Hørselshemma elevar og matematisk problemløysing

På kva område kan Singaporemodellen bidra til å utvikle elevane si kompetanse på dette feltet?

Tove Skotteberg

2012

Masteravhandling i pedagogikk ved NLA Høgskolen, Bergen

INNHALD

SAMANDRAG

Problemstillinga i denne oppgåva er:

«Elevar med hørselshemming i arbeid med problemløysingsoppgåver i matematikk; på kva måte ville ei heuristisk tilnærming etter modell frå Singapore kunne bidra til å utvikle elevane sin matematiske kompetanse?»

Bakgrunnen for val av tema er forsking som viser at hørselshemma elevar presterer langt under sine høyrande medelevar i matematikk, og at problemløysing er eit av hovudvanskeområda.
Denne avhandlinga har hatt som mål å sjå nærare på kva styrker og vanskar hørselshemma elevar viser i møte med matematisk problemløysing, og å vurdere om ei heuristisk tilnærming etter modell frå Singapore kan vere ein eigna undervisningsmetode.

Det teoretiske grunnlaget for oppgåva tar utgangspunkt i læreplaner, generell teori om matematikkvanskar og teori om heuristiske tilnærming.
Metoden som er brukt er «Interpretive Litterature Review», som inneber å få oversikt over forskingspublikasjonar om tema, og samanfatte og tolke desse opp mot kvarandre og drøfte dei i lys av aktuell teori.
Kjeldene i denne studien er forsking om hørselshemma elevar frå ulike land, til saman 21 vitskaplege artiklar og forskingsrapportar, 3 doktoravhandlingar og 2 forskingsbaserte fagbøker/artikkelsamlingar.

Hovudkonklusjonar i denne avhandlinga er at det fins haldepunkt i forskinga som sannsynleggjer at ei heuristisk tilnærming vil kunne bidra til ei positiv utvikling for hørselshemma elevar. Desse konklusjonane baserer seg på funn som framhevar tiltak som samsvarar med sentrale element i Singaporemodellen:

- Språk og omgrep
- Mentale prosesser
- Ferdigheiter
- Haldningar
- Metakognitive ferdigheiter
- Lærarkompetanse

Samstundes avslører studien trong for vidare forsking på dette området, det gjeld til dømes forsking på pedagogisk praksis for denne elevgruppa i Noreg, forsking på språkkode; talespråk eller teiknspråk, sin effekt på læring, og praktisk utprøving av den heuristiske modellen frå Singapore.

Student: Tove Skotteberg

Mastergrad i Pedagogikk med vekt på Spesialpedagogikk Hausten 2012

Mail: tove.skotteberg@statped.no Tlf. 91862044

FØREORD

Då set eg sluttstrek for den spanande og lærerike prosessen dette Masterstudiet har representert.

Gjennom arbeidet med denne oppgåva har eg fått erfaring med og auka kompetanse på kva ein forskingsprosess inneber.
Eg har fått auka kunnskap og innsikt i dei utfordringane hørselshemma elevar møter i arbeid med problemløysing, men òg kva styrker desse elevane kan ha.
Denne kunnskapen er verdifull når ein skal vurdere og prøve ut nye metodiske tilnærmingar for denne gruppa.

Eg vil rette ei takk til den første rettleiaren min Arild Tjeldvoll som sette meg på sporet av ein retning å gå, inspirerte meg og gav meg sjølvtillit til å setje i gang.

Seinare har John Ingvard Kristiansen teke opp tråden og rettleia meg vidare i prosessen. Hjarteleg takk for god oppfylging og konstruktive tilbakemeldingar.

Takk òg til Kari Seljenes Indrøy og Ola Hoff Kaldestad ved NLA for gode innspel.

Eg vil i tillegg takke Mona Røssland for at ho introduserte Singaporemetoden for meg, og gav meg tips til litteratur.

Takk til lærar Martin Skinnes og foreldre som slapp meg inn i klasserommet på Hunstad skole og gav meg høve til å gjere praktiske erfaringar med nokre av funna mine. Sjølv om desse erfaringane ikkje har fått plass i oppgåva, har dei bidrege sterkt til å auka mi innsikt.
Takk til dei fire gutane i klassen som viste slik iver og gjorde meg varm om hjarta med å sei: *«matematikk er gøy»*

Vener, familie og gode kollegaer ved Statped Vest har vore gode støttespelarar som har lest, høyrt på meg og kome med innspel.
Tusen takk for interesse, støtte og engasjement på mine vegne.

Bergen 24. 10. 2012

Tove Skotteberg

1. INNLEIING

Hovudoppgåva for det statlege spesialpedagogiske støttesystemet, Statped, er å gje bistand til skuleeigarar med å legge til rette for kvalitativ god opplæring for born, unge og vaksne med særskilde opplæringsbehov. Statped har òg som oppgåve å bidra aktivt til kunnskaps -og kompetanseutvikling på det spesialpedagogiske området, og rettleiing rådgjeving som vert gitt skal byggjast på forskingsbasert kunnskap (Kunnskapsdepartementet 2010-2011).
Som tidlegare lærar i skole for hørselshemma i Statped har eg hatt ei særskild interesse for matematikkfaget, og har mange spørsmål knytt til vanskar i matematikk som eg har erfart hjå mange av elevane. I samband med dette kjenner eg trong for å få meir kunnskap og større fokus på matematikkfaget i fagmiljøet. I mi noverande rolle som rådgjevar innafor det hørselsfaglege feltet i Statped Vest, er eg ofte i kontakt med og har eit rettleiingsansvar i høve pedagogar som arbeider med høyrselshemma barn og unge som er elevar ved sin heimeskule. Matematikkfaglege problemstillingar dukkar jamleg opp også her. Samstundes registrerer eg at det blant pedagogane er lite kunnskap om matematikk som eit særleg vanskeområde hjå hørselshemma born. Valet mitt av emne til denne oppgåva har utgangspunkt i desse erfaringane.

1.1 Bakgrunn for val av emne

Det er knytt særskilde utfordringar til undervisning av hørselshemma born. På grunn av sansetapet er desse elevane meir sårbare og det er viktig at det vert lagt godt til rette for læring og utvikling. Utvikling av språk - og kommunikasjonsferdigheter er sentralt her, som grunnlag for utvikling av tenking og læring.
Opplæring av hørselshemma har i over hundre år vore prega av metodestrid, det vil seie konflikt mellom den manuelle metode (teikn og teiknspråk) og den orale metode (berre talespråk). I samband med utvikling av nye og meir avanserte tekniske høyrselshjelpemiddel (Cochleaimplantat) dei siste tiåra, har denne striden vorte aktualisert på nytt. Det har likevel dei siste åra funne stad ei endring i retning av at ein i dag i stor grad har fokus på to-språkleg opplæring, det vil seie norsk og teiknspråk parallelt. Det er viktig å utnytte alle sansar i læringsprosessen og presentere informasjon på mange ulike måtar; auditivt(hørsel),

visuelt(syn), og taktilt (berøring), jo fleire stader informasjonen vert lagra i minnet, jo lettare er det å assosiere og hente opp att kunnskapen (Pritchard and Zahl 2010).
Historisk sett har mangelmodellen vore dominerande i opplæringa av hørselshemma, det vil seie at interessa har vore retta mot den sensoriske skaden, opplæringa har fokus på å minske og rehabilitere skaden. Dei seinare åra har det òg gradvis blitt meir fokus på det sosiale læringsmiljøet rundt barnet. Her vert elevane sine vanskar i læringsaktivitetar knytte til sosialt skapte fenomen og kva tilgang eleven har til dei sosiale læringsprosessane.
Desse to ulike samtidige forståingsmåtane pregar forskinga innafor feltet hørselshemma og opplæring (Simonsen 2010).

Frå 1997 har hørselshemma elevar som har teiknspråk som første språk hatt eigne fagplanar i norsk, engelsk, drama - og rytmikk og teiknspråk. I matematikkfaget får dei hørselshemma elevane opplæring etter same læreplan og skal nå dei same kompetansemåla som høyrande jamaldringar (Udir 2006).

I si studie av læringsutbyte hjå hørselshemma grunnskuleborn i Noreg anslår Ole Hendar (Hendar 2012) anslår populasjonen hørselshemma elevar i Noreg til å vera 2,8/1000 elevar. For elevgruppa fødd 1994 – 2002 var antalet då denne studien vart gjort ca. 1500.
Ca 69 av desse får sitt skuletilbod ved statlege spesialskular, og ca. 135 i eigne hørselsklassar i kommunane. Resten er inkluderte i vanlege klassar saman med høyrande elevar (Kunnskapsdepartementet 2010-2011).

Det fins ein del forsking som fokuserer hørselshemma borns utfordringar i skulen.
Dei fleste handlar om språk og kommunikasjon. Når det gjeld matematikkfaget, er dei utfordringane elevane møter kjende i fagmiljøa, men svært lite belyst gjennom forsking i Noreg (Simonsen 2010).
I Norge finn vi to studiar av matematikkferdigheiter som inkluderer hørselshemma.
Den eldste er ei undersøking gjort av Per Frostad (1998). Han samanlikna i hørselshemma og høyrande born sine matematikkferdigheiter. Studien viste at dei hørselshemma elevane skåra lågare enn dei høyrande på alle klassetrinn (Frostad 1998).
Dei låge prestasjonane i matematikk hos hørselshemma finner vi òg igjen i forsking frå andre land. Studiar frå Storbritannia, der døve born sine prestasjonar har vore forska på jamleg over mange tiår (frå 1957 – 1998) viser òg tilnærma same tendens. Den siste undersøkinga her viste at hovudskåren hjå dei hørselshemma kunne samanliknast med skåren til dei svakaste

2 % av dei høyrande elevane. Liknande undersøkingar i USA og andre deler av verda stadfester biletet, og viser at testprestasjonane til hørselshemma elevar har endra seg lite i løpet av dei siste tre tiår. Gapet mellom hørselshemma og høyrande elevar er framleis stort, ikkje berre i skulealder, men allereie ved skulestart. (Nunes 2004; Kritzer 2009; Yi, Li et al. 2011; Qi and Mitchell 2012). Dette til tross for at den teknologiske utviklinga dei siste åra har ført til at elevane har betre utbytte av hørselstekniske hjelpemidlar og læringa såleis skulle vera mindre hemma av språklege hindringar.

Samstundes er det viktig å nemne at dei individuelle ulikskapane innafor gruppa hørselshemma er store, relatert til kulturell og språkleg bakgrunn, grad av høyretap, og påverknad i form av personlegdom, kognitive føresetnader, sosiale tilhøve, og pedagogiske tilpassingar (Leigh 2008; Hendar 2012).

Såleis er det viktig å poengtera at biletet ikkje er eintydig, 15 – 35 % av dei hørselshemma elevane presterer på nivå med hovudgruppa av dei høyrande i matematikk (Nunes 2004).

Hørselshemma sine vanskar i matematikk viser seg både i samband med aritmetiske oppgåver og i problemløysing**,** men i undervisninga er arbeid med skriftlege tekstoppgåver eit særleg vanskeområde, det same gjeld munnlege matematikkaktivitetar; resonnering og problemløysing (Frostad 1998).
Å kunne løyse problem gjennom munnlege og skriftlege oppgåver er svært sentralt for forståing av matematikkfaglege emne, og sentralt i utviklinga av kognitive strategiar. Det kan tenkjast at problemløysing er så sentralt at det er sjølve kjerna i matematikken.
Men problemløysingskompetanse er ikkje berre nyttig for matematikkfaget, men er viktig å øve opp evna til problemløysing generelt, i høve til alle fag i skulen. Problemløysing bidreg til nye muligheiter i form av nye problem, på denne måten fremjar problemløysing utvikling. Det kan difor tenkjast at problemløysing bør ha ein større plass i matematikkfaget enn det som er praksis i dag (Bjôrkquist 2003).

1.2 Formål med oppgåva og problemstilling

Hovudføremålet med dette arbeidet er å bidra til kunnskapsutvikling for betre lærevilkår for hørselshemma born. Målet med studien er å bidra til kunnskap som kan auke den didaktiske kompetansen hjå lærarar som underviser høyrselshemma elevar i matematikk.
«Didaktisk kompetanse innebærer ferdighet til refleksjon omkring opplæringens formål, læreplanens innhold, elevenes forutsetninger og de rammene undervisningen foregår i.» (Kunnskapsdepartementet 1996).

Dette vil eg gjere ved å fokusere på generell kunnskap om føresetnader for utvikling av matematisk problemløysingskompetanse, særlege utfordringar hørselshemma elevar møter i arbeid med dette, og pedagogiske metodar som kan vera eigna i undervisninga.

På bakgrunn av den kjennskapen vi har til hørselshemma sine prestasjonar i matematikk, og med utgangspunkt i trong for kunnskap om praktisk-pedagogiske tilnærmingar i høve til denne elevgruppa, har eg formulert fylgjande problemstilling:

«Elevar med hørselshemming i arbeid med problemløysingsoppgåver i matematikk; på kva område vil ei heuristisk tilnærming etter modell frå Singapore kunne bidra til å utvikle elevane si matematiske kompetanse?»

For å finne svar på problemstillinga tek eg utgangspunkt i fylgjande forskingsspørsmål:

1. *Kva vanskar og styrkar viser elevar med hørselshemming i møte med problemløysingsoppgåver i matematikk?*
2. *Kva kjenneteiknar ein heuristisk læringsmodell etter Singaporemodellen?*

1.3 Presisering og avgrensing av omgrep i problemstillinga

1.3.1 Elevar med hørselshemming

Omgrepet hørselshemma elevar omfattar både døve og tunghøyrte elevar i grunnskulen. Dette er ei lite homogen gruppe, det er stor variasjon når det gjeld grad av høyretap, og kor stor nytte dei har av tekniske hjelpemiddel. Gruppene vart tidlegare karakterisert ut i frå graden av høyrselstap, og føresetnader for å oppfatte og bruke talespråk, og kva språkkode dei brukte. Det vanlege var at dei som brukte teiknspråk vart karakterisert som døve, medan tunghørte var meir eller mindre talespråklege. I dag er dette bilete i endring, delvis på grunn av den teknologiske utviklinga som har ført til at stadig fleire får tilgang til talespråket, samstundes som fleire sterkt tunghørte vel å lære seg teiknspråk.
Det vert etter kvart meir vanleg at borna relaterer seg til ulike språkkoder samstundes. Omgrepet språkkode referer til om elevane bruker berre talespråk, teikn til tale (basert på hørsel, men der enkelte ord det norske språket vert visualisert med teikn), eller Norsk teiknspråk, som er eit visuelt-gestuelt, det vil seie at det vert vert utført romleg med bestemte bevegelsar av hender, hovud, ansikt og kropp og motteke gjennom synet. Teiknspråk har eigen struktur og grammatisk oppbygning, ulik den vi finn i det norske språket. Teiknspråk er eit fullverdig språk på linje med norsk talespråk og bilete av hjerneaktivitet viser at talespråk og teiknspråk vert behandla i same område i hjernen.
Mange hørselshemma elevar får si opplæring etter § 2.6 i Opplæringslova, det vil seie at dei får si undervisning i og på teiknspråk. Målet er likevel å bli funksjonelt to-språklege, og skiljet mellom grupper går no i større grad enn før mellom bruk av språkkode og sosial og kulturell tilknyting (Pritchard and Zahl 2010; Døveforbund 2012).
I denne oppgåva bruker eg generelt omgrepet «hørselshemma», uavhengig av eleven sin primære språkkode, og omgrepet omfattar born som er døve eller sterkt tunghøyrde, dvs. har vanskar med å oppfatte talespråk.
I samband med nokre deltema i oppgåva vil det likevel vera aktuelt å skilje ut dei elevane som hovudsakleg bruker teiknspråk som kommunikasjonsspråk, eg vil då bruke omgrepet «teiknspråklege elevar».

1.3.2. Problemløysingsoppgåver

Problemløysing betyr å finne ein strategi eller måte å løyse eit ukjend problem på (Olafsen 2009). I «Læreplanverket for Kunnskapsløftet i grunnskolen og i vidaregåande opplæring» vert problemløysing definert slik:
*«Problemløysing høyrer med til den matematiske kompetansen. Det er å analysere og omforma eit problem til matematisk form, løyse det og vurdere kor gyldig det er. Dette har òg språklege aspekt, som det å resonnere og kommunisere idear.......»*Vidare heiter det at:
«*Matematikkfaget i skolen medverkar til å utvikle den matematiske kompetansen som samfunnet og den einskilde treng. For å oppnå dette må elevane få høve til å arbeide både praktisk og teoretisk. Opplæringa vekslar mellom utforskande, leikande, kreative og problemløysande aktivitetar og ferdigheitstrening*» (Udir 2006).

Problemløysingsoppgåver i matematikk vil altså seie oppgåver som i utgangspunktet omhandlar eit problem, til dømes frå dagleglivet, som skal gjerast om til matematisk problem, løysast med matematiske metodar og vurderast.
Eg oppfattar dette slik at problemløysing ikkje berre er eit mål for den matematiske aktiviteten, men òg ein læringsprosess, ein metode for å utvikle ny kunnskap i matematikk.
I den engelskspråklege litteraturen vert det ofte brukt omgrepa som ”arithmetic word problem” eller ”arithmetic story problems” om denne typen oppgåver. Begge desse synes eg dekkjer omgrepet betre enn dei som er i bruk i Norge, av di dei viser kombinasjonen av tekst og aritmetikk(talbehandling).”Rekneforteljingar” vert mest brukte i samband med munnlege aktivitetar og omgrepet ”tekstoppgåver” vert oftast relatert til skriftlege oppgåver.
Omgrepet ”problemløysingsoppgåver” kan omfatte andre typar problem enn tekstoppgåver,til dømes knytt til geometri og talbehandling.

Eg vel likevel å nytte omgrepet «problemløysingsoppgåver», av di dette omgrepet best skildrar ein aktivitet og prosess. I denne oppgåva omfattar omgrepet munnlege og skriftlege tekstoppgåver som inneheld matematiske problem knytt til dagleglivet.

1.3.2.1 Kva er eit matematisk problem ?

Eit problem i ei problemløysingsoppgåve kan definerast som ei oppgåve som eleven ikkje har ei ferdig metode for å løyse, men der han må kombinere tidlegare kunnskapar og ferdigheiter for å finne løysing på den nye problemsituasjonen (Breiteig and Venheim 2005).
Eit ekte problem krev meir enn enkel gjenkjenning og memorering. Slike oppgåver kan ikkje verte løyste berre ved rutinemessige algoritmar (reknemåtar) utan ei djupare forståing av problemet. Dette er rein trening i ferdigheieter, der elevane mekanisk skal fylgje ein bestemt, innlært framgangsmåte.
Å løyse eit ekte problem krev analyse og logikk som må baserast på forståing av innhaldet i oppgåva. Eit matematisk problem er ei spesiell form for matematisk spørsmål der ein må gjennomføre ei matematisk undersøking for å finne svaret.
Omgrepet matematisk problem er altså ikkje absolutt, men relativt i høve til den personen som skal løyse det. Det som for ein person kan vere rutineoppgåve, vert for ein annan eit problem som ein ikkje kjenner løysinga på (Røssland 2005).

1.3.2.2 Ulike typar problemløysingsoppgåver

Uttrykkja «Change»-, «Compare»- og «Combine» -oppgåver er mykje nytta i litteraturen, og det kan difor vere nyttig å ha avklåra desse omgrepa.
”Change”- problem inneber at noko skjer som endrar verdien av mengda. Det fins ulike typar av ”change”-oppgåver:

Change 1 og 2	ukjend slutt	eks.	a + b = ?	a – b = ?
Change 3 og 4	ukjend endring	eks.	a + ? = b	a - ? = b
Change 5 og 6	ukjend start	eks.	? + a = b	? – a = b

Combine - problem handlar om situasjonar der det er to mengde som er relaterte til kvarandre. Det fins to typar av Combine-problem;

1) med ukjend heile: 2 eple + 3 eple, kor mange til saman?
2) med ukjend del : 2 grøne eple, resten raude, til saman 8 eple .Kor mange raude eple?

Compare – spørsmål handlar om å samanlikne to mengder og differansen mellom dei.

(Pau 1995).

1.3.3 Heuristisk tilnærming

Ordet heuristisk kjem frå gresk « *heuriskein*» og betyr å finne eller oppdage. Ei slik tilnærming byggjer på eit konstruktivistisk læringssyn og gir elevane muligheit til å oppdage og utforske matematikk gjennom aktiviteter og diskusjonar.
Omgrepet heuristisk kan bety: "Et generelt forslag til kva en kan gjøre når en skal løyse ukjente problem" (Pólya 1971) Heuristisk tilnærming handlar om å lære strategiar og framgangsmåtar for å løyse eit problem, «tommelfingerregler» og er ein effektiv måte å hjelpe elevane til å handtere informasjon som er gitt i problemløysingsoppgåver, særleg når oppgåvene har mykje informasjon (Røssland 2008).

1.3.4 Singaporemodellen

Modell for undervisning i matematikk basert på heuristiske prinsipp, utarbeidd av Ministry of Education. Den heuristiske modellen frå Singapore vil verte nærare beskrive i teorikapitlet.

1.3.5 Matematisk kompetanse

PISA (Programme for International Student Assessment) er eit internasjonalt prosjekt i regi av OECD (Organisation for economic cooperation and development). Prosjektet har som mål å kartlegge 15-åringar sin kompetanse og ferdigheiter innanfor blant anna matematikkfaget. Fylgjande definisjon av matematisk kompetanse eller «mathematics literacy» gjeld for oppgåvene som vert utarbeidd til PISA-undersøkinga 2012:

> *"Matematisk kompetanse er en den enkeltes evne til å formulere, benytte og tolke matematisk kunnskap i ulike sammenhenger. Kompetansen inkluderer evnen til å resonnere matematisk og evnen til å bruke matematiske begreper, prosedyrer, fakta og hjelpemidler til å beskrive, forklare og forutsi fenomener. Matematisk kompetanse hjelper enkeltpersoner til å anerkjenne den rollen som matematikk spiller i verden, og til å fatte velfunderte beslutninger som er etterspurt av konstruktive, engasjerte og reflekterte samfunnsborgere".*

En viktig komponent i ”*mathematics literacy”* er evnen til å bruke matematikk i ulike situasjoner. Valget av matematisk metode og måten å presentere resultater på vil ofte avhenge av situasjonen som problemet presenteres i. Eksempler på ulike situasjoner kan hentes fra privatliv, skole, arbeid, idrett, lokalsamfunn, naturvitenskap osv.(PISA 2012).

1.4 Oppbygging av oppgåva

Denne masteroppgåva består av seks kapittel, samt ei oppsummering på engelsk.
I kapittel 1, som er innleiinga, presenterer eg emne for avhandlinga og problemstillinga, og gjer greie for bakgrunnen for valet mitt. Vidare definerer eg omgrepa i problemstillinga.
I kapittel 2 gjer eg greie for val av metode og beskriv den planlagde forskingsprosessen.
I kapittel 3 presenterer eg læringsteori og aktuell teori om matematikkvanskar generelt. Vidare gjer eg greie for heuristisk tilnærming slik den er organisert i læreplanen i Singapore.
Kapittel 4 inneheld ein systematisk presentasjon av forskingsfunna eg har gjort, forsking som omhandlar hørselshemma og matematisk problemløysing.
I kapittel 5 drøfter eg funna eg har gjort opp mot kvarandre og i høve til den aktuelle teorien, samt mine eigne refleksjonar.
Kapittel 6 presenterer nokre konklusjonar som skal gje svar på problemstilling og forskingsspørsmål, samt refleksjon over forskingsprosessen og trong for vidare forsking.

2. METODE

I dette kapitlet vil eg beskrive metoden eg har vald for denne studien og argumentere for valet. Eg vil vidare gjere greie for val av litteratur og kjelder, og drøfte spørsmål knytt til validiteten og reliabiliteten i studien.

2.1 Val av metode

For å belyse problemstillinga og forskingsspørsmåla i denne oppgåva, vel eg å bruke metoden «Interpretive (fortolkende) Litterature Review».
«Litterature review» inneber å få oversikt over kva som er kjent om eit tema eller fagleg område, samanfatte og tolke tidlegare forsking på feltet, basert på vitskaplege bevis, og gjere dette på ein måte som bidrar til ny innsikt og kunnskap (Hammersley 2003).
Å produsere og lese review over tidlegare arbeid er viktig for å gjere utdanningsforsking betre. Skal lesaren skape meining i forsking må han vere kjend med den aktuelle «skule» eller tradisjon som forskinga skjer innafor (Eisenhart 1998).
I ei studie som denne vert publisert forsking hovudmaterialet for forskinga. Eg vil velje ut, gjennomgå og foreta ei vurdering av relevante forskingsdokument, artiklar og fagbøker som er vitskapleg forankra. Vidare vil eg drøfte og samanfatte desse i lys av generell teori om matematikkvanskar, teori om heuristisk tilnærming og min eigen kontekst, det vil seie mi eiga erfaring, interesse og oppleving av tema.
Eit «Interpretive Litterature Review» inneber ei kvalitativ tilnærming, det vil seie at eg som forskar har ei hermeneutisk, det vil seie fortolkande rolle; eg skal søkje å skape meining ut av funna og konstruere eit holistisk (heilhetleg) bilete av feltet eg undersøkjer.

2.2 «Interpretive Litterature Review»

Ei hermeneutisk tilnærming legg vekt på at det ikkje fins ei sanning, men at fenomen kan tolkast på ulik måte av ulike menneske. Hermeneutisk tilnærming i denne oppgåva vil seie at eg vil gjennomføre ei systematisk kjeldegransking, tolke tekst og søkje å skape meining av den (Befring 2007).
Eit «Litteratur Review» kan ha ulike former; i sin enklaste form handlar det om å samle og organisere resultat av tidlegare studiar, og lage ei samanfatning av kva vi veit innafor eit bestemt tema, som å setje saman biter til eit puslespel. Denne tilnærminga antar at kunnskap

hopar seg opp innafor eit felt, og at forståing bygger seg opp bit for bit, og til slutt skaper ei meir komplett og grundigare forståing som kan føre til tryggare løysing av problemet. Denne tilnærminga bygger på ein biomedisinsk modell. (Schwandt 1998)

I ei kvalitativ undersøking, som er mi tilnærming, vil det vere meir aktuelt med ei fortolkande tilnærming og den hermeneutiske retninga kan vere meir filosofisk retta. I den tolkande og hermeneutiske tradisjonen kan eit «Litterature Review» vere med på å avdekkje overraskande og utviklande perspektiv på problemet, skake opp ting, rive ned grenser, ta i frå kvarandre puslespelet og setje det saman på nytt. Eit slikt review vil utfordre eksisterande førestillingar, og utvikle tenkinga omkring tema. Eit godt «Interpretive Litterature Review» bør;

- Vera ope for ulike måtar å forstå verda på
- Utfordre konvensjonell tenking
- Vera nyskapande, bidra til ny innsikt
- Vera konstruktivt- bidra til forståing og interesse
- Vera gjort kompleks- avdekkje motsetnader - skape diskusjon
- Ha gode intensjonar- bidra til nytenking, menneskeverd og rettferdighet. Har til hensikt å utvide heller enn å slå fast forståing og praksis.
- Vere solidarisk – forbetre kommunikasjon og forståing på tvers av ulike grupper (Sævi ; Eisenhart 1998).

I mi oppgåve vil eg ta utgangspunkt i «Interpretive Review» som på mange måtar bygger på ei tolkande og hermeneutiske tradisjon.

Den "hermeneutiske spiral" inneber ein dynamisk tolkingsprosess, der eg startar med ei førforståing av det aktuelle problemet sett frå min eigen ståstad. Når eg så går inn materialet vil eg tolke dette på bakgrunn av denne førforståinga, idear, tankar og spørsmål som eg har. Samstundes vil eg undervegs oppdage nye ukjente kategoriar, fenomen og tenkemåtar som gjer at eg gradvis utviklar ny kunnskap og forståing, som fører til at eg vil måtte revurdere mitt perspektiv og utvikle ein ny ståstad for det vidare arbeidet. Gjennom denne spiralen vil dei einskilde delane verte forstått og tolka i lys av heilskapen, og heilskapen forstått og tolka gjennom delane(Kjeldstadli 1999).

Ein viktig føresetnad for ein god tolkingsprosess er at eg som forskar er bevisst på kva tyding mi eiga rolle har i tolkingsprosessen. Ein vil ta med seg eigne erfaringar og kunnskapar inn i prosessen med å tolke materialet, og skape sin eigen horisont av forståing og forventningar. Vegen mot forståing vil variere frå person til person, mi forståing heng saman med den konteksten eg opptrer innafor, kva bakgrunn og førforståing eg har og kva situasjon eg er i.

2.3 Korleis kan mitt «Litterature review» bidra til relevant forsking?

Hørselshemma og matematikk er eit tema som er lite diskutert i det hørselsfaglege miljøet, og dei diskusjonane som fins er i liten grad relatert til forskingsfakta, av di det fins så lite kjent forsking på området i Noreg. Eg har sjølv erfart og sett at andre lærarar slit med å skape gode læreprosessar i matematikkfaget. Dei utfordringane elevane møter er kjende og diskutert blant pedagogar innafor fagmiljøet, men svært lite belyst og forska på i Noreg seinare år. Matematikkfaget har dei siste åra vore gjenstand for auka merksemd i den norske skulen, etter at Noreg kom dårleg ut i internasjonale undersøkingar (PISA-undersøkelsene 2003; Røssland 2008). Til tross for at hørselshemma sine prestasjonar ligg klårt under prestasjonane til høyrande elevar, har ikkje matematikklæring for høyrselshemma elevar vore gjenstand for liknande merksemd. Innafor det hørselsfaglege forskingsmiljøet vert det etterlyst meir forsking om korleis høyrselshemma born lærer, særleg på områder som handlar om undervisningspraksis og læring innafor formelle opplæringsrammer (Simonsen 2010). Litterature review handlar om å kombinere fleire studiar med den hensikt å demonstrere deira kollektive relevans for å løyse eit problem, forstå eit problem, forklare samanhengar (Schwandt 1998).
Eg vil bidra til relevant forsking ved å samle og analysere relevante nasjonale og internasjonale forskingsrapportar, samanfatte sentrale funn, teoriar og konklusjonar og avdekkje eventuelle manglande samsvar mellom funn. Eg vil vidare søkje å setje forskinga i eit nytt lys ved å samanlikne funna og vurdere dei opp mot aktuell teori. Gjennom dette vil eg søkje svar på problemstillinga. Til slutt vil eg peike på område som er lite utforska, avdekkje eventuelle skeivvinklingar ved forskinga og gjere ei vurdering av framtidige forskingsbehov på området (Befring 2007).
Gjennom «Litterature Review» håper eg å vise at mitt tema er viktig og aktuelt, og kva tomrom som eventuelt fins i forskinga på dette området. Eg søkjer òg å kunne plassere mi studie inn i ein større kontekst av fleire studiar, å sjå mi problemstilling i lys av ein heilskap, og opne for diskusjonar og drøftingar.
«Litterature Review» har ei viktig funksjon innafor forskingsmiljøet; definere eller redefinere eit intellektuelt felt, gje forskarar ei kjensle av å delta i eit kollektivt prosjekt, slik at dei kan koordinere arbeidet sitt til andre. Samstundes er ikkje målet med studien å oppnå større forståing berre for min eigen del, men eg ynskjer at mitt Litterature Review òg kan fungere som ei bru mellom forskinga og «brukarar» av forsking, t.d. fagpersonar innafor undervisning av høyrselshemma, føresette osb. (Hammersley 2003).

2.4 Val av litteratur og kjelder

Å velje ut og vurdere kjelder betyr å gje ulike data vekt etter kor pålitelege og relevante dei er. I litteraturstudium som dette er tidlegare forsking og anna fagstoff kjeldene.
Sjølv om forsking er publisert er det ikkje sikkert at den er av god nok kvalitet.
På det ytre plan er utgangspunktet for ei slik vurdering forskaren sin strategiske posisjon.
Konsistens og logisk samanheng kan representere eit sanningskriterium på det indre plan (Befring 2007).
Dei beste og mest detaljerte kjeldene er primærkjelder, det vil seie original forsking.
Sekundære kjelder som t.d. fagbøker, representerer samling av primærkjelder.
Eksempel på kjelder av høg standard er forskingsrapporter, fagbøker og artikkelsamlingar.
Deretter kjem tidsskriftsartiklar og publikasjonar frå universitet og høgskule.
Lågast standard har opne internettsider. (Creswell 2012)
Når eg har vurdert kjeldene til denne oppgåva, har eg tatt utgangspunkt i desse standardane.

2.4.1 Utvalg av kjelder som belyser emnet hørselshemma og matematikk

Val av kjelder har vore gjort ut frå fylgjande kriteria:
Forskingsbasert kunnskap; utført av fagpersonar med forskarkompetanse, tilfredsstille krava til forskingsmetode og publisert i kanalar med rutinar for fagfellevurdering (Simonsen 2010).
Relevans for problemstillinga; det vil her seie kjelder som omhandlar høyrselshemma grunnskuleelevar og matematisk problemløysing/tekstoppgåver. I nokre få tilfelle, der eg har følt det har vore relevant for problemstillinga, har eg teke med forsking som er gjennomførte i barnhage og på vidaregåande trinn.
Aktualitet; her har eg i hovudsak vald ut dei nyaste kjeldene, publisert etter 2000 (med nokre få unntak).

Eg har lagt vekt på bruke søkekjelder som føretar kritiske vurderingar av kvaliteten på stoffet dei publiserer og har rutinar for fagfellevurdering. Eg har difor vald ut forskingsrapportar og artiklar som er publisert i anerkjende tidsskrift og som er vurdert og godkjend av NSD (Norsk Samfunnsvitenskaplige Datatjeneste).
Her har eg i hovudsak brukt ”Journal of Deaf Education”, eit engelsk tidsskrift som publiserer engelskspråklege pedagogiske forskingsartiklar som omhandlar høyrselshemma elevar.

Journal of Deaf Studies and Deaf Education: http://jdsde.oxfordjournals.org/ , og som NSD rangerer på nivå 1.
Eg har òg søkt etter kjelder i ERIC: http://www.eric.ed.gov/ og GOOGLE SCOLAR: scholar.google.no og funne fram til relevante vitskaplege artiklar i
«American Annals of the Deaf», «Gallaudet University Press» og « Deafness and Education International» som alle er rangert som publikasjonskanalar på nivå 1 i NSD.
I tillegg kjem artiklar frå «Oxford University Press» som er rangert på Nivå 2.

Eg har nytta søkjeorda: «hearing impaired + mathematics», «hørselshemmede og matematikk» «hard of hearing + mathematics» «deaf + mathematics», «deaf mathematic learning», «deaf mathematic problem solving» , «deaf + arithmetic word problems», « deaf mathematic story problem», «mathematic + deaf students»
Doktoravhandlingar som omhandlar matematikkfaget for elevar med høyrselshemma, samt fagbøker og artikkelsamlingar i høve til målgruppa, har òg vore høgt prioritert. Desse har kjent til eller fått tilrådd av andre fagpersonar, og funne gjennom www.bibsys.no.

Gjennom arbeidet med kjeldesøk har eg funne 20 artiklar/rapportar, 3 doktoravhandlingar og 2 forskingsbaserte fagbøker som omhandlar matematisk problemløysing hjå hørselshemma. Ei av doktoravhandlingane er frå Noreg, resten er frå Sverige, Storbritannia, USA og Australia.

2.4.2 Utvalg av generell litteratur

I teorikapitlet mitt gjer eg greie for generell matematikkfagleg teori som kan belyse problemstillinga, samt teori knytt til Singaporemodellen. Det teoretiske grunnlaget mitt baserer seg på norske matematikkfaglege fagbøker, plandokument, forskingsrapportar og artiklar som har fokus på matematikklæring generelt og problemløysing spesielt. I tillegg har eg nytta plandokument, informasjon og forskingsrapportar frå Singapore.
Utvalet tar utgangspunkt i stoffet sin aktualitet og relevans for problemstillinga, og er gjort på grunnlag av anbefalingar frå fagpersonar, referansar i fagbøker, og eigen litteraturkjennskap.

2.5 Validitet og reliabilitet

To «Interpretive Litteature Review» om same emne kan aldri bli like, av di ulike forskarar i sin kontekst vil kome til å vurdere kjeldene ulikt, og leggje ulik vekt på dei. Det kan vere ein veikskap ved litterær metode i forskinga er at den tar utgangspunkt i subjektivt skjønn. Dette inneber at eg som forskar må ha god fagleg kompetanse på området som gjer meg i stand til å gjennomføre ei kritisk vurdering kvaliteten og relevansen til den tidlegare forskinga som skal inngå i arbeidet (Befring 2007).

Eg var vore bevisst på kjeldesøk og utval av kjelder. I arbeidet med å analysere, tolke og drøfte resultata har eg som mål å gjengi funna så rett, og handsama dei så kritisk og logisk som mogeleg. Om denne studien er reliabel vil avhenge av om eg forstår og tolkar kjeldene rett.

Den indre validiteten vil avhenge av om eg tar i bruk det stoffet som er mest relevant for problemstillinga. Dette har eg forsøkt å ivareta gjennom klåre kriteria for utval av kjelder.

Ytre validitet handlar om å generalisere funna. Ei utfordring eg har i høve til dette er at det fins lite forsking som omhandlar norske elevar. Dei fleste kjeldene eg nyttar kjem frå USA, England, Sverige og Australia. Det vil ikkje vera mogeleg å seie sikkert at desse funna har relevans for norske elevar med høyrselshemming, men nokre moment kan likevel vere med på å sikre validiteten:

- Funna viser at prestasjonane i matematikkfaget ser ut til å vere omtrent på same nivå i alle land, og at problemområda er dei same
- læreplanane i matematikk i dei ulike landa byggjer i stor grad på dei same prinsippa

  (OSPI 2012) (Education 2012) (Skolverket 2011)
- organisering av undervisning er lagt opp på tilnærma same måte, det vil seie at dei hørselshemma elevane er fordelte i ulike typar opplæringsarenaer, spesialskule, høyrselsklasse, eller i klasser med høyrande elevar

Om eg finn svar på problemstillinga mi med den metoden eg har vald vil òg sei noko om validiteten og reliabiliteten i forskinga. Ein annan måte sjå validitet og reliabilitet på er ut frå eit pragmatisk perspektiv, det vil seie å vurdere validiteten ut frå om funna kan omsetjast til praksis.

2.6 Mi forforståing av emnet i problemstillinga

Før eg presenterer teori og funn, vil eg greie ut for det utgangspunktet eg har for forståing av emnet i problemstillinga. Den erfaringa eg har med undervisning av hørselshemma i matematikk inneber at eg har ei forståing av problemstillinga som det er viktig å ta med seg vidare i arbeidet med denne studien. Eit «Interpretive Review» inneber ein dynamisk tolkingsprosess, der eg startar med ei forståing av det aktuelle problemet sett frå min eigen ståstad. Når eg så går inn materialet vil eg tolke dette på bakgrunn av denne førforståinga, idear, tankar og spørsmål som eg har (Kjeldstadli 1999). Det er difor viktig at eg er omveten om mi eiga forforståing og set ord på den, slik at eg lettare kan skilje mellom funn og forforståing.

Mi erfaring er at dei hørselshemma elevane ofte har overflatiske kunnskapar, og manglar ei djupare forståing av matematiske symbol og omgrep. Mange viser difor vanskar med å samtale om matematiske emne, å forklare korleis dei tenkjer, og generelt kommunisere omkring matematiske aktivitetar. I dei åra eg har arbeidd med hørselshemma og matematikk har eg òg opplevd at det er viktig å vera oppteken av elevane si forståing i faget og eg har hatt mykje fokus på dette. Arbeid med problemløysingsoppgåver er ein av dei metodane eg har brukt i dette arbeidet. Gjennom desse erfaringane har eg fått tru på at bruk av språket, og kopling mellom daglegliv og matematiske omgrep bør vera utgangspunktet for utvikling av matematikkforståing. Eg har i mi undervisning lagt vekt på konkretisering og visualisering av problema ved hjelp av konkretar og praktiske aktivitetar i kombinasjon med samtale. Likevel synest eg ikkje at utviklinga har vore som ønska, eg har opplevd at mange elevar har vanskar med å engasjere seg i språkbaserte matematikk-aktivitetar over tid, dei vil helst søkje svar raskt og mister lett fokus. Det same gjeld i arbeid med skriftlege tekstoppgåver, som elevane prøver å unngå, eller behandlar på ei overflatisk måte, ved t.d. å gjette framgangsmåte eller svar på bakgrunn av tal i teksten. Mi erfaring har ført til at eg har fatta interesse for Singaporemodellen, på grunn av metoden sitt fokus på problemløysing, språk og visuelle representasjonar.

I denne studien forventar eg å finne resultat som viser at språk og matematiske omgrep er eit sentralt vanskeområde for hørselshemma og at visualisering må vera det sentrale i undervisninga, gjennom bruk av teiknspråk som undervisningsspråk og ved bruk av anna visuell støtte som konkretar, teikningar og liknande.

3. TEORI

Kva kompetanse er det naudsynt at elever utviklar for å meistre problemløysingsoppgåver? Korleis skjer læring og utvikling av ferdigheiter i matematisk problemløysing?
I dette kapitlet vil eg først kort gjere om kva kunnskap som trengs for å utvikle matematisk kompetanse, og om risikofaktorar for utvikling av vanskar i faget.
Deretter vil eg presentere teoribakgrunn og modell for ei heuristisk tilnærming til undervising i matematikk, som skal danne ramme for drøfting av funna i denne studien.

3.1 Matematikk i Kunnskapsløftet (K-06)

Elevar med hørselshemming i den norske grunnskulen som får si opplæring etter § 2.6 i Opplæringslova, det vil seie opplæring i og på teiknspråk, har eigne læreplanar i faga norsk, teiknspråk, engelsk og drama/rytmikk, som erstattar musikkfaget.
I alle andre fag, som i matematikk, får dei opplæring etter dei vanlege læreplanane i K-06.

Eit gjennomgåande tema i K-06 er vektlegging av fem grunnleggjande ferdigheiter som naudsynte føresetnader for læring og utvikling: Å kunne uttrykkje seg skriftleg, å kunne uttrykkje seg munnleg, kunne lese, å kunne rekne og å kunne bruke digitale hjelpemiddel.
I matematikkfaget vert dei grunnleggjande ferdigheitene beskrive slik:

Å kunne uttrykkje seg munnleg i matematikk- inneber å kunne kommunisere omkring matematiske emne, delta i samtaler saman med andre, kunne forklare korleis ein tenkjer, kunne argumentere for sine meiningar og kunne diskutere problem og løysingar. For teiknspråklege elevar vil språkkoden i den munnlege aktiviteten vera teiknspråk.

Å kunne uttrykkje seg skriftleg i matematikk - vil seie å kunne representere eit problem skriftleg, overføre matematisk informasjon til talsymbol, overføre problemet til teikning, skisser, tabellar grafar eller diagram. Det inneber òg å kunne formulere tankar og idear skriftleg, og til dømes kunne skrive utfyllande svar på ei problemløysningsoppgåve.

Å kunne lese i matematikk- inneber å kunne tolke tekstar med matematisk innhald, og tekstar henta frå dagleglivet. Slike tekstar kan vere lingvistiske oppgåver som inneheld matematiske uttrykk, eller anna type skriftleg informasjon som symbol, skjema, formlar og tabellar.

Å kunne rekne i matematikk er grunnstamma i matematikkfaget, det handlar om forståing for tal og mengde, kunne vurdere og bruke høvelige algoritmar (rekneoperasjonar). Rekning er òg å kunne utforske og løyse dagligdagse problem ved hjelp av det matematiske symbolspråket. Å kunne rekne inneber å kunne bruke varierte strategiar og vurdere om svara er rimelege.

«Å kunne bruke digitale verktøy i matematikk - handlar om å kjenne til, vurdere og kunne bruke slike verktøy til å finne informasjon, behandle og presentere data , og vere kritisk til kjelder, analysar og resultat. Det handlar vidare om å kunne bruke hjelpemidlet til problemløysing, simulering, og modellering, og å bruke slike verktøy til spel, utforsking, og publisering.
(Udir 2006)

Matematikkplanen omfattar seks ulike emneområde:

Tal og algebra, Geometri, Måling, Statistikk, Sannsyn og Kombinatorikk, og Funksjonar.

Problemløysing er ikkje eige emne område i planen men er nemnt under føremål:
«*Problemløysing høyrer med til den matematiske kompetansen. Det er å analysere og omforma eit problem til matematisk form, løyse det og vurdere kor gyldig det er. Dette har òg språklege aspekt, som det å resonnere og kommunisere idear.*» (Udir 2006).

3.2 Utgangspunkt for val av Singapore-modellen som teorigrunnlag

Norske elever har skåra lågt i matematikkfaget i internasjonale testar i PISA-undersøkingane (PISA-undersøkelsen 2009), og fagmiljøa leiter etter årsaker og prøver å finne ein ny veg vidare.
Skulematematikken i Noreg har tradisjonelt i stor grad hatt fokus på produktet, rett svar og rett framgangsmåte. Det er naudsynt å endre det tradisjonelle synet på matematikkfaget og det vert arbeidd for å få eit større fokus på prosessdimensjonen i faget, noko som vert vektlagt i PISA-undersøkinga. (Røssland 2005). Eit av dei landa som har lukkast med matematikkundervisninga, og som dermed skårar høgt på resultatlista i PISA, er Singapore. Fagpersonar i Noreg har studert læreplanane der og sett på undervisningsmetodar og henta inspirasjon til nye tilnærmingar i matematikkundervisninga i norsk skule. Læreplanane i

matematikk i Singapore tar utgangspunkt i ei heuristisk tilnærming, der elevane lærer ulike framgangsmåtar for å løyse ukjende problem. Dei utvikla ein ny læreplan som skulle utvikle omgrepsforståing og ta fokus bort frå prosedyrar og reglar. Elevane skulle få muligheiter til å oppdage, resonnere og kommunisere matematikk gjennom aktiviteter, det skulle leggjast til rette for at eleven skulle få utforske og oppdage samanhengar sjølve (Røssland 2008).
Denne måten å undervise i matematikk på byggjer på eit konstruktivistisk læringssyn. Konstruktivismen legg vekt på at eleven ikkje er ein passiv mottakar, men nærmar seg eit problem på bakgrunn av den kunnskap og dei erfaringane han har, og konstruerer på denne måten sin eigen forståing av problemet. Kunnskap er ikkje ein representasjon av verda, men ei tolking av den, dermed kan ikkje læring overførast direkte frå eit individ til eit anna (Frostad 1995). Matematikkundervisning med dette utgangspunktet vil kunne egne seg særleg godt til opplæring av elever som har vanskar i matematikk, blant anna av di den vil leggje vekt på element som er meiningsfulle for eleven. Ein vil leggje vekt på å byggje på eleven sine eigne erfaringar og kunnskapar, det vil seie byggje på kva eleven *kan* i staden for det han *ikkje kan* (Lunde 2009).

3.3 Konstruktivistisk læringssyn

Konstruktivisme som omgrep i undervisning oppstod ved i starten av førre århundre som ein reaksjon på dei rådande metodane innafor pedagogikken, der læraren formidla læringa, og eleven hadde rolla som passiv mottakar. John Dewey (1859-1952), som lanserte uttrykket «learning by doing» var ein av dei første som var oppteken av elevane si aktive deltaking. Konstruktivismen beskriv korleis læring skjer og meining vert skapt. Den tar utgangspunkt i at læring ikkje skjer ved overføring av kunnskap frå lærar til elev, men at eleven konstruerer (bygger) sin eigen kunnskap og forståing ved å kople eksisterande kunnskap og erfaringar til ny læring. Blant konstruktivistar er det likevel usemje om kva fokus undervisninga skal ha; nokre er fokuserte på den enkelte elev si utvikling og læring, andre har fokus på den sosiale og kulturelle samanhengen læringa skjer i, atter andre meiner at både det individuelle og det sosialt/kulturelle er viktig for læring.
Jean Piaget(1896-1980) og Lev Vygotski (1896 – 1934) har vorte dei to mest sentrale teoretikarane innafor konstruktivismen.
Dei to står som representantar for to ulike retningar innan konstruktivisme; kognitive konstruktivisme og sosial konstruktivisme (Bjørnestad 2004).

3.3.1 Kognitiv konstruktivisme

Omgrepet «kognitiv» har å gjere med intellektuelle funksjonar, læring, tenking, hukommelse og problemløysing. Denne forma for konstruktivisme tar utgangspunkt i Piaget sine teoriar om kognitiv utvikling. Han legg vekt på kva som skjer med barnets mentale strukturer under læringa. Læring skjer i interaksjon mellom det enkelte barn og omverda, hovudsakleg forstått som objekt. Barnet knyter heile tida ny læring til tidlegare erfaringar, og på den måten utviklast stadig ny erkjenning. Konstruksjonen av læring skjer i hovudet til barnet og er primært individuelt.

Den kognitive utviklinga fylgjer bestemte steg, ifølge Piaget i fire stadia:

På det senso-motoriske stadiet (0 – ca. 2 år) tar barnet si tenking har utgangspunkt i konkret handling, kognitive strukturer er knytt til mestring av fysiske gjenstandar.

Etterkvart som språket vert utvikla, på det pre operasjonelle stadiet (2-7 år) kan handlinga internaliserast som tankar, barnet kan skape ein indre symbolsk representasjon. Denne tenkinga er likevel framleis avgrensa og prega av irreversibilitet, det vil seie at barnet ikkje kan føra ei handling attende til utgangspunktet.

Eit matematisk døme kan vere at barnet ikkje kan gjere om 2 + 3 = 5 til 5 – 3 = 2

Grunnleggjande talforståing vert utvikla i denne fasen. Piaget opererer med to grunnomgrep;

Kardinalitet- representerer ei gitt mengde – til dømes 4 klossar.

Utviklast gjennom ein-til ein samanparing der det kan slåast fast at det er like mange.

Ordinalitet – representerer rekkefylgje – den 4. klossen. Utviklast ved at barnet samanliknar to mengder, til dømes avgjer kor det er flest, kva som er størst etc. Viktige omgrep er større enn- mindre enn, færre enn – fleire enn.

Evne til reversibel tenking vert utvikla på det konkret-operasjonelle stadiet (7 - ca. 11 år)

Barnet utviklar forståing for relasjonen mellom deler/heile, at den totale mengda vert den same uavhengig av gruppering, og kan dermed til dømes forstå at 3+1 er det same som 2+2, at begge er ein del av heilskapen som er mengda 4.

I praktisk pedagogisk samanheng er det viktig på dette stadiet å gje elevane tilgang på konkrete og visuelle hjelpemiddel. Instruksjon bør vere gitt trinnvis med ein klår progresjon. Det er viktig å nytte kjende eksempel for å forklare meir komplekse matematiske omgrep. Problemløysingsoppgåver er verdifulle her.

På det formelt-operasjonelle stadiet (frå 11 år) er barnet i stand til å tenkje abstrakt og er no i stand til å fylgje eit logisk resonnement på eit verbalt nivå.

Framleis er det viktig å nytte mange av dei same strategiane som på stadiet før. I tillegg er det

viktig å gje eleven høve til å diskutere hypotetiske spørsmål, og å bruke språk ved til dømes å forklåre korleis dei tenkjer i løysinga av eit problem.
Eit viktig omgrep i Piaget sin teori er likevekt. I innlæring av ny kunnskap opplever eleven ei konflikt mellom eksisterande kunnskap og nye erfaringar. Ved å tilpasse eksisterande førestilling (skjema) til dei nye inntrykka, oppstår oppleving av likevekt, og eleven har fått ny kunnskap.
Måten å oppnå ny kunnskap på er ifølge Piaget å la eleven få utforske, eksperimentere og leite etter svar gjennom aktivitet. Læraren si rolle er å legge til rette for eleven sin aktivitet, bidra med materiell og skape situasjonar som innbyr til utvikling av ny kunnskap. Læraren må ha tillit til at eleven kan lære på eiga hand, tillate han å gjere feil og lære av feila.

3.3.2 Sosial konstruktivisme

Den kognitive konstruktivismen har vorte kritisert for at den ser læring som ein isolert aktivitet og i for liten grad tar omsyn til at læring skjer i sosial samanheng. Vygotski sine teoriar byggjer på Piaget sine kognitive utviklingsteoriar, men i motsetning til Piaget var han oppteken av språket si rolle i læreprosessen. I sosial konstruktivisme konstruerer eleven kunnskapen sin aktivt i samspel med omgivnadane, og språket står sentral som reiskap for tanken.
Elevar kjem til skulen med ulike kunnskapar, erfaringar, ferdigheiter og sett av omgrep. I fylgje Vygotski er omgrepsuttrykk språk i vid forstand, munnleg språk, kroppsspråk, teikn; språk er språk dersom eleven gjer uttrykk for tankane sine gjennom det.
Omgrepsinnhald er meiningar og tankar, og omgrepsuttrykk er språk som symboliserer desse meiningane og tankane. Eit omgrep er samansett av språk og tanke, innhald og uttrykk.
Språkuttrykk som for eleven står i direkte kontakt med omgrepsinnhaldet, og som han uttrykkjer seg med og tolkar spontant, kallar Vygotski *"språk av 1. orden",* eller «*spontane omgrep*». *"Språk av 2. orden", «*eller *vitskapelege omgrep*», står ikkje i direkte kontakt med omgrepsinnhaldet for barnet, men som må omsetjast ved hjelp av 1. orden-språket.
Dette vert kalla eit omsetjingsledd, som fungerer som bindeledd mellom eleven si verd av omgrep og nye språkuttrykk, t.d. matematisk språk. For å kunne leie eleven vidare i læringa må læraren ha kjennskap til eleven sitt språk av 1.orden (Høines and Mellin-Olsen 1982; Vygotskij, Bielenberg et al. 2001).
Vygotski skil mellom barnets faktiske utviklingsnivå og det potensielle utviklingsnivået, det

vil seie kva barnet kan utføre under rettleiing av og i samspel med andre. Læringa skjer i spenningsfeltet mellom det barnet kan meistre åleine og det det kan meistre med hjelp. Dette spenningsfeltet omtalar Vygotski som den proximale (nærmaste) utviklingssone.
I den kognitive konstruktivismen skjer læring ved at barnet lærer gjennom direkte manipulering av objekt. «Mediering» er eit nøkkelomgrep hjå Vygotski, mediering vil seie at læring skjer i interaksjon mellom barnet og omgivnadane, med hjelp av ein annan person/mediator. Læraren si rolle i læringa vert å støtte barnet i utforsking, samtale om det som skjer, stille spørsmål og gje tilstrekkeleg hjelp til at eleven kan meistre overgangen til ei ny utviklingssone.(Feuerstein, Klein et al. 1991; Foisack 2003).

3.4 Elevar med vanskar i matematikk

Omgrepet matematikkvanskar er uklårt og omdiskutert. Omgrep som er mykje nytta er «spesifikke matematikkvanskar» eller «dyskalkuli», som handlar om vanskar som ikkje står i høve til eleven sine evnemessige føresetnader, eller eventuelle sanseforstyrringar. Kjenneteikn er til dømes vanskar med talbehandling, lesing, resonnering, kommunikasjon. I dette perspektivet fins lærevansken som ein indre eigenskap hjå barnet, uavhengig av påverknad frå miljøet, som til dømes undervisning.
I nyare litteratur er desse omgrepa ofte erstatta med «matematikkvanskar», som er eit mykje breiare omgrep som omfattar alle elevar som skårar lågt på matematikktestar, inkludert den gruppa som har spesifikke vanskar. I eit spesialpedagogisk perspektiv vil ein i større grad sjå på matematikkvanskar som problem med fleire faktorar som oppstår i samspelet mellom eleven sine kognitive føresetnader, matematikkinnhaldet og undervisningsmetodane.
Studiar av hørselshemma elever i England, viser likevel at det ikkje er funne nokon generell samanheng mellom hørselshemming og spesifikke matematikkvanskar. Det er ingen skilnad mellom høyrande og høyrselshemma sine føresetnader for utvikling av matematisk kunnskap. Dei stega hørselshemma elevar må ta mot ny kunnskap i matematikk, er dei same som hjå høyrande elevar. Vanskane tyder ikkje på avvik, men forseinking i utvikling av matematikkferdigheiter (Nunes and Moreno 2002; Foisack 2003).

3.4.1 Føresetnader for å mestre matematisk problemløysing

For å meistre matematisk problemløysing treng eleven grunnleggjande strategiar for talbehandling som er automatiserte, effektive og fleksible.
I tillegg er det viktig at eleven har beherskar nokre generelle ferdigheiter:

- Følgje instruksjon; ha ord og omgrep til å oppfatte og forstå oppgåva og problemstillinga, skriftleg og munnleg. Sortere informasjon.
- Bruke språk som et reiskap for tenking: samtale, forklare, argumentere, resonnere.
- Kunne sjå årsak-verking.
- Kunne danne seg indre bilete – å kunne lage seg ei mental førestelling av problemet.
- Kunne behandle visuelt-spatial informasjon (å kunne oppfatte romleg informasjon og forstå relasjonane mellom dei).
- Kunne behandle sekvensiell informasjon (å kunne behandle informasjon i rekkefølge). Ein erfarer ofte at elevar som har vanskar i matematikkfaget, har svake sekvensielle og spatiale evner.
- Arbeidsminne- samspel mellom korttidsminne og langtidsminne, kunne sortere ut relevant informasjon.
- Evne til å kjenne igjen mønster og system- sortere, kategorisere.
- Evne til å sjå deler av heilskap og heilskap av deler.
- God planlegging- og organiseringsevne.
- Metakognitive ferdigheter: Metakognisjon handlar om å kunne ”tenke på tenking”, det vil sei å vera medveten og ha evne til å overvake og kontrollere sine eigne tankeprosessar.

(Akselsdotter, Grimstad et al. 2008; Røssland 2008; Skoglund 2008; Lunde 2010)

3.4.2 Kartlegging av matematikkferdigheiter

Ei grundig kartlegging av eleven er viktig for å vite korleis ein skal leggje opp undervisninga. Med utgangspunkt i Vygotski sin teori om *den proximale sone* er det lite tenleg å berre kartleggje kva eleven allereie har lært, det interessante er å sjå på kva eleven er i stand til å meistre vidare, med støtte frå lærar.
Ei *statisk* testing, som dei fleste prøvar i skulen er, måler kva eleven kan. Slike prøvar er ofte prega av oppstilte stykkje med rett/galt-struktur. Eleven si kunnskapsmengd er ikkje det

sentrale, kvaliteten på kunnskapen er det viktige. Difor vil tradisjonelle testar som berre måler kvantitet ikkje vere tilstrekkeleg. *Dynamisk* kartlegging er viktig for å få kjennskap til korleis eleven tenkjer og arbeider, og finne ut kor mykje og kva slags hjelp han treng, å kartleggje den ”proximale sone”. I dynamisk kartlegging er målet å hjelpe eleven til å finne svar på oppgåvene, samtidig som ein registrerer arbeidsmåtar og tankeprosessar. Denne forma for kartlegging krev god dialog mellom lærar og elev (Lunde 2009).

3.5 Heuristisk tilnærming til problemløysing

I ei heuristisk tilnærming til problemløysing vert elevane presenterte for ulike verktøy, tommelfingerreglar, generelle forslag til korleis ein kan gå fram for å løyse problemet. Heuristikk er ein effektiv måte å hjelpe elevane til å oppfatte og behandle informasjonen som er gitt. Særlig nyttig er denne framgangsmåten når oppgåva har mykje informasjon.
Det kan hjelpe elevane til å sortere og styre sine eigne tankeprosessar, særleg når oppgåvene består av fleire steg.

3.5.1 Problemløysingsprosessen i eit heuristisk perspektiv

Omgrepet heuristikk vart nytta av Pòlya i boka «How to solve it» (1971) I boka beskriv han problemløysing som ein 4-trinnsprossess. På kvart trinn er det bestemte strategiske spørsmål, det vil seie heuristiske strategiar, som kan hjelpe eleven til å kome vidare i prosessen:

a. Å forstå problemet

Dette inneber å oppfatte problemet i ei oppgåve, gjengi oppgåva med eigne ord, samtale om innhaldet med andre, teikne ei teikning eller eit skjema, lokalisere relevant, og utelukke irrelevant informasjon, bruke eigne erfaringar og kunnskapar.
Gode omgrepsferdigheiter er essensielt på dette steget.
Heuristiske strategiar: Kva fortel problemet oss? Kva vert det spurt etter? Kva er kjend? Kva er ukjend? Kan vi trekkje ut og organisere informasjonen? Kan vi lage ein representasjon i form av diagram, formel, skjema, figur? Kan vi finne passande symbol og ein måte å skrive ned problemet på?

b. Å lage ein plan

Dette handlar oftast om å matematisere problemet, det vil seie å finne eigna matematiske symbol og reknemåte, men og å vurdere om problemet kan løysast på andre måtar enn ved tradisjonelle algoritmar (rekneprosedyrar), t.d. ved teikning eller mønster. Her er det viktig å ta i bruk eksisterande erfaringar og kunnskap, til dømes matematiske algoritmar (reknemåtar), formlar og reglar.

Heuristiske strategiar: Har vi sett eit liknande problem før? Kan vi forme om problemet til noko kjent?

c. Å utføre planen

Dette steget vil oftast dreie seg om å bruke sine prosedyreferdigheiter til å gjennomføre løysingsmetoden steg for steg med sikte på å finne fram til det rette svaret. Samstundes er det også viktig her at eleven får erfaring med ulike tilnærmingsmåtar og høve til å prøve og feile for å utvikle mest mulig funksjonelle prosedyrar. Eleven skal tolke resultatet og gje eit svar. Det er viktig at eleven ser svaret i samanheng med forståinga av problemet, slik at svaret ikkje berre blir eit tal, men svar på spørsmålet i oppgåva.

Heuristiske strategiar: Kan vi løyse deler av problemet? Teste ut ulike måtar å løyse det på? Kva er svaret på spørsmålet? Kan vi gje eit eintydig svar?

d. Å sjå tilbake

Her har elev trong for sine metakognitive evner som skal nyttast til å evaluere løysinga. Det er viktig at eleven både reflekterer over resultatet/svaret han har kome fram til og metoden han har brukt for å finne svaret.

Heuristiske strategiar: Kontroller og reflekter. Kan du kontrollere kvart steg, grunngje at svaret er korrekt? Er resultatet rimelig og logisk? Var det ein god måte å finne fram til svaret på? Kunne du gjort det på andre måtar?

Dialog lærar-elev og elevar imellom elevar er svært sentralt her.

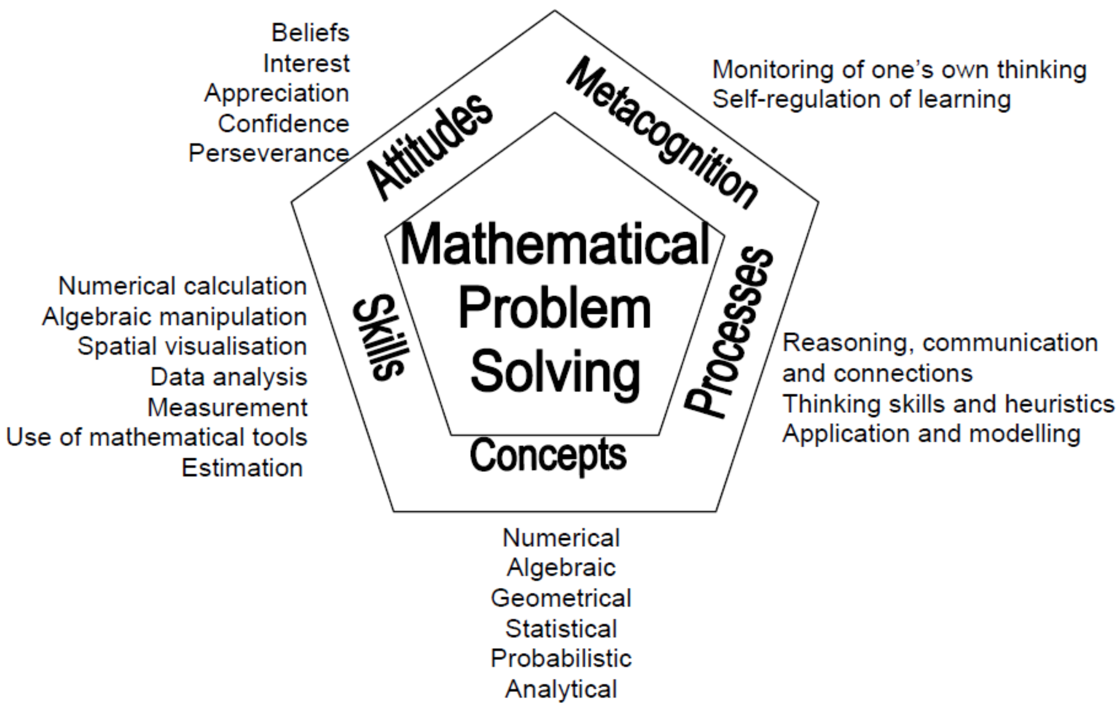
(Pólya 1971; Breiteig and Venheim 2005)

3.5.2 Singaporemodellen

Sidan 90-talet har skulemyndigheitene i Singapore gått gjennom ei endring i synet på matematikkundervisning, frå fokus på prosedyrar og regler, og i til i staden å satse på å utvikle ei grunnleggjande forståing hjå elevane.
I læreplanen frå Singapore vert det difor lagt vekt på at elevane skal tenkje framfor å memorere, og ein har erfart at ei medveten satsing på ei heuristisk tilnærming til problemløysing har utvikla elevane sin kompetanse i matematikk. Elevane skal utforske samanhengar gjennom å oppdage, resonnere og kommunisere matematikk
Dette inneber ei endring i lærarane si måte å undervise på, difor er det parallelt med innføring av ny læreplan, lagt opp til ei omfattande etterutdanning for lærarane (Røssland 2008).

3.5.2.1 Rammeverket for læreplanen i Singapore

Problemløysingsoppgåver er sentrale på alle trinn i læreplanen i matematikk i Singapore. Planen går ut frå ein modell som lyfter fram fem viktige komponentar som viktige for utvikling av god problemløysingsevne hjå eleven:



(Singapore 2006)

Læreplanen utdjupar dei ulike elementa i denne modellen slik:

Språk og omgrep

Dette omfattar talomgrep, algebra, geometriske omgrep, statistikk, sannsynligheit og analytiske ferdigheiter, det vil seie å kunne analysere enkeltelement i ei oppgåve, kommunikasjon og logisk resonnement. Elevane skal få utforske og oppdage matematiske idear og sjå matematikk som ein heilskap, ikkje som isolerte ferdigheiter. Dei skal få tilgang til varierte læringserfaringar som kan hjelpe dei til å utvikle ei djup forståing av matematiske omgrep, slik at dei kan dei kan vera tryggare på å utforske og nytte matematikk i ulike situasjonar.

Mentale prosesser

Mentale prosesser handlar om ulike kognitive ferdigheitar som trengs for å bruke matematikk. <u>Matematisk tenking</u> handlar om evna til å analysere matematiske situasjonar og konstruere logiske argument. <u>Kommunikasjonsferdigheiter</u> er viktig for å kunne bruke matematisk språk til å uttrykkje og argumentere for matematiske idear på ein presis og logisk måte, og på den måten utvikle eiga forståing. <u>Evne til å sjå samanhengar</u> handlar om å lage lenker mellom ulike matematiske idear, mellom matematikk og andre tema, og mellom matematikk og dagleglivet. Studentane skal ta i bruk <u>ulike tenkemåtar</u> og <u>heuristikker</u> som kan hjelpe dei å løyse matematiske problem. Evne til å klassifisere, samanlikne, sekvensiere (rekkefølgje), analysere deler/heile, identifisere mønster og samanhengar, trekke logiske slutningar, og spatial visualisering. Elevane skal få høve til å arbeide mykje med ulike typar problem, dette er viktig for utvikling av forståing og kompetanse.

Ferdigheiter

Matematiske ferdigheiter handlar om å kjenne ulike rekneprosedyrar, bruk av algebra, spatial visualisering, dataanalyse, måling, bruk av matematiske hjelpemiddel, og estimering (overslag). Slike ferdigheiter er viktig for å lære og bruke matematikk. Likevel er det viktig å unngå å legge for stor vekt på prosedyreferdigheiter utan ei underliggjande forståing av matematiske prinsipp. Ferdigheiter inkluderer evne til å bruke teknologi i utforsking og problemløysing. Det er òg viktig å innlemme kognitive evner og heuristikk i utviklinga av matematiske ferdigheiter.

Haldningar

Dette refererer til det kjenslemessige i høve til læring av matematikk. Elevane sine haldningar til faget har stor betyding for deira måte å møte problem på, og vert skapte gjennom deira læringserfaringar. For å skape positive haldningar til faget må matematikkundervisninga vera morosam, meiningsfull og relevant. Målet må vera at elevane skal få tru på at matematikk er nyttig, ha interesse og glede av arbeid med matematikk, setje pris på den venleiken og krafta som ligg i matematikken, ha sjølvtillit i å bruke matematikk, og vere uthaldande i problemløysingsprosessen.

Metakognisjon

For å utvikle metakognitive evner hjå elevane er det viktig å leggje vekt på:

- Gje elevane til kunnskap om generelle problemløysingsstrategiar, tenkestartegiar og heuristikker, og korleis denne kunnskapen kan brukast i problemløysing.
- Oppmuntre elevane til å tenkje høgt omkring dei strategiane og metodane dei bruker.
- Gje elevane oppgåver som krev planlegging (før løysing) og evaluering(etter løysing).
- Oppmuntre elevane til å søkje alternative løysingsmåtar for same problem og å sjekke om svaret er passande og logisk.
- La elevane diskutere problemløysingsforslag, og forklare dei ulike metodane dei bruker.

  (Singapore 2006; Røssland 2008)

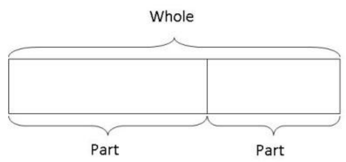
3.5.2.2 Teikn-modell-metoden

Den mest sentrale heuristikken i matematikkundervisninga i Singapore er «teikn-modell»-metoden. Den går ut på å teikne modell som viser informasjonen som er gitt i oppgåva, og på denne måten lage ei visuelt-spatial representasjon av problemet. Denne metoden vert nytta på alle klassetrinn i Singapore, også på vidaregåande nivå.
Stega elevane arbeider seg gjennom ved hjelp av «teikn-modell»-metoden representerer dei to første stega i Pòlya (1971) sin problemløysingsprosess: *Forstå problemet* og *Lag ein plan*.

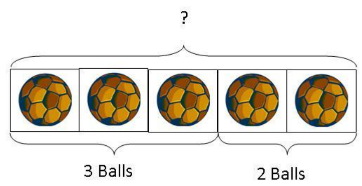
For dei yngste elevane er det vanleg å bruke teikningar av kjende objekt, som i dette dømet ballar, til å representere tala i oppgåva. Seinare, oftast frå 3. klasse, vert metoden gjort meir abstrakt ved at ein erstattar dei ikoniske teikningane med rektangel i ulik størrelse og set dei i samanheng.

Elevane lærer vanlegvis tre ulike typar modellar:

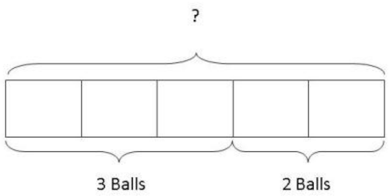
a) Deler-heilemodellen – vert brukt til å løyse ulike typar «change» og «combine» -oppgåver.



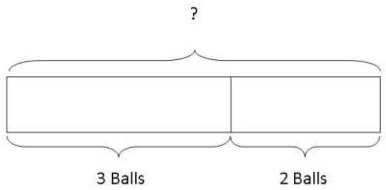
Eks. Addisjon 3 + 2 = 5



På begynnarstadiet teiknar ein ikoniske representasjonar som kvar representerer mengda 1



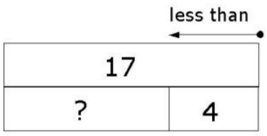
Seinare vert teikningane erstatta av ruter og tal , 1 til 1 representasjon, det vil seie at kvar rute representerer mengda 1



Her er nivået meir abstrakt. Rektangelet representerer ikkje lenger mengda 1 men samansette mengder. Størrelsen på rektangelet seier noko om forholdet mellom mengdene.

b) Samanlikningsmodellen - «compare-oppgåver

Eks. oppgåve som inneheld omgrepet «mindre enn»

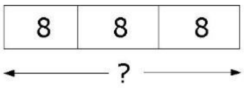


17 – 4 = ?

4 + ? = 17

c) Multiplikasjon og divisjonsmodellen

Eks.



3 x 8 = ?

(Maths 2012)

Prosessen med å representere informasjon i ein slik modell kan delast i 3 fasar,

Fase 1 : Tekstfase (T)

Eleven leser oppgåva eller får den presentert munnleg/på teiknspråk. I denne fasen vil det ofte vere trong for å lese, eller få presentert oppgåva fleire gonger.

Fase 2 : Struktureringsfase (S)

Eleven set informasjonen inn i ein modell. Informasjonen vert delt opp i biter, og kvar del vert sett inn i ein boks som refererer til ei numerisk mengde, eventuelt ukjent mengde. Eleven lærer å skifte mellom teksten og modellen for å sjekke at modellen inneheld korrekt informasjon.

Fase 3 : Symbolsk-prosedyre-fase (P)

Eleven bruker modellen til å planlegge og utvikle steg mot ei logisk løysing på problemet. Talbehandling og reknemåtar er fokuset her.
Eleven vekslar mellom fase 2 og fase 3 for å sikre seg at informasjonen er korrekt representert.

(Røssland 2008; Ng 2009)

3.6 Oppsummering

I dette kapitlet har eg først presentert nokre føringar i Kunnskapsløftet K-06 når det gjeld med matematikkundervisning, med hovudvekt på grunnleggande ferdigheiter. Eg har òg grunngjeve val av Singaporemodellen som teorigrunnlag for denne studien.
Teorien i denne oppgåva bygger på eit konstruktivistisk læringssyn, og eg har beskrive ulike retningar innan konstruktivismen.
Basert på faglitteratur frå Noreg har eg gjort kort greie for omgrepet matematikkvanskar kva kunnskapar og ferdigheiter eleven bør ha for å kunne mestre problemløysingsoppgåver, og korleis ei dynamisk kartlegging er hensiktsmessig for å få innsikt i eleven si forståing.
Eg har teke utgangspunkt i Pòlya (1971) for å beskrive den prosessen elevane må gjennom for å løyse eit problem, og kva spørsmål det er naturleg stille underveis.

Det mest sentrale i dette kapitlet er presentasjon av dei fem hovudmomenta i Singaporemodellen:

- Språk og omgrep
- Mentale prosesser
- Ferdigheiter
- Haldningar
- Metakognisjon

Eg har òg gjort kort greie for «teikn-modell»-metoden som er den mest brukte heuristikken i Singaporemodellen.

4. FORSKING PÅ MATEMATISK PROBLEMLØYSING HJÅ HØRSELSHEMMA – PRESENTASJON AV FUNN

I kapittel 3 har eg gjort greie for matematikkfaglege føringar i Kunnskapsløftet, læringsteori, teori om vanskar i matematikk , stega i problemløysingsprosessen og Singaporemodellen. Dette teorigrunnlaget er viktig å ha med seg som bakgrunnsinformasjon i vurdering av forskingsfunna. Som ramme for presentasjon av funna, vel eg å ta utgangspunkt i dei fem hovudmomenta i Singaporemodellen:

- Språk og omgrep
- Mentale prosesser
- Ferdigheiter
- Haldningar
- Metakognisjon

I tillegg vil det på bakgrunn av dei funna eg har gjort vera relevant å ha med eit eige punkt om lærarkompetanse, som er eit viktig satsingsområde for skolemyndigheitene i Singapore.

4.1 Forsking på elevar med hørselshemming og problemløysing

Dei fleste av dei vanskane ein ser at hørselshemma strevar med, er dei same som hjå høyrande som har vanskar i matematikk, men vanskane opptrer hyppigare og i større grad hjå høyrselshemma.
Det ville vera nærliggjande å tru, på bakgrunn av blant anna ulik tilgang til talespråk, at matematikkprestasjonane til hørselshemma vil vera påverka av grad av høyretap.
Per Frostad (Frostad 1998) undersøkte i si doktoravhandling høyrselshemma born sine prestasjonar i matematikk. Studien viser bl.a. at det ikkje er samanheng mellom grad av hørselshemming og prestasjonar, men en klar ulikskap mellom hørselshemma og høyrande. Medan det er påvist stor forskjell i prestasjonane til høyrande og hørselshemma, fann ein ikkje slike ulikskapar innafor gruppa hørselshemma. For deler av testen som vart nytta, skåra jamvel dei med størst høyretap best (Frostad 1998). Dersom hørselshemming var årsak til vanskar i matematikk, skulle graden av høyretap samsvara med prestasjonane.

Nyare undersøkingar frå Noreg, USA og Skottland viser at grad av høyretap har liten eller ingen betyding for elevane sine prestasjonar. Nokre elevar presterer betre enn andre, det er ingen, eller svært svak, samanheng mellom høyretap og vanskar. Det fins heller ingen forskingsprov for samanheng mellom årsak til hørselshemming og matematikkvanskar. Hørselshemma borns sine gjennomsnittlege prestasjonar i non-verbale intelligenstestar ligg ikkje under normene for høyrande, og non-verbale intelligenstestar korrellerer (samsvarar) sterkt med matematikklæring. Vi kan difor gå ut frå at høyretapet ikkje kan vera ei direkte årsak til vanskar i matematikk, men ein risikofaktor (Nunes 2004; Hendar 2010). Hørselshemma sine vanskar i matematikk viser seg både i samband med aritmetiske oppgåver og i problemløysing**,** men i undervisninga er arbeid med skriftlege tekstoppgåver eit særleg vanskeområde, det same gjeld munnlege matematikkaktivitetar; resonnering og problemløysing (Frostad 1998).

4.1.1 Språk og omgrep

4.1.1.1 Utvikling av matematiske omgrep hjå hørselshemma.

Det språklege aspektet ved matematikkinnlæringa er eit viktig emne i arbeidet med hørselshemma elevar. Språket er sentralt i matematikkinnlæringa og fleire forskarar har undersøkt samanheng mellom hørselshemma born sine språk - og omgrepsferdigheiter og deira prestasjonar i

Sterkt hørselshemma born har i utgangspunktet same evne til å tileigne seg språk og matematiske omgrep som andre born, og kompetanse vert utvikla på same måte som hos høyrande, berre saktare (Foisack 2003)**.** Ofte har dei høyrselshemma borna kome seint i gong med språkutviklinga av di sansetapet vert seint oppdaga, og mange har eit første språk som i utgangspunktet er framand for familien. Dette fører til kommunikasjonen i heimen er ei utfordring. Misforholdet mellom språkstimuleringa frå foreldre og borna sine sensoriske vanskar kan skape forseinka språkutvikling. Hørselshemma born har òg reduserte muligheiter til å nyttiggjere seg tilfeldig læring som for høyrande born skjer gjennom å høyre ord og omgrep brukt i naturlege samanhengar. Dette kan føre til at barna kan mangle språklege reiskapar til å bruke i problemløysing. (Frostad 1998; Nunes 2004).

Funn som viser at det ikkje er samanheng mellom grad av hørselshemming og prestasjonar, sjølv om tilgang til talespråk er svært ulik t.d. for ein heilt døv og ein lettare tunghørt, kan likevel tyde på at det språklege aspektet ikkje *åleine* kan forklare det låge prestasjonsnivået. (Frostad 1998)

Svenske Elsa Foisack (2003) undersøkjer i si avhandling korleis elevar med teiknspråk som primærspråk bygger matematiske omgrep samanlikna med høyrande. Ho gjennomførte i si studie eit prosjekt i to 3.-4. klasser med berre hørselshemma elevar, der ho som forskar hadde rolla som «mediator». Det vil seie at ho var i sosial og språkleg interaksjon med elevane gjennom prosessen mot å utvikle matematiske omgrep. Med bakgrunn i dette utarbeidde ho eit omgrepskart etter modell av liknande kart som har vore utvikla for høyrande elevar. Hennar funn viser at det er ingen forskjell i dei stega elevane må ta mot omgrepsforståing. Likevel viser studien at hørselshemma elevar treng meir tid, og i større grad er avhengig av ein « mediator» som hjelp i prosessen(Foisack 2003).

I ei studie i USA undersøkte Karen L. Kritzer (2009) små born sine formelle og uformelle matematikk-kunnskapar ved overgang til skulen (4 -6 år) Dei nytta to ulike instrument; spørjeskjema til foreldre om høyretap, teiknspråkferdigheiter, språkkode og spesifikk familieinformasjon, samt ein standardisert test for kartlegging av matematisk kunnskap ved skulestart. Testen vart presentert i den språkkoden som var mest hensiktsmessig for barnet, teiknspråk eller teikn til tale. Alle borna hadde god teknisk tilrettelegging, og tilgang til eit godt språkmiljø i heimen. Resultata viser at 60 % av borna ligg bak høyrande jamaldringar allereie før skulestart, 39 % var 12 – 22 månader etter.
Spesielle vanskeområder for denne gruppa var problemløysingsoppgåver, teljing med meir enn ein om gongen, lese/skrive to eller tre siffer, og kunne benevne mengder ved addisjon og subtraksjon.
Studien viser ein samanheng mellom foreldra si evne til å bruke matematikkrelatert språk i samhandling med barna og til å utfordre borna kognitivt, og borna sine ferdigheiter i matematikk. Dette tyder på at gapet mellom hørselshemma og høyrande startar allereie i førskulealder, og kan til ein viss grad skuldast lite utviklande kommunikasjon i heimen, og dermed mangel på kognitive utfordringar. Det kan sjå ut som teorien om mangelfull tilfeldig læring som årsaksforklaring held mål.
Døve barn av døve foreldre, som dermed har vakse opp med same morsmål som foreldra, skåra litt betre i matematikk enn andre hørselshemma. Studien konkluderer likevel med at eit

godt språkmiljø i heimen er ikkje åleine nok til å garantere gode matematikkferdigheter. Korleis språket vert nytta i samhandling med barnet er viktigast, foreldra må ha evne til å utfordre borna kognitivt og vere bevisst på å bruke matematiske omgrep. Ved skulestart er det viktig at læraren er oppmerksam på elevane sine eventuelle avgrensa førkunnskapar, og legg til rette for mest mulig kognitivet utfordrande problemløysingsoppgåver tilpassa eleven sin verkelegheit. I problemløysings-aktivitetar bør borna få høve til å erfare praktisk matematikk og bruke matematiske omgrep (Kritzer 2009).

4.1.1.2 Leseferdigheiter

I arbeid med skriftlige problemløysingsoppgåver vil leseferdigheitane til elevane ha betyding for deira muligheit til å forstå problemet. Mange høyrselshemma elevar er forseinka i si leseutvikling samanlikna med høyrande (Hendar 2010). I arbeid med skriftlege tekstoppgåver vil såleis låge leseferdigheter kan vere ei årsak til låge prestasjonar. (Frostad 1998)

Ronald Kelly (2008) viser òg at det er ein nær samanheng mellom elevane si leseferdigheit og deira evne til å kunne beskrive eit problem og forklare og argumentere for løysingar (Kelly 2008).
På grunn av manglande direkte erfaring med språklydar vil sterkt hørselshemma born ha vanskar med å lese og skrive ord. I denne samanhengen vil det ikkje berre vera sjølve den tekniske leseprosessen som er viktig, men i høg grad eleven si evne til å oppfatte meiningsinnhaldet i det han les. Gjennomsnittet av born med hørselsvanskar er på eit lågare nivå enn høyrande når det gjeld innhaldsforståing i lesing, og dette har ei negativ påverknad på deira prestasjonar i skriftlege oppgåver (Pau 1995; Frostad 1998; Hendar 2012). Hørselshemma elevar har ein tendens til å fokusere på enkeltord og enkeltelement, meir enn på å forstå konteksten i oppgåva og samanhengen mellom ord og andre element, som til dømes talsymbol. Ei slik einsidig fokusering på enkeltkomponentar reduserer både tekstminne og innhaldsforståing og kan forklare at hørselshemma elevar viser dårlegare sekvensielt minne og arbeidsminne enn høyrande jamaldringar (Marschark 2002).

Robin Zevenbergen m. fl. (2001) undersøkte australske hørselshemma elevar sine problemløysingsstrategiar i arbeid med ”change”, ”combine” og ”compare” – oppgåver. Studiane viser at elevane behandlar teksten svært overflatisk, utan å gå djupt inn i kjerna av problemet. Ein vanleg strategi er å bruke talinformasjonen, og i tillegg støtte seg på å identifisere nøkkelord i teksten. Eit døme er å forbinde orda ”meir” og ”mindre” med rekneoperasjonane addisjon og subtraksjon. Dette er ein strategi som ikkje hjelper elevane i å finne meining i teksten, og hindrar dermed òg god problemløysing. I dei enklaste ”change”-oppgåvene kan strategien fungere, slik at ein endar opp med rett svar, men i oppgåver med ord som ”nokre” skaper strategien forvirring, då mengda her er fråverande, og den rette framgangsmåten ikkje er støtta av teksten (Zevenbergen, Hyde et al. 2001).

Ei seinare oppfylgingsstudie av Zevenbergen m.fl (2003) viser at mange elevar baserte seg på ein ”top-bottom” – tilnærming når dei skulle lese oppgåvene, og viste at dei ikkje forventa å forstå heile oppgåva. Med dette utgangspunktet forsøkte dei å bruke nøkkelord i teksten og ved hjelp av dei finne meining i oppgåva. Overgeneralisering av nøkkelord bidrog til mange ukorrekte svar.
Studien viste òg at dei spesielle matematiske uttrykkja og omgrepa i problemløysingsoppgåver skapar vanskar for hørselshemma elevar, særleg vanskeleg var til dømes omgrep som ”dobbelt”, ”meir enn”, mindre enn”. Eit anna problem var kompleksiteten i teksten. Når problemet vart presentert enkelt og i same rekkjefylgje som rekneoperasjonen, auka sjansen for at eleven kunne kome fram til rett svar. Til dømes kunne oppgåver som inneheldt orda ”gi” og ”få” gje kontekstuelle leietrådar som bidrog til at eleven fekk rett svar. Større vanskar medførte oppgåver med ordet ”nokre”.
Ikkje berre var mengda fråverande, men ordet skapte òg forvirring i høve til kva rekneoperasjon som kunne nyttast til å finne eit svar. Når dette ordet kom på første linje, (”change” 5 & 6), hadde eleven store vanskar med å finne meining i oppgåva. ”Combine”-oppgåver, der dei skulle samanlikne mengder eller finne differansen, viste seg å vera dei vanskelegaste for elevane. Ein vanleg feil her var å tolke omgrepa ”meir” og ”mindre” som addisjons- eller subtraksjonsoperasjonar. Studien konkluderer med at det kunne vera interessant å sjå nærare på kva effekt bruk av teiknspråk i undervisninga i staden for engelsk skriftleg ville ha på elevane si forståing. Teiknspråk kan vera betre i stand til å beskrive relasjonane mellom dei ulike elementa i oppgåvene. Det er grunn til å tru, p.g.a. teiknspråket sine spatiale og gestuelle element vil vera betre eigna enn talespråk , då det ofte tar i bruk ikoniske representasjonar av komponentar av oppgåva. Eit eksempel på dette er orda ”gi” eller ”få , som på teikn viser meiningsinnhaldet gjennom bevegelse. Dei anbefaler òg bruk av direkte opplæring i spesifikke matematiske omgrep og metakognitive strategiar til bruk i problemløysing (Hyde, Zevenbergen et al. 2003).

I England gjennomførte Oddy Swanwick (2005) ei undersøking blant 126 ungdomsskuleelevar med ulik grad av hørselshemming, samanlikna med høyrande elevar. Dei gjennomførte ein «National Curriculum Test» og målet med studien var å identifisere på kva måte dei høyrselshemma responderer annleis enn høyrande på ulike emne i testen. Denne studien peiker òg på at matematisk språk i skriftlige oppgåver skaper vanskar for elevane, dei har vanskar med å oppfatte lange skriftlige spørsmål. Dei mister ofte avgjerande informasjon i teksten, og har problem med tekster der det er uklår link mellom nøkkelinformasjon og spørsmålet i oppgåva. Elevane presterte betre når oppgåvene var gitt i steg -for –steg –format som viste den aktuelle matematiske prosedyren. (Fleire høyrande elevar hadde òg vanskar med dette, men ikkje i same grad). Når oppgåvene krov forklaringar gjennom skriftlege svar gav dei høyrselshemma elevane i større grad enn høyrande anten ufullstendige svar eller ingen i heile tatt (Swanwick, Oddy et al. 2005).

ChongMin Lee (2010) undersøkte problemløysingsåtferd og strategibruk hjå hørselshemma mellomtrinnselevar i USA i arbeid med ”compare”-problem. Elevane var teiknspråkbrukarar, men kunne også nytte andre språkkoder. Intensjonen var å få innsikt i kva måte elevane oppfatta og løyste oppgåvene på og korleis dei representerte problem. Studien undersøkte eleven sine strategiar i lesing av problemløysingsoppgåver, og kva problemløysingsstrategiar han brukte. Funna viste at måten elevane leste teksten på, var påverka av problemstrukturen i teksten, slik at dei presterte best i ”consistent language problems(CL)», dvs. at det er samsvar mellom nøkkelomgrep i teksten og aritmetisk prosedyre, til dømes omgrepet ”meir enn” som vert forbunde med addisjon, enn i ”inconsistent language problems (IL)” der det er konflikt mellom omgrep i teksten og rekneprosedyren. Et døme er når teksten inneheld omgrepet ” meir enn” , men oppgåva krev bruk av subtraksjon. Slike oppgåver er meir komplekse og krev evne til å mestre reversibel (omvendt) tenking. Elevane fekk mange feilsvar i denne typen oppgåver, tendensen var at dei endra oppgåvestrukturen frå IL til CL, noko som stiller store krav til arbeidsminne, og dermed resulterte i mange feil.

Andre forhold som førte til reverseringsfeil, var manglande forståing for syntaks i det engelske språket og dermed vanskar med å finne meining i teksten. I tillegg neglisjerte nokre av elevane pronomen i teksten når dei leste.

Lee konkluderer med at når det gjelder lesing av problemløysingsoppgåver må læraren utvikle større forståing for teiknspråklege elevar sine særlege språklege behov, og tilpasse oppgåvene til eleven sitt språklege nivå. Han må òg gje eleven utfordringar med ulike typar av problemstrukturar, og bruke tekstoppgåver i samband med praktiske situasjonar (Lee 2010).

4.1.1.3 Teiknspråk

Fordi teiknspråk er eit visuelt-spatialt språk, burde det vera særleg godt eigna til undervisning i matematikk. Teiknspråk gir meir informasjon om størrelse, lokalisasjon og spatiale tilhøve enn talespråk, og burde kunne fungera som eit rikt språk i utforsking og forklåring av matematiske emne.
I Ansell & Pagliaro si studie (2006) var det forventa at presentasjonsmåten (teiknspråk) skulle vera til støtte for elevane i problemløysinga. Resultata viser at dette var ikkje tilfelle. Den visuelt-spatiale presentasjonsmåten ser ikkje ut til å bidra til at elevane oppfatta instruksjonen lettare. Dei hadde ikkje fokus på samanhengen mellom historia og løysinga på problemet, men utelukkande på talfakta som vart presenterte. Det ser dermed ikkje ut til at elevane profitterer på teiknspråket sin ikonisitet (Ansell and Pagliaro 2006). Det kan sjå ut som om det er likskapar mellom den overflatiske måten hørselshemma elevar behandlar tekstinformasjon på, og informasjon gitt talespråkleg eller på teiknspråk. Forskarane antyder at dette kan ha samanheng med manglande språkforståing, kognitive og/eller metakognitive ferdigheiter (Borgna, Convertino et al. 2011).

Eit av forskingsspørsmåla Foisack (3003) stilte var om elevar si bruk av teiknspråk påverka omgrepsforståinga deira. Ho fann at teiknspråket sin struktur kan være både til hinder og til hjelp i matematikkinnlæringa. Det er til hjelp når det gjeld å vise korleis noko ser ut, og til å vise til dømes forholdet mellom størrelsar, som til dømes kan auka forståinga for omgrepa «meir enn» og «mindre enn». Teiknspråkets sin ”ikonisitet”(konkret avbilding), kan vera et eksempel på hinder; når ein til dømes skal uttrykke omgrepet «rund» på teiknspråk, viser ein det konkret med hendene. Det vil då vera vanskeleg å skilje mellom eleven sitt omgrepsinnhald og- uttrykk, jfr. Vygotski (Vygotskij, Bielenberg et al. 2001). Foisack poengterer vidare trongen for å utvikle eit betre teiknvokabular til bruk i matematikklæring. Ho held òg fram kor viktig det er at læringa skjer i språkleg samhandling med lærar (mediert læring) og medelevar (Foisack 2003).

4.1.1.4 Oppfatning av problemstruktur

Å forstå eit problem handlar ikkje berre om å forstå tekst, men òg om å forstå det semantiske innhaldet i problemet som vert presentert. Å arbeide med forståing av strukturen i problemet er eit viktig moment i seg sjølv og ein føresetnad for at eleven skal kunne nytta matematikk i naturlege samanhengar elles i livet.

Hørselshemma elevar har ofte fokus på prosedyre i stadet for problemløysing. Dei løyser ofte problem ved å bruke strategiar basert på overflatiske trekk i oppgåva, utan å reflektere over dei innhaldsmessige samanhengane mellom dei ulike elementa. Forsking på tekstoppgåver og innhaldsoppfatning har i liten grad klart å skilje mellom vanskar med tekstforståing, og vanskar med å oppfatte det matematiske innhaldet i oppgåvene. I si doktoravhandling undersøkte Per Frostad (1998) norske høyrselshemma born i alderen 6 til 10 år si oppfatning av problemstruktur uavhengig av tekst og leseforståing. Oppgåvene, "change 2, 4 og 6 "-oppgåver, vart presentert visuelt, ved hjelp av eit dataprogram, for å unngå at manglande leseferdigheiter skulle hindre eleven i å oppfatte innhaldet.
Han fann at elevane oppfatta problema på 3 ulike måtar:

1. *som tal og prosedyrar* – dette er det lågaste nivået - her hadde elevane ingen klår forståing av den semantiske samanhengen i oppgåva eller forståing av deler/heile. Deira merksemd gjekk rett til tala i oppgåva, og kombinerte dei tilfeldig utan å gå inn i problemet. I nokre tilfelle valte dei passande reknemåte, og fekk rett svar, men samtale med eleven avslørte at dei ikkje hadde vald framgangsmåte ut frå samanhengen mellom dei ulike elementa i problemet, men plukka ut talfakta og kombinert dei i samsvar med kjende prosedyrar.

2. *Som subtraksjonsoppgåver* – elevane var avhengige av å fylgje syntaksen i ei subtraksjonsoppgåve med ukjend slutt ("change 2 ") uavhengig av den semantiske strukturen i oppgåva. Desse elevane viste likevel meir forståing for problemstrukturen, noko dei viste ved å ta utgangspunkt i startmengda.

3. *Som relasjonar mellom deler og heile* - det høgaste forståingsnivået- her var dei semantiske relasjonane i fokus og deler/heile kunne kombinerast eller delast opp på ulike måtar. Elevane viste fleksible strategiar, i "change" 4 og "change" 5 –oppgåver kombinerte dei til dømes vanlegvis kjende fakta ved å endre rekkefylgja på tala.

Denne undersøkinga viste at elevane hadde ulike typar vanskar med problemoppfatning også når oppgåvene vart gitt visuelt. Sjølv om leseoppfatning er viktig, er forståing i stor grad knytt til innsikt i relasjonane mellom dei ulike elementa i problemet.
Det fortel noko om at det å auke lesekunnskapen til elevane åleine ikkje nok til å betre evna til problemløysing.
Hørselshemma elevar må få høve til å arbeide med slike oppgåver utan å vera hemma av svak leseforståing. Studien til orde for å presentere oppgåvene visuelt – spatialt i staden for skriftleg. Slik vil eleven få høve til å reflektere over problemstrukturen før dei forsøker å utføre ein matematisk kalkulasjon (Frostad 1998).

4.1.2 Mentale prosesser

4.1.2.1 Minne

I arbeid med problemløysingsoppgåver er eleven si evne til å lage mentale førestillingar viktig, og i denne prosessen har eleven sitt arbeidsminne og semantiske minne (kunnskapsminne) stor betyding. Arbeidsminne handlar om å kunne halde greie på den aktuelle informasjonen mens ein arbeider med oppgåva. Semantisk minne, eller langtidsminne handlar om informasjon som er lagra i minnet og som kan hentast fram for å brukast til å forstå samanhengen i oppgåva (Lunde 2010).
I England samanlikna Therezina Nunes m.fl. (2004) hørselshemma førskuleborn i alderen 3 – 4 år sitt sekvensielle og spatiale minne. Borna vart presenterte for eit antal ikkje-numeriske objekt, først eitt og eitt sett om gongen, deretter alle samstundes i ei romleg matrise, dvs. at elementa var ordna i rader og kolonnar. Studien viser at borna oppfattar og hugsar dei ulike objekta betre når dei vart presenterte spatialt enn sekvensielt. I nokre visuelt-spatiale oppgåver presenterte borna betre enn høyrande (Zarfaty, Nunes et al. 2004) (Nunes 2004).
Å lære rekkefylgje på talorda er ei sekvensiell oppgåve. P.g.a. problema med sekvensielt minne er t.d. talrekkja og gangetabellen vanskeleg for hørselshemma. Å lære å telje på teiknspråk har òg nokre sekvensielle element, men er meir regelstyrt og visuelt, og kan difor vere lettare for elevane, men her er òg dei hørselshemma forseinka i utvikling samanlikna med høyrande. Her vert det peikt på at ei mogeleg tilleggsårsak kan være at desse borna får liten telleerfaring i førskolealder, eit av problema kan være at det vert fokusert så sterkt på

andre sider ved språkutviklinga. Vanskar med sekvensielt minne vil òg ha store konsekvensar for eleven sitt arbeidsminne, som er en aktiv, kognitiv prosess som hjernen bruker for å skilje dei ulike opplysingane i oppgåva frå kvarandre, samstundes som han skaffar seg oversikt over samanhengen mellom dei. Arbeidsminne er såleis viktig for å oppfatte strukturen i eit problem (Nunes 2004).
Hørselshemma borns vanskar med sekvensielt minne og arbeidsminne gjer seg gjeldande når eleven skal lese og halde oversikt over innhaldet i teksten, og dette er eit viktig element, ikkje berre i leseprosessen, men generelt viktig for å oppfatte eit problem. Om læraren presenterer problemet munnleg eller på teiknspråk, vil eleven likevel ha vanskar med å skilje dei ulike elementa frå kvarandre og skaffe seg oversikt over problemstrukturen. Det vil såleis vera utfordrande for eleven å resonnere i oppgåvene som vert presentert sekvensielt (Zarfaty, Nunes et al. 2004)
«Change»- problem krev sekvensielt talminne. Nunes (2004) viser til ei studie gjort av Moreno (2000), som undersøkte høyrande og hørselshemma småskoleelevar si evne til å løyse ”change”-problem ved hjelp av bilete som ikkje inneheldt talfakta. Studien viste ingen ulikskap mellom høyrande og hørselshemma når det gjaldt direkte problem ”change” 1 og 2 , mens forskjellen var signifikant i reverse problem, «change» 3 – 6 . Dette inneber at dei særlege vanskane høyrselshemma elevar har med ”reverse” problem ikkje berre skuldast vanskar med å hugse talfakta, men generelle vanskar med informasjonsbehandling.
Løysinga på dette problemet meiner forskarane må vera at elevane får presentert oppgåvene spatialt (Nunes 2004; Zarfaty, Nunes et al. 2004).

Ei amerikansk studie gjennomført av Harry Lang m. fl. (2007) undersøkte kva faktorar som påverka minnet hjå 18 høyrselshemma high-schoolelevar frå to spesialskular.
Elevane vart presenterte for matematiske uttrykk og skulle rangere dei etter kor godt dei kjende uttrykket, kor lett det ville vera å bruke teikn for uttrykket, om uttrykket var konkret, eller om uttrykket skapte eit mentalt bilete. Elevane sine rangeringar vart så målt opp mot kor godt dei hugsa uttrykket.
Funna i den første studien viser at evna til mental representasjon betyr mest for minnet. Det var ingen signifikante funn som tyda på at konkretar og teikn var til hjelp for minnet.
At det matematiske omgrepet var kjend for eleven hadde ei viss betyding.
Dette viser at utvikling av evne til mental representasjon må vere i fokus i undervisninga, ved hjelp av visualisering, saman med trening på matematisk vokabular (Lang and Pagliaro 2007).

4.1.2.2 Visuelt – spatiale ferdigheiter.

Hørselshemma elevar presterer betre i oppgåver som vert presentert visuelt-spatialt enn sekvensielt. Det skulle innebere at elevane skulle kunne representere eit matematisk problem like godt eller betre enn høyrande elevar ved å nytte visuelle-spatiale ferdigheiter.
Nunes og Moreno (2002) prøvde ut bruk av visuell-spatial tilpassing i eit intervensjonsprogram for hørselshemma barneskuleelevar i Storbritannia. Over ein periode på 1 år prøvde dei ut alternativt materiell til bruk i matematikkundervisninga, med fokus på addisjon, subtraksjon, og relasjonen mellom dei, multiplikasjon, og relasjonen til divisjon og brøk. Tidsbruken vart ikkje utvida, prosjektet vart gjennomført i dei ordinære matematikktimane.
Det vart brukt eit arbeidshefte med oppgåver der problema vart presentert spatialt, i form av tekstoppgåver supplert av teikningar og grafar, tal-liner, tabellar og liknande. I tillegg vart oppgåvene presenterte i høve til den språkkoden eleven brukte primært, teiknspråk eller engelsk med teiknstøtte. Elevane vart testa med standard alderstilpassa matematikktest før og etter intervensjonen og resultata vart samanlikna med resultata i ei kontrollgruppe. Ved pre-test skåra dei to gruppene tilnærma likt, mens det vart målt ei signifikant betring i prestasjonar hjå prosjektgruppa ved test i etterkant. Lærarar som deltok i studien meldte òg om auka motivasjon og at elevane i større grad tok i bruk teikning som kognitivt verktøy òg i andre læresituasjonar.
Resultata etter intervensjonsprogrammet gjer ein klår peikepinn om at det å nytte spatialt presenterte oppgåver kan vere vegen å gå, kanskje ikkje berre for høyrselshemma elevar, men òg for andre som strevar med å forstå oppgåver (Nunes and Moreno 2002).

Samstundes viser ei studie av Gary BlattoVallee m. fl. (2007) frå USA, som samanlikna bruken av visuelt-spatiale representasjonar hjå hørselshemma og høyrande Middle School, Highschool og College –elevar, at elevane brukte to ulike former for visuell-spatial representasjon;
Visual- Spatial Schematic Representation (SR) som viste samanheng mellom dei ulike elementa i problemet, og Visual- Spatial Pictioral Representation (PR) som viste ikoniske bilete av dei ulike *enkeltelementa*, men ikkje samanhengen mellom dei.
Dei høyrande elevane i studien brukte i stor grad SR, medan dei hørselshemma i større grad brukte PR. For å finne meining i eit problem er det naudsynt å forstå ikkje berre enkeltelementa i problemet, men òg relasjonen mellom dei.

Bruk av SR var ein sterkt indikator for suksess i problemløysing. Når dei hørselshemma elevane brukte PR fokuserte dei berre på dei ikoniske aspekta i oppgåva, utan å sjå samanhengen mellom dei, med negative konsekvensar for problemløysingsferdigheitene deira. Studien demonstrer kor viktig det er å lære elevane å bruke *skjematisk* representasjon til å løyse matematiske problem (Blatto-Vallee, Kelly et al. 2007).

4.1.2.3 Problemløysingstrategiar

Med bakgrunn i forsking som viser at problemløysingsoppgåver er eit kritisk område for hørselshemma born, gjennomførde Ellen Ansell m.fl. (2006) ei studie som hadde fokus på elevane sine problemløysingsstrategiar og samanhengen mellom vanskegrad og strategibruk. Utvalet i denne studien bestod av 233 born i alderen 5 til 9 år frå 9 ulike spesialskular. Elevane vart plukka ut på bakgrunn av at dei hadde gode teiknspråklege ferdigheiter. Studien testa elevane i «change», «compare» og «combine»-oppgåver med fokus på addisjon og subtraksjon.
Oppgåvene vart presenterte via video av ein døv teiknspråkbruker. Eleven kunne sjå videoen så mange gonger han ville. Forskaren si rolle var nøytral og passiv, men ho kunne be eleven forklare korleis han tenkte. Resultata av denne studien viser at dei hørselshemma elevane responderer annleis enn høyrande i tilsvarande studiar på problemløysingsoppgåver, og berre halve utvalet meistra halvparten av oppgåvene eller fleire. Elevane i denne studien har ein tendens til å basere seg på talrekkefylgja i oppgåva og løyse problemet på bakgrunn av den, i staden for å fokusere på historia i oppgåva. Det inneber at problem som ikkje vert presenterte i same rekkefylgje soml den aritmetiske prosedyren var svært vanskelige for elevane. To oppgåvetypar var særleg vanskelige; addisjon med ukjent endring (Combine 2) og subtraksjon med ukjent slutt (Change 2)
Strategiane som vart registrerte i denne studien var «direkte modellering» - der eleven tar i bruk konkrete objekt eller halvkonkrete symbol som teljestrekar. Nokre elevar brukte fingerteljing, «teljestrategiar», dette krev at eleven klarer å halde oversikten over teljeramsa, og kunne telje framover og bakover. Denne strategien er meir abstrakt og krev meir arbeidsminne enn modellering. Den tredje strategien er «kjende talfakta», det vil seie at eleven har automatisert svarfakta, til dømes veit han at 4 + 5 = 9. Dette er den mest avanserte strategien.
Undersøkingar blant høyrande born som presterer godt i problemløysingsoppgåver viser at dei

ofte er fleksible i sin strategibruk. Dei vil ofte velje dei mest abstrakte metodane , «teljestrategiar» eller «kjende talfakta» på dei enklaste oppgåvene, og meir konkrete «modellerings»-strategiar på dei meir kompliserte oppgåvene.
I denne studien nytta elevane alle dei tre strategitypane, men til forskjell frå det som er vanleg blant høyrande elevar, nytta dei hørselshemma teljestrategiar i langt større grad, uavhengig av problemtype og vanskegrad. Studien refererer til Frostad (1998) som har vist korleis bruk av teljestrategiar, «teikna algoritme» kan hindre forståing av relasjonar mellom elementa i oppgåva, med dei konsekvensar det får for elevane sine prestasjonar (sjå pkt 4.2.3).
Likevel var dette biletet ikkje eintydig. Dei elevane som presterte best på oppgåvene, (meir enn 4 av 6 svar rett), viste større fleksibilitet, og kunne skifte frå abstrakte strategiar til «modellerings»-strategi når oppgåvene vart vanskelege.
Konklusjonen i denne studien er at hørselshemma elevar ofte responderer annleis på problemløysingsoppgåver enn høyrande elevar. Det er viktig at undervisninga reflekterer og tar omsyn til dette, og fokuserer på utvikling av meir fleksible strategiar (Ansell and Pagliaro 2006).

Lee (2010) fann i si studie at elevane sine problemløysingsstrategiar varierte avhengig av problemet sin struktur og kompleksitet, den aritmetiske kompleksiteten, førkunnskapar, strategiske kunnskapar og motivasjon. Resultata viste at elevane presterte betre når utrekninga bestod av eit steg enn av to, addisjon var lettare enn subtraksjon, multiplikasjon lettare enn divisjon, og problem som inneheldt brøk var ekstra vanskelege.
Elevane viste to ulike tilnærmingsmåtar til problema; "Direct Translation Approach" (DTA) eller "Meaning-Based Approach" MBA.
DTA var den vanlegaste framgangsmåten for dei fleste elevane i studien, og er kjenneteikna av at eleven fokuserer på nøkkelord og tal utan å ha forstått problemet, eller når eleven løyser problemet automatisk utan å gå nærmare inn i innhaldet, basert på tidlegare erfaringar med løysingsmetodar. Færre hadde MBA som tilnærmingsmåte, den var observert brukt når eleven forstod problemet og kunne argumentere og forklare samanhengane mellom element i oppgåva. Ikkje berre oppfatta og løyste desse elevane oppgåvene annleis, men dei viste betre forkunnskapar og betre lærestrategiar. Det kan vere verdt å merke seg at, i motsetning til høyrande elevar i tidlegare studiar, brukte dei fleste høyrselshemma elevane MBA for å løyse dei enklaste problema, og DTA når dei fekk meir komplekse oppgåver.
Elevar som brukte DTA hadde vanskar med å oppfatte den strukturerte ulikskapen mellom CL og IL-problem. Dei som brukte MBA, kunne forklare relasjonane mellom element i oppgåva,

og kunne planlegge løysinga på bakgrunn av ein logisk mental representasjon.
Lee konkluderer med at elevane si problemløysingsåtferd varierte avhengig av problemet si kompleksitet og kva forkunnskapar eleven kunne nytte seg av. Det var mange faktorar som påverka læringa, slik som matematisk kunnskap, primærspråkkode, ulike læringserfaringar, læringsstrategiar, kjennskap til setningsstruktur, og misoppfatningar av relasjonelle uttrykk, (som t.d. meir enn - mindre enn). Lee fann at elevane, når dei stod fast, i hovudsak baserte seg på *hjelpesøking*, det vil seie å be lærar om hjelp, framfor å forsøke å løyse oppgåva sjølv. Han antyder at problemet ligg i undervisningsmetodane, at lærarar i for liten grad motiverer elevane til å finne måtar å løyse ulike typar problem på eiga hand.

Dei pedagogiske implikasjonane Lee konkluderer med er at læraren bør trene elevane i å skilje mellom ulike typar problem og representere problema med eigne ord. I tillegg må læraren trene elevane i metakognitiv merksemd og øve på fleksible og effektive læringsstrategiar (Lee 2010).

4.1.3 Ferdigheiter

For å kunne forstå matematiske oppgåver må eleven vere i stand til å lese og forstå tal.

Å lese og skrive tal er annleis enn å lese/skrive ord, då tala representerer verdiar i staden for lydar, dette burde gjere lesing av tal lettare for høyrselshemma. Slik er det likevel ikkje, då lesing av tal òg involverer forståing av logikk og regler. Oppgåva med å skrive tal handlar ikkje mest om minne, men om forståing av plass-verdisystemet.

Studiar viser at høyrselshemma og høyrande presterer likt i førskolealder når dei får praktiske addisjonsoppgåver som ikkje involverer talsymbol. Dette viser at høyrselshemma born òg har uformell matematikk-kompetanse i tidleg alder.

Teiknspråkteljing er meir regelstyrt enn munnleg teljing og døve born lærer dette greitt, i nokre deloppgåver presterer faktisk døve førskuleborn betre enn høyrande. Utfordinga er overgang til talsymbol som representasjonar for antal. Vanskane her heng igjen saman med at barnet ikkje har oversikt over tal-linja, og difor har vanskar med å forstå deler/heile-relasjonen. Teiknspråkbrukarar utviklar ofte en eigen metode som vert kalla ”Teikna Algoritme”. Her bruker barnet begge hender og tel opp eller ned avhengig av om det er snakk om addisjon eller subtraksjon. Dette kan være ei funksjonell måte å finne riktig svar raskt, men er òg til hinder for å forstå deler/heile. Høyrselshemma elevar meistrer ofte talbehandling og rekneartane, men ikkje korleis tala skal brukast i problemløysing (Nunes 2004).

I si doktoravhandling undersøkte Per Frostad (1998) blant anna tal – og mengde- oppfatning hjå høyrselshemma elevar i alderen 6 – 10 år.

Funna viser at elevane oppfatta tal som

a) tal som talteikn – det vil seie som tal i rekke. Talteikna vart ikkje eller i liten grad sett i samanheng med mengde eller deler/heile.

b) tal som utstrekning; eleven fokuserte på størrelsar, men størrelsen på tala vart sett på som omtrentlege. Eleven forstod både talkombinasjonar og forholdet mellom mengdene, og svara dei gav var bortimot korrekte, noko som indikerer at dei hadde ei viss evne til å vurdere størrelsar.

c) tal som posisjoner i rekke- eleven fokuserte på enkeltelement i talrekkja, det vil seie at eleven forstod strukturen i oppgåva, og mengderelasjonane mellom deler/heile, men fokuserer på teljerekkja for å finne svar.

d) tal som strukturer – her fokuserer eleven på mengdestruktur utan hjelp av teljing. Dette representerer det mest avanserte forståingsnivået.

Studien viser at borna har mange ulike måtar å oppfatte talmengde på og set fokus på samanhengen mellom handling og forståing. Ein må unngå at born berre representerer talmengder sekvensielt, det vil hindre dei i å sjå strukturar i mengder. Ved å arbeide med analoge (parallelle) representasjonar vil borna få høve til å utvikle kunnskap om hele/deler-relasjonar.

Det er viktig at dei små elevane ikkje berre løyser oppgåver ved hjelp av «Teikna algoritme», det vil sei teiknspråkteljing/rekning, som er ein reint sekvensiell metode, men gje dei oppgåver som oppmodar til andre løysingsmetodar enn teljing (Frostad 1998).

4.1.4 Haldningar

Singaporemodellen legg vekt på det kjenslemessige aspektet ved matematikklæring, og elevane sine personlege eigenskapar og haldningar.
Eg finn lite eller ingen forsking om dette temaet i mine kjelder, men ei studie av Frostad (1998) har sett på samanhengen mellom hørselshemma elevar si sosiale kompetanse og prestasjonar i matematikk. Han undersøkte slike samanhengar basert på lærar si vurdering av eleven si sosiale kompetanse. Sosial kompetanse i denne samanhengen inneber blant anna sjølvstende og sjølvtillit. Studien fann ein klår samanheng mellom lærar si vurdering av eleven sin sosiale kompetanse, og elevene sine prestasjonar. Dette samsvarar med resultat frå forsking med høyrande born (Frostad 1998).

4.1.5 Metakognitive ferdigheiter

Studiar viser at det ikkje fins signifikante kognitive årsaker til dei store ulikskapane i matematikkprestasjonar mellom hørselshemma og høyrande elevar.
Det kan likevel sjå ut som hørselshemma elevar i større grad enn høyrande manglar effektive kognitive strategiar for å løyse matematiske problem, og at dette kan vere ei av årsakene til dei låge prestasjonane (Borgna, Convertino et al. 2011).
Sjølv om språklege hindringar hjå hørselshemma generelt fører til vanskar med innhaldsforståing, handlar utfordringane elevane møter i matematikk ikkje berre om språkforståing. Samanlikna med høyrande elevar, er hørselshemma i mindre grad i stand til å setje tidlegare kunnskap i samanheng med ny informasjon. Dei evaluerer i mindre grad enn høyrande si eiga lesing, og bruker i mindre grad metakognitive strategiar, som å sjå attende, lese om att og identifisere nøkkelsetningar eller –opplysingar i teksten. Resultatet er ikkje berre manglande forståing og tileigning av det aktuelle stoffet, men òg ei generell tendens til å behandle tekst og problemløysing på ein overflatisk måte, noko som kan føre til redusert kognitiv vekst (Marschark, Leigh et al. 2006) (Marschark 2006; Borgna, Convertino et al. 2011).

Georgianna Borgna m. fl. (2011) gjennomførte 4 ulike eksperiment i grupper av hørselshemma versus høyrande collegestudentar, for å sjå om ulike typar støtte i undervisninga kunne betre studentane sine metakognitive evner. Dei byggjer på tidlegare studiar som viser at mange hørselshemma elevar synest å ha mindre metakognitive evner. Dei

klarer mindre grad enn høyrande å setje ny informasjon i samanheng med tidlegare erverva kunnskap, nytter færre metakognitive strategiar, som å sjå attende for å sikre at ein har forstått og overvake sin eigen læreprosess, og er generelt mindre nøyaktige i å bedømme si eiga læring. Mange viser ein tendens til å overvurdere sine eigne prestasjonar og sitt eige læringsutbytte.
Årsaka til at det er slik er uklår, forskarane i denne studien antyder at det kan skuldast lite trening i akademiske ferdigheiter, eller at studentane frå barnsbein av har fått opplæring i eit miljø som er prega av manglande språkrikdom og for få kognitive utfordringar. Lærarar som underviser hørselshemma nyttar ulike typar støtte og tilpassing i undervisninga, som til dømes å gi samandrag av stoffet som er gjennomgått, men det fins ikkje empiriske studiar som slår fast effekten av ulike typar ekstra støtte.

Eksperiment 1 i studien samanlikna kor mykje studentane hadde oppfatta av innhaldet i det som vart presentert, først etter ei vanleg førelesing med påfølgande test. Deretter fekk dei etter førelesinga ei oppsummering av tema og viktige hovudpunkter og omgrep, presentert munnleg og på teiknspråk, før dei tok testen. Resultata viser at denne typen støtte kan bidra til auka læringsutbytte, men berre til ein viss grad.

Eksperiment 2 undersøkte, ved hjelp av same type test, effekten av bruk av teiknspråk kontra informasjon gitt skriftlig. Funna indikerer at studentane lærer like mykje, eller i nokre tilfelle meir når informasjonen er skriftleg.

I eksperiment 3 fekk studentane stoffet presentert skriftleg, først berre fagstoffet, deretter fagstoff supplert med liste med hovudpunkt og nøkkelord. Målet var å minske gapet mellom høyrande og hørselshemma studentar. Resultata viser ingen effekt. Høyrande studentar som fekk denne forma for støtte viste framgang i metakognitive evner, men det same skjedde ikkje med dei hørselshemma elevane.

Forsking blant høyrande studentar viser at dei viser ei meir nøyaktig overvaking og reell vurdering av si eiga læring dersom det er eit tidsintervall mellom førelesing og test. Like etter at stoffet er lest, vert irrelevant informasjon lagra i korttidsminnet, noko som leder studentane til å tru at dei har lært meir enn det som er realiteten. Etter eit tidsintervall vil denne irrelevante informasjonen minske, og studenten må ta i bruk langtidsminne, som fører til meir nøyaktige metakognitive vurderingar.

Eksperiment 4 undersøkte denne effekten hjå hørselshemma studentar. I tillegg til tidsintervallet vart studentane presenterte for stoff som var meir kjent for dei hørselshemma enn dei høyrande. Resultatet viste at dei hørselshemma kunne vurdera læringsutbyttet sitt betre når stoffet var kjent, men at tidsintervall mellom presentasjon og test ikkje hadde noko effekt.

Denne studien bringer tre hovudkonklusjonar:

a) Læringsutbytet til studentane, kor mykje dei hugsar, er mykje det same anten stoffet vert presentert på teiknspråk eller i tekst. For lesesvake studentar indikerer funna at stoffet bør presenterast på teiknspråk først, deretter bør innhaldet forsterkast for studenten gjennom diskusjon og samtale, for så å verta overført til lesing.

b) Den metakognitive prosessen studenten går gjennom er òg den same uavhengig av presentasjonsmåte, teiknspråk eller tekst. I begge tilfelle viser studentane lite effektivitet og er lite rasjonelle i overvaking av eiga læring.

c) Metodar og strategiar som er effektive for høyrande studentar, både når det gjeld metakognisjon og på andre område, er ikkje like effektive for hørselshemma studentar.

Det kan sjå ut som mange studentar manglar kunnskap om korleis dei kan gjere seg nytte av ulik type støtte og tilpassing i undervisninga. Hørselshemma og høyrande studentar har ulik ståstad, dei hørselshemma har meir varierande språkgrunnlag, opplæring og mindre eksperimentell erfaring. Det er likevel viktig å ikkje undervurdere hørselshemma sine evner til å lære, men arbeide for å finne behova og styrkene til denne gruppa (Borgna, Convertino et al. 2011).

4.1.6 Lærarkompetanse

Fleire forskarar peiker på at årsaka til dei låge prestasjonane kan liggje i undervisningsmetodane. Undervisninga vert ofte lagt opp på same måte som undervisning av høyrande, utan at ein tar omsyn til elevgruppene sine særlege vanskar og behov (Frostad 1998; Foisack 2003; Nunes 2004).
I denne samanhengen er det naturleg å sjå på manglande lærarkompetanse, då kompetansen hjå lærarar heng nøye saman med kunnskap om matematikk, innsikt i korleis døve born utviklar matematisk kompetanse, haldningar til faget og kva undervisningsmetodar dei nyttar.

Det ligg ein fare i at elevane får for lite øving i å løyse problemløysingsoppgåver fordi læraren ikkje har nok kompetanse til å gje dei kognitivt utfordrande oppgåver (Pagliaro and Ansell 2002; Kelly, Lang et al. 2003; Lang and Pagliaro 2007).

Ei undersøking Claudia M. Pagliaro (2002) gjennomførte blant lærarar i 5 døveskular i USA, undersøkte kor ofte problemløysingsoppgåver vart brukte i undervisninga av teiknspråklege elevar på barnetrinnet. Dei undersøkte òg kva måte oppgåvene vart presenterte på, teikn, tale/teikn eller skriftleg. Resultatet viste at svært få brukte slike oppgåver jamleg i undervisninga, mindre enn 1/5 av lærarane brukte slike oppgåver dagleg. Bruken auka med elevane sin alder, av di lærarane valte å vente med slike oppgåver til elevane hadde utvikla den naudsynte formelle reknekunnskapen. Oppgåvene vart presenterte på teiknspråk eller på engelsk med teiknstøtte, kombinert med tekst. Tendensen var at bruken av teiknspråkleg instruksjon minka etter kvart som elevane vart eldre, slik at dei eldste fekk oppgåvene presenterte med tekst. Det var òg ei klår samanheng mellom presentasjonsform og lærarane sine teiknspråkferdigheiter, dei som vurderte sine ferdigheiter som låge, nytta meir engelsk tale i kombinasjon med teikn, og meir skriftlege oppgåver.
Låge teiknspråkferdigheiter hjå lærar kan medføre ei fare for at problema vert presenterte på ein forenkla måte. Til dømes kan problemstrukturen i oppgåva verta endra og forenkla når den vert oversett frå teiknspråk til engelsk, noko som kan føre til at oppgåva vert mindre kognitivt utfordrande.
Desse funna illustrerer at lærarar som underviser hørselshemma er tradisjonelle i si tilnærming til matematikkundervisninga, problemløysingsoppgåver vert brukte til å nytte kunnskap elevane allereie har. Det vil seie at læraren berre introduserer problemløysingsoppgåver når han er sikker på at eleven har dei leseferdighetane og den grunnleggjande matematikk-kunnskapen som trengs for å løyse problemet. Konsekvensen kan bli at elevane ikkje møter problemløysingsoppgåver tidleg og ofte nok til at dei får høve til å utvikle robuste problemløysingsskjema.
Lærarar med mindre enn 10 års erfaring nytta problemløysingsoppgåver i mindre grad enn dei meir erfarne lærarane. Dette står i kontrast til det ein kunne forvente; at yngre lærarar nytta meir moderne metodar. Eit anna funn i denne studien viser ei klår samanheng mellom lærarane si utdanning innafor matematikkfaget, deira syn på tekstoppgåver, og kor ofte problemløysingsoppgåver vart nytta i undervisning.
Dei pedagogiske implikasjonane som vert framheva i denne studien er:

- Problemløysingsoppgåver må nyttast i undervisninga frå starten av. I staden for å vente til eleven har oppnådd grunnleggjande kompetanse i matematikk, bør dei nytte problemløysing til å bygge opp denne kompetansen.
- Matematiske problem som tar utgangspunkt i elevene sine erfaringar må nyttast som verktøy til å engasjere dei i matematisk refleksjon.
- Læraren må ha høg kompetanse både i matematikk og i teiknspråk.
- Problemløysing bør vektleggjast meir i lærarutdanninga.
- Lærarar som underviser hørselshemma born må kursast betre.

  (Pagliaro and Ansell 2002)

Ei anna amerikansk spørjeundersøking frå 2003, gjort av Kelly m.fl. (2003) omfatta 133 matematikklærarar som underviste hørselshemma mellom -og ungdomstrinnselevar. Halvparten av lærarane var tilsette i spesialskule for hørselshemma, og resten arbeidde med hørselshemma elevar i vanleg skule. Studien søkte svar på samanhengar mellom utdanningsnivå, forventningar til elevane og undervisningsmåtar, samt om det var ulikskapar mellom lærargruppene.

Resultata viser at majoriteten lærarar som underviser hørselshemma elevar manglar den naudsynte kompetansen og erfaringa med å undervise denne elevgruppa i matematikk. Lærarar som underviste i vanleg skule hadde oftast spesialutdanning i matematikk, men mangla kompetanse på undervisning av hørselshemma. I spesialskulane var det motsett. Tendensen var at dei to lærargruppene hadde ulike forventningar til elevane, i vanleg skule hadde lærarane høgare forventningar og fleire av elevane fylgde læreplanen for det aktuelle klassetrinnet. Desse lærarane hadde òg høgare forventningar til elevane sine prestasjonar. Samstundes var mønsteret likt hjå båe lærargruppene når det gjaldt tidsbruk og vektlegging av problemløysingsaktivitetar i klasserommet. Lærarane fokuserte meir på praktiske matematikkaktivitetar, som inneheld enkle, og kjente aritmetiske prosedyrar og som òg involverer språk, men som er mindre kognitivt utfordrande for eleven, enn på ekte problemløysingssituasjonar.
Lærarane la i stor grad vekt på å identifisere målet med oppgåva og nøkkelinformasjon for å hjelpe eleven, framfor å fokusere på eleven sin eigen utvikling av analytiske tenkestrategiar. Det vart lagt større vekt på konkret visualisering av problemet (presentere visuelle representasjonar, omsette problemet frå tekst til teiknspråk, praktiske aktivitetar), enn på analytiske strategiar (skriftlige representasjonar som t.d. grafar eller skjema, skape nye

problem ut i frå gjevne fakta, logisk tenking, knyte problemsituasjonen til eksisterande kunnskap) .
Dette, kombinert med studenten sine lingvistiske begrensingar, kan hindre utvikling av matematiske ferdigheiter.
Studien konkluderer med at det er trong for større fokus på fleire område innafor problemløysingsundervisninga for høyrselshemma elevar:

- Meir vektlegging på analytiske strategiar og meir tid til analytiske problemløysingsaktivitetar.
- Meir direkte instruksjon i å beskrive problema skriftleg.
- Spesifikk instruksjon i korleis lage grafiske visuelt-spatiale representasjonar som viser numeriske samanhengar.
- Undervise spesifikt i analytiske strategiar som: overslag, hypotesetesting, prøve og feile, evaluere prosessen.
- Meir spesifikk undervisning som kan utvikle eleven sin matematisk omgrepsforståing og leseferdigheiter.
- Trene opp sjølv-overvaking og sjølvvurderingsstrategiar.
- Bygge opp eleven si sjølvtillit og sjølvstende i arbeid med problemløysing (Kelly, Lang et al. 2003).

I samband med Swanwick m.fl. (2005) si undersøking av engelske hørselshemma elevar si gjennomføring av «National Curriculum Test», vart det funne eksemplar på at elevane viste liten eller ingen kunnskap om fleire tema i læreplanen. Artikkelen reiser spørsmålet om enkelte tema i læreplanen vert sløyfa. Dette kan ha samanheng med at eleven ikkje greier å kome gjennom heile pensumet, men det kan òg vera snakk om at lærarar sløyfer tema som er språkleg krevjande, med dei konsekvensar det får for læringa.
Det vert òg reist spørsmål om forventningane lærarane har og om dei stiller høge nok krav til elevane(Swanwick, Oddy et al. 2005).

Lang & Pagliaro (2007) poengterer kor viktig lærar sin kompetanse i matematikk er. I deira studie av matematisk ordminne vart også ordminne hjå 74 høyrande og døve lærarar målt. Alle arbeidde med høyrselshemma i ulike skuleslag, men hadde ulik kompetanse i matematikk og teiknspråk. Resultatet i lærarundersøkinga viste same resultat som hjå elevane, at evne til mental representasjon og kjennskap til matematiske omgrep hadde størst betyding for minnet. Samstundes viste undersøkinga at det var liten eller ingen forskjell mellom døve og høyrande lærarar med spesialutdanning i matematikk, men stor forskjell mellom lærarar med og utan matematikk-kompetanse. Lærarar med høg kompetanse vil i større grad enn andre kunne lære elevane å bruke mental representasjon i arbeid med matematisk problemløysing (Lang and Pagliaro 2007).

Forskarar har peikt på at ikkje berre elevene sine kunnskapar, men òg kartleggingsmetodane kan vere årsak til låge prestasjonar. Dei standardiserte testane som ofte vert brukte i skulen, er tilpassa høyrande elevar. Blant anna er mykje av informasjonen presentert skriftleg. Hørselshemma born er ofte forseinka i utvikling av leseferdigheiter, dette kan representere ei hindring som påverkar kartleggingsresultatet (Qi and Mitchell 2012).

På bakgrunn av si studie av førskuleborn sine matematiske kunnskapar, tar Kritzer (2009) til orde for at pensum i matematikk for høyrselshemma bør endrast. Eit fleirtal av elevane startar på skulen utan den same uformelle kunnskapen som høyrande jamaldringar. I undervisning av hørselshemma born må lærarar vera merksame på elevene sine basiskunnskapar. Særleg på dei tidligaste årsstega bør det i større grad enn i dag fokuserast meir på kontekstbasert, kognitivt utfordrande undervisning i problemløysing der språket står i fokus (Kritzer 2009).

4.2 Oppsummering

Funna eg har gjort i denne studien omhandlar ulike emneområde som kan vurderast opp mot dei ulike elementa i Singaporemodellen:

- Språk og omgrep

  Hørselshemma born og utvikling av matematisk språk

  Leseferdigheiter

  Teiknspråk

  Oppfatning av problemstruktur

- Mentale prosesser

  Minne

  Visuelt- spatiale ferdigheiter

  Problemløysingsstrategiar
- Ferdigheiter
- Haldningar
- Metakognitive ferdigheiter
- Lærarkompetanse

Desse elementa og emneområda vil eg bruke i vidare drøfting av funn i forskinga om hørselshemma elevar og matematisk problemløysing.

5. DRØFTING

Funna i denne studien peiker på mange ulike vanskeområder og pedagogiske implikasjonar. Nokre av desse funna samsvarar og utfyller kvarandre, mens andre står i kontrast til kvarandre. Det som det er stor einighet om er at problemløysingsoppgåver er særs viktig for hørselshemma elev si utvikling av forståing for matematikk, og at det er viktig å fokusere på denne typen oppgåver i matematikkundervisninga.

Eg vil i dette kapittelet drøfte funna eg har gjort opp mot teori og dei sentrale momenta i Singaporemodellen:

- Språk og omgrep
- Mentale prosesser
- Ferdigheiter
- Haldningar
- Metakognitive ferdigheiter
- Lærarkompetanse

5.1 Språk og omgrep

Det første steget i problemløysingsprosessen er å forstå problemet. For at eleven skal forstå det semantiske innhaldet i ei oppgåve som vert presentert lingvistisk (språkleg), er det ei føresetnad at eleven forstår ord og omgrep som vert brukt i oppgåva.
Singaporemodellen har eit stort fokus på utvikling av språk, omgrep og kommunikasjonsferdigheiter (Singapore 2006). Dette samsvarer med grunnleggjande ferdigheiter som matematikkplanen i K06 legg vekt på, der språkferdigheiter er heilt sentralt. Gode omgreps - og kommunikasjonsferdigheiter er ein føresetnad både for å kunne samhandle munnleg, lese, skrive, bruke digitale hjelpemiddel, samt å kunne bruke eit matematisk språk i rekneprosessar (Udir 2006).
På same måte vert språket framheva i faglitteraturen. Ein føresetnad for å utvikle kunnskap i matematikk er å ha ord og omgrep til å oppfatte og forstå oppgåva og problemstillinga, både

skriftleg og munnleg. Samstundes må eleven ha evne til å bruke språk som eit reiskap for tenking: kunne samtale, forklare, argumentere og resonnere (Skoglund 2008; Lunde 2010). Teorigrunnlaget i denne oppgåva byggjer på eit konstruktivistisk læringssyn, der språket sentralt. Hjå Piaget handlar det om indre utvikling av omgrep og tale, medan den sosiale konstruktivismen i større grad legg vekt på bruk av språk som reiskap for tanken i sosiale settingar (Vygotskij, Bielenberg et al. 2001; Bjørnestad 2004).

Det lingvistiske innhaldet i ei problemløysingsoppgåve, saman med omgrepsforståinga til eleven, vert rekna som den viktigaste bidragsfaktoren til hørselshemma elevar sine vanskar i matematikk generelt, og med problemløysing spesielt. (Barham & Bishop 1991, Pagliaro & Ansell 2000, i (Kelly, Lang et al. 2003)).

Det språklege aspektet i undervisning av hørselshemma elevar er særleg utfordrande. Dei har, sjølv med god teknisk tilrettelegging, reduserte fysiske føresetnader for å tileigne seg talespråk. Sidan dette er føresetnader som barnet ikkje kan endre, må miljøet rundt og nære personar tilpasse seg barnet sine språklege behov (Pritchard and Zahl 2010).

5.1.1 Hørselshemma born og utvikling av matematiske omgrep

Hørselshemma born har i utgangspunktet same evne til å tileigne seg språk som alle andre barn. Likevel viser funn at sjølv om stega mot forståing av matematiske omgrep er dei same som hjå høyrande, vert språket utvikla i eit saktare tempo. Hørselshemma born møter ekstra utfordringar fordi dei har fysiske begrensingar når det gjeld å tileigne seg talespråk, og tekniske hjelpemiddel vil ikkje kunne kompensere for dette fullt ut. Mange av borna får ei to-språkleg opplæring, som inneber at dei skal lære seg å kommunisere på teiknspråk og talespråk med tilhøyrande skriftspråk. Eit rikt språkmiljø i heimen er av avgjerande betyding for utviklinga (Foisack 2003; Pritchard and Zahl 2010).

Kritzer (2009) viser til samanheng mellom foreldre si evne til å bruke matematisk språk i samhandling med barna og borna sine matematiske ferdigheiter ved skulestart. Hørselshemma born som har teiknspråk som morsmål, ser ut til å prestere litt betre i matematikk, men er likevel ikkje på nivå med gjennomsnittet av høyrande elevar. Dette kan tyde på at språkmiljøet i heimen åleine ikkje garanterer for ei positiv utvikling av matematiske omgrep og forståing. Funn viser at foreldra sine medierande evner er avgjerande, i kor stor grad foreldra utfordrar borna kognitivt. Foisack (2003) viser òg til at den vaksne si medierande rolle og at dette er svært viktig for hørselshemma born si utvikling av omgrep.

Forsking som viser at hørselshemma born ofte kjem seint i gong med seint i gong med språkutvikling. Dei ligg difor langt etter høyrande jamnaldringar ved skulestart når det gjeld kjennskap til matematiske omgrep . Fleire forskingsfunn peiker på språklege hindringar som ei av dei største hindringane hørselshemma elevar møter i lingvistiske problemløysingsoppgåver (Frostad 1998; Nunes 2004; Lee 2010). Dette betyr at fokus på språk blir ekstra viktig i opplæringa av hørselshemma elevar. Det vil likevel ikkje vera tilstrekkeleg å lære matematiske omgrep, elevane må òg få øving i å bruke desse omgrepa i kommunikasjon omkring problemløysingsprosessen. Singaporemodellen legg stor vekt på utvikling av språk og omgrep. Samstundes seier planen noko om at kjennskap til matematiske omgrep ikkje må bli isolerte ferdigheiter, men at elevane må få utforske og oppdage matematikk gjennom varierte læringserfaringar. Forsking om hørselshemma og matematikklæring viser at denne elevgruppa gjerne får lite høve til å arbeide med problemløysing i språkleg samhandling med andre. Nokre av desse forskingsfunna viser at lærarar i stor grad har ei tradisjonelle tilnærming til matematikk-undervisning, med hovudfokus på talbehandling og algoritmar.
Lærar si rolle som mediator og evne til matematisk kommunikasjon er også sentralt i Singaporemodellen. Å ha rolle som mediator i kommunikasjon med eleven krev høg språkleg og matematikkfagleg kompetanse hjå lærar. Dersom denne kompetansen ikkje er god nok, vil det ha konsekvensar for læraren si evne til å utfordre eleven kognitivt og språkleg (Røssland 2008). Den som skal undervise hørselshemma elevar må ha god kjennskap til dei språklege utfordringane hørselshemma elevar møter uansett kva språkkode dei bruker. I ei tospråkleg opplæring er det vesentleg at læraren har god kompetanse i både norsk og teiknspråk, og på den måten kunne vere ein god språkmodell for eleven i problemløysingsprosessen.

5.1.2 Leseferdigheiter

Fleire av mine funn viser at språk og omgrepsferdigheiter ikkje berre omfattar det munnlege språket/teiknspråket, men òg skriftspråklege ferdigheiter.
Manglande språkferdigheiter påverkar leseferdigheiter og innhaldsoppfatning hjå eleven, det er funne samanheng mellom elevar si ferdigheit i lesing og deira evne til å beskrive eit problem og argumentere for løysingar (Kelly 2008).

På same måte som hørselshemma born er forseinka i utvikling av kompetanse i matematikk, viser forsking at dei òg ligg bak høyrande i leseferdigheitane (Hendar 2012).

Funna her viser at det er ulike haldningar til korleis dette problemet skal møtast i matematikkfaget. Eit av tiltaka er å øve opp elevane si innhaldsforståing. Som vist i kapittel 4, slår fleire studiar slår fast at enkelte matematiske ord er særleg vanskelege for hørselshemma elevar. Å øve spesifikt på å lese og forstå desse omgrepa kan hjelpe på problemforståinga hjå elevane. Det er òg viktig å få erfaring i å bruke slike omgrep i praksis utafor klasserommet (Kelly, Lang et al. 2003; Lee 2010).
Samstundes, på bakgrunn av funn som viser at elevane har tendens til å fokusere på enkeltelement og ikkje på den semantiske forståinga av oppgåva, er det viktig å vera bevisst på å unngå at elevane utviklar læringsstrategiar der elevane skal fokusere på nøkkelord i teksten. Dette har vore ein mykje brukt strategi i undervisninga av hørselshemma elevar og dei funna som er gjort, tyder på at det er ein strategi som ikkje er til hjelp, men derimot er direkte til hinder for elevane si forståing av problemstruktur (Hyde, Zevenbergen et al. 2003).

Lee (2010) tar til orde for for å forenkle tekst i oppgåver som gitt for å lette eleven si forståing. Borgna m. fl. (2011) argumenterer mot forenkling og omskriving, på same måte som dei er skeptiske til å omsetje tekst til teiknspråk for eleven, fordi dette kan endre strukturen i oppgåva og dermed gjere oppgåva mindre kognitivt utfordrande. Dei poengterer kor viktig det er å ikkje unngå tekstoppgåver, men meiner tvert imot at hørselshemma elevar bør arbeide meir med denne typen oppgåver enn høyrande elevar, nettopp med tanke på å øve opp ferdigheiter (Borgna, Convertino et al. 2011).

Ulike funn som er presenterte i kapittel 4 tilrår å gje elevane høve til å arbeide med problemløysingsoppgåver utan å verte hindra av låge leseferdigheiter. Sjølv om utvikling av leseforståing er viktig, er det berre ein faktor som kan hjelpe eleven til å forstå semantiske samanhengar i problemløysings-oppgåver. Desse borna bør få høve til å utvikle ferdigheiter i problemløysing i kontekster som er uavhengig av tekstforståing (Frostad 1998; Nunes 2004). Kompetanse i lesing og skriving er svært sentralt i dei grunnleggjande ferdigheitene i læreplanen, og hørselshemma elevar skal arbeide mot dei same kompetansemåla i matematikk som alle andre elevar i grunnskulen(Udir 2006). Hørselshemma elevar lærer å lese og skrive, sjølv om det stundom tar lengre tid enn for ein høyrande elev, og det er viktig at krav og forventningar til desse elevane står i forhold til det dei kan meistre. Eg meiner difor at det ikkje vil vera akseptabelt å fjerne målet om å kunne lese i matematikk for desse elevane. Samstundes vil eg hevde det er viktig at pedagogar ikkje berre relaterer seg til det eleven meistrer i skulesetting, men evner å sjå utover det som skjer i skulekvardagen og tilpasse undervisninga til krav som eleven vil møte seinare i livet. Å kunne takle og løyse problem, både av matematiske og av anna karakter er viktig å førebu seg på. Hørselshemma vil på same måte som andre i stor grad møte problem som vert presenterte lingvistisk. Det vil vera viktig å kunne forstå og arbeide seg fram til løysingar på problemet. I «teikn-modell»-metoden i Singaporemodellen vert det lagt stor vekt på å lære å omsetje problem frå tekst til spatial representasjon. Dette vil kunne bidra til å auke den semantiske tekstforståinga. Målet vil vera at eleven på sikt skal kunne overføre informasjon direkte frå tekst og til ei mental representasjon av problemet. Dette framhevar Skoglund (2008) som ei av føresetnadane for utvikling av matematisk forståing. «Teikn-modell»-metoden fokuserer på å overføre informasjon frå tekst til spatial representasjon steg for steg. På denne måten vil modellen kunne bidra til å fremme både eleven si tekstforståing, utvikle matematiske omgrep og hjelpe eleven til å lage mentale førestillingar av eit problem.

5.1.3 Teiknspråk

Kva språk som vert nytta i undervisning av hørselshemma er ulikt, og vert tilpassa barnet sine individuelle behov. Nokre elevar vert undervist på talespråk, med hørselstekniske forsterkingar, nokre bruker teikn til tale, andre har teiknspråk som sitt primære læringsspråk, og ofte møter elevane ei blanding av desse språkkodane. I nyare faglitteratur vert ei to-språkleg tilnærming, både norsk og teiknspråk, tilrådd med bakgrunn i at det er viktig å utnytte alle sansane til eleven i læringsprosessen (Pritchard and Zahl 2010).
Det er viktig å poengtere at når eg drøfter bruk av teiknspråktilpassing i denne oppgåva, er det ikkje i høve til kva språkkode som generelt bør brukast i matematikkundervisninga av hørselshemma elevar. Det som er tema her er om oppgåver presenterte på teiknspråk kan vera eit alternativ til skriftlege problemløysingsoppgåver.
Teiknspråk er eit visuelt-spatialt språk, og på bakgrunn av hørselshemma elevar sitt gode spatiale kontra sekvensielle minne bør det kunne vera eit godt eigna språk i undervisning av høyrselshemma elevar generelt. Teiknspråk gir meir informasjon om størrelse, lokalisasjon og relasjon mellom ulike element enn talespråk, og burde kunne fungera som eit rikt språk i utforsking og forklåring av matematiske emne. Samstundes er dei ei utfordring at ein manglar mange matematiske omgrep på teiknspråk, og at mange teikn er ikoniske, og difor svært konkrete. Dette kan vere til hinder for utvikling av abstrakt tenking (Foisack 2003).
Eg tenkjer at ein måte å løyse dette på er å utvikle eigne abstrakte teikn som kan brukast i matematikkundervisning, problemet er at dette vil vera eit kunstig konstruert matematisk

språk som kanskje ikkje vil kunne fungere i naturlige samanhenger. Ei anna tilnærming kan vere å bruke visuell ordbilete eller symbol som erstatning for teikn.

Det fins òg forsking som indikerer særlege styrker hjå born som bruker teiknspråk, og som er relevant for matematikklæring. Ei studie av Baden (1994) samanlikna verbal intelligens og non-verbal intelligens hjå døve born. Problemløysingsoppgåver har ein lingvistisk basis og er difor knytt til verbal intelligens, medan oppgåver utan lingvistiske komponentar er knytt til non-verbal intelligens. Han fant at døve born har same non-verbale intelligens som høyrande, men fant òg at døve born av døve foreldre, som har teiknspråk som morsmål, skilde seg signifikant ut frå dei andre gruppene med betydeleg høgare non-verbal intelligens. Dette er eit viktig funn med tanke på matematikkundervisning, det kan bety at bruk av teiknspråk kan utvikle ei særskild evne i samband med romforståing og spatialt minne. Denne evna burde i større grad vera utnytta i opplæring av døve elever, det er viktig å lokalisere og utvikle eleven sine styrker i staden for å sjå på veikskapane (Gregory 1998).

Samstundes ser vi at fleire studiar konkluderer med at bruk av teiknspråk ikkje fører til betre prestasjonar i matematikk (Ansell and Pagliaro 2006; Borgna, Convertino et al. 2011).
Det som ikkje kjem fram i denne forskinga er korleis teiknspråket vert nytta. Kritzer (2009) viser til at eit godt språkmiljø i seg sjølv ikkje er nok til å fremje utvikling, språket må i tillegg nyttast i kognitivt utfordrande dialog mellom lærar og elev. Nunes (2004) viser til korleis problempresentasjon på teiknspråk òg har sekvensielle element. Sjølv om instruksjon vert gjeven på teiknspråk, vil elevane kunne ha vanskar med å oppfatte problemet, og ha fokus på talfakta i staden for strukturen i problemet (Ansell and Pagliaro 2006).
Dersom oppgåva vert presentert ved hjelp av tolk, eller på andre måtar som ikkje inneber dialog med eleven, vil ein misse muligheit til å arbeide med problemet steg for steg, slik den heuristiske tilnærminga til dømes i Singaporemodellen legg opp til.
Når fleire studiar viser at teiknspråket ikkje er til hjelp for eleven si forståing, kan det òg kan ha samanheng med teiknspråkkompetansen til den som formidlar. Mi erfaring er at jo høgare kompetanse ein har på teiknspråk, jo betre utnyttar ein språket sine spatiale muligheiter. Ved å bruke lokalisasjon, det vil seie å plassere det ein snakkar om i «teiknrommet», vil ein kunne vise relasjonen mellom dei ulike elementa i oppgåva spatialt. Dette ville kunne vise spatial representasjon av problemet på same måte som «teikn-modell» - metoden i Singaporemodellen gjer.

5.1.3 Oppfatning av problemstruktur

Mange av funna i denne studien fokuserer på presentasjonsformer i arbeid med problemløysingsoppgåver som tekst, munnleg eller teiknspråk.
Per Frostad (1998) sitt forsøk med visuell presentasjonsform uavhengig av lingvistiske ferdigheiter, viser at elevane behandlar informasjonen overflatisk sjølv om informasjonen vert presentert visuelt. Dette kan bety at språkkoden åleine ikkje er avgjerande for elevene sine prestasjonar, men at det er andre faktorar enn språkoppfatning som spelar inn når elevane skal forstå og handsame informasjonen i ei problemløysingsoppgåve.
I Singapore har dei erfart at, blant anna gjennom «teikn-modell» - metoden har vore ein effektiv metode som hjelper elevane til å sortere og halde greie på informasjonen som vert gitt i ei problemløysingsoppgåve. Elevane utvikla evna si til å sjå mønster, samanhengar og relasjonar mellom element i oppgåva (Røssland 2008). Når dei hørselshemma elevane behandlar informasjon overflatisk, kan det bety at dei har vanskar med å sortere informasjonen. Det kan difor tenkjast at «teikn-modell» -metoden i Singaporemodellen vil kunne vera ei støtte for hørselshemma elevar i utvikling av forståing av problemstruktur.

5.2 Mentale prosesser

I følgje læreplanen i Singapore handlar dette om evne til å analysere matematiske situasjonar, argumentere logisk, og kommunisere omkring matematikk med matematisk språk. Språk og omgrepskompetansen til eleven vert sentral også her. Det same er evne til å klassifisere, samanlikne, sekvensiere, analysere deler/heile, identifisere mønster og samanhengar, trekke logiske slutningar og spatial visualisering. Dette samsvarer med generell teori om kva moment som skapar vanskar for elevar i matematikk.

5.2.1 Minne/ Visuelt- spatiale ferdigheiter

Ulike funn i denne studien viser at hørselshemma har vanskar med sekvensielt minne, ikkje berre når det gjeld å hugse og gjenkalle fakta, men òg når det gjeld arbeidsminne som til dømes trengs i «reverse» oppgåver som krev motsette tankeoperasjonar. Samstundes vert dei gode spatiale evnene til hørselshemma elevar framheva, evner som bør utnyttast meir i arbeid

med denne elevgruppa. Både Frostad (1998) og Nunes (2004) peiker på kor viktig det er å visualisere matematikkemna for hørselshemma elevar.
Det er likevel viktig å poengtere at visualisering i seg sjølv ikkje nødvendigvis fremjar læring. Studiar viser at det er av betyding for utvikling av forståing at den visuelle representasjonen er skjematisk og ikkje ikonisk. Ein skjematisk representasjon viser den matematiske samanhengen mellom elementa i oppgåva, medan ein ikonisk representasjon fokuserer på enkeltelementa, men ikkje på samanhengar mellom dei. Det er påvist ein klår samanheng mellom elevar si evne til å lage skjematiske representasjonar og deira evne til å løyse problem (Blatto-Vallee, Kelly et al. 2007). Det blir difor viktig at lærar presenterer problem på ein visuelt skjematisk måte, og på denne måten lærer elevane å kunne bruke skjematisk representasjon sjølve.
«Teikn modell» - metoden frå Singapore representerer ein skjematisk representasjon av problemet, som viser relasjonen mellom elementa som til dømes relasjonen mellom deler og heilskap. Forståing av deler/heile er ei av føresetnadane for å forstå matematikk, og mange hørselshemma elevar har vanskar med denne forståinga (Frostad 1998).

Nunes og Moreno (2002) sitt intervensjonsforsøk med oppgåver presenterte i visuell form i staden for lingvistisk viser at elevane gjennom dette utviklar betre matematisk forståing. Dette intervensjonsforsøket gav svært positive resultat.
Samstundes kan ikkje kunnskap, i følgje det konstruktivistisk læringssynet, overførast frå eitt individ til eit anna. Den enkelte elev skapar sjølv meining ut i frå den verkelegheita han er i, kunnskap er ikkje ei avbilding av verda, men individet si tolking av den. Ved bruk av visuelle hjelpemiddel er det eleven si tolking av representasjonen som er viktig. Det kan vere stor skilnad mellom måten lærar ser problemet representert på, og korleis eleven tolkar det, av di dei er ulike individ med ulik ståstad. Samanhengar som læraren ser, er ikkje nødvendigvis innlysande for eleven (Frostad 1995). Når oppgåvene vert presentert spatialt, meiner eg at ein hindrar eleven i å lære å skape sin eigen visuelle representasjon av problemet, noko som kan redusere det kognitive læringsutbyttet.
I «Teikn –modell» metoden frå Singapore er det eleven sjølv som utformar den visuelt/skjematiske representasjonen. Eleven må på denne måten sjølv knyte saman den lingvistiske informasjon med den visuelle representasjonen, noko som vil utvikle både språkkunnskapar og evne til å representere problemet mentalt, som òg er ei viktig føresetnad for problemforståing (Skoglund 2008).
Blatto-Vallee m.fl. (2011) sine funn om hørselshemma si evne til å representere eit problem

skjematisk, er basert på studentar i vidaregåande skule. Det vil truleg vera for utfordrande for yngre elevar å overføre informasjon direkte frå det lingvistiske til skjematisk representasjon. Utvikling av matematisk forståing går i frå det konkrete (manipulerbare ting), via halvkonkreter (teikningar av objekt) , til halvabstrakt (t.d skjematisk) og til slutt til det abstrakte, det vil seie ei indre mental førestelling (Røssland 2012).
Utvikling av evne til å representere eit problem skjematisk må gjennom dei same stega.
I «teikn-modell»-metoden er desse stega ivareteke, i og med at dei yngste elevane arbeider med konkrete og halvkonkrete representasjonar i kombinasjon med det skjematiske.
På denne måten vil «teikn-modell» metoden kunne både lære elevane å representere eit problem skjematisk, og samstundes ivareta trongen for utvikling av matematisk kunnskap frå det konkrete til det abstrakte.

5.2.2 Problemløysingsstrategiar

Ulike funn i denne studien som vist i kapittel 4, viser at hørselshemma elevar bruker andre og mindre fleksible problemløysingsstrategiar enn høyrande.
Lee (2010) viser til dømes til at hørselshemma elevar brukte strategiar som fokuserte på meiningsinnhald i dei enklaste oppgåvene, men ei meir overflatisk strategi med fokus på nøkkelinformasjon når oppgåvene var kompliserte. Dette var motsett av dei strategiane som vart brukt av høyrande. Dette førte til mange feile svar i dei meir kompliserte oppgåvene.
Ansell m.fl. (2006) viser òg til at dei hørselshemma elevane i stor grad ser ut til å bruke teljestrategiar uavhengig av kompleksiteten i oppgåva, medan høyrande elevar ofte bruker teljestrategiar på dei enklaste oppgåvene, men «modellering» på dei meir komplekse.
«Teikn-modell»- heuristikken frå Singapore vil kunne bidra til at elevene kan lære å bruke «modellering» som strategi på meir komplekse oppgåver, og dermed utvikle auka forståing for matematiske omgrep og samanhengar.
Ved hjelp av nøkkelspørsmåla i den heuristiske tilnærminga til problemløysingsprosessen vil elevane få rettleiing i kva strategi dei kan bruke for å forstå ei oppgåve. Dette kan føre til at dei utviklar større forståing for det semantiske innhaldet, og dermed òg meir fleksible strategiar. Det er viktig å poengtere at denne prosessen krev medierande dialog mellom lærar og elev, men på sikt er målet at eleven skal kunne bruke desse strategiane meir sjølvstendig.
På den måten vil elevane kunne få hjelp til å utvikle meir anvendelege strategiar både på enkle og meir kompliserte problemløysingsoppgåver.

5.3 Ferdigheiter

Ferdigheiter i talbehandling er sentralt i den matematikkfaglege bakgrunnsteorien som denne oppgåva baserer seg på (Udir 2006; Skoglund 2008; Lunde 2010). Slike ferdigheiter er viktige når eleven skal løyse oppgåver med matematiske mengdesymbol, då dei fleste problemløysingsoppgåver krev kunnskap om aritmetiske prosedyrar.

I mi studie av forsking om hørselshemma og problemløysing finn eg lite som omhandlar dette temaet. Dette kan tolkast på fleire måtar, det kan vera at dette er eit lite utforska område når det gjeld hørselshemma elevar, eller at den delen av problemløysingsprosessen som handlar om talbehandling og utføring av rekneprosedyre ikkje er eit sentralt vanskeområde for desse elevar. Mi erfaring er at elevane ofte meistrer den reint mekaniske rekneprosedyren men manglar den djupare forståinga. Dette kjem ofte til syne når dei skal forklare og grunngje det dei har gjort.

For dei minste elevane er tal og mengdeoppfatning viktig. Manglande forståing for heile/deler er eit av kjenneteikna på matematikkvanskar (Akselsdotter, Grimstad et al. 2008).

Frostad fann i si studie at mange elevar har ei uklår tal og mengdeoppfatning og vanskar med forståing av deler/heile. Han beskriv og ein vanleg reknestrategi som teiknspråklege elevar ofte bruker når dei arbeider med addisjon og subtraksjon, kalla «teikna algoritme», som er til hinder for utvikling av forståing av heile/deler. Det er difor viktig dei yngste elevane får høve til å arbeide med andre løysingsmetodar enn teljing og at dei får høve til å representere tal på andre måtar enn sekvensielt i form av talrekkje (Frostad 1998).

I Singaporemodellen er det lagt stor vekt på at desse ferdigheitene må utviklast på ein måte som gjev elevane ei djupare forståing, her er arbeid med talmengder ved hjelp av «teikn-modell»-metoden sentral (Singapore 2006). Modellen kan her tilføre nye moment i utvikling av talforståing ved å utnytte dei spatiale ferdigheitene hjå dei hørselshemma elevane. Gjennom «teikn-modell» - metoden vil elevane kunne representere tal spatialt i staden for sekvensielt. På denne måten kan forståing av deler/heile kunne utviklast ved hjelp av elevene sine visuelt-spatiale evner.

5.4 Haldningar

Emosjonelle tilhøve og negativ haldning til matematikkfaget og manglande sjølvtillit er rekna som ein vesentleg årsaksfaktor til at elevar strevar med matematikkfaget (Lunde 2009).
I Singapore er dei emosjonelle faktorane rundt matematikklæring løfta opp som ei av dei fem hovudområda. Planen legg vekt på at undervisninga skal vera motiverande og utvikle sjølvtillit, gjennom at elevane lærer heuristikker som set dei i stand til å løyse problem ved å oppdage og erfare matematikken sjølv (Singapore 2006).
I denne studien saknar eg forsking som handlar om hørselshemma elevar si haldning til matematikkfaget. Frå min praksis veit eg at mange elevar opplever dette faget som vanskelig, og dei manglar ofte motivasjon og sjølvtillit i arbeidet, særleg når oppgåvene krev ein løysingsprosess som går over tid.
Lee (2010) konkluderte med at hjelpesøking, det vil sei hjelp frå lærar, var den mest brukte strategien elevane brukte når dei stod fast. Dette kjenner eg att frå min eigen praksis, og eg tolkar dette som manglande sjølvtillit og sjølvstende i arbeidet. Frostad (1998) si studie viste òg ein samanheng mellom sjølvstende og matematikkprestasjonar.
Gjennom å søkje å gjere matematikkundervisninga motiverande og lystbetont, som det vert lagt vekt på i Singaporemodellen, er det grunn til å tru at negative haldningar til faget vil endre seg. Når den hørselshemma eleven lærer heuristikker slik det vert brukt i Singaporemodellen, vil han kunne utvikle meir effektive strategiar i problemløysing. Dette vil i sin tur kunne påverke eleven si sjølvtillit og sjølvstende i arbeid med matematisk problemløysing.

5.5 Metakognitive ferdigheiter

Metakognitive ferdigheiter er svært viktig gjennom heile problemløysingsprosessen, og då særleg i den siste fasen, som handlar om å sjå attende på det ein har gjort og vurdere prosedyre og resultat. Slike ferdigheiter vert sterkt vektlagt både i generell teori om matematikkvanskar og i den heuristiske tilnærminga i Singaporemodellen (Singapore 2006; Skoglund 2008). Pòlya (1971) peiker på at den heuristiske problemløysingsprosessen har eit stort fokus på metakognitive ferdigheiter (Pólya 1971).

Ei årsak til at leseferdigheitane til hørselshemma har utvikla seg så lite dei siste tiåra, kan vere at utfordringane dei møter i møte med tekst ikkje eigentleg handlar om lesing. Det er funne kognitive ulikskapar mellom høyrande og hørselshemma som påverkar språk og læring, uavhengig av språkkode og grad av høyretap. Funn i mi studie viser at hørselshemma har svake metakognitive ferdigheiter, bør føre til at læring fokuserer meir på kognitive og metakognitive ferdigheiter som støtte i språkforståing, uavhengig av om det blir presentert i tekst eller tale/teikn. Slike ferdigheiter bygger høyrande born opp naturleg gjennom tilfeldig læring, mens høyrselshemma born må lære det meir eksplisitt (Borgna, Convertino et al. 2011).

På bakgrunn av dette bør det leggjast meir vekt på metakognitive ferdigheiter i undervisninga av hørselshemma born. Singaporemodellen legg opp til ei kontinuerlig øving av metakognitiv bevisstheit gjennom utvikling av språk og omgrep, den heuristiske tilnærminga til problemløysingsprosessen og ved hjelp av dei ulike stega i «teikn-modell»-metoden.

Ei heuristisk tilnærming til matematikkundervisning for hørselshemma vil kunne gje desse elevane meir systematisk øving i metakognitive ferdigheiter.

5.6 Lærarkompetanse

I Singapore er det lagt stor vekt på kompetanseheving hjå lærarar, då myndigheitene såg trongen for å flytte fokus i undervisninga frå einsidig drill av ferdigheiter til utviklinga av djupare forståing gjennom matematisk kommunikasjon (Røssland 2008).

Fleire forskingsfunn i mi studie tyder på ein klår samanheng mellom lærar sin kommunikasjonskompetanse, undervisningskompetanse i matematikk og deira evne til å utfordre elevane kognitivt med problemløysingsoppgåver. Manglande kompetanse auka faren for at læraren hadde låge forventningar til eleven. På grunn av dette vart oppgåvene presenterte på ein slik måte at sjølve problemstrukturen vart forenkla, eller sløyfa oppgåver som var utfordrande for eleven (Pagliaro and Ansell 2002; Swanwick, Oddy et al. 2005).

Fleire funn i forskinga viser at dei hørselshemma elevane har særlege vanskar og behov for støtte i arbeid med matematisk problemløysing samanlikna med høyrande elevar, og at dei tiltaka som hjelper høyrande ikkje alltid vil hjelpe den hørselshemma(Borgna, Convertino et al. 2011). Samstundes viser dei hørselshemma elevane ei særlege styrke i visuelt-spatiale ferdigheiter. Det vil vera grunn til å stille spørsmål om i kor stor grad denne evna vert utnytta i matematikkundervisning.Det fins ikkje studiar frå Noreg som undersøkjer undervisningsmetodar og kompetanse hjå matematikklærarar, og det er svært lite fokus på

matematikkfaget i det hørselsfaglege miljøet. Min erfaring er at kompetanse i teiknspråk vert sett på som det viktigaste i arbeid med hørselshemma elevar og at matematisk fagkompetanse gjerne kjem i andre rekke.
Funn i forskinga om hørselshemma og matematisk problemløysing kan tyde på at teiknspråkkompetanse åleine ikkje er nok, språkkompetansen må kombinerast med matematikkfagleg kompetanse for at utviklinga og læringsutbyttet til eleven skal vera optimalt.

Eit anna moment her er kartlegging av eleven si matematiske kompetanse. For å få innsikt i kva læringspotensiale eleven har og føresetnadane han har for å forstå eit problem, er det viktig at lærar har kompetanse i kartlegging.
Eit problem her har vore kartleggingsform i høve til hørselshemma elevar. På grunn av svake leseferdigheiter kan det vere vanskelig å vite kva ein eigentleg måler dersom oppgåvene vert presenterte skriftleg. I USA gjennomførte ein alternative testmetodar for høyrselshemma elevar i samband med nasjonale prøvar (Standards). Tilpassinga bestod av testing via teiknspråk i staden for tekst, og av tilpassa og forenkla tekst. Begge deler viser seg å ha ein viss positiv effekt på elevprestasjonane, men det vert reist spørsmål om slike tilpassingar forenklar og endrar problemstrukturen og likeeins det matematiske språket til kvardagsspråk. Slik kan det tenkjast at testen ikkje måler det den er meint å måle (Qi and Mitchell 2012).
Cawthon m. fl. (2011) har òg gjort forsøk med å omsetje testar frå tekst til teiknspråk i vurdering av høyrselshemma elevar. Det viste seg at dette ikkje hadde vesentleg effekt på prestasjonane.
I begge desse studiane vart teiknspråktilpassinga gjort ved hjelp av teiknspråktolking via dvd. Slik tolking vil vera prega av ein-vegs-kommunikasjon, og dermed rein instruksjon.
På same måte som høyrselshemma elevar har ein tendens til å lese eitt ord om gongen og dermed misse samanhengen i informasjonen, tyder funn på at dei har dei same vanskane ved bruk av tale/teiknspråk, noko avhengig av språkferdigheiter og kognitive ressursar (Borgna, Convertino et al. 2011).
Dette kan innebere at teiknspråktilpassing ved hjelp av tolk i kartleggingsprosessen ikkje vil gje eit fullgodt bilete av eleven sin kompetanse, då vanskane med å forstå strukturen i oppgåva kan vere dei same. Lunde (2009) framhevar nytta av dynamisk kartlegging.
Ei slik kartlegging krev dialog mellom lærar og elev, og kan i større grad gje informasjon om korleis eleven tenkjer og arbeider. På denne måten vil læraren få informasjon om kva type hjelp eleven treng for å kunne meistre oppgåva. Det kan tenkjast at teiknspråket brukt i ei

dynamisk kartlegging ville gjeve andre resultat. For å gjennomføre ei dynamisk kartlegging er det igjen av avgjerande betyding at læraren har den naudsynte språklege og matematikkfaglege kompetansen.

Singapore si satsing på kompetanseheving for lærarar har vore ein viktig del av omlegginga til ny læreplan. Der har ein erkjent at lærarane si faglege kompetanse må styrkjast dersom det skal innførast nye og meir eigna metodar i undervisninga. På bakgrunn av elevane sine låge prestasjonar er det grunn til å tru at det her i Noreg er trong for endra undervisningsmetodar og kompetanseheving for lærarar som underviser hørselshemma born i matematikk.

6. KONKLUSJON

I innleiinga til denne oppgåva skriv eg at de fleste studiar av høyrselshemma elevar i skulen handlar om språk og at det fins svært få studiar på matematikkfaget. Funn i mitt review over forsking om høyrselshemming og matematikkvanskar tydar på at også innfor emnet matematisk problemløysing er språk og omgrep svært sentralt.
Kjeldene eg har brukt spenner over ein tidsepoke på 13 år. Funna viser tydeleg at det har skjedd ei utvikling og dreiing av fokus i løpet av desse åra når det gjeld problemløysing i matematikk for hørselshemma. Medan fleire av dei tidlege funn fokuserer på matematiske omgrep og leseferdigheiter i samband med tekstoppgåver, handlar den seinare forskinga i større grad om mentale prosessar, kognitive utfordringar og metakognisjon.

6.1 Svar på forskingsspørsmåla

6.1.1 Svar på forskingsspørsmål 1

Kva vanskar og styrkar viser elevar med hørselshemming i møte med problemløysingsoppgåver i matematikk?
Funna her tydar på at hørselshemma elevar i arbeid med problemløysing møter vanskar på fylgjande område:

- Språklege utfordringar; manglande matematisk omgrep påverkar eleven si forståing og evne til matematisk kommunikasjon. Det får òg konsekvensar for innhaldsforståing i lesing av skriftlige oppgåver
- Vanskar med sekvensielt minne, noko som påverkar arbeidsminnet og evna til å behandle informasjon
- Vanskar med oppfatning av problemstruktur og forståing av deler/heile
- Lite fleksible problemløysingsstrategiar
- Manglande sjølvstende
- Svake metakognitive ferdigheiter
- Manglande språkkompetanse og fagleg kompetanse hjå lærar

Når det gjeld styrkar finn ein i fleire studiar at hørselshemma elevar har ei særleg styrke i visuelt-spatiale evne samanlikna med høyrande.

6.1.2 Svar på forskingsspørsmål 2

Kva kjenneteiknar ein heuristisk læringsmodell etter Singaporemodellen?
I læreplanen i Singapore er matematisk problemløysing sentralt som arbeidsmetode. Det vert lagt vekt på at elevane skal tenkje framfor å memorere. Ei heuristisk tilnærming til matematikkundervisning inneber at elevane skal få høve til å utforske matematikk gjennom å oppdage, resonnere og kommunisere.
Sentrale moment i undervisning etter Singaporemodellen er:

- Utvikling av språk, omgreps- og kommunikasjonsferdigheiter
- Mentale prosesser – utvikling av matematisk tenking. Bruk av ulike tenkemåtar og heuristikker. «Teikn-modell»-metoden er ein sentral heuristisk strategi
- Ferdigheiter i tal- og informasjonshandsaming. Ferdigheiter er ikkje mål i seg sjølv, men er viktige som verkty i problemløysingsprosessen
- Haldningar – elevane skal utvikle sjølvtillit og oppleve matematisk problemløysing som lystbetont
- Metakognisjon – å kunne overvake si eiga tenking og vurdere sin eigen læreprosess

6.2 Svar på problemstillinga

Problemstillinga i denne oppgåva er:

«Elevar med hørselshemming i arbeid med problemløysingsoppgåver i matematikk; på kva område vil ei heuristisk tilnærming etter modell frå Singapore kunne bidra til å utvikle elevane si matematiske kompetanse?»

Forskinga denne studien viser ulike utfordringar hørselshemma elevar har i møte med matematisk problemløysing og fleire peiker på at auka fokus på problemløysingsoppgåver i undervisning av desse elevane er viktig for deira forståing. I Singaporemodellen er problemløysing det sentrale, elevane skal utvikle matematiske kunnskapar og ferdigheiter gjennom arbeid med problemløysingsoppgåver. Singapore-modellen vil kunne bidra til å utvikle elevane si matematiske kompetanse på fylgjande område:

6.2.1 Språk og omgrep

Språk og omgrepsferdigheiter er tema i svært mange av kjeldene mine. Fleire studiar viser trong for satsing på utvikling av språk- og omgrepsferdigheiter hjå hørselshemma born.
Det handlar om å kunne oppfatte innhaldet i oppgåvene både når oppgåvene er presenterte munnleg, teiknspråkleg og skriftleg, forstå matematiske omgrep, handtere instruksjon og kunne kommunisere omkring matematikkfaglege emne.
Singaporemodellen legg stor vekt på arbeid med matematiske omgrep og kommunikasjon, og språket er det mest sentrale i arbeid med problemløysingsprosessen.
Stega i teikn- modell-metoden gir elevane øving i å omsetje eit lingvistisk problem til skjematisk visuell representasjon, noko som kan auke eleven si språkforståing.

6.2.2 Mentale prosesser

«Teikn modell» - metoden er ein heuristisk strategi som innehar dei momenta som forskinga framhevar som viktige i høve til visuell representasjon: Den er visuell og har ein oppbygning og utvikling som går frå det konkrete til det abstrakte. Metoden med bruk av rektangel framstiller problemet skjematisk og viser dermed relasjonane mellom dei ulike elementa i oppgåva. Den vil såleis kunne støtte eleven i utvikling av ein mental representasjon av problemet, som er viktig for utvikling av matematisk forståing. Modellen kan lære elevane å bruke modelleringsstrategiar i staden for teljestrategiar i løysing av kompliserte problem.
Den vil òg kunne utvikle forståing av deler/heile, og kan bidra til å auke forståing for matematiske relasjonsomgrep som til dømes «meir enn», «mindre enn», som er utfordrande omgrep for hørselshemma elevar.

6.2.3 Ferdigheiter

Funn i forskinga om hørselshemma elevar og matematisk problemløysing har i liten grad fokus på ferdigheiter. Likevel viser forsking at denne elevgruppa møter vanskar og presterer lågt på alle områder i matematikkfaget. Manglande forståing for matematiske samanhengar er eit problem som påverkar prestasjonane. I Singaporemodellen er fokuset tatt vekk frå einsidig drill av ferdigheiter utan forståing av dei underliggande matematiske prinsippa, og til å kunne bruke ferdigheitene til utforsking av matematiske idear og problemløysing.

6.2.4 Haldningar

Forsking om matematisk problemløysing og hørselshemma elevar i denne studien har ikkje fokus på elevane si haldning til faget. Likevel viser nokre forskarar til at elevane viser manglande sjølvtillit og sjølvstende i arbeidet, og at det har konsekvensar for deira prestasjonar i matematikk.
Singaporemodellen legg stor vekt på at matematikklæringa skal vera lystbetont for elevane og at dei gjennom å sjå nytta av matematikken i problemløysing skal bli uthaldande i arbeid med problemløysing.

6.2.5 Metakognitive ferdigheiter

Låge metakognitive ferdigheiter er framheva som eit stort problemområde for hørselshemma born. Singaporemetoden legg vekt på å trene elevane i dette, og gir konkrete forslag til korleis. Gjennom ei heuristisk tilnærming til problemløysingsprosessen, der eleven er i språkleg samhandling med lærarar og medelevar og kan støtte seg på nøkkelspørsmål, vil eleven kunne få hjelp til å utvikle metakognitive ferdigheiter.

6.2.6 Lærarkompetanse

Funn i forsking om hørselshemma elevar viser ein klår samanheng mellom lærarkompetanse og lærar si haldning til problemløysing i matematikk. Funna viser òg at lærarar si manglande kompetanse i teiknspråkleg kommunikasjon kan føre til at dei i for liten grad evner å utfordre elevane kognitivt i arbeid med problemløysing.
I Singapore har satsing på kompetanseheving hjå lærarar vore svært viktig for å kunne gjennomføre endringar i undervisingsmetodar.
Det kan sjå ut som det er trong for å ha større fokus på matematikkfagleg og språkleg kompetanseutvikling for pedagogar som underviser hørselshemma elevar.

6.3 Forslag til tiltak i matematikkundervisninga

Forskinga om hørselshemma og matematisk problemløysing i denne oppgåva viser at det er trong for større fokus på matematikkfaget for denne elevgruppa. Eg har vurdert forskingsfunna opp mot ei heuristisk tilnærming etter modell frå Singapore.
Framleis står det att å prøve ut Singaporemodellen i praksis, men eg vil likevel trekkje fram tiltak som vert tilrådd i forskinga og som bør få snarlege konsekvensar for undervisninga:

- Auka fokus på bruk av problemløysingsoppgåver– bruke slike oppgåver som grunnlag for å bygge opp matematisk kompetanse, ikkje vente til ferdighetene er på plass
- Spesifikk læring av matematiske omgrep, og øving i å bruke dei i kommunikasjon
- Meir kognitivt utfordrande språkleg samhandling i problemløysingsprosessen, øve på å forklare, beskrive, argumentere, diskutere med lærar som mediator.
  Dette vil òg kunne auke elevene sine metakognitive ferdigheiter
- Utnytte spatiale evne, lære elevane å bruke modellering i form av skjematisk representasjon
- Gjennomføre dynamisk kartlegging som viser korleis eleven tenkjer

6.4 Trong for vidare forsking

Ei gjennomgang av kjeldene i denne studien etterlet seg ei rekke spørsmål som eg ikkje finn svar på. Dei fleste av kjeldene eg har brukt er frå andre land enn Norge, og eg saknar meir forsking på matematikkfaget og hørselshemma frå Noreg. Særleg etterlyser eg forsking som gan gje oss meir informasjon om pedagogisk praksis og læringsutbyte.

Område det kunne vera interessant å sjå nærare på er:

- Forsking i praksisfeltet

Forsking på hørselshemma sine prestasjonar i matematikkfaget viser at det er trong for ei endring i undervisningspraksisen. Eg finn ingen studiar frå Noreg som seier noko om undervisningspraksis i høve til denne elevgruppa.
Ei nærare studie av dette ville kunne gje oss eit klårare bilete av metodane som vert brukte, kva endringspotensiale som ligg føre og trongen for kompetanseutvikling for pedagogar.

Hendar (2012) viser til samanheng mellom tilgang til god kommunikasjon i førskulealder og seinare faglege prestasjonar (Hendar 2012). På bakgrunn av dette vil det kunne vera nyttig å ikkje berre sjå på praksis i skulen, men òg sjå på språklege faktorar, grad av kognitiv utfordring og kompetanse hjå pedagogar i barnehage.

- Utprøving av ei heuristisk tilnærming etter modell frå Singapore

Denne oppgåva føretek ei vurdering av element i Singaporemodellen som ein nyttig metode i undervisning av hørselshemma, med utgangspunkt i forskingsfunn.
Denne vurderinga er basert på eit teoretisk grunnlag, for å vurdere læringseffekten av modellen må den prøvast ut i praksis. Borgna m.fl. (2011) viser til at metodar som er nyttige i undervisning av høyrande, ikkje alltid er like effektive for hørselshemma. Ei utprøving av metodane i Singaporemodellen vil kunne sei oss noko om kva element i denne metoden som passar for denne elevgruppa, og kva element som eventuelt krev tilpassing til hørselshemma sine særskilde behov.

- Forsking som ser nærare på samanhengar mellom det spatiale elementet i teiknspråket og forståing i matematikk.

Nokre av dei funna eg har gjort viser liten skilnad mellom eleven si forståing om stoffet vert presentert på teiknspråk eller i tekst, til tross for teiknspråket sine spatiale element.
Samstundes konkluderer Hendar (2012) i si undersøking at elevar som har undervisning etter § 2.6, og har hatt tilgang til eit rikt språkmiljø i oppveksten, presterer noko betre enn andre hørselshemma elevar. Det vil òg vera aktuelt for å sjå nærare på korleis teiknspråket vert brukt i kommunikasjon med eleven, med bakgrunn i studiar som viser at eit godt språkmiljø åleine ikkje fører til auka forståing, men at det sentrale er korleis språket utfordrar eleven kognitivt.

6.5 Refleksjon over forskingsprosessen

Gjennom arbeidet med denne oppgåva har eg fått erfart korleis hermeneutiske spiral i praksis, korleis ein gjennom ein prosess utviklar ny forståing som påverkar korleis ein tolkar informasjon. Dette har vore ein lærerik og utviklande erfaring for meg.
I beskrivinga av mi forforståing av emnet i problemstillinga har eg fokus på språk, visualisering og bruk av teiknspråk i undervisninga. Gjennom arbeidet med denne oppgåva ser eg at det rett nok er svært sentrale emne i forskinga, men eg har likevel fått eit meir nyansert bilete av dette.
Forskinga om hørselshemma elevar og problemløysing i matematikk viser at språket spelar ei endå større rolle enn det eg trudde. Mitt utgangspunkt var at det hadde samanheng med manglande omgrep, men forskinga viser at det ikkje er berre handlar om omgrep, men òg om å oppfatte heilskapen i problemet.
Vi veit at det i undervisning av hørselshemma er viktig å ta i bruk visuelle metodar, men eg har gjennom dette arbeidet oppnådd ein større forståing av at alle visuelle metodar ikkje nødvendigvis utviklar matematisk forståing hjå eleven. Kunnskapen eg no har tileigna meg om vanskar med sekvensielt minne hjå høyrselshemma, og styrken i spatiale ferdigheiter. Særlig interessant er forskjellen på ikonisk og skjematisk representasjon, dette er ei svært interessant vinkling som bør bidra til å endre praksis.
Eg hadde i utgangspunktet ei forventning om at forsking ville vise at teiknspråket ville vere det best eigna språket når ein skal presentere eit matematisk problem for elevane. Eg har ikkje funne haldepunkt i forskinga for at teiknspråktilpassing er til hjelp for eleven si forståing av problemstrukturen.
Funna som viser at det er liten eller ingen samanheng mellom matematikkprestasjonar og grad av høyretap er overraskande for meg. Det same er funna som viser liten eller ingen effekt av effekt av teiknspråkleg presentasjon kontra til dømes skriftlig presentasjon for teiknspråklege elevar. Dette har bidrege til ei auka forståing av at fokus på det språklege aspektet åleine ikkje er nok, men at eit større fokus på det kognitive i matematikkundervisninga er naudsynt.
Eg har òg fått ei auka forståing av er kor viktig metakognitive ferdigheiter er i læringsarbeidet, og at dette må vektleggjast meir i undervisninga .

Då eg starta arbeidet hadde eg i stor grad fokus på det matematikkfaglege innhaldet og dei praktisk pedagogiske konklusjonane.
Gjennom å etterkvart få eit auka fokus på forskinga har eg fått ei auka forståing for kor viktig

sjølve forskingsprosessen er, og kor viktig det er å ikkje vera fastlåst i sine førestellingar men opne opp for nye innfallsvinklar.

Som ei konsekvens av dette har i denne prosessen eg endra både metode, teori og problemstilling fleire gonger. Problemstillinga har for kvar endring vorte meir konkret.
Eg har opplevd at dette har ført til at òg arbeidet med resten av oppgåva har vorte meir målretta og at drøfting og konklusjon har vorte meir spissa.
Samstundes har eg hatt mange refleksjonar rundt det å knyte problemstillinga i så stor grad til ein konkret teoretisk modell som eg i utgangspunktet har stor tiltru til. Vil eit så sterkt fokus på ein modell føre til at eg umedveten vil vinkle funna mine slik at dei passar til modellen og dermed hindre meg i å vere nyskapande og open for nye innfallsvinklar og ukonvensjonell tenking ?
Eg har prøvd å ivareta dette gjennom utvalskriteriar for kjelder og ved å søkje å ha høg bevisstheit om dette gjennom heile prosessen. Samstundes er det vanskeleg sjølv å vurdere i kor stor grad eg har klart å unngå denne fella.

Som nemnt i innleiinga fins det svært lite forsking på dette området, særleg i Noreg.
Dette medfører at mine konklusjonar på dei ulike områda er bygd på få studiar.
Samstundes er kjeldene mine òg geografisk einsidige, då dei fleste kjem frå engelskspråklege vestlege land. Det er ei svakheit ved mi studie at eg ikkje har hatt høve til å nytta kjelder frå andre deler av verda. På bakgrunn av resultata frå PISA-undersøkingane ville det vore særleg interessant å sjå på undervisningsmetodar og hørselshemma sine læringsresulatat i asiatiske land. Dette ville ha styrka reliabiliteten i studien min.
Eg vurderer det slik at den indre validiteten i studien min eg god, at dei funna eg har gjort er relevante for problemstillinga. Som nemnt i metodekapitlet vil mangelen på relevant forsking frå Noreg kunne svekke den ytre validiteten. Om funna er gyldige for norske tilhøve må vurderast gjennom vidare forsking.

7. LITTERATUR OG KJELDER

Akselsdotter, M., B. W. Grimstad, et al. (2008). Elever med vansker i matematikk : en veileder i utredning og tiltak. Gjøvik, Øverby kompetansesenter.

Ansell, E. and C. M. Pagliaro (2006). "The Relative Difficulty of Signed Arithmetic Story Problems for Primary Level Deaf and Hard-of-Hearing Students." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 11(2): 153-170.

Befring, E. (2007). Forskingsmetode med etikk og statistikk. Oslo, Samlaget.

Bjôrkquist, O. (2003). Matematisk problemløsning. Bergen, Fagbokforl.

Bjørnestad, Ø. (2004). "Om konstruktivismen." http://html.hisf.no/Biblio/HSF-notat/HSF_notat_2004_12.pdf 05.11.12

Blatto-Vallee, G., R. R. Kelly, et al. (2007). "Visual–Spatial Representation in Mathematical Problem Solving by Deaf and Hearing Students." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 12(4): 432-448.

Borgna, G., C. Convertino, et al. (2011). "Enhancing Deaf Students' Learning from Sign Language and Text: Metacognition, Modality, and the Effectiveness of Content Scaffolding." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 16(1): 79-100.

Breiteig, T. and R. Venheim (2005). Matematikk for lærere. Oslo, Universitetsforl.

Creswell, J. W. (2012). Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research. Boston, Mass., Pearson. 3rd ed. 2008

Døveforbund, N. (2012). "Tegnspråk." from http://www.deafnet.no/nor/forsiden/venstremeny/tegnspraak. 05.11.12

Education, U. D. o. (2012). "Mathematics: The National Curriculum in England ". https://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/QCA-99-460.pdf 05.11.12

Eisenhart, M. (1998). "On the Subject of Interpretive Reviews." Review of Educational Research 68(4): 391-399.

Feuerstein, R., P. S. Klein, et al. (1991). Mediated learning experience: theoretical, psychological and learning implications. Glenview, Illinois, Scott, Foresman.

Foisack, E. (2003). Döva barns begreppsbildning i matematik. Malmö, Området för lärarutbildning, Malmö högskola. No. 7, 2003: 257 s. Avhandling (doktorgrad) - Malmö högskola, 2003

Frostad, P. (1995). "Konkretiseringsmateriell – veien til matematikkinnsikt?" Tangenten. http://www.caspar.no/tangenten/1995/frostad_295.html 05.11.12

Frostad, P. (1998). Matematikkprestasjoner og matematikkinnsikt hos hørselshemmede grunnskoleelever. [Trondheim], Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse, Pedagogisk institutt: 247 s., ill.

Gregory, S. (1998). Issues in deaf education. [London], David Fulton.

Hammersley, M. (2003). "Literature Review." Forlag ?

Hendar, O. (2010). Elever med hørselshemming i skolen En kartleggingsundersøkelse om læringsutbytte Kortrapport. S. Kompetansesenter.

http://www.udir.no/Upload/Rapporter/2012/horsel1.pdf?epslanguage=no 05.11.12

Hendar, O. (2012). Elever med hørselshemming i skolen : en kartleggingsundersøkelse om læringsutbytte. Oslo, Skådalen kompetansesenter.

Hendar, O., Lundberg, Camilla S. (2010). "Elever med hørselshemming i skolen. En kartlegging av læringsutbytte." Statped, Skådalen kompetansesenter.

Hyde, M., R. Zevenbergen, et al. (2003). "Deaf and Hard of Hearing Students' Performance on Arithmetic Word Problems." American Annals of the Deaf 148(1): 56-64.

Høines, M. J. and S. Mellin-Olsen (1982). Begynneropplæringen i matematikk. Nesttun, Caspar.

Kelly, R. R., Ed. (2008). Deaf Learners and Mathematical Problem Solving. Deaf cognition : foundations and outcomes. Oxford, Oxford University Press.

Kelly, R. R., H. G. Lang, et al. (2003). "Mathematics Word Problem Solving for Deaf Students: A Survey of Practices in Grades 6-12." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 8(2): 104-119.

Kjeldstadli, K. (1999). Fortida er ikke hva den en gang var: en innføring i historiefaget. Oslo, Universitetsforlaget.   5. oppl. 2007 med 13-sifret ISBN 1. utg. 1992

Kritzer, K. L. (2009). "Barely Started and Already Left Behind: A Descriptive Analysis of the Mathematics Ability Demonstrated by Young Deaf Children." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 14(4): 409-421.

Kunnskapsdepartementet (1996). NOU 1996: 22

Kunnskapsdepartementet (2010-2011). "Stortingsmelding 18   Rett til læring." http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2010-2011/meld-st-18-20102011/6.html?id=639584 05.11.12

Lang, H. and C. Pagliaro (2007). "Factors Predicting Recall of Mathematics Terms by Deaf Students: Implications for Teaching." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 12(4): 449-460.

Lee, C. (2010). Middle School Deaf Students' Problem-Solving Behaviors and Strategy Use, ProQuest LLC. 789 East Eisenhower Parkway, P.O. Box 1346, Ann Arbor, MI 48106. Tel: 800-521-0600; Web site: http://www.proquest.com/en-US/products/dissertations/individuals.shtml.

Leigh, G., Ed. (2008). Changing Parameters in Deafness and Deaf Education. Deaf cognition : foundations and outcomes.

Lunde, O. (2009). Nå får jeg det til!: om tilpasset opplæring i matematikk, eller Hvordan Bob-Kåre kan mestre matten! Klepp st., Info vest forl.

Lunde, O. (2010). Hvorfor tall går i ball : matematikkvansker i et spesialpedagogisk fokus. Bryne, Info vest forl.

Marschark, M., Convertino, C., & LaRock, D (2006). "Optimizing academic performance of deaf students: Access, opportunities, and outcomes." Gallaudet University Press.

Marschark, M., Lang,Harry, Albertini, John A (2002). Educating Deaf Students: From Research To Practice Marc Marschark, Harry G. Lang And John A. Albertin, Oxford University Press

Marschark, M., G. Leigh, et al. (2006). "Benefits of Sign Language Interpreting and Text Alternatives for Deaf Students' Classroom Learning." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 11(4): 421-437.

Maths, P. (2012). "Model-method." from http://www.teach-kids-math-by-model-method.com/percentage.html.

Ng, S. F. L., Kerry; (2009). "The Model Method: Singapore Children’s Tool for Representing and Solving Algebraic Word Problems." Journal for Research in Mathematics Education.

Nunes, T. (2004). Teaching mathematics to deaf children. London, Whurr.

Nunes, T. and C. Moreno (2002). "An Intervention Program for Promoting Deaf Pupils’ Achievement in Mathematics." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 7(2): 120-133.

Olafsen, A. R., Maugesten, Marianne (2009). Matematikkdidaktikk i klasserommet. Oslo, Universitetsforl.

OSPI, S. o. W. (2012). "Mathematics Learning Standards." from http://www.k12.wa.us/Mathematics/Standards.aspx.

Pagliaro, C. M. and E. Ansell (2002). "Story Problems in the Deaf Education Classroom: Frequency and Mode of Presentation." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 7(2): 107-119.

Pau, C. S. (1995). "The Deaf Child and Solving Problems of Arithmetic: The Importance of Comprehensive Reading." American Annals of the Deaf 140(3): 287-294.

PISA-undersøkelsen (2009). "Resultater." http://www.pisa.no/pisa2009/index.html 05.11.12

PISA-undersøkelsene (2003). "Resultater." http://www.pisa.no/resultater/2003/index.html 05.11.12

PISA (2012). "Hva måler Pisa?" http://www.pisa.no/hva_maaler_pisa/matematikk.html.

Pólya, G. (1971). How to solve it : a new aspect of mathematical method. Princeton, N.J., Princeton University Press.

Pritchard, P. and T. S. Zahl (2010). Veiene til en god bimodal tospråklighet hos døve og sterkt tunghørte barn og voksne. [Bergen], Statped Vest.

Qi, S. and R. E. Mitchell (2012). "Large-Scale Academic Achievement Testing of Deaf and Hard-of-Hearing Students: Past, Present, and Future." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 17(1): 1-18.

Røssland, M. (2005). "Hva er matematisk kompetanse, del 1." Tangenten: 12 - 18. http://www.caspar.no/tangenten/innhald051.html

Røssland, M. (2005). "Hva er matematisk kompetanse, del 2." Tangenten: 48- 53. http://www.caspar.no/tangenten/innhald052.html 05.11.12

Røssland, M. (2008). "Hva er det de gjør som ikke vi gjør?" Multi Lærerrommet.
http://www.fiboline.no/ 05.11.12

Røssland, M. (2012). Foreldre betyr all verden!
http://www.fiboline.no/ 05.11.12

Schwandt, T. A. (1998). "The Interpretive Review of Educational Matters: Is There Any Other Kind?" Review of Educational Research 68(4): 409-412.

Simonsen, E. H., Oddvar Høie, Grete Johannesen, Jarle (2010). "Hørselshemming og opplæring - kunnskapsformidling og kunnskapsbehov i Norge." Skådalen Publications.

Singapore, M. o. E. o. (2006). Mathematics syllabus.
http://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/files/maths-primary-2007.pdf 05.11.12

Skoglund, M. (2008). Kartlegging av matematikkvansker. Samiske fagdager 26. og 27.02. 08.
Statped Vest

Skolverket, S. (2011). "Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011."
http://www.skolverket.se/2.3894/publicerat/2.5006?_xurl_=http%3A%2F%2Fwww4.skolverket.se%3A8080%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpubext%2Ftrycksak%2FRecord%3Fk%3D2575 05.11.12

Swanwick, R., A. Oddy, et al. (2005). "Mathematics and Deaf Children: An Exploration of Barriers to Success." Deafness and Education International 7(1): 1-21.

Sævi, T. "Hva er det, hvorfor skal vi, og hvordan gjør vi når vi skal begrunne prosjektet og plassere det forsknings-og samfunnsmessig?" NLA

Udir (2006). "Kunnskapsløftet K-06 Grunnleggende ferdigheter." from
http://www.udir.no/Lareplaner/Grep/Modul/?gmid=0&gmi=183693&v=4.

Udir (2006). "Matematikk Føremål." from
http://www.udir.no/Lareplaner/Grep/Modul/?gmid=0&gmi=183693.

Udir (2006). Veiledning til matematikkfaget. Læreplanverket for Kunnskapsløftet i grunnskolen og i videregående opplæring. . Udir.

Vygotskij, L. S., T.-J. Bielenberg, et al. (2001). Tenkning og tale. Oslo, Gyldendal akademisk.

Yi, K., D. Li, et al. (2011). "Korean Deaf Adolescents' Awareness of Thematic and Taxonomic Relations among Ordinary Concepts Represented by Pictures and Written Words." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 16(3): 375-391.

Zarfaty, Y., T. Nunes, et al. (2004). "The Performance of Young Deaf Children in Spatial and Temporal Number Tasks." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 9(3): 315-326.

Zevenbergen, R., M. Hyde, et al. (2001). "Language, Arithmetic Word Problems, and Deaf Students: Linguistic Strategies Used To Solve Tasks." Mathematics Education Research Journal 13(3): 204-218.

8. SAMLA OVERSIKT OVER FORSKING OM HØRSELSHEMMA BORN OG MATEMATISK PROBLEMLØYSING

Forskingsrapportar/artiklar:

Ansell, E. and C. M. Pagliaro (2006). "The Relative Difficulty of Signed Arithmetic Story Problems for Primary Level Deaf and Hard-of-Hearing Students." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 11(2): 153-170.

Blatto-Vallee, G., R. R. Kelly, et al. (2007). "Visual–Spatial Representation in Mathematical Problem Solving by Deaf and Hearing Students." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 12(4): 432-448.

Borgna, G., C. Convertino, et al. (2011). "Enhancing Deaf Students' Learning from Sign Language and Text: Metacognition, Modality, and the Effectiveness of Content Scaffolding." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 16(1): 79-100.

Hendar, O. (2010). Elever med hørselshemming i skolen En kartleggingsundersøkelse om læringsutbytte Kortrapport. S. Kompetansesenter.

Hendar, O. (2012). Elever med hørselshemming i skolen : en kartleggingsundersøkelse om læringsutbytte. Oslo, Skådalen kompetansesenter.

Hyde, M., R. Zevenbergen, et al. (2003). "Deaf and Hard of Hearing Students' Performance on Arithmetic Word Problems." American Annals of the Deaf 148(1): 56-64.

Kelly, R. R., Ed. (2008). Deaf Learners and Mathematical Problem Solving. Deaf cognition : foundations and outcomes. Oxford, Oxford University Press.

Kelly, R. R., H. G. Lang, et al. (2003). "Mathematics Word Problem Solving for Deaf Students: A Survey of Practices in Grades 6-12." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 8(2): 104-119.

Kritzer, K. L. (2009). "Barely Started and Already Left Behind: A Descriptive Analysis of the Mathematics Ability Demonstrated by Young Deaf Children." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 14(4): 409-421.

Lang, H. and C. Pagliaro (2007). "Factors Predicting Recall of Mathematics Terms by Deaf Students: Implications for Teaching." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 12(4): 449-460.

Marschark, M., Convertino, C., & LaRock, D (2006). "Optimizing academic performance of deaf students: Access, opportunities, and outcomes." Gallaudet University Press.

Marschark, M., Lang,Harry, Albertini, John A (2002). Educating Deaf Students: From Research To Practice Marc Marschark, Harry G. Lang And John A. Albertin, Oxford University Press

Marschark, M., G. Leigh, et al. (2006). "Benefits of Sign Language Interpreting and Text Alternatives for Deaf Students' Classroom Learning." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 11(4): 421-437.

Nunes, T. and C. Moreno (2002). "An Intervention Program for Promoting Deaf Pupils' Achievement in Mathematics." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 7(2): 120-133.

Pagliaro, C. M. and E. Ansell (2002). "Story Problems in the Deaf Education Classroom: Frequency and Mode of Presentation." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 7(2): 107-119.

Pau, C. S. (1995). "The Deaf Child and Solving Problems of Arithmetic: The Importance of Comprehensive Reading." American Annals of the Deaf 140(3): 287-294.

Qi, S. and R. E. Mitchell (2012). "Large-Scale Academic Achievement Testing of Deaf and Hard-of-Hearing Students: Past, Present, and Future." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 17(1): 1-18.

Swanwick, R., A. Oddy, et al. (2005). "Mathematics and Deaf Children: An Exploration of Barriers to Success." Deafness and Education International 7(1): 1-21.

Yi, K., D. Li, et al. (2011). "Korean Deaf Adolescents' Awareness of Thematic and Taxonomic Relations among Ordinary Concepts Represented by Pictures and Written Words." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 16(3): 375-391.

Zarfaty, Y., T. Nunes, et al. (2004). "The Performance of Young Deaf Children in Spatial and Temporal Number Tasks." Journal of Deaf Studies and Deaf Education 9(3): 315-326.

Zevenbergen, R., M. Hyde, et al. (2001). "Language, Arithmetic Word Problems, and Deaf Students: Linguistic Strategies Used To Solve Tasks." Mathematics Education Research Journal 13(3): 204-218.

Doktoravhandlingar:

Foisack, E. (2003). Döva barns begreppsbildning i matematik. Malmö, Området för lärarutbildning, Malmö högskola. No. 7, 2003: 257 s. Avhandling (doktorgrad) - Malmö högskola, 2003

Frostad, P. (1998). Matematikkprestasjoner og matematikkinnsikt hos hørselshemmede grunnskoleelever. [Trondheim], Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse, Pedagogisk institutt: 247 s., ill.

Lee, C. (2010). Middle School Deaf Students' Problem-Solving Behaviors and Strategy Use, ProQuest LLC. 789 East Eisenhower Parkway, P.O. Box 1346, Ann Arbor, MI 48106. Tel: 800-521-0600; Web site: http://www.proquest.com/en-US/products/dissertations/individuals.shtml.

Artikkelsamlingar/ Fagbøker

Gregory, S. (1998). Issues in deaf education. [London], David Fulton.

Nunes, T. (2004). Teaching mathematics to deaf children. London, Whurr.