant. Det utökade åldersspannet resulterade i att fler longitudinella studier identifierades, där forskningen började vanligtvis i lågstadiet och avslutades i mellanstadiet. Dessa artiklar bidrog till den aktuella studien genom att belysa hur arbetsminnet utvecklas hos eleverna över tid.

En fördel med studiens ämnesval är att det utgör ett aktuellt och pågående forskningsområde, vilket har bidragit till att litteraturstudien kunnat fokusera på nyare vetenskapliga artiklar. De artiklar som framkom i sökningen var publicerade efter år 2000, därför krävdes ingen justering av vilket årtal artiklarna publicerades. Detta har underlättat arbetet med att analysera aktuell forskning inom området och bidragit till en högre relevans för studiens syfte. Samtidigt bör det noteras att detta kan ha begränsat resultatet genom att endast använda artiklar publicerade på 2000-talet. En sökning i fler databaser hade eventuellt kunnat leda till att ytterligare artiklar publicerade före år 2000, identifierades som var relevanta för studien. Detta hade i sin tur kunnat bidra till ett bredare underlag samt tillföra ett historiskt perspektiv på det aktuella forskningsfältet.

Vid analysen av materialet har vi eftersträvat ett så objektivt förhållningssätt som möjligt. Artiklarna har granskats utifrån på förhand fastställda kriterier i syfte att minska risken för subjektiva tolkningar. För att ytterligare stärka studiens tillförlitlighet har vi jämfört resultat från flera studier och beaktat olika forskningsresultat som delvis är motstridiga. Det är dock viktigt att understryka att fullständig objektivitet inte är möjlig, då våra egna tolkningar och ställningstaganden kan ha påverkat analysen i viss utsträckning. Eftersom denna litteraturstudie är baserad på publicerade vetenskapliga artiklar har inga etiska tillstånd krävts. Däremot har etiska överväganden beaktats genom att granskade studier analyserats utifrån hur de hanterat information om samtycke och deltagarnas integritet.

Ett digitalt verktyg som har använts under arbetets gång är artificiell intelligens (AI). Vi har använt oss av ChatGPT. AI har framför allt nyttjats vid översättning av vetenskapliga artiklar samt för att förtydliga vissa begrepp som upplevdes som särskilt komplexa. Användningen av AI har därmed fungerat som ett stöd i förståelsen av innehållet, men alla tolkningar och analyser har gjorts med ett kritiskt förhållningssätt och i enlighet med studiens syfte och den formulerade forskningsfrågan.

5. Resultat

Utifrån den analyserade litteraturen beskrivs i detta avsnitt studiernas resultat gällande arbetsminnet (5.1), samt mer ingående på hur dess olika komponenter (5.2) påverkar elevers matematikprestationer och matematiklärande. Även om ett tydligt samband framkommer, råder det vissa skillnader i forskningen om vilken av komponenterna som har störst betydelse. Det är framför allt det visuospatiala och det verbala arbetsminnet som har varit i fokus och som har undersökts i de granskade studierna.

5.1 Arbetsminnets påverkan på matematiklärande och elevers prestationer

Flera studier visar på arbetsminnets avgörande betydelse för elevers framgång inom matematik (Attout et al., 2014; Barrouillet & Lépine, 2005; Bull et al., 2008; Cakir & Ergul, 2022; López, 2014; Passolunghi et al., 2008; Passolunghi et al., 2007). Det har konstaterats en stark koppling mellan arbetsminneskapacitet och matematiska prestationer inom dessa studier.

Cakir och Ergul (2022, s. 142) konstaterar att elever med låga matematiska prestationer i högre grad uppvisar begränsade arbetsminnesprestationer jämfört med elever som besitter höga matematiska prestationer. I deras slutsats framkommer det att nästan hälften av eleverna med låga matematiska prestationer har låg arbetsminneskapacitet och ingen av dem visar sig ha hög arbetsminneskapacitet. Passolunghi et al. (2008, s. 246) kommer fram till att de mätningar i första klass som visar en bra arbetsminneskapacitet, associeras med stabila och långsiktiga matematiska prestationer i andra klass. Vidare identifierar Bull et al. (2008, s. 221) i deras studie att barn som har bättre arbetsminne redan vid 4,5 års ålder har bättre matematikresultat genom de tre första skolåren. Dessutom påvisar Barrouillet och Lépine (2005, s. 192) att elever i årskurs 3 med lägre arbetsminneskapacitet löser aritmetiska problem långsammare än elever med hög arbetsminneskapacitet. Ett samband identifieras mellan arbetsminneskapacitet och additionsprestationer, där en högre kapacitet är associerad med snabbare problemlösning och en lägre påverkan av problemens svårighetsgrad. Detta förklaras av att elever med hög arbetsminneskapacitet vanligtvis använder återkallningsstrategier, där svaret hämtas direkt från långtidsminnet istället för att förlita sig på mer tidskrävande algoritmiska metoder, såsom att räkna på fingrarna eller att stegvis addera (Barrouillet & Lépine,

2005, s. 193). Vidare bedömer Barrouillet och Lépine (2005, s. 199) att elever med låg arbetsminneskapacitet inte bara använder återkallningsstrategier mer sällan utan också är mer beroende av långsammare algoritmiska strategier, vilket ökar den kognitiva belastningen vid problemlösning. Även om skillnaden är begränsad vid enkla additionsuppgifter, kan individuella variationer i arbetsminneskapacitet få betydande konsekvenser vid mer komplexa matematiska uppgifter såsom flersiffriga beräkningar. Arbetsminnets kapacitet understryks av Barrouillet och Lépine (2005, s. 202) som en avgörande faktor för att kunna lösa aritmetiska problem och har en påverkan på eleverns vidare utveckling av denna förmåga.

L opez (2014, s. 179) fastställer att arbetsminnets kapacitet utvecklas över tid, där prestationerna inom samtliga komponenter, såsom fonologiska loopen, det visuospatiala skissblocket och den centrala exekutiva funktionen successivt förbättras under de tre  r som studien pågick. Vidare påvisar L opez (2014, s. 184) att jämförelser av aritmetiska framsteg mellan grupper med högre respektive lägre arbetsminnesprestanda tydligt visar en prestationsskillnad redan vid skolstarten. Denna skillnad ökar över tid och elever med bättre arbetsminne presterar konsekvent högre i aritmetik. Likt Barrouillet och Lépine (2005) redogör även L opez (2014, s. 185–186) för att elever med starkare arbetsminne använder mer effektiva matematiska metoder. I studien tenderar gruppen med hög arbetsminneskapacitet att i större utsträckning använda mentala strategier för att lösa aritmetiska problem, till skillnad från barn med lägre arbetsminneskapacitet som vanligtvis förlitar sig på konkreta hjälpmedel. L opez menar att resultaten från studien tyder på att arbetsminneskapaciteten påverkar valet av probleml osningsstrategi, där mer effektiva metoder utvecklas snabbare hos barn med bättre arbetsminne. Därtill möjliggör kognitiva besparingar att arbetsminnesresurser frigörs för mer kognitivt krävande uppgifter, såsom mentala beräkningar i matematik. Däremot verkar barn med nedsatt arbetsminneskapacitet i högre grad behöva sina arbetsminnesresurser även för grundläggande räkneoperationer. På grund av svagare kopplingar mellan numeriska koncept förlitar de sig generellt på konkreta hjälpmedel, vilket resulterar i längre bearbetningstid och en f rsv arad progression mot mer avancerade ber akningsniv ar (L opez, 2014, s. 185). Resultatet ligger i linje med Passolunghi et al. (2007, s. 182) som också kommer fram till att elever med starkt arbetsminne använder mer effektiva räknestrategier samt presterar bättre i matematik.

Attout et al. (2014, s. 1675–1676) konstaterar att arbetsminneskapacitet, särskilt förmågan att hantera ordningsföljder, är en avgörande faktor för matematisk prestation. Kapaciteten att bearbeta och strukturera ordningsföljder i arbetsminnet identifieras som en stark prediktor för numerisk utveckling. Förmågan att hålla ordning på siffror i arbetsminnet är centralt för att bibehålla numerisk information och genomföra huvudberäkningar, särskilt vid mental navigering på en tallinje. Vidare påvisar Attout et al. att arbetsminneskapaciteten i tidig ålder kan förutsäga matematiska färdigheter både ett och två år senare, medan förmågan att enbart lagra enskilda siffror har en svagare koppling till matematisk prestation. Attout et al. (2014, s. 1674) identifierar även att arbetsminneskapacitets betydelse för matematisk utveckling förändras med åldern. Sambandet mellan arbetsminneskapacitet och numeriska färdigheter visas vara tydligt mellan förskoleklass och årskurs 1, men svagare mellan årskurs 1 och 2. Däremot blir sambandet återigen starkare mellan årskurs 2 och 3. En möjlig förklaring menar Attout et al. är att äldre elever i högre grad använder spontan repetition, vilket förbättrar deras förmåga att hantera ordningsföljder i numeriska uppgifter.

Flera studier indikerar att arbetsminnet är en stark indikator för matematisk prestation, men det finns skillnader i hur korttidsminnet påverkar dessa prestationer (Bull et al., 2008; Passolunghi et al., 2008; Passolunghi et al., 2007). Passolunghi et al. (2008, s. 246) fastslår att i första klass har både korttidsminne och arbetsminne en tydlig koppling till matematiska prestationer, där båda kognitiva funktioner spelar en avgörande roll för elevernas förmåga att lösa matematiska uppgifter. Däremot i andra klass är det enbart arbetsminnet som har en betydande inverkan på matematiska prestationer. I kontrast uppvisar korttidsminne enligt Passolunghi et al. (2007, s. 180) ingen betydande koppling till matematikprestationer. Vidare framkommer det att arbetsminne, särskilt dess centrala exekutiva funktion är den starkaste förutsägande faktorn för matematisk prestation redan i början av skolgången. I studien av Bull et al. (2008, s. 216) har arbetsminnet och de exekutiva funktionerna en mer långsiktig effekt på matematiska prestationer jämfört med korttidsminnet.

5.2 Olika arbetsminneskomponenters påverkan på matematiklärande och elevers prestationer

Flera studier visar att olika komponenter av arbetsminnet utgör centrala faktorer som påverkar elevers prestationer och utveckling i matematik under de tidiga skolåren (K.

Allen et al., 2020; L. Allen & Dowker, 2022; Aragón et al., 2024; Bull et al., 2008; Cakir & Ergul, 2022; Dumontheil & Klingberg, 2012; Liang et al., 2022; Nelwan et al., 2022; Van der Wijer-Bergsma et al., 2015).

Cakir och Ergul (2022, s. 142) undersöker olika arbetsminnesprestationer hos förskolebarn med låg, medelhög respektive hög prestation i tidig matematik. Deras studie visar att prestationen i det verbala arbetsminnet är den mest avgörande komponenten för utvecklingen av tidiga matematiska färdigheter och elever med låg matematisk prestation presterar markant sämre i samtliga arbetsminneskomponenter med undantag för visuospatialt korttidsminne. Vidare illustreras ett starkt samband mellan verbal arbetsminneskapacitet och tidiga matematiska färdigheter, medan visuospatialt arbetsminne har en svagare koppling (Cakir & Ergul, 2022, s. 145). K. Allen et al. (2020, s. 855) identifierar även en stark påverkan av verbalt arbetsminne hos yngre elever. Vidare påvisar K. Allen et al. (2020, s. 860) att det visuospatiala och verbala arbetsminnet korrelerar både med varandra och med matematisk förmåga. Både verbal och visuospatial arbetsminneskapacitet är betydelsefulla, men vissa aspekter av dessa visar sig vara särskilt betydande för matematisk prestation. Det verbala arbetsminnet konstaterar K. Allen et al. (2020, s. 855) är tydligt relaterat till matematisk förmåga och framstår ofta som en betydelsefull faktor hos yngre elever i årskurs 2–4. Däremot förstärks sambandet med visuospatiala arbetsminnesmått i årskurs 5. Skillnaden mellan åldersgrupperna tolkas som en följd av att äldre elevers matematikuppgifter är mer kognitivt krävande och består av fler steg, vilket i hög grad aktiverar den visuospatiala bearbetningen (K. Allen et al., 2020, s. 861). Detta står i kontrast till andra studiers resultat (L. Allen & Dowker, 2022; Aragón et al., 2024; Bull et al., 2008), där ett starkt inflytande av det visuospatiala arbetsminnet identifieras hos yngre elever kopplat till matematiska prestationer. Bull et al. (2008, s. 221) konstaterar att visuospatialt arbetsminne är mer specifikt kopplat till matematikprestationer och förmågan att manipulera rumslig information, vilket visar sig vara centralt för matematiskt lärande. Vidare påvisas att visuospatialt korttidsminne är en av de starkaste indikatorerna för matematisk prestation i årskurs 1. Medan visuospatialt arbetsminne blir en ännu starkare förutsägande faktor för matematik vid 7–8 års åldern (Bull et al., 2008, s. 221).

Aragón et al. (2024, s. 6–7) belyser i deras studie att elevers matematiska prestationer är kopplat till visuospatialt arbetsminne. Det fastställs att visuospatialt arbetsminne,

tillsammans med verbalt korttidsminne och flytande intelligens är de starkaste prediktorerna för matematisk prestation. Däremot finns inget stöd för att visuospatialt korttidsminne och verbalt arbetsminne bidrar till matematiska prestationer. De två undervisningsmetoder som används i studien har ingen påtaglig inverkan på matematikresultat. Elever som undervisas med en metod där matematiska problem löses på ett flexibelt och visuellt sätt kallat ABN-metoden poängterar Aragón et al. presterar bättre i visuospatialt arbetsminne och verbalt korttidsminne. Å andra sidan uppvisar elever som undervisas enligt en mer traditionell och regelstyrd metod det som kan kallas CBC-metoden högre resultat i flytande intelligens. Skillnaderna bedöms bero på att ABN-metoden främjar en mer flexibel och visuell strategi, medan CBC-metoden i högre grad är regelstyrd och bygger på språkliga instruktioner (Aragón et al., 2024, s. 7). Ett starkt samband menar L. Allen och Dowker (2022, s. 207) finns även mellan visuospatialt arbetsminne och elevers prestationer i området gällande mental aritmetik samt skriftlig aritmetik. Däremot framkommer ingen märkbar koppling mellan visuospatialt arbetsminne och användningen av härledda faktastrategier, vilket indikerar att olika aspekter av matematisk förmåga påverkas av arbetsminnet på olika sätt. Istället verkar användningen av härledda faktastrategier vara mer relaterad till generell aritmetisk förmåga än till arbetsminneskapacitet (L. Allen & Dowker, 2022, s. 207).

Vidare betonar flera studier betydelsen av visuospatialt arbetsminne hos yngre elever, men även dess relevans i äldre åldrar (Dumontheil & Klingberg, 2012; Liang et al., 2022; Nelwan et al., 2022; Van der Wijer-Bergsma et al., 2015). Dumontheil och Klingberg (2012, s. 1080) pekar på att det visuospatiala arbetsminnet visar sig vara en särskilt stark faktor för att förutsäga elevers aritmetiska prestationer i både yngre och äldre åldrar, medan det verbala arbetsminnet inte har en lika stark koppling. Vidare menar Dumontheil och Klingberg att detta tyder på att arbetsminnesprestationer, särskilt inom det visuospatiala arbetsminnet, kan användas för att tidigt identifiera elever som riskerar att få svårigheter med aritmetik i skolan. Däremot indikerar Liang et al. (2022, s. 417) att yngre elever i större utsträckning förlitar sig på visuospatialt arbetsminne, medan äldre elever successivt integrerar verbalt arbetsminne i sitt matematiska tänkande.

Visuospatialt arbetsminne påvisar Liang et al. vara en stark försutsägelsefaktor för matematiska prestationer i både årskurs 1 och 5. Däremot påverkar det verbala arbetsminnet endast matematiska prestationer hos äldre elever och inte hos yngre elever. Dessa fynd tyder på att yngre barn använder mer visuella strategier för matematik, medan

äldre barn blir mer beroende av verbala representationsförmågor och strategier (Liang et al., 2022, s. 419). Liknande samband mellan visuospatialt och verbalt arbetsminne och matematikprestationer identifieras av Van der Wijer-Bergsma et al. (2015). Dock skiljer sig studierna något åt i sina resultat gällande det visuospatiala arbetsminnets inverkan på matematikprestationer i högre åldrar. Van der Wijer-Bergsma et al. (2015, s. 375) visar att båda arbetsminneskomponenterna, visuospatialt och verbalt arbetsminne, förutsäger individuella skillnader i elevers matematikprestationer inom fyra olika matematiska områden. Deras studie bekräftar att visuospatialt arbetsminne har en starkare koppling till matematiska prestationer i tidig skolålder, särskilt inom addition och subtraktion, medan verbalt arbetsminne blir allt viktigare för mer avancerade räkneoperationer. Med stigande ålder minskar sambandet mellan visuospatialt arbetsminne och matematikprestationer, samtidigt som verbalt arbetsminne får en mer framträdande roll. Trots dessa samband indikerar Van der Wijer-Bergsma et al. att arbetsminnesförmågor inte kan användas för att exakt förutsäga hur matematikprestationer förändras och utvecklas över tid under skolgången.

Vidare framkommer det i studien av Nelwan et al. (2022, s. 154–155) att det visuospatiala arbetsminnets påverkan på matematiska prestationer förändras i takt med elevernas utveckling. Deras slutsats baseras på studier gjorda på elever i årskurs 1 utan matematiksvårigheter, där taluppfattning är den starkaste faktorn för deras matematiska färdigheter. Däremot får det visuospatiala arbetsminnet en allt större betydelse från och med årskurs 2. I högre årskurser avtar det prediktiva värdet av både taluppfattning och arbetsminne, vilket tyder på att andra faktorer blir viktigare för matematiska prestationer över tid. Dessutom konstaterar Nelwan et al. (2022, s. 160) att elever med matematiksvårigheter har svårare för taluppfattning vid matematiska beräkningar och förlitar sig i högre grad på det visuospatiala arbetsminnet för att lösa aritmetiska uppgifter. Detta beroende kvarstår även i senare årskurser, vilket indikerar att de inte automatiserar sina matematiska färdigheter i samma utsträckning som sina jämnåriga. Nelwan et al. betonar vikten av att stödja dessa elever tidigt i användningen av arbetsminnet för att underlätta automatiseringen av matematiska färdigheter.

6. Diskussion

Diskussionen nedan utgår från resultaten av litteraturstudien och sätts i relation till litteraturstudiens bakgrund. Resultaten visar att arbetsminnet och dess olika komponenter spelar en avgörande roll för elevers lärande och prestationer i matematik. Sammantaget blir det tydligt att arbetsminnets betydelse bör beaktas vid planering och genomförande av matematikundervisning.

6.1 Resultatdiskussion

De flesta studier (Barrouillet & Lépine, 2005, s. 202; Bull et al., 2008, s. 221; Cakir & Ergul, 2022, s. 142; López, 2014, s. 184; Passolunghi et al., 2008, s. 246; Passolunghi et al., 2007, s. 182) påvisar att individer med hög arbetsminneskapacitet generellt presterar bättre i matematik. Studierna visar även att arbetsminnekapaciteten påverkar elevers matematiska prestationer. Resultaten kan kopplas till Gathercole och Alloway (2008, s. 2) som förklarar mental aritmetik som en arbetsminnesintensiv uppgift där flera siffror måste lagras och uppdateras samtidigt. Arbetsminneskapaciteten spelar en stor roll i mental aritmetik och om kapaciteten överskrids kan information gå förlorad, vilket kan leda till fel och att beräkningen måste inledas på nytt. Detta styrks även av Appelgren (2021, s. 115) och Klingberg (2007, s. 27) som betonar arbetsminnets begränsade kapacitet. Studiernas resultat kan sättas i relation till skolans läroplan som redogör för utbildningens mål som är att eleverna ska få en likvärdig undervisning som anpassas efter alla elevers förutsättningar och behov (Skolverket, 2024, s. 6). Ett antagande utifrån detta kan vara att det blir väsentligt att undervisningen inte bara fokuserar på matematiska kunskaper, utan även stödjer strategier för att hantera kognitiv belastning. Detta bekräftar flera studier (L. Allen & Dowker, 2022, s. 208; Aragón et al., 2024, s. 7; López, 2014, s. 185; Nelwan et al., 2022, s. 160) som poängterar vikten av att anpassa undervisningen utifrån elevers individuella kognitiva förmågor för att stödja elevers utveckling i matematik. Dessa studier belyser även att en anpassad undervisning möjliggör riktad stöd för elever som har svårigheter i matematik. En koppling kan göras till Moore et al. (2015, s. 938) som betonar vikten av att elever får undervisning som ger dem chansen att skapa en omfattande lagring av matematikkunskaper på lång sikt. Dessutom konstateras det i flera studier (Barrouillet & Lépine, 2005, s. 192–193; López, 2014, s. 185; Passolunghi et al., 2007, s. 182) att det finns ett samband mellan användningen av effektivare matematiska strategier och starkare arbetsminne.

Nelwan et al. (2022, s. 160) visar att elever med matematiksvårigheter har svårare för taluppfattning och istället förlitar sig mer på det visuospatiala arbetsminnet vid aritmetiska uppgifter, vilket tyder på en bristande automatisering. Resultatet går i linje med López (2014, s. 185) som indikerar på att elever med lägre arbetsminnekapacitet behöver använda sina arbetsminnesresurser även för grundläggande räkneoperationer. Återigen understryker detta betydelsen av att tillämpa undervisningsstrategier som stärker elevernas matematiska förståelse och minskar kognitiv belastning, särskilt för dem med lägre arbetsminnekapacitet. För att kunna utforma undervisning som stödjer elevers arbetsminnekapacitet och som underlättar automatisering vid räkneoperationer är det nödvändigt att lärare besitter kunskaper om hjärnprocesser och minnet hos barn, vilket betonas av Haake och Gulz (2024, s. 15).

Klingberg (2007, s. 37–38) belyser att det förekommer oklarhet i vad som definierar skillnaden mellan korttidsminnet och arbetsminnet. Det saknas en tydlig distinktion mellan uppgifter som klassificeras som arbetsminne respektive korttidsminne, vilket medför att gränsdragningen ofta är flytande och kontextberoende (Klingberg, 2007, s. 37–38). Ett rimligt antagande kan vara att detta kan komplicera granskningen av resultaten, då vissa studier använder termen korttidsminne medan andra hänvisar till arbetsminnet i studiens resultat. I samband med detta hävdar några studier (Aragón et al., 2024, s. 67; Bull et al., 2008, s. 221; Passolunghi et al., 2008, s. 246; Passolunghi et al., 2007, s. 180) att korttidsminnet är relaterat till arbetsminnet. Detta kan kopplas till Gathercoles och Alloways (2008, s. 10) beskrivning där korttidsminnet är en del av arbetsminnets övergripande system. Utöver visuospatialt arbetsminne och verbalt korttidsminne identifierar Aragón et al. (2024, s. 6–7) flytande intelligens som en av de starkaste prediktorerna för matematisk prestation, vilket är i likhet med Baddeley (2000, s. 421) som beskriver att flytande intelligens har en nära koppling till arbetsminnets funktioner.

Baddeleys modell (Baddeley, 2000, s. 420) som presenteras i bakgrunden, beskriver arbetsminnets komponenter såsom den fonologiska loopen, det visuospatiala skissblocket och den centrala exekutiven. Studierna bekräftar arbetsminnets komponenter som betydelsefulla för elevers utveckling och prestationer i matematik, likartat med Friso-van den Bos et al. (2013, s. 39) som belyser detta samband. Dock förekommer skillnader i komponenternas påverkan beroende på var eleverna befinner sig i sin skolgång.

Majoriteten av studierna (L. Allen & Dowker, 2022, s. 207; Aragón et al., 2024, s. 67; Bull et al., 2008, s. 221; Dumontheil & Klingberg, 2012, s. 1080; Liang et al., 2022, s. 417; Nelwan et al., 2022, s. 154; Van der Wijer-Bergsma et al., 2015, s. 375) indikerar att yngre barns matematiska prestationer är beroende av visuospatialt arbetsminne. Däremot menar två studier (K. Allen et al., 2020, s. 855; Cakir & Ergul, 2022, s. 145) att verbalt arbetsminne har en mer framträdande roll i yngre åldrar.

6.2 Didaktiska implikationer

Mot bakgrund av studiens syfte som är att belysa sambandet mellan arbetsminne och elevers prestationer samt lärande i matematik blir det tydligt att den samlade forskningens resultat har relevanta konsekvenser för undervisningen i klassrummet. Vi konstaterar att resultaten indikerar att arbetsminnet är betydelsefullt och har en avgörande roll på elevers prestationer och lärande i matematik. Baserat på forskningen kan vi se att lägre arbetsminnesprestationer påverkar exempelvis elevers val av strategier, deras inlärningshastighet samt möjligheten att automatisera grundläggande färdigheter. Utifrån detta bör lärare i matematikundervisningen sträva efter att minska den kognitiva belastningen och anpassa undervisningen utifrån elevers arbetsminnesförmåga. Exempelvis kan komplexa uppgifter delas upp i mindre moment, instruktioner ges stegvis och olika visualiseringar som tallinjer eller konkret material användas för att stödja både det verbala och visuospatiala arbetsminnet. Elever med svagare arbetsminne kan behöva mer tid och fler upprepningar. Att identifiera vilka elever som tenderar att använda långsamma eller arbetsminneskrävande strategier som att räkna exempelvis på fingrarna kan ge läraren underlag för inriktade insatser. Undervisningen kan då inriktas på att utveckla mer effektiva räknestrategier och successiv automatisering av grundläggande färdigheter, vilket i sin tur frigör arbetsminnekapacitet. Det kräver att lärare har både kunskap och verktyg för att stödja elever med varierande arbetsminnekapacitet, vilken framtida forskning och lärarutbildning bör fortsätta att belysa.

6.3 Vidare forskning

Än idag pågår forskning inom ämnet och det tillkommer kontinuerligt nya insikter och upptäckter som öppnar upp för nya frågeställningar och tillämpningar. Med hänsyn till litteraturstudiens resultat skulle vidare forskning om hur externa faktorer exempelvis det sociala och kulturella sammanhanget, påverkar arbetsminnet, dess kapacitet och olika

komponenter i samband med elevers matematiklärande och matematiska prestationer. En sådan forskning kan ge värdefulla insikter om hur undervisning inom matematik kan anpassas för att bättre stödja elevers arbetsminne utifrån deras sociala och kulturella kontext.

Referenslista

- Allen, K., Giofrè, D., Higgins, S., & Adams, J. (2020). Working memory predictors of mathematics across the middle primary school years. *British Journal of Educational Psychology*, 90(3), 848–869. <https://doi.org/10.1111/bjep.12339>
- Allen, L., & Dowker, A. (2022). Spatial working memory counts: Evidence for a specific association between visuo-spatial working memory and arithmetic in children. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 14(3), 199–211. <https://doi.org/10.26822/iejee.2022.239>
- Allwood, J., & Jensen, M. (Red.). (2012). *Kognitionsvetenskap*. Studentlitteratur.
- Appelgren, A. (2021). *Nya perspektiv på lärande: Kognitionsvetenskap för lärare*. Liber.
- Aragón, E., Menacho, I., Navarro, J. I., & Aguilar, M. (2024). Teaching strategies, cognitive factors and mathematics. *Heliyon*, 10(9), e29831–e29831. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29831>
- Attout, L., Noël, M.-P., & Majerus, S. (2014). The relationship between working memory for serial order and numerical development: A longitudinal study. *Developmental Psychology*, 50(6), 1667–1679. <https://doi.org/10.1037/a0036496>
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D., Eysenck, M. W., & Anderson, M. (2009). *Memory*. Psychology Press.
- Barrouillet, P., & Lépine, R. (2005). Working memory and children's use of retrieval to solve addition problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(3), 183–204. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.03.002>
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205–228. <https://doi.org/10.1080/87565640801982312>

- Cakir, R., & Ergul, C. (2022). Investigation of working memory performances of children with low early mathematics achievement. *Education and Science*, 47(209), 133–153. <https://doi.org/10.15390/EB.2022.10389>
- Dumontheil, I., & Klingberg, T. (2012). Brain activity during a visuospatial working memory task predicts arithmetical performance 2 years later. *Cerebral Cortex (New York, N.Y. 1991)*, 22(5), 1078–1085. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr175>
- Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29–44. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.003>
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. SAGE.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78(4), 1343–1359. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x>
- Haake, M., & Gulz, A. (2024). *Det oundärliga klassrummet: En framställning på kognitionsvetenskaplig grund*. Natur & Kultur.
- Klingberg, T. (2007). *Den översvämmade hjärnan: En bok om arbetsminne, IQ och den stigande informationsfloden*. Natur & Kultur.
- Liang, Z., Dong, P., Zhou, Y., Feng, S., & Zhang, Q. (2022). Whether verbal and visuospatial working memory play different roles in pupil's mathematical abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 92(2), e12454-n/a. <https://doi.org/10.1111/bjep.12454>
- Lindemann, O., & Fischer, H. M. (2016). Cognitive foundations of human number representations and mental arithmetic. Kadosh, R.C., & Dowker, A. (red.), *Oxford Handbook of Numerical Cognition*. (s. 35-44). Oxford University Press.

- López, M. (2014). Development of working memory and performance in arithmetic: A longitudinal study with children. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 12(1), 171–190. <https://doi.org/10.14204/ejrep.32.13103>
- Moore, M. A., Rudig, O. N., & Ashcraft, H.M. (2016). Affect, motivation, working memory, and mathematics. Kadosh, R.C., & Dowker, A. (red.), *Oxford Handbook of Numerical Cognition*. (s. 933-952). Oxford University Press.
- Nelwan, M., Friso-van den Bos, I., Vissers, C., & Kroesbergen, E. (2022). The relation between working memory, number sense, and mathematics throughout primary education in children with and without mathematical difficulties. *Child Neuropsychology*, 28(2), 143–170. <https://doi.org/10.1080/09297049.2021.1959905>
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 229–250. <https://doi.org/10.1080/87565640801982320>
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22(2), 165–184. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2006.09.001>
- Skolverket. (2024). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet: Lgr22* (2. rev. uppl.). <https://www.skolverket.se/getFile?file=13074>
- SOU 2024:81. *Ämneskunskaper och lärarskicklighet – en reformerad lärarutbildning*. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2024/12/sou-202481/>
- Ullman, H., Almeida, R., & Klingberg, T. (2014). Structural maturation and brain activity predict future working memory capacity during childhood development. *The Journal of Neuroscience*, 34(5), 1592–1598. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0842-13.2014>

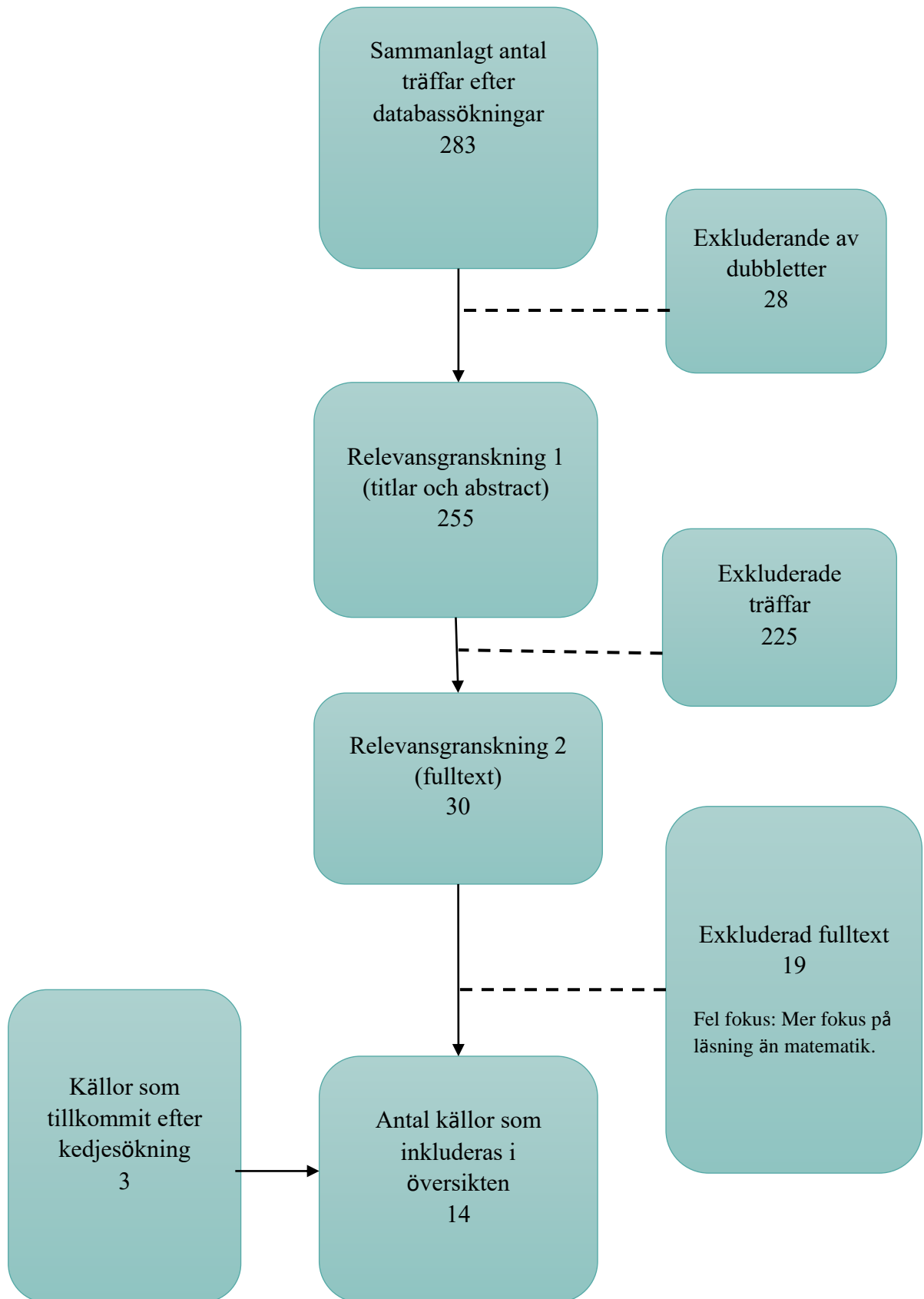
Utbildningsdepartementet. (2021). *Ökad kvalitet i lärarutbildningen och fler lärare i skolan* (Promemoria).

<https://www.regeringen.se/contentassets/e2180d7c973c449097dbcab00eda65b3/okad-kvalitet-i-lararutbildningen-och-fler-larare-i-skolan.pdf>

Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2015). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & Cognition*, *43*(3), 367–378.

<https://doi.org/10.3758/s13421-014-0480-4>

Bilaga 1: Flödesdiagram över urvalsprocessen



Bilaga 2: Översikt över analyserat material

Författare Titel Tidsskrift Publikationsår	Syfte	Design Urval Datainsamling Land	Resultat	Fokus i studie
<p>Allen, K., Giofrè, D., Higgins, S., & Adams, J., (2020).</p> <p><i>Working memory predictors of mathematics across the middle primary school years</i></p> <p>British Journal of Educational Psychology</p>	<p>Syftet är att undersöka hur verbalt och visuospatialt arbetsminne påverkar elevers matematiska prestationer.</p>	<p>Storbritannien</p> <p>111 elever i åldrarna 6-10 år (årskurs 2-5)</p> <p>Olika arbetsminnetester och ett matematiktest genomfördes som täckte flera matematikområden, bl.a. aritmetik, geometri och statistik.</p>	<p>Både verbalt och visuospatialt arbetsminne var viktiga för matematisk prestation, men deras påverkan varierade med åldern. Visuo-spatialt arbetsminne var mer betydelsefullt för yngre elever, medan verbalt arbetsminne blev viktigare i högre årskurser (860-861).</p>	<p>Verbalt och visuospatialt arbetsminne</p>
<p>Allen, L., & Dowker, A., (2022).</p>	<p>Syftet med studien är att undersöka sambandet mellan visuospatialt arbetsminne och</p>	<p>Storbritannien</p> <p>Årskurs 2 (6-7 år): 21 st</p>	<p>Visuospatialt arbetsminne hade en tydlig koppling till både skriftlig och mental aritmetik,</p>	<p>Visuospatialt arbetsminne</p>

<p><i>Spatial Working Memory Counts: Evidence for a Specific Association Between Visuospatial Working Memory and Arithmetic in Children</i></p> <p>International Electronic Journal of Elementary Education</p>	<p>olika typer av aritmetiska förmågor hos elever.</p>	<p>Årskurs 4 (8-9 år): 18 st</p> <p>Eleverna genomförde olika tester och mätningar gjordes bl.a. i visuospatialt arbetsminne och matematiska prestationer inom aritmetik.</p>	<p>men var ej relaterad till användning av strategier för att härleda aritmetiska fakta (s. 207).</p>	
<p>Aragón, E., Menacho, I., Navarro, J. I., & Aguilar, M., (2024). <i>Teaching strategies, cognitive factors and mathematics</i></p> <p>Heliyon</p>	<p>Syftet med studien är att undersöka sambandet mellan undervisningsmetoder i matematik (ABN och CBC) och kognitiva faktorer såsom arbetsminne, korttidsminne och flytande intelligens. Studien syftar även till att analysera hur dessa kognitiva faktorer påverkar matematisk prestation hos elever i tidig skolålder.</p>	<p>Spanien</p> <p>Årskurs 1: 114 elever</p> <p>Gruppering av elever: ABN-gruppen (experimentell grupp): 68 elever som undervisades med den öppna algoritmbaserade metoden (ABN).</p> <p>CBC-gruppen (kontrollgrupp): 46 elever som undervisades med den mer traditionella</p>	<p>Studien visade att visuospatialt arbetsminne, verbalt korttidsminne och flytande intelligens var de starkaste faktorerna för matematisk kompetens. Studien fann inget stöd för att visuospatialt korttidsminne och verbalt arbetsminne bidrog till matematisk kompetens. Undervisningsmetod hade ingen påtaglig påverkan på matematikprestationer (s. 6). ABN-elever presterade bättre i</p>	<p>Verbalt korttidsminne</p> <p>Verbalt arbetsminne</p> <p>Visuospatialt korttidsminne</p> <p>Visuospatialt arbetsminne</p>

		<p>stängda algoritmbaserade metoden (CBC). (s.5)</p> <p>Olika tester kopplat till arbetsminne, matematisk kompetens och intelligens genomfördes.</p>	<p>visuospatialt arbetsminne och verbalt korttidsminne.</p> <p>CBC-elever visade högre resultat i flytande intelligens. Skillnaderna tros bero på att ABN-metoden använder en mer flexibel och visuell strategi, medan CBC-metoden är mer regelstyrd och bygger på språkliga instruktioner (s. 7). Resultaten visade att elever med höga matematiska prestationer i årskurs 1 även presterade bättre i de flesta kognitiva tester, oavsett undervisningsmetod. Samtidigt uppvisade elever med de lägsta resultaten på matematiktesterna kan vara i riskzonen för matematiksvårigheter, svagare kognitiva färdigheter jämfört med sina jämnåriga som presterade bättre i matematik. Vikten av träning av domängenerella färdigheter i unga år betonas för att stärka den matematiska kompetensen (s. 7).</p>	
--	--	--	---	--

<p>Attout, L., Noël, M.-P., & Majerus, S., (2014).</p> <p><i>The Relationship Between Working Memory for Serial Order and Numerical Development: A Longitudinal Study</i></p> <p>Developmental Psychology</p>	<p>Studien syftar till att undersöka relationen mellan arbetsminnet och elevers numeriska förmågor.</p>	<p>69 elever andra terminen i förskoleklass, ett år senare i årskurs 1 och ett år senare i årskurs 2.</p> <p>Belgien</p>	<p>Resultatet visar att utvecklingen av beräkningsförmåga stöttas av arbetsminnet för ordning. Arbetsminnets kapacitet i förskoleklass korrelerar med arbetsminnets förmågor i årskurs 1 men inte i årskurs 2. Men arbetsminnes kapacitet i årskurs 1 korrelerar med arbetsminnets förmågor i årskurs 2. Detta kan bero på att barn under 7 år inte använder sig av repetitionsstrategier på spontant. Genom att använda verbala arbetsminnesövningar som är designade för att mäta arbetsminnet komponenter som är viktiga för numerisk utveckling så kan ett mer korrekt resultat visas (s. 1674–1676).</p>	<p>Arbetsminnekapacitet</p> <p>Arbetsminnet för ordning</p> <p>Arbetsminnets förmågor</p>
---	---	--	---	---

<p>Barrouillet, P., & Lépine, R., (2005). <i>Working memory and children's use of retrieval to solve addition problems</i> Journal of Experimental Child Psychology</p>	<p>Syftet med studien är att undersöka sambandet mellan arbetsminneskapacitet och användningen av återkallning som strategi vid lösning av enkla additionsproblem hos barn.</p>	<p>Frankrike 91 elever, årskurs 3-4 Tester för arbetsminneskapacitet och aritmetiska prestationer genomfördes</p>	<p>I studien fann man att elever med hög arbetsminneskapacitet löste aritmetiska problem snabbare och var mindre påverkade av problemens svårighetsgrad än elever med låg arbetsminneskapacitet. Denna skillnad berodde på att elever med hög kapacitet oftare använde återkallningsstrategier, där svaret hämtas direkt från långtidsminnet (192–193). Medan elever med låg kapacitet i större utsträckning förlitade sig på långsammare algoritmiska metoder, vilket ökade den kognitiva belastningen. Även om skillnaden var mindre vid enkla additionsuppgifter, kunde individuella variationer i arbetsminneskapacitet få betydande konsekvenser vid mer komplexa matematiska uppgifter såsom flersiffriga beräkningar (s. 199). Studien understryker därmed arbetsminnets centrala roll i utvecklingen av matematiska färdigheter (s. 202).</p>	<p>Arbetsminnekapacitet</p>
---	---	---	---	-----------------------------

<p>Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A., (2008).</p> <p><i>Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years</i></p> <p>Developmental Neuropsychology</p>	<p>Syftet är att undersöka om korttidsminne, arbetsminne och exekutiva funktioner hos förskolebarn kan förutsäga senare akademiska prestationer särskilt i matematik, vid 7 års ålder. Studien syftar också till att förstå om dessa kognitiva färdigheter är specifika för matematik eller mer generella indikatorer för lärande.</p>	<p>Storbritannien</p> <p>124 elever</p> <p>Långtidsstudie över cirka tre år, från förskoleåldern (4,5 år) tills barnen nådde tredje året i grundskolan (7-8 år) .</p> <p>Olika arbetsminnestester, exekutiva funktionstester samt matematiktester genomfördes.</p>	<p>Visuospatialt korttidsminne var en av de starkaste prediktorerna för matematisk prestation i årskurs 1. Visuospatialt arbetsminne blev en ännu starkare förutsägande faktor för matematik vid 7–8 års åldern. Visuospatialt arbetsminne var mer specifikt kopplat till matematikprestationer. Studien visade att barn som hade bättre arbetsminne redan vid 4,5 års ålder hade bättre matematikresultat genom de tre första skolåren (s. 221). Arbetsminne och exekutiva funktioner hade en mer långsiktig effekt på matematiska prestationer än korttidsminne (s. 216).</p>	<p>Verbalt korttidsminne</p> <p>Verbalt arbetsminne</p> <p>Visuospatialt korttidsminne</p> <p>Visuospatialt arbetsminne</p>
---	--	--	---	---

<p>Cakir, R., & Ergul, C., (2022).</p> <p><i>Investigation of Working Memory Performances of Children with Low Early Mathematics Achievement</i></p> <p>Education and Science</p>	<p>Syftet med studien är att undersöka arbetsminnets roll i tidiga matematiska färdigheter hos förskoleelever. Den vill identifiera om det finns skillnader i arbetsminneskomponenter mellan barn med låg, medelhög och hög matematisk prestation och hur arbetsminneskapacitet relaterar till tidiga matematiska färdigheter.</p>	<p>Turkiet</p> <p>100 elever (5-6 år)</p> <p>Olika tester och mätningar gjordes av arbetsminnets olika komponenter samt matematikprestationer.</p>	<p>Elever med låg matematisk prestation presterade signifikant sämre i alla arbetsminneskomponenter utom visuospatialt korttidsminne. Nästintill hälften av eleverna med låga matematiska prestationer hade också låga arbetsminneskapaciteter och ingen av de visade sig att ha hög arbetsminneskapacitet (s. 142). Det fanns starka samband mellan verbal arbetsminneskapacitet och tidiga matematiska färdigheter, medan visuospatialt arbetsminne hade en svagare koppling (s. 145).</p>	<p>Verbalt korttidsminne</p> <p>Verbalt arbetsminne</p> <p>Visuospatialt korttidsminne</p> <p>Visuospatialt arbetsminne</p>
---	--	--	--	---

<p>Dumontheil, I., & Klingberg, T., (2012).</p> <p><i>Brain activity during a visuospatial working memory task predicts arithmetical performance 2 years later</i></p> <p>Cerebral Cortex</p>	<p>Syftet med studien är att undersöka sambandet mellan visuospatialt arbetsminne och matematisk prestation.</p>	<p>Sverige</p> <p>246 barn, mellan 6-16 år vid den första testomgången och följdes upp 2 år senare.</p> <p>Olika arbetsminnetester och tester till kopplat till matematisk förmåga genomfördes inom aritmetik.</p>	<p>Visuospatialt arbetsminne visade sig vara en starkare förutsägande faktor för matematisk prestation än verbalt arbetsminne. Detta tyder på att arbetsminneprestationer, särskilt visuospatialt arbetsminne, kan användas för att tidigt identifiera elever som löper risk för svaga aritmetiska prestationer under sin skolgång (s. 1080).</p>	<p>Visuospatialt och verbalt arbetsminne</p>
---	--	--	---	--

<p>Liang, Z., Dong, P., Zhou, Y., Feng, S., & Zhang, Q., (2022).</p> <p><i>Whether verbal and visuospatial working memory play different roles in pupil's mathematical abilities</i></p> <p>British Journal of Educational Psychology</p>	<p>Syftet är att undersöka hur verbalt och visuospatialt arbetsminne påverkar matematiska förmågor hos elever och jämföra hur arbetsminnets roll förändras mellan yngre och äldre elever.</p>	<p>Kina</p> <p>Årskurs 1 (6-7 år): 131 st Årskurs 5 (10-12 år): 144 st.</p> <p>Olika arbetsminnetester och matematiktester genomfördes.</p>	<p>Visuospatialt arbetsminne var en stark prediktor för matematiska prestationer i båda åldersgrupperna. Verbalt arbetsminne påverkade endast matematiska prestationer hos äldre elever, men inte hos yngre elever (s. 417). Fynden tyder på att yngre barn använder mer visuella strategier för matematik, medan äldre barn blir mer beroende av verbala representationsförmågor och strategier (s. 419).</p>	<p>Verbalt och visuospatialt arbetsminne</p>
<p>López, M., (2014).</p> <p><i>Development of Working Memory and Performance in Arithmetic: A Longitudinal Study with Children</i></p> <p>Electronic Journal of Research in</p>	<p>Syftet är att undersöka sambandet mellan arbetsminnets utveckling och prestationer i aritmetiska uppgifter över tid.</p>	<p>Argentina</p> <p>Studien inkluderade 90 elever som följdes över tre år. De testades vid 6-8 års ålder (årskurs 1-3) och mätningar från olika tester gjordes i aritmetiska prestationer och arbetsminneskapacitet,</p>	<p>Studien visade att arbetsminnets kapacitet utvecklades över tid, där prestationerna inom samtliga komponenter successivt förbättrades under de tre år som studien pågick. Jämförelser av aritmetiska framsteg utifrån de olika grupperna med högre arbetsminneprestanda samt</p>	<p>Den centrala exekutiva funktionen, den fonologiska loop (eller slingan) och det visuospatiala skissblocket</p>

Educational Psychology		uppdelade i olika komponenter.	lägre arbetsminneprestanda visades en tydlig prestationsskillnad redan i skolstarten, som ökade över tid. Elever med bättre arbetsminne presterar konsekvent högre i aritmetik (s. 184). Elever med starkt arbetsminne använde fler mentala strategier och elever med svagt arbetsminne oftare använde konkreta hjälpmedel och behövde längre tid för att lösa problem (s.185).	
Nelwan, M., Friso-van den Bos, I., Vissers, C., & Kroesbergen, E., (2022). <i>The relation between working memory, number sense, and mathematics throughout primary education in children with and without</i>	Syftet med studien är att undersöka hur olika komponenter inom taluppfattning och visuospatialt arbetsminne förutsäger matematiska färdigheter samt hur deras inverkan samspelar hos både elever utan matematiksvårigheter och elever med matematiksvårigheter.	Nederländerna 467 elever utan matematiksvårigheter årskurs 1–4 61 elever med matematiksvårigheter, årskurs 4–6. Olika uppgifter genomfördes kopplat till arbetsminne och taluppfattning.	Elever utan matematiksvårigheter i årskurs 1 var taluppfattning den starkaste faktorn för matematiska färdigheter. Från och med årskurs 2 fick dock arbetsminnet en allt större betydelse. I högre årskurser avtog det prediktiva värdet av både taluppfattning och arbetsminnet, vilket tyder på att andra faktorer blir viktigare för matematiska prestationer över tid (s. 154-155). Elever med matematiksvårigheter hade	Visuospatialt arbetsminne

<p><i>mathematical difficulties</i></p> <p>Child Neuropsychology</p>			<p>svårare att använda taluppfattning vid matematiska beräkningar och förlitade sig i högre grad på arbetsminnet för att lösa aritmetiska uppgifter. Detta beroende kvarstod även i senare årskurser, vilket tyder på att de inte automatiserade sina matematiska färdigheter i samma utsträckning som sina jämnåriga. Vikten betonas av att stödja dessa elever i att använda arbetsminnet tidigt för att underlätta automatisering av matematiska färdigheter (s. 160).</p>	
<p>Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G., (2008).</p> <p><i>Cognitive Abilities as Precursors of the Early Acquisition of Mathematical Skills During First Through Second Grades</i></p>	<p>Syftet är att analysera kognitiva faktorer som föregångare till matematisk förmåga hos yngre elever.</p>	<p>Italien</p> <p>72 elever som följdes under första och andra klass</p> <p>Olika tester genomfördes för att mäta arbetsminne, korttidsminne och matematiska färdigheter inom aritmetik, geometri och logiskt resonemang i problemlösning</p>	<p>I första klass hade både korttidsminne och arbetsminne en tydlig koppling till matematiska prestationer, där båda kognitiva funktioner spelade en avgörande roll för elevernas förmåga att lösa matematiska uppgifter. I andra klass var det enbart arbetsminne som hade en betydande inverkan på matematiska prestationer. Bra arbetsminneskapacitet som mättes i första och andra klass,</p>	<p>Korttidsminne Arbetsminne</p>

<p><i>Developmental Neuropsychology</i></p>			<p>visade en stabil och långsiktig association med matematiska prestationer i andra klass (s. 246).</p>	
<p>Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H., (2007). <i>The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence</i> Cognitive Development</p>	<p>Syftet med studien är att identifiera vilka kognitiva förmågor som är avgörande för tidigt matematiklärande.</p>	<p>Italien Årskurs 1: 170 elever Bl.a. genomfördes olika tester av arbetsminne, korttidsminne och ett matematiktest som inkluderade logiskt tänkande (spatiala relationer och klassificering av objekt), aritmetik samt geometri.</p>	<p>Studien visade att arbetsminne, särskilt dess centrala exekutiva funktion var den starkaste prediktor för matematisk prestation redan i början av skolgången. Korttidsminne uppvisade ingen signifikant koppling till matematikprestationer (s. 180). Elever med starkt arbetsminne presterade bättre i matematik och använde effektivare räknestrategier (s. 182).</p>	<p>Korttidsminne Arbetsminne</p>

<p>Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H., (2015).</p> <p><i>Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school.</i></p> <p>Memory & Cognition</p>	<p>Syftet med studien är att systematiskt undersöka hur visuospatialt och verbalt arbetsminne relaterar till matematisk förmåga hos barn i grundskolan och hur dessa relationer förändras med åldern. Studien fokuserar på de fyra grundläggande matematiska domänerna: addition, subtraktion, multiplikation och division.</p>	<p>Nederländerna</p> <p>4337 elever, årskurs 2–6</p> <p>Olika tester inom arbetsminne och matematik genomfördes.</p>	<p>Resultaten visar att visuospatialt och verbalt arbetsminne förutsäger individuella skillnader i barns matematikprestationer inom varje område, men att de inte förutsäger skillnader i utvecklingstakten under skolåret. Det visades att visuospatialt och verbalt arbetsminne är viktiga för matematisk förmåga, men deras betydelse varierar med åldern. Visuospatialt arbetsminne var starkare kopplat till matematiska prestationer vid skolstarten, särskilt i addition och subtraktion. Verbalt arbetsminne blev allt viktigare för multiplikation och division samt för matematikutveckling över tid. Med stigande ålder minskade sambandet mellan visuospatialt arbetsminne och matematikprestation, medan verbalt arbetsminne fick en större roll (s. 375).</p>	<p>Verbalt och visuospatialt arbetsminne</p>
---	---	--	---	--