

Vokabular og matematikk

Sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap

Tine Fredriksen



Masteroppgave i spesialpedagogikk

Det utdanningsvitenskapelige fakultet

Institutt for spesialpedagogikk

UNIVERSITETET I OSLO

04.06.2010

Sammendrag

Bakgrunn, formål og problemstilling: Oppgaven er knyttet opp mot forskningsprosjektet Kunnskapsgenerering i det spesialpedagogiske praksisfeltet (KISP) ved Institutt for Spesialpedagogikk ved Universitet i Oslo. Denne masteroppgaven undersøker sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap, da dette er et tema som har fått lite fokus i tidligere forskning. I skolen har mange elever spesifikke lærevansker, og fokuset på en sammenheng mellom vokabular og matematikk kan belyse betydningen av å se disse vanskene i forhold til hverandre.

Det kan virke som om matematikkunnskap lagres på samme språklydbaserte måte som ord. Det vil si at gjenhenting (retrieval) av aritmetisk faktakunnskap er avhengig av en fonologisk bevissthet (Geary, 1993; Ostad, 2008). Om eleven ikke er bevisst språklyden på den lagrede kunnskapen, vil han ha vansker med å både lagre og gjenhente (retrieve) kunnskapen når han har behov for den. Den matematiske kunnskapen $4+9=13$ lagres som språklydsekvensen ”fire pluss ni er lik tretten” (Askeland & Ostad, 2000). Siden matematikkunnskap lagres med støtte fra fonologiske koder er det interessant å se på forholdet mellom vokabular og matematikkvansker. Problemstillingen er derfor: Hvordan er sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap? I hvilken grad kan vokabular forklare matematikkunnskap?

Metode: Problemstillingen blir belyst ved en kvantitativ metode. Studiens design er deskriptivt og ikke-eksperimentelt. 112 elever på 8.trinn ved to byskoler i Oslo utgjør utvalget. For å kartlegge matematikkunnskap er nasjonale prøver i regning benyttet. Det reseptive vokabularet måles av British Picture Vocabulary Scale II (BPVSI) og det ekspressive vokabularet er testet med ordforklaringsdelen i Wechsler Intelligence Scale for Children –third edition (WISC III). Testen for nonverbale evner, Raven, utgjør kontrollvariabelen i oppgaven.

Dataanalyse: Data er analysert av deskriptiv og analytisk statistikk. Elevenes skårer på testene er analysert med korrelasjons- og regresjonsanalyse.

Hovedresultater: Hovedresultatene i denne masteroppgaven viser en sterk sammenheng mellom vokabular og matematikkunnskap, også etter at nonverbale evner er kontrollert for.

Spesielt det ekspressive vokabularet ser ut til å korrelere med matematikkunnskap. Det kan tolkes som at sammenhengen mellom vokabular og matematikk er preget av vokabularets kvalitet, forståelsen av ordene. Med støtte i den teori og empiriske studier oppgaven benytter, er det i tillegg mulig å anta forholdets retning, at vokabularet påvirker matematikkunnskapen.

Forord

Takk til forskergruppen i KISP-prosjektet for at jeg har fått lov til å være med på datainnsamlingen, og at jeg har fått bruke dataene i masteroppgaven.

En stor takk til veilederen min Sol Lyster for konstruktiv og engasjerende veiledning.

Til slutt takk til Gunhild for korrekturlesning, jentene på Helga for pauseunderholdning og moralsk støtte og Halvor for teknisk hjelp.

Innhold

SAMMENDRAG	2
FORORD	4
INNHold	5
1. INNLEDNING	8
1.1 BAKGRUNN OG FORMÅL	8
1.2 PROBLEMSTILLING	9
1.3 OPPGAVENS OPPBYGNING	9
1.4 AVGRENSNING	10
2. TEORI	11
2.1 MATEMATIKKUNNSKAP	11
2.2 UTVIKLING AV MATEMATIKKUNNSKAP	12
2.2.1 <i>Strategier; lagring og gjenhenting</i>	12
2.3 MATEMATIKKVANSKER	16
2.3.1 <i>Årsaker</i>	17
2.4 MATEMATIKKUNNSKAP OG SPRÅK	18
2.4.1 <i>Språk og lesing som indikator på vokabular</i>	18
2.4.2 <i>Språk og læring</i>	19
2.4.3 <i>Matematikk og lesing (vokabular)</i>	20
2.4.4 <i>Kombinerte lærevansker</i>	21
2.4.5 <i>Empiri –studier om lese- og matematikkvansker</i>	22
2.4.6 <i>Oppsummering og problemstilling</i>	26
3. METODE	28

3.1	DESIGN.....	28
3.2	UTVALG.....	29
3.3	GJENNOMFØRING.....	29
3.4	TESTMATERIELL.....	30
3.4.1	<i>Matematikkunnskap.....</i>	<i>30</i>
3.4.2	<i>Vokabular.....</i>	<i>30</i>
3.4.3	<i>Kontrollvariabel.....</i>	<i>31</i>
3.5	ANALYSE.....	31
3.6	VALIDITET.....	32
3.7	RELIABILITET.....	36
3.8	ETISKE HENSYN SOM MÅ IVARETAS I PROSJEKTET.....	36
4.	RESULTAT.....	39
4.1	DESKRIPTIV STATISTIKK.....	39
4.2	KORRELASJON.....	43
4.3	REGRESJONSANALYSE.....	45
5.	DRØFTNING AV RESULTATER MOT TEORI OG LIGNENDE EMPIRISKE STUDIER.....	48
5.1	OPPSUMMERING AV HOVEDFUNN.....	48
5.2	RESULTATENE I LYS AV VALIDITETSTEORI.....	49
5.2.1	<i>Statistisk validitet.....</i>	<i>49</i>
5.2.2	<i>Indre validitet.....</i>	<i>50</i>
5.2.3	<i>Ytre validitet.....</i>	<i>51</i>
5.2.4	<i>Begrepsvaliditet.....</i>	<i>52</i>
5.3	RESULTATENE I LYS AV TEORETISK OG EMPIRISK BAKGRUNN.....	52
5.3.1	<i>Språk som støtte for læring.....</i>	<i>53</i>

5.3.2	<i>Lagring og gjenhenting</i>	54
5.3.3	<i>Kombinerte vansker</i>	55
5.3.4	<i>Språket som hinder</i>	58
6.	AVSLUTNING OG BEHOVET FOR VIDERE STUDIER	60
6.1	OPPSUMMERING AV RESULTATER OG DISKUSJON	60
6.2	PEDAGOGISKE KONSEKVENSER	61
	KILDELISTE	62
	VEDLEGG	67

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Denne oppgaven vil redegjøre for ulike teorier og sentrale empiriske funn knyttet til diskusjonen om forholdet mellom matematikkvansker og vokabular. I tillegg vil funn fra egen undersøkelse være med på å belyse og bidra til diskusjon. Oppgaven er skrevet i tilknytning til prosjektet ”Kunnskapsgenerering i det spesialpedagogiske praksisfeltet” (KISP) ved Institutt for spesialpedagogikk, Universitetet i Oslo, der hovedfokuset er på barns vokabular i henhold til leseutvikling og leseforståelse

Mange elever har vansker med både matematikk og lesing i skolen (Geary, 1993; Jordan, Hanich & Kaplan, 2003; Dirks, Spyer, van Lieshout & de Sonnevill, 2008). Årsakene er ukjente, men kan se ut til å handle om hvordan kunnskapen lagres og i hvilken grad den kan hentes fram fra lagret i langtidsmindet ved behov (Geary, 1993; Ostad, 2008). Teori sier at kunnskap innen både lesing og matematikk lagres som fonologiske ”språkpakker”, og at det er vansker med lagringen og/ eller gjenhenting av disse som kan være årsaken til vansker innen både matematikk og lesing (ibid). Leseferdighet er avhengig av gjenkjennelsen av et stort antall kjente og meningsfulle ord, et sterkt vokabular (Kamhi & Catts, 2005). Om kunnskapen lagres fonologisk, vil det være interessant å se om matematikkunnskap også er avhengig av et sterkt vokabular. På grunnlag av dette fokuserer denne oppgaven på relasjonen mellom vokabular og matematikkunnskap.

Få tidligere studier har tatt for seg denne sammenhengen. Flere har derimot sett på sammenhengen mellom lese- og skrivevansker og matematikkvansker. Dette gjelder også de teoretiske og empiriske kildene som er benyttet i denne oppgaven. Disse studiene benyttes ut i fra tolkningen av leseferdigheter som indikator på vokabular (Kamhi & Catts, 2005).

Formålet med oppgaven er å belyse forholdet mellom vokabular og matematikk i den hensikt å bedre kunnskapen om, og dermed forståelsen av, spesifikke lærevansker. Da matematikkvansker dessverre er et lite kjent tema i skolen, er det viktig å rette søkelyset mot det. Økt kunnskap om matematikkvansker, og en eventuell sammenheng med lesevansker,

vil være hensiktsmessig i arbeid med barn og elever for å kunne forebygge for vansker, og legge til rette for spesielle behov.

Selv om matematikkunnskap ikke er oppgavens hovedfokus, tar det teoretiske grunnlaget likevel grundig for seg utviklingen av den. Dette fordi kunnskap om den matematiske normalutviklingen sees som nødvendig for å få et helhetlig perspektiv og bedre forstå grunnlaget for en sammenheng mellom vokabular (og leseutvikling). Det er avgjørende å kjenne til normalutvikling for å kunne forstå avvik. I tillegg utdypes denne utviklingen for å kunne påvise likhetene mellom matematikkfeltet og lese- og skrivefeltet, som kan påvirke den eventuelle felles årsaken for vansker. Det er avgjørende å kjenne til det normale for å kunne forstå avvik.

1.2 Problemstilling

Ut i fra bakgrunnen og formålet med denne oppgaven er problemstillingen følgende:

”Hvordan er sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap? I hvilken grad kan vokabular forklare matematikkunnskap?”

1.3 Oppgavens oppbygning

Kapittel 2 redegjør for studiens teoretiske og empiriske bakgrunn. En grundig innføring i utvikling av matematikkunnskap og matematikkvansker, med fokus på lagring og gjenhenting, vil forsøke å skape en forståelse av matematikkvanskenes karakter og årsak. Videre blir aspekter ved lesefredighet og språk som indikator på vokabular vektlagt, etterfulgt av språkets rolle for læring og kombinerte vansker. Avslutningsvis presenteres empiriske studier som har sett på sammenhengen mellom lesevansker og matematikkvansker.

Kapittel 3 presenterer masteroppgavens empiriske undersøkelse. Det blir redegjort for det forskningsmessige designet, elevutvalget, gjennomføringen og testmaterialet. Videre vil de ulike analysemetodene presenteres. Validitet, reliabilitet og etiske hensyn vil også bli kommentert.

Kapittel 4 presenterer resultatene gjennom frekvenstabell, korrelasjons- og regresjonsanalyse. Resultatene blir også kommentert.

Kapittel 5 oppsummerer hovedfunn fra resultatene, og tar for seg drøftning av disse opp i mot validitetsteori og den teoretiske og empiriske bakgrunnen.

Kapittel 6 oppsummerer hele masteroppgavens resultater med utgangspunkt i den drøftningen som er blitt gjort. Det blir også kommentert behovet for videre studier, og de pedagogiske konsekvensene masteroppgavens resultater fører med seg.

1.4 Avgrensning

I denne oppgaven vil det fokuseres på en kognitiv sammenheng mellom vokabular og matematikk. Det blir derfor ikke tatt høyde for pedagogiske eller emosjonelle faktorer. Disse faktorene velges ikke bort fordi de oppfattes som mindre alvorlige, men fordi de oppstår som konsekvens av ytre påvirkninger, og ikke vil si noe om sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap. Nevropsyklogiske faktorer tas heller ikke med i denne oppgaven, da fokuset er på matematikkvansker som utviklingsvansker, og ikke vansker forårsaket av sykdom eller skader.

I forhold til elevene er ikke de sosioøkonomiske forhold blitt tatt hensyn til. Utvalget på de to skolene er fra samme byområdet, og er derfor ikke sett å spille noen avgjørende rolle for elevenes testprestasjoner.

2. Teori

2.1 Matematikkunnskap

Tradisjonelt blir det skilt mellom matematiske ferdigheter og matematisk forståelse. Det eksisterer også en uenighet blant teoretikerne om hvor vidt det er ferdighetene eller forståelsen som først utvikles. I dag fokuserer forskning i større grad på forholdet mellom kunnskapens struktur og funksjonalitet, enn selve mengden av kunnskap. Hvordan kunnskapen kan være representert fysisk og mentalt, og de prosessene som behandler disse representasjonene (Ostad, 2008).

Disse to tradisjonene kan i følge Snorre Ostad (2004) sees som to motpoler, men ikke som motsetninger. Begge kunnskapskvalitetene er avgjørende og bidrar til å styrke matematikkunnskapens funksjonalitet (Ostad, 2004). Matematikkunnskapens ferdighetsaspekt omfatter prosedyremessige kunnskaper og inneholder kunnskap om hvordan matematiske oppgaver skal løses. Disse ferdighetene for oppgaveløsning kan sies å være mekaniske, og består av to ulike delferdigheter: Ferdigheter i forhold til matematikkens formelle symbolsystem, som tallsymbol og plassverdisystemet, og ferdigheter i forhold til regler for hvordan man går fram for å løse en oppgave, som algoritmer (Ostad, 2004).

Matematikkunnskapens forståelsesaspekt blir ofte forklart som et dynamisk nettverk av kunnskapsenheter. Kunnskapen er avhengig av relasjoner til annen kunnskap for å være meningsfull og brukbar. En isolert kunnskapsenhet utgjør et element i matematikkforståelsen kun om den kan relateres til annen lagret kunnskap (Ostad, 2004). De matematiske symbolene må være kjent for eleven for at han skal kunne utøve en aritmetisk handling som er meningsfull for han selv. Når begrepet aritmetisk benyttes, viser det til en gren av matematikken hvor tallenes egenskap studeres. Begrepet omfatter utførelse av blant annet de fire regneartene (Caplex). Begrepene matematisk og aritmetisk kommer her til å bli brukt om hverandre, med den samme betydningen.

Begrepet matematikkunnskap, slik det blir brukt i denne oppgaven, innebærer både ferdighetsaspektet og forståelsesaspektet. Det vil si gode ferdigheter med utførelse av løsningsprosedyrer og aritmetiske handlinger, og forståelse meningsfull kunnskap.

2.2 Utvikling av matematikkunnskap

Barn har en medfødt forståelse av mengde, en såkalt ”number sense”, som eksisterer i barnet selv før det har utviklet verbalt språk (Dehane, 1997 ref. i Griffin, 2003). ”Number sense” kan sees som en del av grunnlaget for mer komplekse, verbalt utarbeidede numeriske tallkunnskaper eleven tilegner seg senere i livet (ibid). Når barn blir eldre og tilegner seg språk, får de ord og begreper i sitt vokabular for å uttrykke disse mengdene (Griffin, 2003). Språket kan sies å fungere som støtte for utførelsen av matematiske oppgaver, da aritmetisk aktivitet er sammenfiltret med den kulturelle konteksten den oppstår i. Både i forhold til den tenkning og det språk som har formet læringen (ibid). Ordet, som språkets grunnleggende element, er med på å analysere den informasjon mennesket får fra den ytre verden. Det gjør det mulig å utføre intellektuelle operasjoner og foreta intellektuelle eksperimenter, uten å være i fysisk nærhet. Dette gjelder både konkrete og abstrakte begrep/ideer, slik som aritmetiske operasjoner (Luria, 1984). Språket, med et godt utviklet vokabular, gjør det derfor mulig å styre bevisste handlinger (ibid).

Gelman og Gallistel (1978) har dannet en oversikt over de ulike prinsippene barn går gjennom i sin telleutvikling, og mener den utvikles i takt med barnets evne til å behandle mer abstrakte mengder og begreper (Gelman & Gallistel, 1978 ref. i Hulme & Snowling, 2009). Det kan tyde på at telleutviklingen blir påvirket av barns iboende ”number sense” (Hulme & Snowling, 2009). Når barn begynner på skolen kan det som oftest telle opp til ti. Telleutviklingen regnes for å danne grunnlaget for mer avanserte aritmetiske ferdigheter som barna møter i skolen (ibid).

2.2.1 Strategier; lagring og gjenhenting

De første aritmetiske oppgavene elever møter på skolen er addisjonsoppgaver (Hulme & Snowling, 2009). Matematikkfaget har en kumulativ og hierarkisk oppbygning, hvor eksisterende kunnskap danner grunnlaget for tilegnelsen av ny kunnskap (Ostad, 2008; Hulme & Snowling, 2009). Enkel aritmetikk bygger på de tellestrategiene elevene har utviklet. Utviklingen av addisjons- og subtraksjonsstrategier kan sammenlignes med utviklingen av vokabular og lesing, som oppgaven tar for seg senere. Utviklingen foregår over flere nivå, fra den tidlige ”telle alle”-strategien, der eleven teller alle objektene i oppgaven for å komme fram til summen, til den mest avanserte strategien som bygger på

kunnskap om sifrene og mengdene som skal behandles i oppgaven. Som for eksempel at den ene addenten som skal adderes er større enn den andre, og hvordan eleven ved å telle videre fra den største addenten kan løse oppgaven med minst mulige telletrinn. Eleven har forståelse av at addentenes rekkefølge er ubetydelig (eks. $4+5 = 5+4$) (Ostad, 2008; Hulme & Snowling, 2009). Elevene blir etter hvert i stand til å bruke tellestrategiene mentalt uten å måtte berøre eller telle på fingrene, de internaliserer og automatiserer dem (Ostad, 2008). I senere år på grunnskolen begynner elevene å bli i stand til å gjenhente/ retrieve kjente svar på oppgaver lagret i langtidsmindet (det mentale leksikonet) (Carr & Hettinger, 2002). Retrievalstrategi er den mest avanserte og effektive strategiformen, da den benytter et lager av allerede eksisterende kunnskap. Ved å retrieve lagret kunnskap, frigjøres kapasitet til andre deler av oppgaven (Ostad, 2008).

Utviklingen av matematikkunnskap bygger på utviklingen av kognitive strukturer, som gjør det mulig for eleven å tolke den kvantitative og numeriske verden på en stadig mer avansert måte. Slik kan han tilegne seg ny kunnskap og kan løse flere problemer (Griffin, 2003). Strategi viser til en ”..framgangsmåte brukt i den hensikt å løse en bestemt oppgave” (Ostad, 2008 s.15). Strategien kan være både målorientert og fleksibel (Griffin, 2002). Strategier er med andre ord bevisst bruk av elevens prosedurale ferdighet. Med konkrete strategier som løsningsmetode for matematiske problem, blir det mulig for eleven å organisere en stadig økende mengde kompleks kunnskap (Griffin, 2002). Strategiene er derfor en støtte for å løse matematiske problemer og å utvikle nye matematiske kunnskaper for eleven.

Som nevnt tidligere har normalpresterende elever en karakteristisk utvikling av utregningsstrategier. I den aldersadekvate utviklingen blir prosedyrene/strategiene stadig mer målrettet og hensiktsmessige i forhold til den oppgaven som skal løses (Ostad, 2008). Om mer avanserte hensiktsmessige strategier ikke bidrar til løsning av oppgaven, vil eleven benytte tungvinte back-up-strategier (Geary, 1993). En ”backup”-strategi krever mye kognitiv kapasitet av eleven da prosessen for å finne svaret på oppgaven starter på ”bar bakke” og ikke kan baseres på eksisterende informasjon eller kunnskap (Ostad, 2008).

Elever som har en variert strategibruk er mer gradvise i sine strategiskifter enn barn som bruker få strategier. Etersom barn tilegner seg et bredere utvalg av strategier og blir mer avanserte i sin regning, vil de mest sannsynlig også bli mer selektive i hvordan og når de benytter de ulike strategiene (Carr & Hettinger, 2002). Nyere forskning kan dokumentere en

direkte sammenheng mellom elevenes læringsstrategier under oppgaveløsning og kvaliteten på deres matematikkunnskaper. Ostad (2008) mener det derfor er mulig å se lav kvalitet på matematikkunnskaper som en direkte konsekvens av dårlige læringsstrategier (Ostad, 2008). Utvikling av matematikkunnskaper kan sees som endring i strategiene eleven benytter i sin oppgaveløsning (Hulme & Snowling, 2009).

Lagring

Det er avgjørende for utviklingen av retrieval-strategiene at eleven klarer å lagre kunnskapen meningsfullt assosieres med allerede eksisterende kunnskap i langtidsminnet. Denne prosessen sees som kritisk, fordi det er avgjørende om eleven velger de riktige segmentene fra eksisterende strategier, slik at de kan inngå i den nye strategien på en hensiktsmessig måte (Siegler, 1990 ref. i Ostad, 2008). Lagring av kunnskap har to viktige aspekter; hvordan de er lagret, lagringsstrukturen, og hva som er lagret, lagringsformatet/faktakunnskapen. Det som lagres ansees å utgjøre en basis for å kunne konstruere hensiktsmessige strategier for oppgaveløsning (Ostad, 2008).

Tradisjonelt er hukommelsen blitt sett på som todelt, bestående av langtidsminnet (gjenkjenning/ gjenkalling) og korttidsminnet (innkoding og lagring) (Baddeley, 2002). I dag er det vanlig å se korttidsminnet som en del av arbeidsminnesystemet, som igjen er inndelt i fire systemer. Den sentrale arbeidsenheten (central executive) og de tre slavesystemene som støtter den; den visuospatiale skisseblokken, den fonologiske sløyfen og den episodiske bufferen (Baddeley, 2002).

Den sentrale arbeidsenheten har en avansert og omfattende oppgave med å kontrollere utførelser av oppgaveløsning, strategibytter og kontroll av oppmerksomhet. I tillegg lagrer og opprettholder den sentrale arbeidsenheten midlertidig aktivert informasjon for langtidsminnet. Den visuospatiale skisseblokken og den fonologiske sløyfen kan sees som spesialiserte slavesystemer som prosesserer og manipulerer små mengder med informasjon innen spesifikke områder. Det fonologiske aspektet av informasjonen lagres i den fonologisk sløyfen som koder om og lagrer midlertidig lydbaserte representasjoner, slik som språklyder (Baddeley, 1986; Torgesen, 1996, ref. i Hecht, Torgesen, Wagner, Rashotte, 2001). Dette skjer ved at fonologisk materiale memoreres gjennom en artikulatorkisk øvingsprosess, som Baddley (1986) kaller ”subvocal rehearsal” (subvokal gjentakelse). En indre (privat) tale repeterer det nye materialet artikulatorkisk, for å hindre at det glemmes (Baddley, 1986). Den

visuospatiale skisseblokken lagrer de romlige og visuelle aspektene, som for eksempel mengder og visuelle representasjonene av tall. Den episodiske bufferen er en relativt nyoppdaget del av arbeidsminnet som internaliserer informasjon fra flere ulike kognitive system, og fungerer som forbindelse mellom de to slavesystemene og langtidsmminnet. Den er et lagringssystem med begrenset kapasitet, som kan sees som en liten del av den sentrale arbeidsenheten (Gathercole, 2002).

Det eksisterer en generell enighet om at aritmetiske addisjonskunnskaper, assosiasjonen mellom addenter og sum ($3+4=7$), lagres i elevens minne (Hulme & Snowling, 2009). Ashcraft (1982, 1987, 1992) antyder at aritmetiske addisjonskunnskaper kan være lagret i et assosiativt nettverk som retriever kunnskap gjennom en aktiveringsprosess. Modellen inneholder en todimensjonell tabell med addentene på hver side av tabellen, og svaret fås ved å kombinere de to addentene. (Raden for "2" og rekka for "3" aktiverer svaret 5). Om en kombinasjon forekommer hyppig vil kunnskapen bli lagret lett tilgjengelig, og eleven vil kunne retrieve svaret ved behov. På denne måten vil eleven bli i stand til å automatisere, og dermed gjenhente svaret fra langtidsmminnet, i stedet for å telle seg fram til det (Ashcraft, 1982, 1987, 1992 ref. i Hulme & Snowling, 2009).

En annen tilnærming til lagring av matematisk kunnskap ser lagringen på samme måte som ord, gjennom en fonologisk prosess (Geary, 1993; Bishop, 1997; Ostad, 2008). Materiale som representeres gjennom andre sanser, kan omdannes til en fonologisk, språklydbasert, kode (Ostad, 2003). Den fonologisk sløyfen omkoder informasjonen til en fonologisk kode som blir memorert artikulært gjennom den subvokale gjentakelsen og lagres som en lydpakke (Baddley, 1986, ref. i Ostad, 2003). Regnestykket " $4+9=13$ " blir omkodet fra en visuell representasjon til den fonologiske representasjonen "fire pluss ni er lik tretten". Dette er språklydsekvensen kunnskapen lagres som (Askeland & Ostad, 2008). Prosesseringen er avgjørende for hvordan personer oppfatter, koder og lagrer fonologisk kunnskap i minnet (Catts & Kamhi, 2005) og hvordan denne igjen hentes fram ved behov (Askeland, 2005).

Utvikling av matematikkunnskaper kan sees som endring i strategiene eleven benytter i sin oppgaveløsning (Hulme & Snowling, 2009). Om eleven ikke er i stand til å bygge på de riktige segmentene, eller ikke har gode nok strategier til å bygge videre på, kan det altså være at kunnskapen ikke lagres, eller at den lagres slik at den blir vanskelig å hente fram igjen. Kunnskap som lagres isolert er ikke brukbar i andre situasjoner enn akkurat den spesifikke

den ble lært i. Man sier da at læringsstrategien er rigid (Ostad, 2008). Rigide strategier er mer typisk for strategibruken hos elever med matematikkvansker. Om eleven har såkalte rigide strategier, vil de stille svakt i møtet med den kritiske utviklingsprosessen. De vil ikke ha noen potensial i sine eksisterende rigide strategier til å kunne utvikle og bygge på dem. Uhensiktsmessige strategier i de grunnleggende matematikkunnskapene kan være skyld i matematikkvansker i senere alder (Hulme & Snowling, 2009).

2.3 Matematikkvansker

Matematikkvansker blir definert som ” en vanske som forårsaker vesentlig lavere matematikkskåre enn forventet i forhold til personens alder, målt intelligens og aldersadekvat utdanning på individuelt administrerte standardiseringstester” (The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV); American Psychiatric Assosiation, 1994. ref. i Hulme & Snowling, 2009) (Fritt oversatt av forfatter). Elever med spesifikke matematikkvansker har altså generelle evner innen normalområdet, men skårer lavere i matematikk enn hva som er forventet ut i fra deres forutsetninger. I denne oppgaven vil Gearys tre undergrupper, eller kjennetegn, av matematikkvansker benyttes for å presentere vanskenes karakteristikk (Geary, 1993). Et kjennetegn ved matematikkvansker er vansker med tallrepresentasjoner, tallsymbol, og den mengden det representerer (Geary, 1993; Hulme & Snowling, 2009). En vanske på dette kunnskapsområdet svekker forståelsen av tall og tallrekker, og gjør det også problematisk for elevene å telle en bestemt rekkefølge av stigende mengder (Hulme & Snowling, 2009). Et annet kjennetegn er vansker med å utføre aritmetiske handlinger, eller prosedyrer. Elever med vansker på dette området har ofte en umoden løsning av oppgaver og benytter ofte tellebaserte strategier (Geary, 1993). Et tredje kjennetegn er vansker med å lagre og retrieve aritmetisk faktakunnskap i/fra langtidsminnet (Geary, 1993; Jordan, Hanich & Uberti ref. i Baroody, 2003; Ostad, 2008; Hulme & Snowling, 2009).

Geary (1993) mener elever med matematikkvansker, på grunn av sin uhensiktsmessige bruk av primitive strategier på mer avanserte matematikkoppgaver, ofte lagrer kunnskapsheter som er ukorrekte. Disse elevene kan ha vansker med å lagre fonologiske sekvenser, lydpakker, i serier som har liten umiddelbar sammenheng og vil kanskje telle seg fram til svaret på oppgaven ”6 x 8” i stedet for å kunne hente det som et lagret minne (Magne, 1992).

Når primitive strategier benyttes for å finne svar på mer avanserte oppgaver, oppgaver med store tall, vil det være en stor fare for at eleven lagrer og komme fram til feil svar, som 49, og ikke 48. Om dette svaret lagres, fordi det nå gir mening for eleven, vil det være kunnskapsenheten ”seks ganger åtte er førtini” som blir hentet fram neste gang eleven får presentert dette stykket. Det kan se ut som at elever uten tilstrekkelig strategikunnskap verken lagrer hensiktsmessig, eller henter automatisk fra kunnskapsenheter. I tillegg kan det virke som at eleven ikke har god nok forståelse av oppgaven til å se den logiske bristen i sin feilregning (Harris, 1986; Kendall & Braswell, 1985; Meichenbaum & Goodman, 1971 ref. i Ostad og Sørensen 2007). Tellebaserte strategier krever mer kapasitet enn automatiserte retrieval-strategier. Ved mer avanserte oppgaver vil tellestrategien ofte komme til kort, og ende med et feilaktig svar (Geary, 1993).

Elever med matematikkvansker har også ofte vansker med å styre oppmerksomhet og arbeidsminnet. Dette går ut over deres evne til å manipulere og behandle informasjon for rett valg av løsningsstrategi (Hulme & Snowling, 2009).

2.3.1 Årsaker

Det er flere mulige årsaker til matematikkvansker og de kan opptre ulikt fra elev til elev. Elever med matematikkvansker kan derfor sies å være en heterogen gruppe, med ulik grad av vansker og ulike årsaker for vanskene (Strang & Rouke, 1985; Sutaria, 1985 ref. i Geary, 1993). Da denne oppgaven tar for seg en sammenheng mellom matematikk og vokabular, vil de kognitive faktorene her være i fokus. Pedagogiske og emosjonelle faktorer velges ikke bort fordi de oppfattes som mindre alvorlige, men fordi kan sees som konsekvens av ytre påvirkninger, og ikke vil si noe om den opprinnelige sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap.

Lærevansker i matematikk kan skyldes spesifikke kognitive dysfunksjoner. Mange elever med matematikkvansker synes å ha problemer med å gå fra det konkrete, enten det er begrep eller prosedyrer, til det abstrakte. Mange av disse elevene stopper opp i sin utvikling når matematikken krever en mer abstrakt forståelse eller innsikt (Holm, 2002). I tillegg synes elever med matematikkvansker å ha problemer med hukommelsesfunksjoner, slik som å pugge gangetabellen eller å memorere flere tall etter hverandre i en sekvens (Magne, 1992 ref. i Holm, 2002). Holm støtter seg til Baddeleys hukommelsesteori og anslår at

hukommelsesvanskene hos elever med matematikkvansker kan skyldes svekket fonologisk minnefunksjon. Langt flere elever regner feil når de gjenhenter informasjon fra langtidsmindet, i stedet for å bruke en tellestrategi (Holm, 2002).

2.4 Matematikkunnskap og språk

2.4.1 Språk og lesing som indikator på vokabular

Det finnes lite forskningsmateriale om sammenheng mellom vokabular og matematikkunnskap, derfor vil denne oppgaven ta utgangspunkt i teori og empirisk forskning som ser på sammenhengen mellom lesing og matematikkunnskap.

Som nevnt er fonologisk prosessering de språklige operasjonene som tar i bruk informasjon presentert gjennom språklyd og språkets lydstruktur (Catts & Kamhi, 2005). De lagrede mentale representasjonene av ord inneholder informasjon om både den fonologiske formsiden og en representasjon av mening (Bishop, 1997). For å kunne benytte språkets lydstruktur som lagringskode kreves fonologisk bevissthet, kunnskap om talens lydstruktur, og evnen til å oppfatte eller manipulere språklyden i ord. Denne kunnskapen er også en viktig komponent for å klare å avkode den alfabetiske koden (Catts & Kamhi, 2005; Torgesen et al., 2005).

Tilegnelse av vokabular kan sees som en prosess for å lagre representasjoner av kjente språklydsekvenser i et mentalt leksikon, og assosiere disse med en spesifikk mening (Bishop, 1997). Vokabularet er altså den mengden av tilgjengelige meningsfulle ord, meningsfulle fonologiske språkkoder, eleven har lagret i sitt mentale leksikon (Catts & Kamhi, 2005). Vokabularet, med sine to aspekter, bredde (leksikalsk størrelse) og en dybde (semantisk størrelse), kan forklare leseforståelsen i langt større grad enn både alder, nonverbal iq og visuell ordgjenkjenning (Ouellette & Beers, 2010). Siden nøkkelen til flytende lesing kan sies å være et stort lager av ord som kan gjenkjennes automatisk (Torgesen, Rashotte & Alexander, 2001, ref. i Torgesen et al., 2005), vil leseforståelse kunne tolkes som en indikator på vokabularstørrelse.

Vokabularet har stor påvirkning på forståelsen av en tekst for både lesing og skriving. En tekst må inneholde ca 95 % kjente ord for at den skal være meningsfull for leseren (Catts & Kamhi, 2005). Ord som oppfattes auditivt og visuelt, må aktivere eller assosieres med tidligere lagrede assosiasjoner i personens mentale leksikon for at de skal bli meningsfulle for oss (ibid). Elver med et begrenset vokabular vil derfor ha få assosiasjoner. Få assosiasjoner vil kunne utgjøre en mangelfull kunnskap, og dermed en dårlig grobunn for videre utvikling (Bishop, 1997).

Hos normalpresterende elever er fonologiske hukommelseskoder den mest effektive måten å holde på verbal informasjon i minnet, da de blir automatisk aktivert ved lytting og lesing (Baddeley, 1986 ref. i Catts & Kamhi, 2005). Da læring av nye ord i stor grad skjer gjennom lesing av tekst (Ouellette og Beers, 2010), vil begrensninger i fonologisk korttidsminne kunne utgjøre et hinder for nyordslæring (Bishop, 1997). Det er påvist at barn i risikogruppen for spesifikke lesevaner har dårligere vokabularkunnskap enn deres jevnaldrende (Snowling, Gallagher & Frith, 2003, ref. i Hulme & Snowling, 2009). Elever med lese- og skrivevaner karakteriseres av vansker med å bruke fonologisk hukommelseskoder. Disse vanskene omfatter gjenkjenning av skrevne ord, vansker med å omkode fra verbalt til skrevet språk, og å avkode skrevet språk til et meningsfullt verbalt språk (Catts & Kamhi, 2005b).

Slik språkbegrepet brukes i denne oppgaven refereres det til ordene og det meningssystemet de er forbundet i (Luria, 1984), brukt i både tanker og kommunikasjon (Kamhi & Catts, 2005). Språket utgjør et system av koder som kan forstås uten å kjenne situasjonen (Luria, 1984, s.29). Fokuset i denne oppgaven er, i tillegg til matematikkunnskap, på språkets fonologiske aspekt, og den påvirkning det har på leseferdighet og den fonologiske prosesseringen.

Et dårlig fungerende språk kan derfor vitne om et svakt vokabular. Noe som kan føre til vansker med å få tilgang til de fonologisk lagrede verbale ordene, og deres mening (Catts & Kamhi, 2005). Dette ser ut til å vanskeliggjøre lesing (Bishop, 1997).

2.4.2 Språk og læring

Språket kan sees som et ”kulturelt verktøy” da det former og formidler vår forståelse og oppfatning av verden rundt oss (Vygotsky, 1978). Disse oppfatningene overføres mellom

mennesker i sosiale situasjoner, før de internaliseres hos det enkelte individ. Kunnskapen må opptre på to ulike plan før den kan omfavnes av individet. Først sosialt mellom menneskene (gjennom språket) deretter psykologisk i individet (Woolfolk, 2004). Språket spiller derfor en avgjørende rolle for innlæring av kunnskap, ved å gjøre det mulig å forstå teorier og ideer. Slik kan kunnskapen lagres og assosieres med vår erfaringsverden (ibid). Vi er avhengig av et vokabular av god kvalitet, med meningsfulle ord og begrep for å kunne lagre kunnskapen slik at vi lett finner den igjen (Woolfolk, 2004). Dette gjelder også matematikkunnskaper (Ostad, 2008).

Språket omfatter både vår tanke og tale. Ved hjelp av ordet, omkoder vi vår erfaring og gjør det mulig å uttrykke tanker. På denne måten får vi en fordobling av vår verden: En sanselig verden som består av umiddelbart oppfattede gjenstander. Og en verden som ved hjelp av språket, består av ideer, kvaliteter og egenskaper ved objekter, og relasjoner mellom objektene. Denne andre verdenen gjør det mulig for oss å operere med tingene i tankene og utføre intellektuelle operasjoner og eksperiment med ting uten å være i fysisk kontakt (Luria, 1984). Slik som å forstå en matematisk abstrakt sammenheng, eller å kunne utføre en hoderegning.

Den indre talen som er aktiv i den artikulatoriske øvingsprosessen er ”en tale som akkompagnerer det barnet holder på med” (Vygotsky, 1986, s. 26), og kan i følge Vygotsky sies å utgjøre grunnsteinene for barns tenkning. ”Tenke høyt-talen” er hørbart tilstede hos små barn, men internaliseres når de blir eldre. Den private talen sies å ha en metakognitiv funksjon som støtter tenkning og utførelse av handling (strategier), både ved gjenkjenning av bokstaver og tall (Vygotsky, 1978). Språket kan i tillegg påvirke handlinger gjennom tankene. Det kan sies å ha en regulerende funksjon (Luria, 1984). Om man ikke er den indre talen bevist, vil den kunne forsvinne, og forringe den fonologiske lagringen (Ostad, 2003).

2.4.3 Matematikk og lesing (vokabular)

Siden personer med lesevansker virker til å kjenne ordet de forsøker å retrieve, kan det se ut til at problemene med å navngi dem skyldes vansker med å huske fonologisk informasjon (Catts & Kamhi, 2005). Den fonologiske prosesseringen har stor betydning for både normal leseutvikling og lesevansker (ibid). Det kan også virke som om den fonologiske prosesseringen er avgjørende for utviklingen av matematiske ferdigheter, da den kan være

aktivisert når en elev løser en matematikkoppgave (Ostad 2003). I gjennomføringen av en oppstilt oppgave i addisjon, transformerer eleven først tallsymbolene i oppgaven til fonologisk informasjon. Deretter må eleven prosessere dette verbale uttrykket for å ta i bruk en relevant løsningsstrategi (Campbell, 1998 ref. i Ostad, 2007). Om informasjonen aktiverer eller kan assosieres med eksisterende kunnskap, vil eleven retrieve denne, og kan svare på oppgaven på en effektiv og lite krevende måte (Catts & Kamhi, 2005; Ostad, 2007). Det fonologiske system er engasjert ettersom de verbale navnkodene på tallsymbolene blir brukt når eleven teller (Geary, 1993 ref. i Ostad, 2007). Ut i fra dette er det mulig å anta at svak fonologisk prosessering, og automatisert kunnskapsretrieval, kan føre til matematikkvansker (Ostad, 2008). Elever med ortografiske lesevansker, ser der i mot ut til å ha grunnleggende matematikkunnskaper og ingen vansker med aritmetikk på oppgaver som ikke er avhengig av leseferdigheter (Muth, 1984; Rourke, 1989 ref. i Geary, 1993).

2.4.4 Kombinerte lærevansker

Lærevansker i både matematikk og lesing, såkalte kombinerte vansker, forekommer relativt ofte (Geary, 1993; Dirks et al., 2008). Elever med denne typen vansker ser ut til å ha en mer omfattende matematikkvanske enn elever med ”rene” matematikkvansker. Dette kan skyldes at elever med kombinerte vansker har en mer begrenset kognitiv vanske innen mengdeforståelse i ”number sense”-systemet. Elever med kombinerte vansker ser i tillegg ut til å ha vansker som berører det språklige aspektet ved å tilegne seg matematikkunnskap (Hulme & Snowling, 2009). Miles (2004) anslår at så mange som 100% av elevene med lese- og skrivevansker kan ha vansker med visse aspekter av matematikken. Tabellkunnskap som må automatiseres, slik som gangetabellen, kan overbelaste elevenes arbeidsminne, og det er stor risiko for at eleven dermed mister fokuset og ”faller av” når mengden som skal huskes blir for stor (Miles & Miles, 1993 ref. i Miles & Miles, 2004).

Med støtte i teorien om svak fonologisk prosessering som mulig årsak for vansker med både matematikk og lesing, kan det tenkes at de kombinerte vanskene også kan være forårsaket av dette (Geary, 1993). Det er derfor interessant å se på kombinerte vansker i forhold til sammenhengen mellom vokabular og matematikk. De språklige komponentene innen lesevansker kan si noe om elevens vokabular, som også kan være med på å påvirke den mulige språklige lagringsformen for matematikkunnskap. Samtidig skal vi ikke glemme at

det også finnes elever med kun en spesifikk lærevanske. Som nevnt er det vansker med fonologisk prosessering og auditivt minne som ofte er kombinert med spesifikke vanske i retrieval av aritmetisk faktakunnskap. Elever, hvis vanske med lesing omfatter ortografisk koding, viser ingen vansker med aritmetikk så lenge leseferdighet ikke er nødvendig for å forstå oppgaven (Geary, 1993). For noen elever med lesevansker kan det se ut til å være deres svake leseferdigheter og språkforståelse som fører til vanskene i matematikk (Rourke, 1989 ref. i Geary, 1993). Språket i oppgaven kan være et hinder for å få tilgang på den matematiske kunnskapen.

2.4.5 Empiri –studier om lese- og matematikkvansker

Her presenteres empiri fra studier som ser på sammenhengen mellom lesevansker, matematikkvansker og kombinerte vansker. Dette for å kunne sammenligne denne masteroppgavens funn med funn gjort i andre studier. Som nevnt tidligere tolkes språk og leseferdighet her som indikator på vokabular.

Badian (1999) fant i en studie hvor han fulgte 1075 barn fra førskolealder, til de gikk ut av 7./8. klasse, at sterke verbale evner og svake nonverbale evner i førskolealder predikerte en spesifikk aritmetisk vanske. Studien viste at verbale evner og aritmetikk hadde en korrelasjon på 0,42, mens nonverbale evner og aritmetikk hadde en korrelasjon på 0,41, som begge er moderate korrelasjoner.

I førskolealder hadde elevene med matematikkvansker signifikant høyere skårer enn elevgruppene med lesevansker og kombinerte vansker på målene for verbale evner og språk. De viste seg også overlegene de andre to gruppene på lese-, stave- og lytteferdigheter. I forhold til elevene med kombinerte vansker hadde de sterkere skårer på alle områder, og viste til og med mindre vansker med aritmetikk og tallbegrep.

På preakademiske ferdigheter (navngi bokstaver, former og farger) og nonverbale evner (skrive eget navn, kopiere form, tegne en person og finmotorikk som bruk av blyant og saks) oppnådde elevene med matematikkvansker og elevene med lesevansker samme resultat, høyere enn elevene med kombinerte vansker.

Preakademiske ferdigheter framsto i studien som det beste målet for å predikere prestasjon innen både lesing og aritmetikk (tallkonsept/begrep og staving). Når verbale evner ble ”kjørt

inn” i regresjonsanalysen i andre steg etter preakademiske ferdigheter, viste den en signifikant forklaringsvarians i forhold til både lesing og aritmetikk. Videre viste analysen at språk var den eneste variabelen som viste varians kun i forhold til lesing. Selv om nonverbale ferdigheter korrelerte med alle målene for skoleprestasjoner, var korrelasjonen med aritmetikk høyest (Badian, 1999).

Studien viste videre at elever med kombinerte vansker hadde lave skårer på alle kognitive mål i førskolealder, og var den gruppen med flest og størst vansker. Deres språkferdigheter var under gjennomsnittet og kan tyde på at deres svakhet i matematikk kan, i motsetning til spesifikke matematikkvansker, skyldes verbale svakheter felles for både lesing og matematikk (Share et al. 1988, ref i Badian, 1999).

Jordan, Hanich og Kaplan (2003) så i en longitudinell studie på matematikkompetanse hos elever med spesifikke matematikkvansker og elever med kombinerte lese- og matematikkvansker. Studiens 180 elever ble testet fire ganger mellom 2. og 3. trinn (7-9 år). Resultatene viste at elevene hadde ikke-signifikante avvik i forhold til generell utvikling. Normalpresterende elever og elevene med lesevansker presterte bedre enn de med kombinerte vansker på de fleste områder. Elever med matematikkvansker ble i studien definert med vansker med retrieval av fakta og flytende kalkulering (automatisering), uavhengig om de har lesevansker i tillegg eller ikke. Elever med matematikkvansker viste i slutten på 3. trinn en fordel over de med kombinerte vansker på områdene nøyaktig kalkulering, regnefortellinger og kalkuleringsprinsipp. Selv om begge elevgruppene sverget til fingertelling (til fordel for retrievalstrategier) viste elevene med matematikkvansker en mer nøyaktig bruk. Felles for de to gruppene var likevel svakhet i retrieval av tallfakta, overslagsregning, plassverdi og skriftlig utregning (Jordan et al., 2003).

Elevene med matematikkvansker så ut til å vokse fra, eller kompensere for, noen av vanskene gjennom studien. Elever med kombinerte vansker hadde stabile vansker (Jordan, 2002 i Jordan et al., 2003). En av årsakene til dette kan skyldes deres styrke med å løse regnefortellinger, som viser at de forstår ordene i oppgaven og mestrer å oversette den verbale informasjonen til matematiske representasjoner (Geary, 2000; Jordan & Montani, 1997 ref. i Jordan et al. 2003). Ferdigheter til å løse regnefortellinger er assosiert med en mer generell verbal forståelse som reflekterer, eller til og med er avhengig av leseferdigheter (Jordan et al. 2002; Stanovich, 1991 ref. i Jordan et al. 2003). I undersøkelsen viste elevene

med matematikkvansker og elevene med lesevansker like ferdigheter med å løse regnefortellinger, med skårer rett under elever uten lærevansker. Jordan et al. mener årsaken kan være at elevene benyttet ulike strategier (med støtte fra deres sterkeste side), men oppnådde like resultater. Elevene med lesevansker kan ha benyttet sine matematikkunnskaper for å kompensere for manglende verbale- og leseferdigheter, mens elevene med matematikkvansker kan ha støttet seg til leseferdighetene og sine verbale ferdigheter som kompensasjon for sine matematiske svakheter (Jordan et al., 2003).

Elevene med matematikkvansker så ut til å ha vansker med overgangen fra prosedyrebasert til minnebasert problemløsning (fra tellebaserte strategier til retrieval-strategier). Den bakenforliggende kognitive svakheten som forårsaker vansker med representasjon og retrieval, kan også føre til retrieval av irrelevante assosiasjoner (Barrouillet et al. 1997 ref. i Jordan et al. 2003). Studien viser at de relativt sterke problemløsnings- og tellestrategiene elevene med matematikkvansker benytter kan tyde på at de har en viss grad av "number sense".

På en oppgave med tvungen retrieval presterte elever med lesevansker bedre enn elever med kombinerte vansker, mens elever med matematikkvansker, som er gode lesere, gjorde ikke det. Resultatene kan tyde på at retrievalvansker karakteriserer elever med matematikkvansker på lik linje som elever med kombinerte vansker (Jordan et al., 2003). Jordan et al. understreker at deres studie derfor ikke støtter teorien om fonologisk prosessering som en felles underliggende vanske (Geary, 1993; Hanich et al 2002; Miles, 1993 ref. i Jordan et al., 2003). Denne konklusjonen motargumenterer Dirks, Spyer, van Lieshout og de Sonnevile (2008). De mener tolkningen av resultatet er feilaktig fordi prestasjonene kan skyldes at elevene brukte en annen strategi enn retrieval i testen. Testen gir ikke et klart bilde på i hvilken grad elever med lesevansker kan ha en retrievalvansker på samme måte som elever med matematikkvansker. I følge Dirks et al., er resultatet fra oppgaven Jordan et al. presenterte ikke et godt nok bevis for at det ikke kan være en felles underliggende svak fonologisk prosessering som forårsaker retrievalvansker hos både elever med matematikk- og lesevansker.

Dirks et al.'s studie fra 2008 fokuserer på sameksisterende vansker med ordgjenkjenning og aritmetikk på bakgrunn av et felles semantisk retrieval-problem, og støtter seg til forskning gjort av Geary (1993). Resultatene fra studien viste at lese- og matematikkvansker

sameksisterer oftere enn tidligere antatt. Studien understreker også at elever med kombinerte vansker ser ut til å ha større vansker i staving og leseforståelse, enn elever med kun en vanske. Karakteristikken av kombinerte vansker avviker fra de rene lese- og matematikkvanskene. Når definisjonskriteriene for lesevansker ble endret i studien, fra ordgjenkjenning til staving og leseforståelse, ble flere elever plassert i gruppen for kombinerte vansker. Også Dirks et al. ser dette som et tegn på at elever med kombinerte vansker har en mer generell tilegnelsesvanske (Dirks et al., 2008). Den relativt høye forekomsten av kombinerte vansker kan tyde på at lesing og matematikk er avhengig av de samme kognitive forutsetningene. Fonologisk prosessering spiller en rolle for retrieving av aritmetisk fakta og ordgjenkjenning (Geary, 1993 ref i Dirks et al. 2008).

Ved å modifisere språket i matematikktestene for elever med lave prestasjoner i matematikk, oppnådde Abedi og Lord (2001) høyere prestasjoner. Resultatene fra denne studien viser tydelig den språklige betydning for prestasjoner på oppgaver som bruker matematiske ord. Studien undersøkte 1174 elever på 8. trinn i Los Angeles, og så på matematikkprestasjonene hos elever med flytende engelskkunnskaper og elever som var under opplæring i engelsk. Studien viste at elever under engelskopplæring hadde signifikant lavere skårer enn elever med flytende engelsk. Ved å modifisere den lingvistiske strukturen i teksten på matematikkoppgaven, oppnådde elever under engelskopplæring høyere prestasjoner. Språkmodifiseringen hadde større påvirkning på elevene med lave matematikkprestasjoner (under opplæring) enn på elevene som i utgangspunktet hadde sterkest prestasjoner (de engelskspråklige). I denne studien kan språkferdighet sies å predikere matematikkprestasjon. En fraværende effekt hos de høytpresterende elevene skyldes deres allerede sterke språkferdigheter. De forstod den originale oppgaven.

Studien støtter antakelsen om at uerfarne problemløsere ofte mangler strategier for problemløsning, og kan støtte seg desto mer til teksten (De Corte et al., 1985 ref. i Abedi & Lord, 2001). Oppgaveteksten kan derfor være en signifikant faktor for utfallet av en oppgaveløsning. Studien viste at matematikk ikke var problemet, men at språket var det. Studie av språkkonteksten på matematikkoppgaver viser at elever med engelsk som morsmål skårer høyere på matematikkoppgaver enn de elevene som er har tilegnet seg språket seinere. Når konteksten, ordlyden i oppgaven, justeres presterer de minoritetsspråklige elevene sterkere (Abedi & Lord, 2001). Dette kan tyde på at matematikk kanskje ikke er så språkavhengig, men at det er oppgaveframstillingen, språket, som avgjør.

2.4.6 Oppsummering og problemstilling

Matematikkunnskapen innebærer gode prosedyremessige ferdigheter, strategier, for å løse ulike aritmetiske oppgaver, og meningsfull forståelse av kunnskapsenheter og relasjonene dem i mellom (Ostad, 2008). Matematikkunnskap lagres som assosiasjoner i forhold til hverandre. Det er derfor viktig at kunnskapsenheter er meningsfullt lagret for eleven, slik at de kan assosieres med annen kunnskap ved behov (Hulme & Snowling, 2009). Konkret hvordan matematikkunnskapen lagres, er det der i mot uenighet om. I denne oppgaven fokuseres muligheten for at det fonologiske aspektet ved kunnskapen lagres ved hjelp av den fonologiske sløyfen, på samme måte som ord (Baddeley, 1986; Torgesen 1996. ref. i Hecht et al., 2001). En studie av Askeland og Ostad (2008) viste at det er mulig å anta at et matematikkstykke lagres som en hel fonologisk sekvens ("fire pluss ni er lik tretten"). Den fonologiske komponenten ved lagringen kan vise at ordene lagret i vokabularet er av betydning for lagringen og retrievalen av kunnskapen. I følge Vygotsky er språket et kulturelt verktøy som gjør det mulig for oss å forstå og overføre ideer og begrep mellom menneskene. Luria (1984) mener ordet, som grunnleggende element i språket, er avgjørende for muligheten til å kunne behandle og eksperimentere med ideer og begrep uten å være nær dem. Språket styrer også våre tanker og handlinger (Luria, 1984). Har eleven svak fonologisk bevissthet og et svakt vokabular, vil han kunne ha vansker med både lagring og retrieval av aritmetisk kunnskap og gjenkjenning av ord.

Det finnes også elever med vansker innen både matematikk og lesing. Noen mener dette er et bevis på at både matematikkunnskap og ord lagres som et språklydbasert (Geary, 1993), men samtidig finnes det elever som kun viser en enkel vanske.

Empirien i denne oppgaven støtter til en viss del en sammenheng mellom vokabular og matematikk. Ut i fra utvalgte studier med fokus på matematikkvansker, lesevansker og kombinerte vansker fastslås det at selv om matematikkvanskene hos elever med kombinerte vansker og vanskene hos elever med "rene" matematikkvansker kan ha feller karakteristiske trekk, ser det ut til at elevene med kombinerte vansker har større og mer omfattende vansker. Den relativt hyppige forekomsten blir av Geary (1993) sett som et tegn på at det er en sammenheng mellom lesevansker og matematikkvansker. Det ser ut til at verbale evner og nonverbale evner kan ha en sammenheng med aritmetiske ferdigheter (Badian, 1999). Dette

viste også Jordan et al. Elever med matematikkvansker så ut til å kompensere for sin svakhet med å støtte seg til leseforståelsen i sin aritmetiske handling (Jordan et al., 2003).

Med utgangspunkt i dette ønsker jeg å se på sammenhengen mellom vokabular, som den avgjørende faktoren for språklydbaserte lagring, og matematikkunnskap. Problemstillingen for denne oppgaven blir derfor: *”Hvordan er sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap? Og i hvilken grad kan vokabular forklare matematikkunnskap?”*

3. Metode

I dette kapitlet vil studiens design og utvalg bli presentert. Oppgaven er knyttet til et større prosjekt, Kunnskapsgenerering i det spesialpedagogiske praksisfeltet (KISP), ved Institutt for spesialpedagogikk ved universitetet i Oslo. Prosjektet retter hovedfokus mot barns vokabular i henhold til leseutvikling og leseforståelse i to Osloskoler. Dette er et longitudinelt prosjekt som skal gå over tre år, og skoleåret 2010/2011 vil det gjennomføres en intervensjon på 1., 2., 5., 6. og 8.trinn ved en av de to skolene som vil foregå i 1-2 år.

3.1 Design

Antagelsen om at barn med et svakt vokabular også presterer svakt i matematikk er undersøkt ved hjelp av en deskriptiv studie, der det vil være mulig å kunne se på forholdet mellom nettopp matematikkunnskap og vokabular. Et ikke-eksperimentelt, deskriptivt design, som søker å forklare tingenes tilstand slik de er, til fordel for å se på påvirkning som skal forsøke å endre tings tilstand vil derfor være hensiktsmessig å benytte (Kleven, 2002b). Studien er en korrelasjonsstudie med hovedfokus på en mulig sammenheng mellom de to variablene (matematikkunnskap og vokabular), noe som er en nødvendig da studien bygger på data fra kun ett testtidspunkt.

Hensikten med hovedprosjektet oppgaven er knyttet til, er å rette fokus mot barns vokabular i henhold til leseutvikling og leseforståelse. Samtidig samles det også inn data som gjør at det mulig å se på andre forhold ved læring, som for eksempel relasjonen mellom matematikk og vokabular. Resultater fra kartleggingsprøver der reseptivt og ekspressivt vokabular og matematikkunnskap inngår vil bli lagt til grunn for analysen og drøftningen. En kontrollvariabel, som tester nonverbale evner, blir brukt for å sikre at testene viser unike sammenhenger, og ikke blir påvirket av andre irrelevante variabler.

Oppgaven benytter en kvantitativ metode, da den ser på mengden og den generelle tendensen, til fordel for å se på enkelttilfellene (Kleven, 2002b). En slik metode tar en objektiv avstand til forskningsdeltakerne og deres miljø, og studerer observerbare fenomen og bruker statistikk for å analysere de innkomne data (Gall, Gall & Borg, 2007).

Det vil være mulig å se på forholdet mellom matematikkunnskap og vokabular ved å se på korrelasjoner mellom variablene. Det vil også være rimelig å vurdere forholdet mellom de ulike variablene mer utfyllende gjennom regresjonsanalyser. Selv om data fra samme tidspunkt i liten grad kan si noe om årsaksforhold, vil allikevel regresjonsanalyser kunne gi noe informasjon om forholdet mellom variablene. Med utgangspunkt teori og empiri om at vokabular forklarer variasjon i matematikkferdighet, vil det være naturlig å undersøke forholdet gjennom en regresjonsanalytisk tilnærming.

3.2 Utvalg

Utvalget for studien knytter seg til to byskoler valgt ut til KISP-prosjektet. I denne undersøkelsen er resultatene til alle elevene på 8. trinn (12 -13 år) med norsk som morsmål, og samtykke til deltakelse i prosjektet benyttet og undersøkelsen bygger på pretest-data. Minoritetsspråklige elever er ikke tatt med i utvalget, fordi deres norskvokabular kan være misvisende i forhold til morsmålsvokabularet, og dermed også gi et feilaktig bilde på forholdet mellom vokabular og matematikk. Utvalget på 8.trinn består av 112 elever med 58 gutter og 54 jenter. På noen tester var det frafall elever (missing) på grunn av fravær den dagen testen ble gjennomført. Det største frafallet finnes på nasjonale prøver i regning (9 missing). Dette skyldes at denne testen gjennomføres kun en gang, uten mulighet for å ta igjen for de elevene som var borte denne dagen, da den er styrt av skolesystemet og ikke skolen selv. Fraffallet på WISCIII (5), BPVS (5) og Raven (1) er av samme grunn lavere, men det kan likevel skyldes fravær i testperioden. Utvalget av informanter er derfor det man kan kalle et klyngeutvalg, der alle individene i en naturlig gruppe, som klassen, er brukt (Lund, 2002b).

3.3 Gjennomføring

Innsamlingen av pretest-data ble første gang gjennomført høsten 2009. 9 masterstudenter, samt forskningsassistenter, har deltatt i innsamlingen av data på de individuelle testene og har i vesentlig grad testet elevene individuelt. Skriftlige prøver, samt en kognitiv test, ble gjennomført i klasserommet av henholdsvis lærer og forskningsassistenter. Den individuelle

testsituasjonen foregikk på et eget rom hvor eleven var alene med testlederen. Testingen tok mellom 45 – 60 minutter, avhengig av elevens alder og de testene de ble presentert for.

Gjennom deltakelse av pretestingen ble de innsamlede resultatene gjort tilgjengelige som datamateriale for masterstudentenes oppgaver.

3.4 Testmateriell

Elevene i utvalget er blitt testet av et omfattende testbatteri både skriftlig og muntlig, i gruppe og individuelt. Denne masteroppgaven tar utgangspunkt i tester som belyser elevenes matematikkunnskap ekspressive- og reseptive vokabular, og nonverbale evner.

3.4.1 Matematikkunnskap

Nasjonale prøver i regning skal kartlegge i hvilken grad elevenes regneferdigheter er i samsvar med kompetansemål der regneferdigheter er integrert. Dette innebærer at nasjonale prøver i regning ikke er en prøve i matematikk som fag, men en prøve i regning som grunnleggende ferdighet, det vil si som del av fagkompetansen i alle fag (Utdanningsdirektoratet, 2009 s.8). Kartleggingsprøven er utarbeidet av matematikksenteret, nasjonalt senter for matematikk i opplæringen, og det ble lagt vekt på at elevene skal vise at de kan forstå, reflektere over og vurdere resultater (ibid). Denne prøven har ikke mulighet for innsyn på dette tidspunktet, da den hemmeligholdes nasjonalt og ble gjennomført på pc. Vi må derfor ta utgangspunkt i resultatene for å vurdere hva den målte.

3.4.2 Vokabular

Det reseptive vokabularet er kartlagt med British Picture Vocabulary Scale II (BPVS II). Den engelske versjonen er standardisert for 3 til 18 år (Dunn, Dunn, Whetton & Burley, 1997).

En norsk versjon er oversatt, standardisert og normert av forskere ved Institutt for spesialpedagogikk. Denne er standardisert fra 3 til 15 år. Den norske versjonen av testen består av 12 blokker, med 12 ord i hver blokk (Dunn et al., 1997; Lyster, Rygvold & Horn). Testingen avsluttes ved åtte feil i samme blokk. For hvert ord presenteres barna for fire

bilder, og de skal peke på det bildet de synes passer best til ordet testleder sier. Testen har økende vanskelighetsgrad.

Ekspressivt vokabular er testet med deltesten ordforklaring i Wechsler Intelligence Scale for Children - third edition (WISC III). Dette er en kartleggingstest designet for vurdering av generelle kognitive evner hos barn og unge i alderen 6 til 16 år (Pearsonassessment, 2009).

I testen stiller testleder eleven et spørsmål om innholdet av et ord, slik som ”hva betyr/ er en sykkel?”. Testen har en oversikt over godkjente svarkategorier, hvor generelt eller konkret svaret kan være for å gi poeng. Eleven svarer etter beste evne, og kan få hjelpende spørsmål fra testleder som ”kan du si noe mer om det?”, eller ”kan du si noe annet om det?” om han ikke er innenfor rammene for poeng. Kvaliteten på svaret er definert i manualen og gir henholdsvis 2, 1 eller 0 poeng.

3.4.3 Kontrollvariabel

Korrelasjonene er kontrollert med Raven for å se i hvilken grad nonverbale evner kan forklare sammenhengen mellom matematikk og vokabular.

Raven er en nonverbal evnetest/ problemløsningsoppgave der den som testes skal fylle ut manglende biter i mønstre og finne systemer i mønstre som presenteres. Det er stigende vanskegrad, men elevene gjennomfører hele prøven (Sattler, 2002).

3.5 Analyse

De utvalgte data for masterprosjektet er blitt analysert ved bruk av statistikkprogrammet ”Statistical Packages for the Social Sciences” (SPSS). Materialet har blitt analysert med deskriptiv- og analytisk statistikk. Det er også brukt (hierarkisk) regresjonsanalyse for å styrke kontrollen for en tredjevariabel som kan forklare sammenhengen mellom vokabular og matematikk. Noe som vil kunne styrke resultatenes indre validitet (Kleven, 2002b).

I den deskriptive delen blir de ulike testskårene fremstilt i en frekvenstabell hvor skårenes gjennomsnitt, standardavvik, minimale og maksimale skåre, skårefordelingens skjevhet (symmetri) og kurtosis (spisshet) og mål for reliabilitet, Cronbachs Alpha, blir presentert.

I den analytiske delen benyttes Pearsons produkt-moment korrelasjon (Pearsons r) som verktøy for å studere størrelsen på sammenhengen mellom de ulike variablene. Pearsons r er en korrelasjonskoeffisient som kan regnes ut når begge variablene som ønskes korrelert er uttrykt som kontinuerlige variabler (Gall et al.,2007).

Regresjonsanalyse blir benyttet for å se i hvor stor grad de uavhengige variablene kan forklare skårene på den avhengige variabelen matematikkunnskap. Da dette masterprosjektets data er målt innen samme tidsrom, er det vanskelig å avgjøre hvilke variabler som påvirker hverandre, og hvordan de i så fall gjør det. Da denne oppgaven har et ikke-eksperimentelt design, vil derfor regresjonsanalysen bli brukt som en kontroll for å se i hvilken grad de ferdigheter som måles av testen for matematikkunnskaper kan forklares ut i fra de andre variablene. Siden denne oppgaven arbeider ut i fra en mulig antagelse om at vokabular kan forklare variasjonene i matematikkunnskap, vil regresjonsanalysen kontrollere for de korrelasjonsfunnene ved å se på de nonverbale evnenes påvirkning.

Alle testskårene behandles i denne oppgave er råskårer.

3.6 Validitet

I forskning brukes observerbare forhold som indikator på noe umålbart, noe som innebærer en usikkerhet spesielt innen fagfelt som pedagogikk (Lund, 2002a). En undersøkelses validitet sier noe om i hvilken grad relevant bevis støtter bedømmelsen om en slutning er sann eller ikke (Shadish, Cook & Campbell, 2002). Derfor er det viktig å ta hensyn til de ulike slutningsformene og de truslene som kan svekke disse og føre til at feilaktige slutninger blir tatt.

For å kunne tolke et forskningsspørsmål, må validiteten ved de ulike aspektene av undersøkelsen vurderes (Kleven, 2002a, s.141). Cook og Campbell (1979) har utformet et generelt validitetssystem for kausale undersøkelser, hvor de deler validitet i fire undergrupper; statistisk validitet, indre validitet, ytre validitet og begrepsvaliditet (Cook & Campbell, 1979 ref. i Lund, 2002). Hver av validitetstypene representerer mulige feilfaktorer, trusler, som kan gjøre det vanskelig å oppnå valide/riktige slutninger (Lund, 2002a). Disse truslene kan føre til at vi delvis eller totalt trekker feil slutning i forhold til den statistiske validitetens slutning om kovarians, den indre validitetens slutning om kausalitet,

den ytre validitetens slutning om generalisering og begrepsvaliditetens slutning om begrep/ begrepskonstruksjon (Shadish et al., 2002). Validitetstypene, og de aktuelle truslene for denne undersøkelsen, blir her kort presentert for senere drøftes i kapittel 5.

Da denne undersøkelsen er en kvantitativ undersøkelse uten eksperimentelt design innehar den ikke like mange trusler som kvalitative undersøkelser med eksperiment. Trusselen mot den indre validitet er til gjengjeld større (Lund, 2002a). Den *statistiske validiteten* handler om at sammenhengen mellom avhengig variabel, matematikkunnskap, og uavhengig variabel, ekspressivt og reseptivt vokabular, er statistisk signifikant eller rimelig sterk (Lund, 2002a; Shadish et al., 2002). Trusler mot den statistiske validiteten innebærer fare for feilslutninger om kovariansen mellom variablene (Shadish et al., 2002). Om sammenhengen mellom variablene ikke er statistisk signifikante eller statistisk svake, vil slutninger om kovariansen bli feilaktig og det vil være mulig å gjøre to ulike slutningsfeil. Type I-feil forkaster riktig hypotese om ingen sammenheng mellom variablene, 0-hypotesen. Type II-feil aksepterer gal hypotese om ingen sammenheng mellom variablene, 0-hypotesen (Shadish et al., 2002). Da denne oppgaven skal besvare et forskningsspørsmål, og ikke behandle en hypotese, vil sammenhengen mellom variablene, hvor stor del av variansen som kan forklares, være hovedfokus. Type I- og type II feil er derfor av mindre betydning.

Den statistiske styrken er delvis avhengig av hvor stort utvalget er. Størrelsen på utvalget vil kunne påvirke korrelasjonen fordi det gir større statistisk styrke (Shadis et al., 2002). Desto større utvalg, jo større sannsynlighet er det for å finne en sammenheng som er signifikant. Utvalget for denne oppgaven kan sies å være relativt stort (). Påvirkning fra andre irrelevante faktorer kan likevel utgjøre en trussel. Testene som blir benyttet må måle det de er tiltenkt ellers vil den dårlige test- og målingsreliabiliteten svekke den statistiske styrken på kovariansen (Shadish et al., 2002). I tillegg vil en over- eller underestimeringen av kovariansen svekke sannsynligheten for å trekke en valid slutning om kovariansen (Shadish et al., 2002).

Den Indre validiteten viser til sammenhengen mellom variabelen for matematikkunnskap og variablene for vokabular, og i hvilken grad det kan trekkes en klar kausal sammenheng mellom dem. Trusselen mot den indre validiteten vil være om den kausale sammenhengen blir påvirket av andre tilfeldige variabler vi ikke har kontroll på (Lund, 2002a; Shadish et al., 2002). I denne ikke-eksperimentelle, ikke-longitudinelle studien representerer rekkefølgen på

den kausale ordenen er et reelt problem (Shadish et al., 2002). Fraværet av manipulering av uavhengig variabler gir svekket kontroll på fordeling over forsøksbetingelsene. Det vil derfor være vanskelig å skille mellom hvilken variabel som utgjør en årsak og hvilken som utgjør en virkning (retningsproblemet) (Lund, 2002a). Vanskene med å kunne si i hvilken grad det er vokabular som er årsaken til utvikling av matematikkunnskap, og ikke motsatt fører til at den indre validiteten her vil kunne være lav og ha flere trusler mot seg (Kleven, 2002a).

Det kan også ha oppstått uavhengige hendelser i forkant av undersøkelsen som påvirker den enkelte elevs forutsetninger, og dermed også resultat (historieproblemet). Måleinstrumentene eller prosedyren som påvirker resultatet (instrumenteringsproblemet og testsituasjonen) vil også kunne påvirke den kausale slutningen (Lund, 2002a). Da noen av elevene i denne undersøkelsen var borte de dagene testene ble gjennomført vil det oppstå "hull" i datamaterialet, siden man ikke vil kunne sammenligne denne elevens skårer på alle de aktuelle testene. Undersøkelsen har da et frafall (missing), som kan utgjøre en trussel (Gall et al., 2002; Lund, 2002a).

Den ytre validitet viser til i hvilken grad det kausale forhold mellom variablene matematikkunnskap og vokabular lar seg generalisere fra den kontekst undersøkelsen er gjort i og til eller over andre relevante individer, situasjoner og tider (Lund, 2002a; Shadish et al. 2002). I denne studien vil over-generalisering, til fordel for til-generalisering, være aktuelt. Dette fordi det i grunnforskning stort sett foretas over-generaliseringer, fra et lite utvalg til en bredere (Lund, 2002a).

Truslene mot den ytre validiteten kan være rettet mot flere av generaliseringsaspektene. Resultater fra en gruppe kan være lite generaliserbart til andre liknende grupper fordi resultatene kan være så spesielle at de ikke lar seg generalisere (individthomogenitet) (Lund, 2002a; Shadish et al. 2002). De kausale slutningene som framkommer av denne oppgaven, vil være preget av de tester, det utvalg av elever og elevenes bakgrunn. Denne trusselen kan svekkes ved å benytte heterogene grupper, men dette vil igjen kunne svekke den indre validiteten (Lund, 2002a). Det er konseptet bak interaksjonen som er det viktige for den ytre validiteten, at elevgruppen, testsituasjonen og tiden for testingen kan stemme overens med og være gyldige for andre elevgrupper, situasjoner og tider. Ytre validitet kan styrkes ved å benytte teori og resultater fra annen forskning (Lund, 2002a).

Begrepsvaliditeten viser til den grad av samsvar mellom begrepet slik det er definert teoretisk, og begrepet slik vi lykkes med å operasjonalisere det (Kleven, 2002a, s.150). Det er samsvaret mellom teoretisk begrep og operasjonalisert begrep som avgjør om det er begrepsvaliditeten er (Kleven, 2002a, s.145). I hvilken grad målene for matematikkunnskap og vokabular, er representative indikatorer på innholdet i begrepene, og om målene er påvirket av andre begrep som er irrelevante i sammenhengen (Kleven, 2002a, s.142; Shadish et al., 2002). Begrepsvaliditeten må være god på både den avhengige og den uavhengige variabelen (Kleven, 2002a).

Et begrep kan representere tre ulike komponenttyper; det relevante begrepet, irrelevante begrep eller usystematiske feil. De to siste komponentene utgjør en trussel mot validiteten (Lund, 2002a, 120). Truslene mot begrepsslutningene er irrelevante komponenter på årsaks- eller effektsiden (Lund, 2002a). Irrelevante begrep kan forekomme om begrepsforklaringer blir utilstrekkelige, noe som kan føre til ukorrekte slutninger om forholdet mellom operasjonalisering og begrep (Shadish et al., 2002). I tillegg vil fremmede variabler kunne påvirke begrepsoperasjonaliseringen, da operasjonalisering ofte involverer mer enn kun ett begrep. Enhver operasjonalisering kan både underrepresentere begrepene av interesse og måle irrelevante begrep (mono-operationalization bias) (Shadish et al. 2002).

Usystematiske feil er tilfeldig målingsfeil, som kan sammenlignes med flaks og uflaks, slik som dagsform. De påvirker målingene som oppfører seg tilfeldig, men vil jevne seg ut i det lange løp (Kleven, 2002a). Systematisk målingsfeil er faktorer som påvirker målingene likt hver gang, slik som at noen elever er mer velformulerte i sine svar enn andre, og skårer litt høyere på grunn av dette (Kleven, 2002a). De systematiske målingsfeilene gir et mer eller mindre feilbilde på det som skal måles, det sniker seg inn irrelevant informasjon. Ulike måter å operasjonalisere begrepet på fanger opp ulike sider ved begrepet og får ulike typer irrelevant variasjon (Kleven, 2002a).

Klassisk reliabilitetsteori knytter seg til usystematiske tilfeldige feil, mens systematiske målingsfeil knyttes til validitetsteori (Gall et al., 2007). Selv om reliabilitet er avgjørende for validitet, vil det ikke si at testskårer med god reliabilitet automatisk fører til gyldige slutninger om skårer. Vi må også kjenne til testen og hva som blir målt (ibid). I dette forskningsprosjektet er det benyttet internasjonalt anerkjente prøver, som i stor grad benyttes av forskere på feltet. Disse testene har en bestemt form for utførelse, med hva som er lov å si

og ikke. En av testene krever også autorisasjon av testlederen. Nasjonale prøver er av god kvalitet og oppfyller kravene til validitet satt av Kunnskapsdepartementet og utdanningsdirektoratet (Utdanningsdirektoratet, 2009).

3.7 Reliabilitet

At en undersøkelse er reliabel vil si at den måler nøyaktig det den er tilsiktet å gjøre, at ingen tilfeldige eller usystematiske målingsfeil forstyrrer resultatdataene (Kleven, 2002a). I hvilken grad en test måler nøyaktig det den er ment å måle, avhenger av hvor vidt dataene er fri for eventuelle målingsfeil. Klassisk reliabilitetsteori prøver kun å svare på hvor pålitelig testen måler det den måler, uten å uttale seg hva det er som måles (Kleven, 2002a). Reliabiliteten på en undersøkelse kan estimeres ved å regne ut korrelasjonen mellom to målinger. Er data på intervallskalanivå brukes Pearson's produkt-moment-korrelasjon til å estimere reliabiliteten, reliabilitetskoeffisient (Kleven, 2002a).

Reliabilitet og validitet er altså ikke å forstå som krav det er mulig å oppfylle helt, men reliabilitetssvikt og validitetssvikt er momenter som må tas hensyn til ved tolkning (Kleven, 2002a). Alle testene brukt i denne oppgaven er standardiserte og anerkjent som reliable tester, noe som jo er forutsetningen for å kunne trekke valide slutninger (Gall et al., 2007). Reliabilitetskoeffisienten regnes ut i fra estimert sann skåre og målingsfeil. Målene for denne koeffisienten er fra ingen = 0,00 til full reliabilitet = +/-1,00 (full overensstemmelse eller full uoverensstemmelse). Tester med en reliabilitet på 0.80 eller mer er gode tester. Standardiserte tester kan ofte oppnå en reliabilitet helt opp til 0.90 (Gall et al., 2007). Indre konsistens (internal consistency) er en estimering av testskåre reliabilitet i forhold til hver enkelt del av testen i testen (ibid.). I denne oppgaven vil testskårenes konsistens måles med Cronbach's alpha coefficient (α).

3.8 Etske hensyn som må ivaretas i prosjektet

Alle forskere må gjøre en nøyaktig vurdering både før, under og etter gjennomføringen av et forskningsprosjekt, av etiske hensyn i forhold til deltakerne (Gall et al., 2007). Forskeren er pliktig til å informere deltakerne, de som er gjenstand for forskningen, om

forskningsprosjektets hensikt og hvilke følger deres deltakelse vil få. Deltakerne må også bli informert om at deres deltakelse er frivillig, og at de når som helst kan trekke seg uten begrunnelse (Nasjonal forskningsetisk komité for humaniora og samfunnsfag [NESH], 2009). For å bruke informanter i et forskningsprosjekt må de avgi et samtykke. Om deltakerne er under 15 år er dette opp til foreldrene, men barnas aksept er nødvendig (ibid). Den informasjon forskeren får om deltakeren må bli behandlet konfidensielt, slik at bruken og formidlingen av informasjonen ikke skader deltakeren (ibid).

Den informasjon forskeren får tilgang på under undersøkelsen må kun brukes slik den er ment, og gitt tillatelse for, og ikke kunne misbrukes. Sensitive opplysninger vil kunne skade og ødelegge for deltakeren om den kan kobles opp i mot individet. I min oppgave vil disse sensitive opplysningene være resultatet på testene som tas. Siden det er en kvantitativ oppgave, vil det ikke være like mange sensitive opplysninger å håndtere som det ofte kan være i en kvalitativ undersøkelse. Likevel må man behandle deltakernes data med respekt og forsiktighet. Elevenes identitet ble kodet med id-nummer i den videre bearbeiding av dataene for å hindre gjenkjennelse av vedkommende.

Da denne oppgaven er en del av hovedprosjektet KISP, følger den de etiske retningslinjene i forhold til innsamling og bruk av data. Prosjektplanen for KISP-prosjektet er godkjent av Norsk samfunnsvitenskaplig datatjeneste (NSD). Informasjon til foreldrene i forhold til samtykke var allerede sendt ut da vi studentene kom inn i prosjektets datainnsamling.

I en testsituasjon hvor man fungerer som testleder er det viktig å tenke over i hvilken grad man selv er med på å påvirke testsituasjonen. Testsituasjonen er en konstruert situasjon for eleven og testleder er som regel en ukjent person. For at testen skal måle testpersonenes evner og kunnskaper det viktig at eleven føler seg trygg, presterer sitt beste og at resultatene ikke blir påvirket av ubehag i testsituasjonen.

På den andre siden er det alltid ting man ikke kan kontrollere. En slik ting er elevenes trang til å konkurrere og å sammenligne seg selv med sine klassekamerater. Utenfor testsituasjonen vil spørsmål om hvor langt en kom, og hvordan man presterte i forhold til sine medelever bli stilt. Elevene kan i slike samtaler oppleve at de ikke har kommet like langt som de andre. I slike situasjoner blir det tydelig at alle er ulike, noe elevene selvfølgelig også vet. Det eneste man kan gjøre for å ”forebygge” slike situasjoner er å gi eleven en god opplevelse av å ha

blitt testet. Etter endt testsituasjon vil det alltid være mulig å påpeke en sterk side og takke så mye for deltakelsen.

4. Resultat

Studiens hovedmål har vært å se på forholdet mellom matematikkunnskap og vokabular hos 8.trinns elever, i hvor stor grad vokabular kan forklare matematikkunnskap. I dette kapitlet vil resultatene på testene presenteres ved deskriptiv statistikk, korrelasjons- og regresjonsanalyse.

4.1 Deskriptiv statistikk

Den deskriptive statistikken viser gjennomsnittsskåre, standardavvik, minimums- og maksimumsskåre, skjevhet, kurtosis og Chronbachs Alpha (α) for de data oppgaven bygger på. Fordelingen blir beskrevet ut i fra skjevhet og kurtosis, da de viser til fordelingen i forhold til normalfordelingen. Skjevhet viser om fordelingene er skjeve eller symmetriske. Kurtosis viser om fordelingene er spissere eller mer flattrykket i forhold til normalfordelingene. For både skjevhet og kurtosis vil et lite avvik fra normalfordelingen gi verdier inntil -1 og 1, moderat avvik gir verdier inntil -2 og 2, sterkt avvik gir verdier inntil -3 og 3 og svert sterke avvik gir verdier over -3 og 3 (Christophersen, 2006).

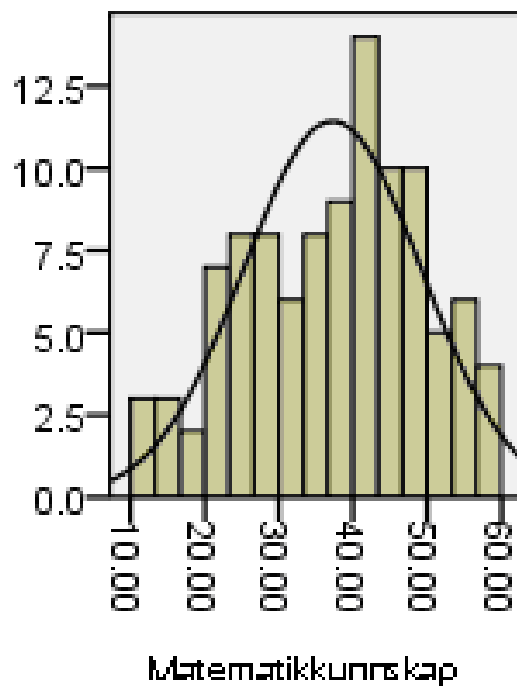
Tabell 1 viser utvalgets fordeling over resultater på testene

Tabell 1 Deskriptive data for testresultatene

Variabel	N	Gj.snitt	St.avvik	Min- Max	Skjevhet	Kurtosis	Cronbachs
							Alpha (α)
Mat.kunnsk.	103	37,20	11,97	10-58	-0,29	-0,72	-
Ekspr.vok.	108	36,57	7,18	13-56	-0,12	0,48	0,80
Resept.vok.	108	121,82	9,00	81-137	-1,69	4,67	0,87
Nonverb.e.	111	44,88	7,78	14-59	-1,43	3,01	-

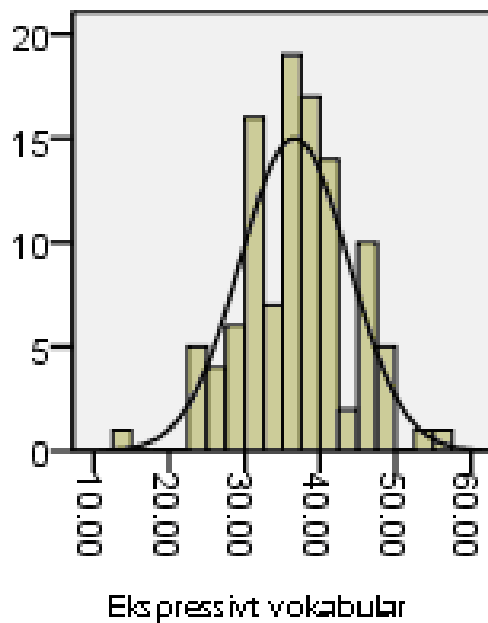
Reliabiliteten på de tilgjengelige testene viser her skårer mellom på 0,80 og 0,87 som er innenfor det Gall et al. beskrev som gode reliabilitetsmål for tester (Gal et al., 2002). På målet for matematikkunnskap er ikke reliabilitetsmål tilgjengelig fordi det ikke er mulighet for innsyn på dette tidspunkt. Målet for nonverbale evner har heller ikke tilgjengelig reliabilitetsmål fordi enkelt-item ikke er blitt lagt inn i de tilgjengelige datafilene for prosjektet.

For å vise testresultatene mer visuelt følger også en form av histogram slik disse fremkommer i SPSS.



Figur 1 Fordeling av skårer på matematikkunnskap (Nasjonale prøver regning)

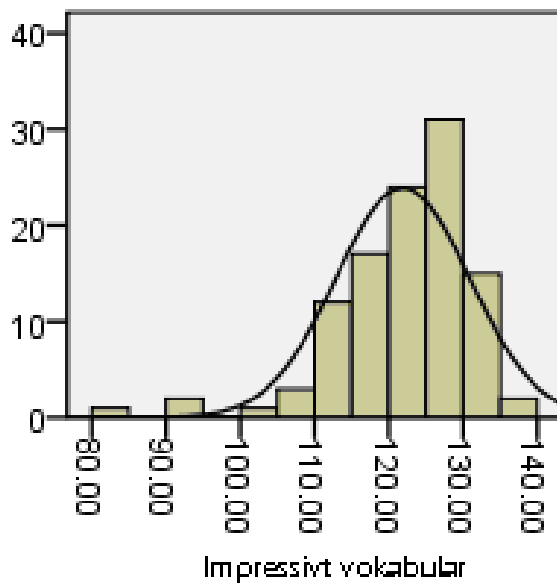
Resultatene for matematikkunnskap viser lite avvik fra normalfordelingen både i skjevhet (-,29) og kurtosis på (-,72). Altså kan resultatene på den avhengige variabelen sies å være tilnærmet normalfordelt. Lavest oppnådd skåre i testen er 10 og høyest oppnådd skåre er 58. Testens mulige skårespenn går fra 0 til 5. Gjennomsnittet ligger på en oppnådd skåre på 37,20 (median 39) Et standardavvik på 11,97 viser at det er stor spredning i elevenes matematikkprestasjoner.



Figur 2 Fordeling av skårer på ekspressivt vokabular (WISC III)

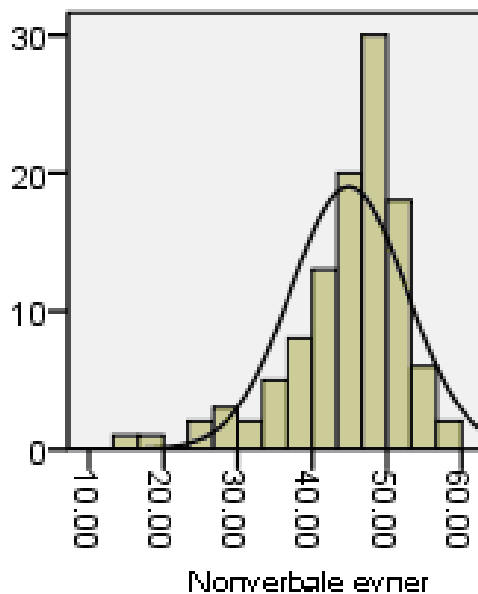
Resultatene for det *ekspressive vokabularet* viser også lite avvik fra normalfordelingen med en skjevhet på -0,13, og en kurtosis på 0,48. Gjennomsnittet ligger på 36,57 som er nært medianen på 37. Standardavviket er 7,18. Lavest oppnådde skåre på testen er 13 og høyest oppnådde skåre er 56. Lavest og høyest mulig skåre på testen er 0-60.

På denne variabelen kan det se ut til at en av skårene utgjør en uteligger, med en skåre på 13, 10 under den nest laveste skåren. Analyser gjort med denne skåren fjernet fra dataene utgjør liten forskjell, og den vil derfor fortsatt være med i dataene. I videre analyser innenfor prosjektet bør allikevel dette individuelt vurderes.



Figur 3 Fordeling av skårer på impresivt vokabular (BPVS)

Resultatene for det reseptive vokabularet viser en svak negativ skjevhet på $-1,69$ og en meget sterk positiv kurtosis på $4,67$. Dette kan tyde på at denne variabelen har en sterk samling av positive skårer. Elevene i undersøkelsen har i snitt en høy skåre når det gjelder reseptivt vokabular. Denne skjevheten i resultatene vises også i forskjellen på gjennomsnitt ($121,83$) og median (124). Gjennomsnittet på denne testen er helt i tråd med den normeringen Lyster, Rygvold og Horn har presentert (foreløpig internt dokument). Dette styrker validiteten for de data som er i testen. Standardavviket på $9,02$ understreker at skårene har en skjev fordeling. I denne oppgaven var lavest oppnådd skåre 81 og høyest oppnådd skåre 137 . Testen har et skårespenn på 0 til 144 .



Figur 4 Fordeling av skårer på nonverbale evner (Raven)

Resultatet for *nonverbale evner/ kontrollvariabelen* viser en skjevhet som i liten grad avviker fra normalfordelingen (-1,43), mens *kustosis* viser et sterkt avvik (3.0). Dette kan tyde på at skårene har en opphopning i øvre del av skalaen. Dette avviket viser seg også i forskjellen mellom gjennomsnitt (44,88) og median (47). Standardavvik på 7,77. Lavest oppnådd skåre på testen er 14 og høyest oppnådd skåre er 59. Testens mulige skårer er mellom 0 og 60.

Det kan fra histogrammet synes som en eller to personer kan betegnes som uteliggere. Frekvensoversikten gir imidlertid ikke et klart tegn til dette. Ingen er derfor utelukket fra videre analyser.

4.2 Korrelasjon

Graden av sammenheng mellom to variabler, matematikkunnskap og henholdsvis ekspressivt vokabular, reseptivt vokabular og nonverbale evner, er analysert med bruk av bivariate korrelasjoner. Målene for sammenheng mellom de ulike variablene går mellom 0 og +/-1, der +/-1 er en fullstendig positiv/negativ sammenheng (Gall et al. 2007). I pedagogisk forskning er det mange faktorer som spiller inn på de ferdighetene eller tendensene som skal måles.

Siden elevene er testet med ulike tester, blir korrelasjonskoeffisienten Pearsons r brukt til å avgjøre størrelsen på forholdet mellom testskårene. Korrelasjonskoeffisienten måler korrelasjonens retning og undersøker mulige kausale forhold, altså hvordan skårene på et mål kan brukes til å forutse skåren på et annet mål (de Vaus, 2002). Korrelasjonen kan også forklares prosentvis, ved å kvadrere r, og få uttrykket for forklart varians (Sørensen, 2009). I SPSS blir Pearsons r automatisk signifikanttestet, slik at 0-hypotesen tilsvarer en korrelasjon på 0. Pearsons r oppdager kun lineære forhold, r gir mål for retning, mens r² gir mål for forholdets styrke (ibid). I denne oppgaven vil tas utgangspunkt i de Vaus (2002) sin skala for korrelasjonskoeffisientstyrke: 0,01 og 0,09 = veldig lav, tilnærmet ikkeeksisterende korrelasjon, 0,10 - 0,29 = lav korrelasjon, 0,30-0,49=moderat korrelasjon, 0,50-0,69=høy korrelasjon, 0,70-0,89=veldig høy korrelasjon og 0,90+ =nær perfekt korrelasjon (de Vaus, 2002, s.259). I denne tabellen er kontrollvariabelen tatt med, da den høye korrelasjonen den oppnår er verdt å kommentere.

Tabell 2 Korrelasjonstabell for sammenheng mellom alle variablene

	1	2	3
1 Mat.kunnsk..	-	-	-
2 Ekspr.vok.	0,549**	-	-
3 Resept.vok.	0,447**	0,554**	-
4 Nonverb.e	0,678**	0,454**	0,642**

Mat.kunnsk. = matematikkunnskap, ekspr.vok. = ekspressivt vokabular, resept.vok.= reseptivt vokabular, nonverb.e= nonvervale evner

** Korrelasjonen er signifikant på 0,01-nivå med tohalet test.

Målene for matematikkunnskap og de andre variablene viser relativt høye mål for relasjonene, med korrelasjoner fra 0,45 ($p < 0,01$) til 0,67 ($p < 0,01$).

Matematikkunnskap og ekspressivt vokabular viser høy korrelasjon (0,549). r² viser at variablene deler en variasjon på 30, 1 %, det vil si at om man vet skåren på den ene

variabelen, vil man med 30,1% sannsynlighet kunne gi skåren på den andre variabelen (de Vaus, 2002). Den variabelen matematikkunnskap korrelerer svakest med i undersøkelsen er reseptivt vokabular, som viser en moderat korrelasjon (0,447). r^2 viser på denne korrelasjonen at 19,9% av variasjonen er lik mellom variablene.

Den sterkeste korrelasjonen finnes mellom matematikkunnskap og nonverbale evner, 0,678. r^2 viser at variablene deler en variasjon på 45,9%.

Målene for de andre variablene viser også relativt høye korrelasjoner, med mål fra 0,454 til 0,642. Relasjonen mellom ekspressivt vokabular og reseptivt vokabular viser en høy korrelasjon (0,554), og r^2 viser at 30,7% av variasjonen er lik mellom variablene. Relasjonen mellom ekspressivt vokabular og nonverbale evner viser en moderat korrelasjon (0,454), som viser at variablene kovarierer med 20,6%. Relasjonen mellom reseptivt vokabular og nonverbale evner har en høy korrelasjon (0,642), og kan forklare 41,2% av kovariansen.

Målet for nonverbale evner har de sterkeste korrelasjonene til forholdsvis matematikkunnskap og reseptivt vokabular (0,678 og 0,642), noe som kan tyde på at disse testene også innehar en stor del som også retter seg mot nonverbale evner. Den høye korrelasjonen mellom matematikkunnskap og nonverbale evner er der i mot mer interessant, og kan tyde på at målene for matematikkunnskap ikke bare måler matematikkunnskap, men også mer generelle ferdigheter.

4.3 Regresjonsanalyse

Målene for nonverbale evner vil i denne oppgaven brukes som kontrollvariabel.

Kontrollvariabler brukes for å styrke den indre kontrollen i ikke-eksperimentelle design.

Kontrollen vil aldri bli like sterk som i en et randomisert eksperiment, men vil bedre de ikke-eksperimentelle resultatenes indre validitet (Kleven, 2002b).

Regresjonsanalyse gir en form for statistisk kontroll som tar for seg alternative forklaringer gjennom selve dataanalysen og gjør det mulig å forutse skårer på den avhengige variabelen når skårene på den uavhengige variabelen er kjent (Kleven, 2002b). Denne analysemetoden kan gi et innblikk i hvor stor unik påvirkning hver av de uavhengige variablene har på den avhengige variabelen (De Vaus, 2002). Hvor stor del av variasjonen i den avhengige

variabelen den kan forklare (Kleven, 2002b). I dette tilfellet, der det er en høy korrelasjon mellom de uavhengige variablene kan det være vanskelig å avgjøre det unike bidraget hver enkelt variabel står for, men ved å ”kjøre” tredjevariabelen nonverbale evner inn i analysen i ulike ”steg” vil vi kunne ha kontroll på de ulike bidragene.

Tabell 3. Regresjonsanalyse med matematikkferdighet som avhengig variabel

Steg	Variabel	R Square Change	P
1	Nonverbale evner	0,472	0,000
2	Reseptivt vokabular	0,000	0,838
3	Ekspressivt vokabular	0,086	0,000

P= Significance F Change

I tabell 3 ser vi at analysen viser at nonverbale evner forklarer 47,2 % av elevenes matematikkunnskaper, hvilket innebærer at generelt evnenivå spiller en stor rolle for elevenes matematikkutvikling. Som det fremgår her har reseptivt vokabular ingen signifikant bidrag til forklaringen. Det ekspressive vokabularet der i mot forklarer 8,6% av variansen for matematikkunnskap når variabelen ”kjøres inn” i analysens 3. steg. Målet for matematikkunnskap viser altså å avhenge mest av generelle evner og ekspressivt vokabular.

Når rekkefølgen på de uavhengige variablene endres viser der i mot analysen en annen variansforklaring (Se vedlegg, regresjonsanalyse 2). Om reseptivt vokabular ”kjøres inn” som første uavhengige variabel viser analysen at den kan forklare 19,9% av variansen for matematikkunnskap. Som 2. uavhengig variabel viser ekspressivt vokabular 13,3%. Mens nonverbale evner viser en forklart varians på 22,7% når den ”kjøres inn” som siste uavhengig

variabel. Dette viser den store overlappende graden av nonverbale evner og vokabular, spesielt for reseptivt vokabular.

Om de to variablene for vokabular kjøres inn i regresjonsanalysens første steg kan den forklare 33,1% av variasjonen, mens nonverbale evner kan forklare 22,7% av den gjenstående variasjonen (Se vedlegg, regresjonsanalyse 3). Når kjønn ”kjøres inn” i regresjonsanalysen som en kontrollvariabel etter nonverbale evner gir den ingen ytterligere forklaring av variansen i matematikk.

Målene er tatt på samme tidspunkt, og kan derfor ikke si noe konkret om årsak og virkning, men resultatene av regresjonsanalysen kan tolkes som en indikator på at vokabular er virker på matematikkunnskapen.

5. Drøftning av resultater mot teori og lignende empiriske studier

I dette kapittelet vil hovedfunnet fra analysedelen presenteres og benyttes som grunnlag for å besvare undersøkelsens forskningsspørsmål. Videre vil funnene drøftes opp i mot validitetsteori. Siste del av kapittelet vil drøfte funnene opp i mot den teori og empiri som er presentert tidligere.

5.1 Oppsummering av hovedfunn

Problemstillingen oppgaven bygges rundt omhandler sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap, og i hvilken grad vokabular kan sies å forklare matematikkunnskap. Resultatene fra analysene viser at det er moderat til sterke korrelasjoner mellom den avhengige variabelen for matematikkunnskap og begge de uavhengige variablene for vokabular. Variabelen for ekspressivt vokabular deler en felles variasjon med matematikkunnskap på 30,1%, mens variablene for reseptivt vokabular deler en felles variasjon på 19,9%. Dette kan tyde på en klar sammenheng mellom vokabular og matematikkunnskap. Regresjonsanalysen viser at når det er kontrollert for nonverbale evner er det likevel 8,6% unik variasjon av matematikkunnskap som kan forklares av ekspressivt vokabular. Nonverbale evner ser ut til å kunne forklare hele 47,2% av variasjonen i matematikkunnskaper. Den høye korrelasjonen mellom nonverbale evner og ekspressivt vokabular (20,6%) og reseptivt vokabular (41,2%) kan tyde på at målene for nonverbale evner også forklarer variansen i vokabular eller omvendt. Det kan også tyde på at nonverbale evner innehar et språklig komponent. Sett i forhold den høye korrelasjonen til matematikkunnskap støtter det sammenhengen mellom vokabular og matematikkvansker. Når de to variablene for vokabular ”kjøres inn” i regresjonsanalysen i et første steg får vi en forklart varians på 33,1%, mens nonverbale evner kan forklare ytterligere 22,7% av variasjonen i et andre steg.

Selv om dataene er samlet inn på samme tidspunkt, og det da kan være vanskelig å evaluere hvordan ulike kunnskaper påvirker hverandre. Vi kan med et teoretisk og et empirisk utgangspunkt, og egne empiriske funn, hevde at vokabular påvirker matematikkunnskap, og

ikke omvendt. I så måte blir svaret på problemstillingen at det er en klar sammenheng mellom matematikkunnskap og vokabular. Vokabular forklarer en tredjedel av variansen i matematikkferdigheter slik disse her er målt med nasjonale prøver. Selv når den store variansen som kan forklares av nonverbale evner er ”tatt ut”, kan vokabular forklare hele hele 8,6% ytterligere varians.

5.2 Resultatene i lys av validitetsteori

5.2.1 Statistisk validitet

Som nevnt tidligere fokuserer forskningsspørsmålet i denne oppgaven på korrelasjonens styrke, til fordel for å forkaste/ beholde en hypotese. Derfor blir ikke type I- og type II-feil tatt opp til drøftning.

Den statistiske validiteten er imidlertid sentral og delvis avhengig av størrelsen på utvalget. Denne størrelsen påvirker korrelasjonen nettopp fordi vi får større statistisk styrke (Shadish et al., 2002). Utvalget i denne oppgaven kan sies å være relativt stort, og utgjør derfor ikke en trussel. Målingsfeil er usystematiske feil, og vil i et stort utvalg ikke utgjøre en stor trussel (Lund, 2002a). Målingsfeil vil allikevel bli sett nærmere på under avsnittet om begrepsvaliditet.

Faren for over- og underestimering blir bekjempet ved at analysene viser signifikante og sterke korrelasjoner. I tillegg benyttes de Vaus` skala for korrelasjonskoeffisientstyrke (De Vaus, 2002). Sammenhengen mellom avhengig variabel, matematikkunnskap, og de uavhengige variablene reseptivt og ekspressivt vokabular har høye korrelasjoner (54,9 og 44,7) som viser en klar sammenheng. De andre resultatene i korrelasjonsanalysen var også signifikante.

Ut i fra dette kan vi anta at testene er statistisk valide, noe som gjør det aktuelt å se videre på de andre kvalitetskravene (Cook og Campbell ref. i Lund, 2002a).

5.2.2 Indre validitet

Kontroll over andre bakenforliggende variabler er vesentlig for den indre validiteten i en analyse, slik at det kan trekkes en klar kausal sammenheng mellom den avhengige og de uavhengige variablene (Lund, 2002a; Shadish et al., 2002). Som nevnt under avsnittet om statistisk validitet er statistisk styrke en viktig faktor, og vi kan si at en studie med et utvalg på 112 i utgangspunktet vil gi en slik styrke. Det ikke-eksperimentelle, og ikke longitudinelle designet fører der i mot til man må være forsiktig med å konkludere om denne styrkens kausale retning. Altså er retningsproblemet svært tilstedeværende i denne oppgaven (Lund, 2002a). For å bedre den indre validiteten kan man kontrollere for alternative forklaringer med en regresjonsanalyse (Kleven, 2002b). Kontrollvariabelen Raven, som viser mål for nonverbale evner, viste at de nonverbale evnene kan forklare 47,2% av matematikkunnskapene. Når disse evnene var kontrollert for viste likevel analysen at ekspressivt vokabular har en relativt sterk unik variasjon på 8,6%. Da denne oppgaven ikke kun baserer seg på resultatene fra de ulike analysene, men også på teoretiske og empiriske funn, vil de slutninger som tas ha en relativt sterk, men fortsatt ikke helt sikker kausalitet.

I regresjonsanalysen viste reseptivt vokabular ikke noe signifikant bidrag til forklaringen på matematikkunnskap. Da reseptivt vokabular der i mot ble "kjørt" først inn i regresjonsanalysen viste den at variabelen kan forklare 19,9%, mens ekspressivt vokabular viste 13,3% om den ble kjørt som nummer to. Dette viser at kontrollvariabelen og de uavhengige variablene overlapper hverandre i stor grad, og måler felles ferdigheter. Resultatene fra korrelasjonsstudien viser også en høy sammenheng mellom alle variablene i studien. Det er derfor mulig å stille spørsmålsteget ved Raven som kontrollvariabel i en studie av vokabular og matematikkunnskap. En kontrollvariabel bør ikke korrelere for med andre uavhengige variabler.

Måleinstrumentene og prosedyrene presenterer også en mulig trussel ved at de kan måle andre ting enn det de er tiltenkt å gjøre, og dermed påvirke den kausale slutningen feilaktig (Lund, 2002a). Da testene i denne oppgaven, som nevnt tidligere, er internasjonalt anerkjente tester og standardisert for bruk i Norge, kan vi gå ut i fra at det er en internasjonal enighet om at de er gode mål for henholdsvis reseptivt vokabular, ekspressivt vokabular og nonverbale evner. De reliabilitetsmålene tilgjengelig i denne masteroppgaven, for BPVS og ordforståelse i WISC III, viste 0,80 og 0,87 og bekreftet testenes gode kvalitet. Nasjonale prøver i

matematikk var den eneste testen brukt i denne oppgaven som ikke er en internasjonalt brukt test. I tillegg har den ingen tilgang for innsyn, på det nåværende tidspunktet. Testen oppfylder likevel validitetskravene satt av utdanningsdirektoratet og kunnskapsdepartementet, og må derfor antas å være god, ut i fra de validitetskrav som bør settes til slike prøver (Utdanningsdirektoratet, 2009). Testens kvalitet kan i dette tilfellet kun vurderes ut i fra resultatene. Resultatene av prøven viser overraskende stor variansforklaring fra nonverbale evner, noe som kan tyde på at den i tillegg til matematikkunnskap også måler mer generelle evner. Det vil si matematikkunnskap, slik disse testes på nasjonale prøver, kan i stor utstrekning forklares av ikke-verbalt evnenivå slik dette måles med Raven.

Frafall (missing) representerer en trussel mot den kausale slutningen (Gall et al., 2002; Lund, 2002a) På noen av testene var det frafall (missing) av elever på grunn av fravær de dagene testene ble gjort. Frafallet på testene er av relativt små størrelser, 9 til 1, på en total av 112 elever. Da dette kan sies å være et stort datamateriale, kan frafallet vurderes som usystematisk og tilfeldig. Det vil derfor være mulig å anta at det lille frafallet ikke ha noen innvirkning på resultatet.

5.2.3 Ytre validitet

Den ytre validiteten sier i hvilken grad det antatte kausale forholdet mellom vokabular og matematikkunnskap lar seg generalisere fra testsituasjonens kontekst, og over til andre relevante individer, situasjoner og tider (Lund, 2002a; Shadish et al., 2002). Om den kausale slutningen skal være generaliserbar må det være et typisk utvalg. Elevgruppen på et trinn kan være unik i den betydning at de kommer fra det samme geografiske området, og kanskje hører til de samme sosiale miljøene. De kan ha gått på den samme skolen i 8 år, og kan derfor ha en del av de samme erfaringene og kunnskapene å referere til. Mennesker fra samme boområde kan også ha tilsvarende levevilkår og økonomi. Individhomogenitet, som dette kan være et eksempel på, kan derfor være en trussel mot generaliserbarhet fra en gruppe til en annen gruppe (Lund, 2002a; Shadish et al., 2002). En gruppe er ikke bare en tilfeldig sammensetning av mennesker. Men når utvalget består av et helt trinn, vil det mest sannsynlig være en god spredning på elevenes skårer. Dette beviser den deskriptive analysen i denne oppgaven, som kan vise til skårer som ikke avviker stort fra normalfordelingen.

På bakgrunn av dette er det derfor ikke mulig å si noe generelt om forholdet mellom vokabular og matematikk. Derimot kan det sies at forholdet slik det her er målt på 8.trinn, og så lang vokabular og matematikk testes med de samme instrumentene jeg har brukt, viser at det er en klar sammenheng. Selv om dataene er samlet inn på samme tidspunkt og det da kan være vanskelig å evaluere hvordan ulike kunnskaper påvirker hverandre. Kan vi med et teoretisk utgangspunkt, og også ut fra empiriske funn, hevde at vokabular påvirker matematikkferdigheter og ikke omvendt. Ytre validitet styrkes ved bruk av teori og resultater fra andre fra annen forskning (Lund, 2002a).

5.2.4 Begrepsvaliditet

I den grad det er samsvar mellom det teoretiske begrepet og begrepet slik det ble operasjonalisert i studien, kan studien sies å ha begrepsvaliditet (Kleven, 2002a).

Begrepsvaliditeten kan der i mot trues av irrelevante begrep og usystematiske feil (Lund, 2002a). Som nevnt under avsnittet for indre validitet er frafall en usystematisk feil som kan svekke både indre- og begrepsvaliditet (Lund, 2002a). Usystematiske feil som målingsfeil må antas å forekomme i et stort utvalg, men vil på grunn av utvalgets størrelse ikke utgjøre noen trussel (Lund, 2002a).

En annen trussel som kan svekke begrepsvaliditeten er bruk av ulike diagnostiseringskriterier for de ulike vanskene. I denne oppgaven gjelder dette ikke de testene som er utført, men de studiene som er benyttet som teoretisk og empirisk grunnlag. Ulike kriterier fører til at studiene forsker på ulike testpersoner, og dermed får ulike resultater (Shadish et al., 2002). Dette utgjør en systematisk målingsfeil, som gir et feilbilde på det som måles (Kleven, 2002a). I denne undersøkelsen er ulike teoretiske og empiriske kilder benyttet, men da de alle kan sies å peke i samme retning, er det mulig å anslå at de ikke utgjør noen trussel mot begrepsvaliditeten.

5.3 Resultatene i lys av teoretisk og empirisk bakgrunn

Selv om analyseresultatene i denne studien viser en sammenheng mellom matematikkunnskap og vokabular gjør det ikke-eksperimentelle og ikke-longitudinelle

designet det vanskelig å identifisere nøyaktig hva denne sammenhengen består av. Som nevnt over er konklusjonen om en sammenheng gjort på bakgrunn av resultatene fra korrelasjons- og regresjonsanalysene. Da noe av det teoretiske og empiriske grunnlaget i denne oppgaven er longitudinelle og eksperimentelle undersøkelser, vil de kunne belyse andre aspekter, og støtte opp om antakelsen om forholdets retning.

Drøftningen som følger er et forsøk på å forstå de funnene denne studien har gitt. Hovedfokuset vi derfor ikke bare være på sammenhengen mellom matematikkunnskap og vokabular, men også hvordan denne sammenhengen kan forstås med tanke på mulige bakenforliggende forklaringsvariabler som det ikke er tatt høyde for i denne undersøkelsen.

5.3.1 Språk som støtte for læring

Som nevnt tidligere er språket et kulturelt verktøy som støtter læring (Vygotsky, 1978). Språket brukes som formidlingsverktøy for å fortelle og forklare kunnskap og oppfatninger, og for å uttrykke egne tanker. Meningsfulle assosiasjoner krever at vi kan knytte kunnskapen til vår egen erfaringsverden (ibid). Dette er felles for både matematikkunnskap og bruk av vokabularet. Når kunnskapssegmentene lagres meningsfullt for eleven, slik at de kan assosieres i forhold til hverandre, kan de lettere hentes fram igjen fra langtidsmindet (Woolfolk, 2004). Kunnskaper uten assosiasjoner lagres isolerte og er ikke brukbar i andre situasjoner enn den de ble lært i, de er rigide (Woolfolk, 2004; Ostad, 2008). Et godt vokabular inneholder meningsfulle ord, som kan aktiveres ved gjenkjenning av ordets fonologiske språklyd (Kamhi & Catts, 2005b). Vokabularet kvalitet utgjør språkets kvalitet (Luria, 1984; Kamhi & Catts, 2005).

Matematikkunnskap og leseferdigheter kan, slik det redegjøres for i teoridelen, sies å ha en hierarkisk oppbygning. Dette fører til at videre utvikling av kunnskap er avhengig av at den eksisterende kunnskapen er av god kvalitet. "Number sense" blir sett som grunnleggende for telleutvikling, som igjen er grunnleggende for en mer avansert utvikling av regnestrategier (Ostad, 2008; Hulme & Snowling, 2009). På samme måte sees vokabularutvikling som grunnleggende for å kjenne igjen ord både auditivt og skriftlig. Fonologiske bevissthet og vokabular kan sies å være avgjørende for tilegnelsen av lese- og skriveferdigheter. Eleven er avhengig av kunnskap om språklydene for å kunne avkode bokstaver. Vokabularet, som et mentalt leksikon av kjente ord, er nødvendig for å forstå den skrevne teksten (Walley et al.,

2003; Catts & Kamhi, 2005). Med utgangspunkt i resultatene fra denne masteroppgavens studie som viser en klar sammenheng mellom vokabular og matematikkunnskap, vil det være mulig å anta at svake språklige ferdigheter, og et svakt vokabular, kan forårsake svakheter i tilegnelsen, og utvikling av kunnskap i matematikk. Språket kan sies å være avgjørende for innkodingen og lagringens kvalitet; om den eksisterende kunnskapen lar seg assosiere med annen/ny kunnskap.

5.3.2 Lagring og gjenhenting

Studien viste som sagt en klar korrelasjon mellom vokabular og matematikkunnskap, men kan på grunn av sitt begrensede design ikke si noe om kausalitet eller underliggende årsaker til dette. Kunnskapens lagring og gjenhenting, eller vanskene med dette, kan i følge Geary (1993) være årsaken til en slik sammenheng. Det samme mente Aschcraft (1982, 1987, 1992), som vektla at den aritmetiske kunnskapen var at kunnskapen hadde gode semantisk assosiasjoner som utgjorde avhengig et assosiativt nettverk (Aschcraft, 1982, 1987, 1992 ref. i Hulme & Snowling, 2009). I tillegg til retrieval gjennom assosiasjon så Geary at matematikkunnskap og vokabular- og språkkunnskap kunne dele enda et felles aspekt i forhold til lagring. Ostad argumenterer for at det kan virke som om den fonologiske prosesseringen ikke bare er aktivert i forhold til språk og vokabular, men også når en aritmetisk oppgave behandles (Ostad, 2003). Aritmetisk kunnskap lagres fonologisk, som en språkpakke, på samme måte som vokabular- og språkkunnskap. Dette skjer ved at den fonologiske sløyfen omkoder kunnskapen til en språklig representasjon; ”tallydene” og språklidene (Baddeley, 1986). Resultatene fra denne masteroppgaven viser også en sammenheng mellom vokabular og matematikk som kan tolkes som om de er påvirket av en felles kognitiv faktor, som språklidbasert lagring. Vokabular ser ut til å kunne forklare en tredjedel av matematikkunnskapene. Spesielt ekspressivt vokabular korrelerer høyt med matematikkunnskap, og kan derfor se ut til å være avgjørende for lagringens kvalitet, siden dette målet viser elevenes forståelse av ord. Når Ostad mener at all informasjon, uavhengig av hvilke sanser de er presentert gjennom, omkodes og lagres som verbale enheter (Ostad & Askeland, 2008; Ostad, 2008) støtter han seg til at det fonologiske systemet engasjeres av også navnkodene tallsymbol som blir brukt når eleven teller eller regner (Geary, 1993; Ostad, 2007). Språket viser seg dermed å være av betydning både for forståelsen, lagring og

gjenhenting av matematikk. Det er ordenes kvalitet og innhold som avgjør om lagringen er vellykket.

Språklydbasert lagring er avhengig av den indre talens midlertidig artikulatoriske ”subvocal rehearsal” (Baddeley, 1986; Torgersen, 1996 ref. i Hecht et al., 2001). Da det ekspressive vokabularet representerer den samlingen av ord eleven har for å uttrykke seg, kan det støtte Vygotskys og Lurias oppfatning av språkets rolle som kunnskapsoverførende og som støtte for tenkning og handling. Er det mulig å anta at et godt vokabular styrker den indre stemmen i memoreringen av en kunnskapssekvens og utførelsen av en strategi? Den private talen kan, i tillegg til å omkode informasjon til fonologiske enheter, også sies å ha en selvinstruerende rolle som hjelper eleven styre sine handlinger verbalt. På bakgrunn av dette er utførelsen av både matematikkunnskap og leseferdighet avhengig av en velutviklet og bevisst internalisert tale. Matematikkunnskaper med lav kvalitet blir sett på som en direkte konsekvens av dårlige strategier (Ostad, 2008). Dette kan skyldes et svak fonologisk bevissthet og kunnskap om ordene, altså et svakt vokabular. Det svake vokabularet kan føre til at eleven ikke er sin indre talens bevisst, og dermed kan den selvinstruerende funksjonen stagnere. Slike aspekter er ikke målt i denne masteroppgaven, men det er mulig å se dette som et av aspektene ved vokabularets påvirkning på matematikkunnskapen.

5.3.3 Kombinerte vansker

For å kunne forstå et eventuelt felles fonologisk lagringssystem, er det nødvendig å se på de kombinerte vanskene. Dette fordi matematikkvanskene og lesevanskene sameksisterer i eleven når de har kombinerte vansker. Dermed kan det virke som om de kan ha en felles årsak. I denne sammenhengen er det interessant å se nærmere på de kombinerte vanskene for å se om de kan avsløre noe om forholdet mellom vokabular og matematikk. I de kombinerte vanskene er det spesielt leseferdighet som indikerer vokabularet, da svakt vokabular blir sett på som forløperen til svake leseferdigheter, og igjen derfor svak språklig forståelse (Snowling et al., 2003, ref. i Hulme & Snowling, 2009).

En felles underliggende årsak for matematikkunnskap og vokabular baserer seg på en antakelse om at elevene har vansker på begge kunnskapsområdene. Selv om flere av de empiriske studiene det er referert til i denne oppgaven viser til en relativt hyppig forekomst av tilfeller med elever med kombinerte vansker, er det fortsatt elever som kun sliter med

”rene” vansker. Teoretisk er det grunn til å tro at kombinerte vansker i matematikk og lesing kun forekommer hos elevene med fonologiske lesevansker, og ikke de som har vansker med ortografisk lesing (Geary, 1993). Man antar da at det kan være en fonologisk svakhet som er felles årsak. Dette representerer et paradoks. Om det er slik at matematikkunnskap og vokabular er støttet av det samme fonologiske systemet, hvordan er det da mulig med vansker på kun ett område? Vil ikke eksistensen av ”rene” vansker svekke grunnlaget for antakelsen om en felles årsak? Kan det være at de to vanskene har en sammenheng, men at noen elever klarer å kompensere for sine svakheter? Elevgruppene med matematikkvansker er blitt sagt å være en heterogen gruppe, med store variasjoner i karakteristikken av og årsaken for vanskene fra elev til elev (Geary, 1993) Dette kan vel sies å gjelde både lesevansker og de kombinerte vanskene i like stor grad.

Argumentet om en felles underliggende årsak dukker ofte opp når det er snakk om sameksisterende vansker (Geary, 1993; Jordan et al., 2003; Dirks et al., 2008). Grunnen til dette kan være at de kombinerte vanskene rett og slett eksisterer samtidig, men de er også tilsynelatende mer omfattende enn enkeltvansker (Dirks et al., 2008). I studien til Jordan et al. (2003) ble matematikkvansker definert som ”vansker med retrieval av fakta og flytende kalkulering /automatisering”, uavhengig om de i tillegg hadde lesevansker eller ikke. Likevel viste studien at elevene med kombinerte vansker hadde større aritmetiske vansker enn elevene med ”rene” matematikkvansker. Elevene med de ”rene” matematikkvanskene viste en fordel over de med kombinerte vansker på nøyaktig kalkulering, regnefortellinger og kalkuleringsprinsipp (Jordan et al., 2003).

I følge Hulme og Snowling (2009) kan dette forklares ut i fra at de ”rene” matematikkvanskene skyldes en mer begrenset kognitiv vanske innen det nonverbale ”number sense”-systemet, mens elever med kombinerte vansker i tillegg også har vansker som berører det verbale aspektet ved det å lære matematikk (Hulme & Snowling, 2009). Matematikkunnskapen hos elever med kombinerte vansker ser derfor ut til å bli ”svekket” av både vanskene i matematikken og av det svake språket/vokabularet. Det er kanskje derfor elever med kombinerte vansker ser ut til å ha større og mer omfattende vansker enn elevene men kun en vanske (Geary, 1993; Badian, 1999; Jordan et al., 2003)

Jordan et al., mente at elevene med ”rene” matematikkvansker så ut til å vokse fra, eller kompensere for, noen av vanskene, mens vanskene hos de med kombinerte vansker så ut til å

være stabile (Jordan, 2002 ref. i Jordan et al., 2003). Studien antyder at elevens vokabular- og lesekunnskap, som viste seg gjennom deres styrke i å løse regnefortellinger, kompenserte for de svake matematikkferdighetene (Geary, 2000; Jordan & Montani, 1997 ref. i Jordan et al. 2003). De ferdighetene som kreves for å løse regnefortellinger sies å være assosiert med en mer generell verbal forståelse som reflekterer, eller til og med er avhengig av leseferdigheter (Jordan et al. 2002; Stanovich, 1991 ref. i Jordan et al. 2003). Siden vokabular har høy korrelasjon med nonverbale evner, kan det tenkes at språkkompetanse også påvirker de samme ferdighetene slik de måles med Ravnen i denne masteroppgaven. Dette understreker språkets rolle for matematikken. Det er derfor mulig å anta at det svake vokabularet svekker språket, og lese- og skriveferdigheter, som også svekker matematikkunnskapen (Catts & Kamhi, 2005). I Badians studie viste nonverbale evner korrelasjon med også språk, men høyest med matematikk. Funnene fra hans studie bekrefter derfor denne studiens, om at nonverbale evner kan sies å predikere matematikkunnskap (Badian, 1999).

Resultater fra denne masteroppgaven og de empiriske studiene gjør det mulig å anta en sammenheng mellom vokabular og matematikkunnskap. Det er derimot vanskelig å si om dette kan skyldes en felles underliggende årsak, eller om det forekommer en kausal påvirkning mellom de to kunnskapsområdene. Som nevnt tidligere kan det virke som om kombinerte lærevansker forekommer hos elever med fonologiske lesevansker og ikke ortografiske (Geary, 1993). Kanskje kan det da være at elever med ortografiske lesevansker og utføringsvansker er de elevene som har ”rene” vansker (Geary, 1993; Ostad, 2008). Om språket er den avgjørende faktoren, kan det da være at elever med ”rene” matematikkvansker har større mulighet for å ha enkeltvansker enn elever med kun lesevansker, siden lesevanskene som oftest ser ut til å påvirke matematikkvanskene. Elever med vansker knyttet til vokabular og lesing vil ikke ha den samme språklige støtten i sin læring, spesielt i forhold til matematikk, som andre elever. Miles antar at 100% av elevene med lesevansker hadde aritmetiske vansker på et eller annet område (Miles & Miles, 2004). Kanskje kan dette skyldes at vansker med vokabular- og leseferdighet er mer kritiske fordi de fører med seg større konsekvenser, som manglende støtte i læring, enn vansker med matematikk. Kan det være at alle elever med enkeltvansker er i risikogruppen for å utvikle både matematikk- og lesevansker, men deres sterkeste kunnskapsområde kompenserer for deres svakheter, slik

som Jordan et al. viste med oppgaven hvor elever med matematikk- og lesevansker presterte likt på regnefortellinger, ved å benytte ulike strategier.

5.3.4 Språket som hinder

I følge Rourke (1989 ref. i Geary, 1993) kan lesevansker føre til matematikkvansker. Språkets rolle som støtte for læring er aktiv når matematikkunnskap lagres som ”språklydpakker” ved hjelp av den private indre talens artikulatoriske gjentakelse (Vygotsky, 1978; Ostad, 2008). Det er mulig å oppfatte dette som et tegn på at vokabularet på samme måte som det kan være en støtte i læring generelt, når det er sterkt og godt, også kan fungere som et hinder for å nå når det er svakt. En elev med svakt språklige kunnskaper, svakt vokabular, vil ikke forstå de verbale og fonologiske kodene matematikkunnskapen forklares og behandles med (Abedi & Lord, 2001; Jordan et al., 2003).

Det ser ut til at det er mulig å ha vansker i matematikk uten at det vil påvirke vokabularet og leseferdighetene, da matematikkunnskap ikke kan sies å ha en støttefunksjon for lesing. Men kan en elev ha vansker med vokabular- og leseferdigheter uten at det påvirker matematikkunnskapen? Svaret på dette kan ligge i hvordan kunnskapen er forankret og kodet på de ulike områdene. Tilegnelsen av matematikkunnskap er ofte kodet gjennom språket, og oppgavetekstene innebærer ofte vanskelige matematikkord som oppleves uopnåelige for elever med lesevansker (Abedi & Lord, 2001). En studie gjort av Abedi og Lord (2001) viste at oppgaveteksten kan utgjøre en avgjørende faktor for utfallet av oppgaven, at det er språket som er hindringen for å nå matematikken, og ikke selve matematikken (ibid). Resultatene fra denne masteroppgaven som viste korrelasjon mellom vokabular og matematikkunnskap, kan i forhold til dette tolkes som at vokabular og leseferdighet kan være en indikator på matematikkferdighet, i den grad det er en språklig barriere for å nå matematikkunnskapen. Om språket ikke direkte svekker matematikkunnskap, har det en indirekte påvirkning ved å svekke muligheten for å knekke kodene kunnskapen består av. Dermed vil de også gå glipp av muligheten til å opparbeide seg erfaringer, forståelse og strategier som kan hjelpe dem videre. Elever med ortografiske lesevansker, til fordel for fonologiske, ble vist å ha ingen vansker innen matematikk så lenge oppgavene ikke krevde lesing (Rourke, 1989 i Geary, 1993). Om matematikkunnskapen likevel er innpakket i språkbaserte koder, vil også disse elevene kunne oppleve vansker med matematikken, da de ikke har tilstrekkelig

strategikunnskap og verken lagrer eller henter hensiktsmessig automatisk fra langtidsmminnet (Harris, 1986; Kendall & Braswell, 1985; Meichenbaum & Goodman, 1971 ref. i Ostad og Sorensen 2007). Griffin (2002) viser også til språkets makt over kunnskapens tilgjengelighet når han ser matematikkunnskapen som en pakke, sammenfiltret med den kontekst (tenkning og språk) den oppstår i. Kvaliteten på språket og konteksten som blir brukt når kunnskapen oppstår, er avgjørende for om kunnskapen blir gjort tilgjengelige for også andre liknende sammenhenger eller om den isoleres.

Det grunnlag for å anta at elever med fonologiske lesevaner, høyst sannsynlig også vil ha vansker med vokabular siden fonologiske ferdigheter og vokabularutvikling gjensidig synes å påvirke hverandre (Catts & Kamhi, 2005). Fra studien av Abedi og Lord (2001) viser resultatene at elever med ortografiske lesevaner også kan oppleve vansker med matematikken (Abedi & Lord, 2001). I motsetning til fonologiske vansker, ser den ortografiske formen for kombinerte vansker ut til å være forårsaket av et språklig hinder som gjør matematikkunnskapen utilgjengelig, og ikke en kognitiv årsak som gjør aritmetiske handlinger vanskelig. Det faktum at språket kan representere et hinder understreker et forhold mellom vokabular og matematikkunnskap. Da korrelasjonene fra resultatene i denne oppgaven viser sammenheng mellom vokabular og matematikk er det usikkert om denne sammenhengens skyldes fonologiske vansker, ortografiske vansker eller tilfeller av begge. Språket, og vokabularet det springer ut i fra, har en så sentral rolle for menneskets tenkning og handling. En vanske med språket ser derfor ut til å ha en negativ effekt på også annen læring. Da fonologiske lesevaner, i motsetning til ortografiske, omfatter vansker med både fonologisk avkoding og fonologisk ordgjenkjenning, er det grunn til å anta at den største delen av elevene med matematikkvansker også har en vanske med å retrieve aritmetisk fakta. Elevene med ortografiske vansker vil ikke ha vansker av samme omfang da de ser ut til å ha grunnleggende aritmetiske ferdigheter når lesing ikke kreves i matematikkoppgavene.

6. Avslutning og behovet for videre studier

6.1 Oppsummering av resultater og diskusjon

Her er egne resultater sett sammen med den presenterte teori og empiri for å kunne belyse sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap på en mer helhetlig måte.

Resultatene fra masteroppgaven viser en klar sammenheng mellom vokabular og matematikk. Da målene for vokabular, spesielt ekspressivt, krever retrieval av det semantiske innholdet når den fonologiske koden, ordet, blir presentert, viser resultatene begrepsforståelse, derfor også vokabularetets kvalitet. Sammenhengen indikerer at om elever med matematikkvansker har retrievalvansker, vil de mest sannsynlig også ha størst vansker med det ekspressive vokabularet. Ekspressivt vokabular kan derfor sies å ha stor tilknytning til matematikkunnskap.

Teori og empiri har støttet antakelsen om at vokabularet påvirker matematikkunnskap. Dette kan begrunnes ved å se språkets rolle både som tanker og tale som støtter kunnskapsinnlæringen hos elevene, og gir dem ord for å beskrive og behandle aritmetiske begrep og operasjoner (Vygotsky, 1978; Luria, 1984; Ostad, 2008). Utviklingen av matematikkunnskap bygger på utviklingen av kognitive strukturer (Griffin, 2003), som språk (Luria, 1984). Språket er et uttrykk for vokabularetets kvalitet, og viser dermed vokabularetets avgjørende rolle (Catts & Kamhi, 2005).

Både vokabular og matematikk ser ut til å være avhengig av en fonologisk bevissthet for å kunne benytte de fonologiske kodene når de skal hente fram kunnskap fra langtidsminnet. Det er derimot vanskelig å avgjøre om sammenhengen mellom vokabular og matematikkunnskap skyldes en underliggende fonologisk årsak. Noen av de empiriske studiene med kombinerte vansker så sameksistensen av vanskene som et mulig tegn på at de var forårsaket av en felles svakhet (Dirks et al., 2008). De kombinerte vanskene viste der i mot mer omfattende vansker enn elever med kun en vanske (Badian, 1999; Jordan et al., 2003; Dirks et al., 2008). Det er derfor vanskelig å trekke en konklusjon på bakgrunn av disse studiene.

Om det er slik at elever med matematikkvansker også har vansker med det ekspressive vokabularet er det interessant at det finnes elever med kun en vanske. Det kan se ut til at elevene med kun en vanske ofte klarer å kompensere for vansken med styrker på andre områder, slik som at elever med matematikkvansker støtter seg til oppgaveteksten (Jordan et al., 2003). Ut i fra den teoretiske og empiriske bakgrunnen er det mulig å anta at det finnes en strek relasjon mellom vokabular og matematikk, og at vokabular kan ha en avgjørende påvirkning på matematikkunnskap. I den grad sammenhengen skyldes en underliggende felles fonologisk årsak er vanskelig å si sikkert, og det er behov for mer forskning på feltet.

6.2 Pedagogiske konsekvenser

Formålet med oppgaven har vært å belyse forholdet mellom matematikkunnskap og vokabular for å skape mer kunnskap og forståelse rundt temaet. I det spesialpedagogiske arbeidet er det viktig å kjenne til de spesifikke lærevanskenes karakteristikker både for å kunne forebygge vansker, men også for å legge til rette for de elevene som allerede har utviklet en vanske.

Vokabularet betydning for matematikkunnskap, slik det fremstår i denne oppgavens konklusjon, innebærer at et økt vokabular vil kunne bedre elevens matematikkunnskap. Dette legger en føring for videre pedagogiske hensyn som må tas. Et godt vokabular med meningsfulle ord bør være et mål som jobbes aktivt mot allerede i barnehagen. Bevissthetstrenging med ordene og språkløyer vil legge et godt grunnlag for videre vokabularutvikling og språktilegnelse. Matematikkundervisningen i skolen burde drive mer bevisst begrepsopplæring. På denne måten vil elevene ha bedre forutsetning til å lagre meningsfulle kunnskapssekvenser, men også å forstå gjøre matematikkundervisningen mer preget av forståelse. En mer språkbasert matematikkunnskap, i motsetning til den tradisjonelle "det bare er sånn"-holdningen, vil føre til at elev og lærer kan ha en mer dynamisk dialog og lettere kunne oppdage eventuelle misforståelser. Dessuten vil matematikkvokabularet ikke lenger oppfattes som noe fremmed, som kun hører matematikkfaget til. Det vil kunne bli en del av dagliglivet, og det vil dermed også kunne gjøre matematikkunnskapen mer anvendbar også utenfor klasserommet. Meningsfulle lagrede kunnskaper gir elevene en mulighet til å utvikle løsningsstrategiene, og videre bygge på kunnskapen.

Kildeliste

- Abedi, J. & Lord, C. (2001). The Language Factor in Mathematical Tests. *Applied Measurement in Education*, 14(3), s. 219-234.
- Askeland, M. (2005). Strategiopplæring i multiplikasjon –Erfaringer fra metodisk opplegg med indre tale som pedagogisk virkemiddel. *Spesialpedagogikk*. (10), s. 27-31.
- Askeland, M. & Ostad, S. A. (2008). Sound-based number facts training in a private speech internalization perspective: evidence for effectiveness of an intervention in grade 3. *Journal of Research in Childhood Education*, 23(1), s.109-124
- Baddeley, A.D.(1986). *Working Memory*. Oxford:Clarendon Press.
- Baddeley, A.D.(2002). The Psychology of memory i Baddeley, A.D., Kopelman, M.D. & Wilson, B.A.(Eds). *The Handbook of Memory Disorders, second edition*. (s.3-17)
Chichester: John Wiley & Sons, LTD,.
- Badian, N.A. (1999). Persistent Arithmetic, Reading, or Arithmetic and Reading Disability. *Annals of Dyslexia* (49)s.45.
- Baroody, A.J. (2003) The Development of Adaptive Expertise and Flexibility: The Integration of Conceptual and Procedural Knowledge. I Baroody, A.J. & Dowker, A. (Eds). *The Development of arithmetic concepts and skills : constructing adaptive expertise*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates
- Bishop, D.V.M. (1997). *Uncommon understanding : development and disorders of language comprehension in children*. Hove: Psychology Press
- Catts, H.W. & Kamhi, A.G. (2005). *Language and reading disabilities*. Boston: Pearson
- Caplex, *Cappelens gratis leksikon på nett*. Hentet 21.05.2010, fra Caplex:
<http://www.caplex.no/Web/ArticleView.aspx?ID=9300294>

-
- Carr, M. & Hettinger, H. (2002). Perspectives on Mathematics strategy Development. I Royer, J.M. (red.). *Mathematical cognition*. Connecticut: Information age publishing.
- Christophersen, K.-A. (2006). *Databehandling og statistisk analyse med SPSS*. Oslo:Unipub
- de Vaus, D.A. (2002). *Surveys in social research*. London: Routledge
- Dirks, E., Spyer, G., van Lieshout, E. C. D. M. & de Sonneville, L.(2008). Prevalence of Combined Reading and Arithmetic Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 41(5), s.460-473.
- Dunn, LM, Dunn, LM, Whetton, C. & Burley, J 1997, The British Picture Vocabulary Scale, 2nd ed., London: nferNelson. (Til norsk ved Lyster, Rygvold og Horn. Internt utviklet materiale ves Institutt for Spesial Pedagogikk, Universitetet i Oslo).
- Gall, M.D., Gall J.P. & Borg, W.R. (2007). *Educational research : an introduction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Gathercole, S.E. (2002). Memory Development During the Childhood Years. I Baddeley, A.D., Kopelman, M.D. & Wilson, B.A. *The Handbook of Memory Disorders, second edition*. Chichester: John Wiley & Sons, LTD.
- Geary, C. D. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114(02), s.345-362.
- Geary, C.D. & Hoard, M.K. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning disabled children: relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*. 15(7), s.635-647.
- Griffin, S. (2002). The Development of Math Competence in the Preschool and Instructional Strategies. I Royer, J.M. (red.). *Mathematical cognition*. (s.1-32) Connecticut: Information age publishing
- Hecht, S. A., Torgesen, J. K., Wagner, R. K. & Rashotte, C. A. (2001). The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A longitudinal study from second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79(), s.192–227.

Holm, M. (2002). *Opplæring i matematikk –For elever med matematikkvansker og andre elever*. Oslo: Cappelen Akademiske Forlag.

Hulme, C. & Snowling, M. J.(2009). *Developmental disorders of language learning and cognition*. Chichester : Wiley-Blackwell.

Jordan, N.C., Hanich, L.B. & Kaplan, D.(2003). A Longitudinal Study of Mathematical Competencies in Children With Specific Mathematics Difficulties Versus Children With Comorbid Mathematics and Reading Difficulties. *Child Development*, 74(3), s.834–850

Kleven, T.A. (2002a). Begrepsoperasjonalisering i Lund (red.) (2002). *Innføring i forskningsmetodologi*. Oslo: Unipub AS

Kleven, T.A. (2002b). Ikke-eksperimentelle design i Lund (red.) (2002). *Innføring i forskningsmetodologi*. Oslo: Unipub AS

Lewis, C., Hitch, G.J. & Walker, P. (1994). The Prevalence of Specific Arithmetic Difficulties and Specific Reading Difficulties in 9- to 10-year-old Boys and Girls. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 35(2), s. 283-292.

Lund, T. (2002a). Metodologiske prinsipper og referanserammer i Lund (red.) (2002). *Innføring i forskningsmetodologi*. Otta: Unipub AS.

Lund, T. (2002b). Generaliseringsproblematikk i Lund (red.) (2002). *Innføring i forskningsmetodologis*. Otta: Unipub AS.

Luria, A.R. (1984). *Sprog og bevidsthed*. København: Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.

Magne, O. (1992). Dysmathematica. Fakta och teorier om matematikinlärning for handicappade elever. *Nordisk Tidsskrift for Specialpedagogikk*, 1992(3), s.131-149.

Miles, T.R. (1994). Theoretical background. I Miles, T.R. & Miles, E. (Eds). *Dyslexia and Mathematics* (s.1-21). London/New York:Routledge Falmer

Nasjonal forskningsetisk komité for humaniora og samfunnsfag (NESH) (2009). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. Hentet

01.11.2009, fra NESH <http://www.etikkom.no/no/Forskningsetikk/Etiske-retningslinjer/Samfunnsvitenskap-jus-og-humaniora/>

Ostad, S. (2003). Fra egosentrisk tale til subvokal tale – et for lite påaktet utviklingsperspektiv for å forebygge matematikkvansker? *Spesialpedagogikk 2003(10)*, s.38-43.

Ostad, S.A. (2004). Bærekraftige matematikkunnskaper –en funksjon av ferdigheter eller forståelse? I *Matematikklæring og matematikkvansker. En artikkelsamling* Institutt for spesialpedagogikk, Uio, Oslo

Ostad, S. A.(2007). Forholdet mellom privat tale og strategibruk –Sammenligning av elever med og uten matematikkvansker i et utviklingsperspektiv. *Spesialpedagogikk. 2007(1)*, s.12-18.

Ostad, S.A. & Sorensen, P.M. (2007). Private speech and strategy-use patterns. Bidirectional comparisons of children with and without difficulties in developmental perspective. *Journal of Learning Disabilities. 40(1)*, s.2-14.

Ostad, S.A.(2008). *Strategier, strategiobservasjon og strategiopplæring –Med fokus på elever med matematikkvansker*. Trondheim: Læreboka Forlag.

Ouellette, G. & Beers, A.(2010). A not-so-simple view of reading: how oral vocabulary and visual-word recognition complicate the story. I *Read Writ. 2010(23)*, s.189–208.

Pearsonsassessment (2009). *Wechsler Intelligence Scale for Children® – Third Edition*. Hentet 27.05.2010 fra pearsonsassessment: http://www.pearsonassessments.com/cgi-bin/MsmGo.exe?grab_id=0&page_id=9394&query=WISC&hiword=WISC%20WISCR

Sattler, J. (2002). *Assessment of Children*. San Diego: J. M. Sattler Publisher.

Shadish, W.S., Cook, T.D. & Campbell, D.T. (2002). *Experimental and Quasi-experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston, New York: Houghton Mifflin Company.

Sørensen, P. M. (2009). *Statistikk for masterstudenter*. Oslo: Institutt for spesialpedagogikk, Universitetet i Oslo

Torgeson, J.K., Al Otaiba, S. & Grek, M.L. (2005). Assessment and Instruction for Phonemic Awareness and Word Recognition Skills. I Catts, H.W. & Kamhi, A.G. (Eds.) *Language and Reading Disabilities*. USA: Pearson Education, Inc

Utdanningsdirektoratet (2009). *Rammeverk for nasjonale prøver 2009*. Hentet 21.05.2010, fra:

http://www.utdanningsdirektoratet.no/upload/Nasjonale_prover/Fakta/Rammeverk_np_2009_1.pdf

Vygotsky, L. (1986). *Thought and Language*. Massachusetts: The Massachusetts Institute of Technology.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society : the development of higher psychological processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Wagner, R.K., Torgesen, J.K. & Rashotte C.A. (1994). Development of Reading-Related Phonological Processing Abilities: New Evidence of Bidirectional Causality From a Latent Variable Longitudinal Study. *Developmental Psychology*. 30(1), s. 73-87.

Walley, A.C., Metsala, J.L. & Garlock, V.M. (2003). Spoken vocabulary growth: Its role in the development of phoneme awareness and early reading ability. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*. 2003(16), s. 5-20.

Woolfolk, A. (2004). *Pedagogisk psykologi*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

Vedlegg

Regresjonsanalyse 2

Model Summary

Model	Change Statistics				
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.199 ^a	24.032	1	97	.000
2	.133 ^b	19.020	1	96	.000
3	.227 ^c	48.872	1	95	.000

a. Predictors: (Constant), sumRÅBPVS

b. Predictors: (Constant), sumRÅBPVS, sumOrdf

c. Predictors: (Constant), sumRÅBPVS, sumOrdf, RavenSUMRå

Regresjonsanalyse 3

Model Summary

Model	Change Statistics				
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.331 ^a	23.758	2	96	.000
2	.227 ^b	48.872	1	95	.000

a. Predictors: (Constant), sumRÅBPVS, sumOrdf

b. Predictors: (Constant), sumRÅBPVS, sumOrdf, RavenSUMRå