

Ida Tørhaug

Matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn.

En litteraturstudie

Masteroppgave i spesialpedagogikk med fordypning i
audiopedagogikk

Veileder: Per Frostad

April 2021

Ida Tørhaug

Matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn.

En litteraturstudie

Masteroppgave i spesialpedagogikk med fordypning i
audiopedagogikk
Veileder: Per Frostad
April 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for pedagogikk og livslang læring



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Tittel: Matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn. En litteraturstudie.

Hensikt: Bidra med en systematisk oversikt over litteratur som sier noe om hvordan man kan fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn i barneskolealder.

Problemstilling: Hvordan fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn?

Metode: Systematiske litteratursøk for å se på hva man kan gjøre i skolen for å fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn. Det ble søkt i to databaser: Education Source og ERIC Database. Litteratursøkene og søkeordene blir presentert i PICO-skjema. Fagfellevurderte artikler som omhandlet studier om hvordan man kan fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn ble inkludert.

Resultater: Litteratursøket resulterte i syv artikler som er relevant for problemstillingen. Resultatene viser at hørselshemmede barn ligger bak sine jevnaldrende når det kommer til matematiske ferdigheter. Tre av artiklene undersøkte hvilken betydning hjemmemiljøet til elevene hadde. Funnene i disse tre studiene viser en sammenheng mellom formidling i hjemmet, læringsatferd og matematiske ferdigheter. Individuelle egenskaper og familieegenskaper kan bidra til at hørselshemmede klarer seg bedre i matematikk på skolen. Det er imidlertid også slik at hørselshemmede ofte går glipp av tilfeldige læringssituasjoner i hjemmet, noe som igjen kan føre til at de henger etter sine jevnaldrende når det kommer til utviklingen av matematiske ferdigheter. Dette allerede før den formelle skolegangen starter. Tidlig innsats er derfor av betydning. Søkene resulterte også i tre artikler som omhandlet pedagogisk programvare – to spill og en digital matematisk tegnordbok. Matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn forbedret seg i løpet av testperioden med spill, og den digitale matematiske tegnordboken bidro til at elevene fikk tilgang til et større ordforråd i matematikk på sitt eget språk. En siste artikkel så på bruken av strategier i matematisk problemløsning, fant at mens hørselshemmede barn bruker de samme strategiene som hørende barn, viste de en overveldende bruk av tellestrategier for alle typer problemer. Dette retter oppmerksomheten mot behovet for konseptuell kunnskap fremfor prosedural kunnskap for hørselshemmede elever.

Konklusjon: Det fagfellevurderte artiklene gir inntrykk av at det er et «gap» i matematiske ferdigheter mellom hørselshemmede og hørende barn. Funnene identifiserer hvordan man kan fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn, og på denne måten bidra til å redusere gapet de har til sine hørende medelever. Forskningsresultatene viser at følgende er med på å fremme matematiske ferdigheter; Foreldrenes betydning, pedagogisk programvare og jobbing med strategier i problemløsning. Samlet sett kan disse funnene være nyttige for pedagoger som jobber med hørselshemmede barn i skolealder, og således ha praktiske implikasjoner for hvordan man jobber med å fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede.

Nøkkelord: hørselshemming, matematiske ferdigheter, audiopedagogikk.

Abstract

Title: Mathematical Achievement of Deaf and Hard-of-Hearing Students. A literature study.

Purpose: To provide a systematic overview of literature that describes how to promote mathematical achievement of Deaf and Hard-of-Hearing Students.

Issue: How to promote mathematical achievements of Deaf and Hard-of-Hearing Students?

Method: A systematic literature study to identify how to promote mathematical achievement of deaf and hard of hearing students. The literature search involved two databases: Education Source and ERIC. The literature searches and key concepts are presented in PICO-form. Peer-reviewed articles concerning promotion of mathematical achievement of deaf and hard of hearing students were included.

Results: The two searches resulted in seven articles that were relevant for the issue. The results show that Deaf and hard of hearing students lag behind their peers when it comes to mathematical achievement. Three of the articles discuss the significance of parents who incorporated "learning behaviors" into their natural interactions with their children. These children were better able to engage with their learning environments and showed relatively higher mathematics ability than those who did not. A deaf and hard of hearing child's limited experiences and reduced ability to access incidental learning because of language barriers and/or the possible lack of understanding that parents have regarding to the development of mathematical concepts is relevant. Individual and family characteristics can contribute to better mathematical achievements. The searches also resulted in three articles who examined educational software – two games and a signing math dictionary. Mathematical achievements improved during the test period, and the signing math dictionary helped student gain access to a larger mathematical vocabulary in their own language. The last article discuss problem-solving strategies with signed arithmetic story problems, and found that while the children used the same general types of strategies that are used by hearing children, they showed an overwhelming use of counting strategies for all types of problems and at all ages. This calls attention to the need for conceptual rather than procedural mathematics instruction for deaf and hard of hearing students.

Conclusion: The peer-reviewed articles state that, over decades and across levels, deaf and hard of hearing student performance in mathematics has shown a gap in achievement. The findings identify how to promote mathematical skills of deaf and hard of hearing students, and help to reduce the gap to their hearing peers. The research results show that there is ways to minimize this gap: parents and early interventions, educational software and problem-solving strategies. These finding may contribute as a tool for teachers - how to promote mathematical achievement when working with deaf and hard of hearing students.

Keywords: Deaf and Hard-of-Hearing Students, DHH, mathematical achievement

Forord

Denne masteroppgaven utgjør siste del av et delstudium som har vart over flere år, og er resultatet av at jeg de siste årene har gått på "Erfaringsbasert master i spesialpedagogikk" med studieretning audiopedagogikk ved NTNU. For ca. 8 år siden bestemte jeg meg for å ta audiopedagogikk som en deltidsstudie. Jeg hadde imidlertid behov for noen års pause før jeg var klar for å skrive selve masteroppgaven. Nå som jeg endelig følte meg klar for å ta fatt på siste innspurt av mastergraden, er jeg glad for at jeg startet. Dette har vært en gylden anledning til å sette seg mer inn i noe jeg jobber med og virkelig brenner for – nemlig matematikkundervisning og elever med hørselshemming. Arbeidsprosessen har inkludert mye tid til å lese relevant teori og forskning, noe jeg utvilsomt kommer til å dra nytte av i mitt videre arbeid som spesialpedagog. Selv om Corona-situasjonen etter hvert gjorde det utfordrende å finne relevant teori på biblioteker, har jeg blitt svært godt kjent med ulike databaser og søketeknikker.

Takk til min veileder, Per Frostad, for konstruktive og fremadrettede tilbakemeldinger som har satt i gang tankeprosesser hos meg. Dette har virkelig hjulpet på framdriften! Det å skrive en masteroppgave ved siden av full jobb og en pandemi, har utvilsomt vært krevende. Jeg sitter likevel igjen med den følelse av å ha satt meg inn i noe som har vært utrolig spennende og givende. Takk til både familie, venner og kollegaer som har kommet med støttende ord og heining i denne perioden. Når det blir sosialt akseptabelt å klemme igjen, blir det en klem til dere alle! Og en spesiell takk til samboer Silje som har holdt ut med bøker på spisebordet, har svart på utallige spørsmål om masteroppgaven og for å ha lært meg hvordan jeg foretar systematiske søk i databaser. Uten deg hadde dette blitt utfordrende.

Innhold

1	INNLEDNING	10
1.1	Aktualitet og formål	10
1.2	Avgrensning og problemstilling	10
1.3	Disposisjon av oppgaven	11
2	TEORETISK GRUNNLAG	12
2.1	Hørsel og hørselsprosessen	12
2.1.1	Det ytre øret	12
2.1.2	Mellomøret	13
2.1.3	Det indre øret	13
2.1.4	Lydsignaler og lagring	13
2.2	Hørselshemmede elever	13
2.2.1	Et historisk blick hørselshemmede elever	13
2.2.2	Hørselshemmede elever i dag	14
2.2.3	Hørselshemmede og språkutvikling	16
2.2.4	Tilrettelegging av undervisningen	18
2.3	Matematikk	19
2.3.1	Hørselhemming og matematikk	21
2.3.1.1	Tallforståelse	22
2.3.1.2	Bruk av strategier	23
2.3.1.3	Problemløsning	23
2.3.1.4	Selvstendighet	24
3	METODE	25
3.1	Litteraturstudie som metode	25
3.2	Litteratursøk	26
3.3	Inklusjonskriterier	26
3.3.1	P – Patient/Problem	27
3.3.2	I – Intervention	27
3.3.3	O – Outcome	27
3.3.4	Søk 1 – Education Source	28
3.3.5	Søk 2 - ERIC	29
3.4	Utvelgelses- og analyseprosessen	30
4	RESULTATER	31
4.1	Presentasjon av funn	37
4.1.1	Foreldrenes betydning	37
4.1.2	Pedagogisk programvare	40

4.1.3	Bruk av strategier	43
5	DISKUSJON.....	45
5.1	Foreldrenes betydning	45
5.2	Pedagogisk programvare.....	48
5.3	Bruk av strategier	49
6	AVSLUTNING.....	51
6.1	Implikasjoner for praksis.....	51
6.2	Studiens begrensninger	52
6.3	Forslag til videre forskning	52
7	REFERANSER.....	54

1 INNLEDNING

1.1 Aktualitet og formål

Simonsen, Hjulstad, Høie og Johannessen (2010) har i sin rapport *"Hørselshemming og opplæring – kunnskapsutvikling og kunnskapsbehov i Norge"* som mål å utvikle en oversikt over temaer og ulike forskningsmessige karakteristika ved forskning som er gjort innen opplæring av hørselshemming. Dette har ført i få resultater. De påpeker også at det er et behov for en økt og mer samlet innsats for kunnskapsproduksjonen om barn og elever med hørselshemming i barnehage og skole i Norge. Opplæringen av hørselshemmede barn og elever er et av de eldste områder innenfor den spesialpedagogiske disiplinen i Norge. Simonsen et al. (2010) påpeker at kunnskap om skole, undervisning og læringsspørsmål, og hvordan hørselshemmede elever lærer innenfor formelle opplæringsrammer ikke har vært adressert på en like fremtredende måte. Elever med hørselshemming står i fare for å sakke stadig lenger akterut når det gjelder kunnskapstilegnelse og måloppnåelse i skolen, da både undervisningstrykk, ambisjoner og oppmerksomheten mot opplæring og inkludering i skolen er større enn noen gang.

Hjulstad, Haugen, Wiik, Holkesvik & Kermit (2015) påpeker at det i dag finnes mye forskning som forteller noe om hvordan hørselshemmede barn og unge med store og små hørselstap har det på skolen og i barnehagen. Mye av forskningen tegner et bilde av at hørselshemmede barn og unge jevnt over strever mer i skolen enn det vanlige elever gjør. Dette har også Ola Hendar funnet i sin studie som han publiserte i 2012, som blant annet konkluderte med at hørselshemmede har som gruppe vanskeligere for å nå alle skolens mål (Hendar, 2012).

Simonsen et al. (2010) fremhever at mens de fleste hørselshemmede elever tidligere fikk opplæring i egne klasser eller skoler, får stadig flere opplæring i hjemmeskolen sammen med hørende jevnaldrende. Det er imidlertid først de siste årene at forskere har, med særlig tyngde, begynt å arbeide med spørsmål om praksiser og hvordan hørselshemmede lærer innenfor disse rammene. Ifølge Kermit (2018) har skolen vanskelig for å klare å oppfylle sitt pålegg om å være inkluderende og samtidig gi tilpasset opplæring eller spesialundervisning til hørselshemmede elever. I dagens skole er det slik at mange hørselshemmede elever sliter med å henge med i undervisningen. Dette handler ofte om at undervisningen ikke er tilrettelagt, eller at det mangler en gjennomtenkt anvendelse av pedagogiske virkemidler. Det kan også være fordi man ikke har utnyttet tilgjengelige muligheter for tilrettelegging eller at man ikke bruker tilgjengelige hjelpemidler på en hensiktsmessig måte.

1.2 Avgrensning og problemstilling

I denne masteroppgaven vil jeg systematisk gjennomgå forskning på hvordan man kan fremme matematiske ferdigheter hos elever med hørselshemming. Tidlig i prosessen bestemte jeg meg for at jeg ville skrive en litteraturstudie, og jeg ville se på tilgjengelig litteratur basert på publisert forskning – altså en systematisk litteraturstudie. I

forbindelse med denne oppgaven har jeg lest mye litteratur som omhandler hørselstap og læring av matematikk. Jeg har lest mange artikler om temaet, i tillegg til relevant litteratur jeg har funnet via søk på Oria. Det ble i tidlig prosessen tydelig at jeg ble nødt til å avgrense oppgaven, og jeg landet derfor raskt på at jeg måtte ha noen inklusjons- og eksklusjonskriterier. Formålet med den systematiske litteraturgjennomgangen var å se på eksisterende forskning om hørselshemmede barn og unge i skolen og hvordan de presterer i matematikk, og hva som kan bidra til å forbedre opplærings situasjonen.

Jeg ville også se på de siste 10 års forskning. Dette førte til at jeg til slutt satt igjen med følgende problemstilling:

Hvordan fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn?

1.3 Disposisjon av oppgaven

Oppgaven bygges opp med følgende struktur:

Innledning:

Aktualisering av hvorfor dette temaet er aktuelt å forske videre på.

Teoretisk grunnlag:

Teorien jeg har satt meg dypere inn i vil være sentral i en systematisk litteraturstudie som jeg nå har foretatt, og danner grunnlaget for valg av litteratur og tolkning samt analyser av denne. I denne delen vil jeg presentere teori om hørselstap generelt, i tillegg til hva nyere litteratur sier om læring av matematikk hos hørselshemmede.

Metode:

Her vil jeg si noe om hvordan jeg gjennomførte litteratursøkene og hva et systematisk litteratursøk innebærer. Jeg vil også beskrive hvordan innsamlingen av data foregikk, samt gi en begrunnelse for valg av metode. Dette på bakgrunn av det teoretiske grunnlaget som er presentert. Jeg vil også gjøre rede for hvilke inklusjonskriterier som ligger til grunn for utvelgelsesprosessen.

Resultat:

I denne delen vil jeg presentere funnene fra mine to systematiske litteratursøk i databasene Education Source og ERIC Database. Hensikten er å gi et innblikk i hva forskningen de siste 10 årene sier om læring av matematikk hos elever med hørselstap, og hva som kan bidra til at disse elevene bedrer sine matematiske ferdigheter.

Drøfting av funn:

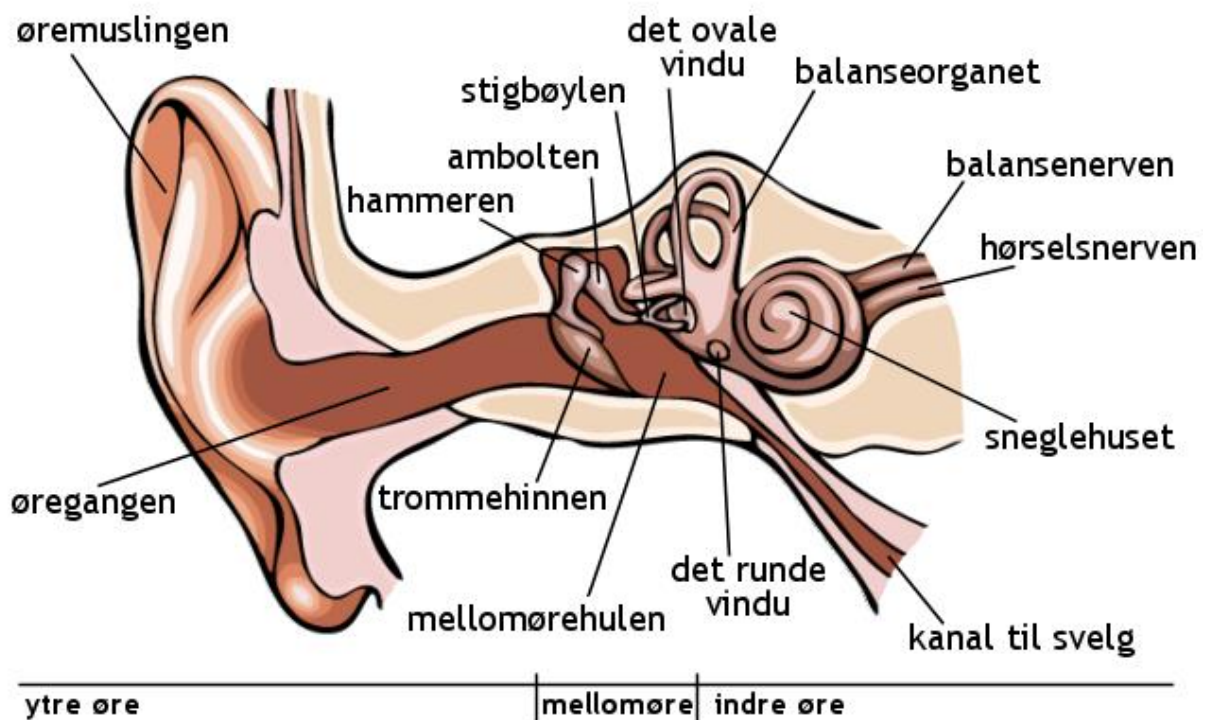
Til slutt vil jeg diskutere hva jeg mener resultatene betyr for undervisning i matematikk hos hørselshemmede elever. Jeg avslutter oppgaven med mine tanker om hvilke implikasjoner dette vil ha for egen praksis samt forslag til videre forskning.

2 TEORETISK GRUNNLAG

Det teoretiske grunnlaget i denne oppgaven, vil i hovedsak handle om hva hørselssansen er og hvordan læring av matematikk foregår – både for elever med og uten hørselstap. Denne teorien vil være viktig for å kunne diskutere funnene fra de systematiske litteratursøkene.

2.1 Hørsel og hørselsprosessen

Ifølge Haugen & Haugen (2020) vil det å ha hørsel innebære at lydbølger fanges opp av ørene våre og omformes til nervesignaler som kan registreres og tolkes av hørselssenteret i hjernen vår. Man kan dele inn hørselsorganet i tre deler: det ytre øret, mellomøret og det indre øret.



© Statped

www.sansetap.no

Figur 1: Øret og ørets anatomi. Hentet 23.02.2021 fra <https://www.sansetap.no/smabarn-horsel/om-horsel/horsel/oret/>

2.1.1 Det ytre øret

Det ytre øret består av øremuslingen, øregangen og trommehinnen. De to øremuslingene fanger opp lydbølger og leder disse videre inn til øregangene og videre til trommehinnen og setter denne i bevegelse. Øregangens kjertler og hår sørger så for jevn temperatur og forhindrer at bakterier og fremmedlegemer når inn til trommehinnen. På veien videre mot mellomøret setter lydbølgene trommehinnen i små bevegelser (Haugen & Haugen, 2020).

2.1.2 Mellomøret

Ifølge Jauhiainen, Lind, Magnuson, Moore, Osen & Ulfendahl (2007) består mellomøret av et hulrom med en svært kompleks form. Mellomøret inneholder luft, og her finner man også de tre ørebeina: hammeren, ambolten og stigbøylen. Disse tre beina henger sammen, og gjør at lydbølgene som overføres fra trommehinnen til hammeren forplantes videre til resten av ørebeinskjeden – ambolten og stigbøylen (Haugen & Haugen, 2020). Selve mellomøret fungerer som en link i lydoverføringen og leder lyd i et frekvensområde som er begrenset både nedover og oppover og tilpasset sneglehusets spektrale egenskaper (Jauhiainen et al., 2007).

2.1.3 Det indre øret

Stigbøylen henger sammen med det ovale vinduet som er forbindelsen til det indre øret. Vibrasjoner fra stigbøylen forplanter seg videre via det ovale vinduet til det indre øret (Haugen & Haugen, 2020). Ifølge Jauhiainen et al. (2007) er det indre øret væskefylt og består av to funksjonelt atskilte sanseorganer; balanseorganet (vestibularis) og sneglehuset (cochlea). Ifølge Haugen & Haugen (2020) ligger det runde vindu like nedenfor det ovale vinduet, og er dekket av en membran som bøyer av mot væsketrykket i det indre øret. Her oppstår det trykkøkning i væsken i det indre øret som følge av lydbølgene, og disse setter det runde vindu i bevegelse i takt med lydbølgene. Lydbølgene kommer så til sneglehuset, eller cochlea, som er basilarmembranen – og denne inneholder det cortiske organ. Dette organet består av 15000-20000 hårceller eller sanseceller som er omgitt av væske. Væsken bidrar til at det utløses elektriske impulser når lydbølgene forplanter seg til hårcellene. Når for eksempel språklyder når fram til det indre øret, fanges de opp av sansecellene nærmes sneglehusets inngang, mens de lave frekvensene fanges opp av sansecellene lengre innover i sneglehuset (Jauhiainen et al., 2007). Lydbølgenes ferd går videre gjennom hørselsnervene til hørselssenteret i hjernen som tolker signaler og gir oss lydinntrykk. Signalene bearbeides og føres videre til hørselssenteret eller hørselsbarken i tinninglappen.

2.1.4 Lydsignaler og lagring

Haugen & Haugen (2020) sier videre at lydsignalene vi eksponeres for lagres i langtidsmindet. For at vi skal utvikle en velfungerende hørsel, så må denne stimuleres. Dette innebærer at vi må lære oss å lytte, tolke og forstå lydsignalene rundt oss. Dersom man opplever en svikt i lydstimuleringen den første tiden etter fødsel, kan dette føre til at hørselsprosessen og nervesystemet ikke utvikles optimalt.

2.2 Hørselshemmede elever

2.2.1 Et historisk blick hørselshemmede elever

Hjulstad et al. (2015) påpeker at det nå er over tjue år siden de statlige tunghørtsskolene ble lagt ned, og Reform 97 gjorde at døveskolene i prinsippet ble omdefinert fra spesialpedagogiske institusjoner til alminnelige skoler med tospråklig profil og tegnspråk som undervisningsspråk. I dag er de fleste hørselshemmede elever inkludert i vanlig skole. I vanlige klasserom handler hørselshemming i stor grad om redusert tilgjengelighet til det samme læringsmiljøet som andre barn har tilgang på. Hjulstad et al. (2015) påpeker i sin studie at «hørselshemmede barn og unge» er en betegnelse som spenner over en svært heterogen gruppe, og inkluderer både elever med lett nedsatt hørsel til elever med alvorlig nedsatt hørsel, også betegnet som døvhet. Innen medisin og spesialpedagogikk har man lange tradisjoner for å skille mellom ulike grader av

hørsel; lett, moderat eller alvorlig nedsatt hørsel, det siste også ofte betegnet som døvhet. Historisk har man også skilt mellom hørselshemmede som man mener har resthørsel tilstrekkelig til å kunne oppfatte tale (denne gruppen blir fremdeles ofte kalt tunghørte), og hørselshemmede som ikke har tilstrekkelig resthørsel til å oppfatte tale (døve).

Tar man en historisk tilbakeblikk når det gjelder undervisningsmetodikk på døveskoler, var det først på 1970-tallet at lærere på døveskoler for alvor begynte å ta i bruk tegnspråk eller tegn. Ifølge Hjulstad et al. (2015) var undervisningen før dette i stor grad basert på munnnavlesning og artikulasjon. På 90-tallet ble alle statlige spesialskoler vedtatt nedlagt med begrunnelse at man nå mente at alle elever i skolen skulle ha mulighet til å gå på sine nærskoler. Skolene ble omgjort til statlige kompetansesenter hvor man nå fikk i oppgave å være tredjelinjetjenesten som skulle bistå bl.a. PPT. De statlige døveskolene ble imidlertid ikke lagt ned, dette på grunn av sterke protester fra elever, foreldre og et samlet norsk døvemiljø. Opprettholdelsen hadde en viktig begrunnelse da man argumenterte for at døveskolene er viktige kulturelle institusjoner for en nasjonal språklig minoritet som snakker norsk tegnspråk. Rådende oppfatninger om hva det vil si å være døv fikk en kraftig konkurranse: «døv» kunne oversettes med «tegnspråklig» og betegne en tilhørighet til en språklig og kulturell minoritet. Dette er bakgrunnen for at man noen steder finner det hensiktsmessig å skille begrepene døve og hørselshemmede. Tanken om at tegnspråk kunne være et mer hensiktsmessig undervisningsspråk for elever med nedsatt hørsel ble fremmet. Dette fremfor talespråket de slet med å oppfatte. Hjulstad et al. (2015) påpeker at statusen til norsk tegnspråk som opplæringspråk for døve elever ble bekreftet da norsk tegnspråk fikk egen læreplan med Reform 97 og «Læreplanverket for den 10-årige grunnskole». Døve elever med tegnspråk som førstespråk ble sikret rett til opplæring «i og på» tegnspråk. Enten på døveskole eller inkludert i nærskolen. Det vil altså si at man kan få opplæring i og på tegnspråk på hvilken som helst skole. Ifølge Grønlie (2005) la loven og læreplanen bort distinksjonene døv – tunghørt, og forholdt seg heller til valg mellom anerkjente språk for elever med betydelig hørselstap: Læreplaner for døve var for tegnspråklige elever, og rett til tegnspråklig opplæring var for elever med tegnspråk som førstespråk.

2.2.2 Hørselshemmede elever i dag

Ifølge Utdanningsdirektoratet (2020a) fødes det ca. 60.000 barn hver år, og samtlige screenes med tanke på hørselstap på barselavdelingen. I etterkant av screeningen tester hørselssentralene 1500-2000 barn per år. 60-120 av disse har et hørselstap av ulik grad. Ifølge Hendar (2012) anslås populasjonen av elever som har en konstatert hørselshemming eller er helt døve 2,8/1000 skoleelever. Ifølge Haugen & Haugen (2020) anslås det at om lag 3000 eller 0,25 prosent av barna i barnehage og elever i skolen har så stor hørselsvansker at det utløser tekniske og/eller spesialpedagogiske tiltak. Ifølge Arlinger, Jauhiainen & Jensen (2007) har minst ett av tusen barn medfødte hørselstap. Hos noen utgjør hørselstapet det eneste symptomet ved fødselen (ikke-syndrom), mens det hos andre kan finnes andre skader eller misdannelser (syndrom). Habilitering bør iverksettes så tidlig som mulig, da i form av tilpasning av høreapparater for de som har behov for det. Utdanningsdirektoratet (2020a) påpeker at «hørselshemmet» brukes som en fellesbetegnelse som dekker alle grader og arter av hørselshemming, og at betegnelsen døv og tunghørt brukes ofte. Ny teknologi, særlig CI, har imidlertid gjort at dette skillet til en viss grad viskes ut. Begrepet døv kan brukes på to måter. Den ene måten betegner et hørselstap som er så stort at det ikke kan avhjelpes av høreapparater. Den andre

måten å bruke begrepet på er og/eller som en identitetsmarkør for å vise at man identifiserer seg med døv kultur og bruker tegnspråk. Tunghørte har hjelp av høreapparater og bruker ofte norsk talespråk i sin kommunikasjon. Det imidlertid slik at hørselshemming ikke primært handler om manglende hørsel, men også om de utfordringene man møter med tanke på kommunikasjon, språklig samhandling og å få med seg informasjon som karakteriserer funksjonsnedsettelsen.

Utdanningsdirektoratet (2015) påpeker at tegnspråk er benevningen på det språket som historisk sett er utviklet blant norske døve, og som blir brukt av norske tegnspråkbrukere. Selve språket har en egen grammatikk og syntaks som skiller seg fra norsk talt språk. Språket er visuelt-gestuet, noe som vil si at det er basert på bruk av hender, ansiktsuttrykk og kroppsholdning, og det blir oppfattet gjennom synet. Når man i skolen bruker begrepet tospråklighet, omfatter dette tegnspråk og norsk tale- og skriftspråk. Det er slik at de som velger opplæring i og på tegnspråk etter §2-6 eller §3-9 i opplæringsloven får opplæring i begge språkene.

Kermit (2018) sin Kunnskapsoversikt over nyere nordisk forskning fra 2000-2017, «*Hørselshemmede barns og unges opplæringsmessige og sosiale vilkår i barnehage og skole*», viser at forskning underbygger at nordiske barnehager og skole i liten grad lykkes når det gjelder å etablere inkluderende praktiser der man har hørselshemmede barn og unge sammenlignet med typisk hørende jevnaldrende. Det påpekes også at prisen for dette er det hørselshemmede elever som betaler, ved at de som gruppe oppnår dårligere resultater sammenlignet med typisk hørende jevnaldrende. Hørselshemmede barn og unge har også større psykososiale utfordringer, er mer ensomme og sliter med å oppnå opplevelsen av medlemskap i jevnaldrendefellesskapet som mange andre tar for gitt.

Wennberg, Spjøtvold, Heian & Laugen (2011) påpeker at å ha nedsatt hørsel først og fremst er et informasjons- og kommunikasjonshandikap. Som hos andre barn er også utviklingen hos barn med hørselstap avhengig av medfødte evner, personlighet, miljøpåvirkning og erfaringer. Det vil derfor være avgjørende med et godt samspill preget av mye fysisk nærkontakt og blikkontakt. Kuginyte-Arlauskiene (2020) hevder at det for et barn med hørselstap vil være mange utfordringer som dreier seg om tilgjengelighet. Dette handler om språklige forklaringer og egne erfaringer som barna oppfatter meningsfulle sammenhenger gjennom. Wennberg et al. (2011) påpeker imidlertid at det er et behov for at miljøet tilpasser seg det hørselshemmede barnets kommunikasjonsbehov, avhengig av hvor stort hørselstapet er. Med tilpasninger vil barnet ha muligheter til å utvikle seg på linje med hørende barn - få venner, delta i ulike aktiviteter, gjennomgå grunn- og videregående skole og eventuelt høyere utdanning. Dette vil igjen gi barna muligheter for framtidig arbeid. For disse barna er det imidlertid nødvendig at foreldrene i samarbeid med hjelpeinstansene yter større innsats enn hva man ville ha gjort hvis barnet hører. Kuginyte-Arlauskiene (2020) undersøkte nylig hvilke erfaringer lærere har for å tilrettelegge inkluderende opplæring for elever med nedsatt hørsel i den ordinære skolen. Materialet hennes gir et inntrykk av at forståelsen av mange sentrale fenomener som døvhet, døvekultur og tegnspråk har forandret seg i positiv retning de siste årene. Samtidig viser undersøkelsen hennes at lærere kan oppleve det som krevende å ha elever med nedsatt hørsel, særlig i situasjoner der disse elevene er sårbare. Mangel på sosial kompetanse og begrenset mulighet for disse elevene for å kommunisere, kan gjøre det vanskelig for elevene å oppleve skolen som inkluderende. Skolen har altså en del utfordringer i møte med elever med nedsatt hørsel som kan påvirke både læringsutbytte og psykisk og fysisk helse.

2.2.3 Hørselshemmede og språkutvikling

Grønlie (2005) hevder at sjelen ikke bor i ørene. Det er imidlertid slik at ørene er kanalen til språkmiljøet i familien der de alle fleste hørselshemmede barn vokser opp, og i det samfunnet der de alle befinner seg. Utvikling av språk til tanke og kommunikasjon kan skje uten hørsel, og tegnspråk er et fullverdig språk. Hørselshemmede barn har alle iboende muligheter for en god utvikling. Det er imidlertid slik at mange av elevene har få eller ingen språklige forbilder som kan tolke det de prøver å uttrykke. Døve og hørselshemmede barn kan gå glipp av informasjon og overlæring av begreper og normer som normalt hørende barn får «gratis».

Ifølge Gustafsson et al. (2007) har barn med hørselstap, i likhet med hørende barn, behov for å så tidlig som mulig ta imot og forstå det som språklig, auditivt eller visuelt presenteres. Likeledes har barna behov for å selv få mulighet til å uttrykke seg og bli forstått. Det å sikre døve og hørselshemmede barn en mulighet til en optimal personlighetsutvikling forutsetter altså at barnet har et språk det kan benytte. Gustafsson et al. (2007) påpeker at den språklige kompetansen til barna alltid vil være grunnlaget i all læring og utvikling. Faglige ferdigheter vil avhenge av hvilke språklige ferdigheter barnet har ved skolestart. Det er fokusert mye på døve og hørselshemmede barns leseutvikling, og det er funnet at denne er langsommere enn hørende barns, og en større gruppe oppnår ikke å bli funksjonelle lesere. Haugen & Haugen (2020) påpeker at hørselen er den sansen som har størst innvirkning på utviklingen av språket. Gjennom å lytte og å være i et språklig samspill med sine omgivelser, lærer barnet seg et funksjonelt språk. Når eleven med hørselstap starter på skolen, er det viktig at læreren raskt etablerer en god kommunikasjonsprosess med eleven. Det å bruke en blanding av visuell og auditiv kommunikasjon i kombinasjon med et nonverbalt språkuttrykk vil kunne bidra til at eleven lettere oppfatter og tolker budskapet i kommunikasjonsprosessen.

Ifølge Löfkvist, Haukedal og Wie (2019) har norske barn med medfødt hørselstap eller tidlig ervervet stort hørselstap helt andre forutsetninger enn tidligere for å utvikle talespråk og lytting. Hovedårsaken til dette er at hørselstapet oppdages allerede i spedbarnsalderen, og språkstimulering, bruk av høreapparat og/eller CI eller andre hørselsimplantater kan iverksettes i løpet av barnets første leveår. Löfkvist et al. (2019) påpeker også at det samlet sett vurderes som viktig at barn med hørselstap får tilgang til effektiv kommunikasjon i et rikt og stimulerende språkmiljø. På denne måten vil kommunikasjon mellom barn og foreldre fungere optimalt fra tidlig alder. Tross denne tidlige innsatsen viser både internasjonale og nasjonale undersøkelser at elever med hørselshemming ligger etter sine hørende medelever når det gjelder læringsutbytte på skolen (Hendar, 2012; Kermit m.fl., 2018).

De fleste hørselstap i den vestlige verden i dag er av sensorinevral type (Anderson et al., 2007). Ohna (2019) påpeker at elever med nedsatt hørsel er en del av mangfoldet i barnehager og skoler, og at de fleste bruker ulike former for individuelle hørselstekniske hjelpemidler. Disse hørselstekniske hjelpemidlene kan være høreapparat eller cochlaimplantat, og ulike typer av samtaleforsterkere som for eksempel benyttes i klasserommet. Anderson et al. (ibid) påpeker at tekniske hjelpemidler kan kompensere for mangler i et bestemt miljø, slik som i klasserommet. Teleslynger, IR-systemer eller FM-systemer kan kompensere for avstand til lydilden og redusere de negative effektene av støy, dårlig akustikk eller svakt lydnivå på grunn av avstand. Tekniske hjelpemidler kan deles inn i kommunikasjons hjelpemidler som letter eller erstatter taleoppfattelse i ulike situasjoner, og varslingshjelpemidler som gjør det enklere å oppfatte ulike alarmer

eller varslings signaler. Et fellestrekk som Ohna (ibid.) fremhever er at elever med nedsatt hørsel er en lavfrekvent gruppe som konfronterer skoler med utfordringer som må adresseres. Det er imidlertid også slik at tiltak som er tilrettelagt for barn og unge med nedsatt hørsel ofte også har positive virkninger på læringsfellesskapet som helhet. Ifølge Anderson et al. (2007) kan barn ha behov for cochleaimplantat når sneglehuset er rammet av så omfattende skader at vellykket akustisk stimulering ikke lenger er mulig. Et CI omformer det akustiske signalet til et komplekst elektrisk impulsmønster som stimulerer gjenværende nerveceller. Ifølge Löfkvist et al. (2019) har barns muligheter til å høre og oppfatte tale endret seg vesentlig som en følge av medisinsk og teknologisk utvikling, samt tilgang til spesialpedagogisk veiledning og tidlig oppfølging. De påpeker også at hørselstap er en av de vanligste medfødte funksjonsnedsettelsene, og at prosentandelen som har et hørselstap, øker med alderen.

Ifølge Hjulstad et al. (2015) er det flere barn som er født døve som får tidlig og tilstrekkelig god språkstimulering, nettopp fordi hørselstap oppdages tidlig. Dette fører til at barna utvikler seg aldersadekvat, eller tilnærmet aldersadekvat, når det gjelder språkferdigheter. Man kan derfor si at hørselstap elevene har, ikke er god nok grunn til å ha lave forventninger til hva barnet kan oppnå av talespråksferdigheter. Ifølge Haugen & Haugen (2020) har en elev som er *tunghørt* et moderat til et betydelig hørselstap, men er i stand til å oppfatte andres tale og regulere egen stemme med eller uten hørselsteknisk utstyr. Man må imidlertid være oppmerksom på at en tunghørt elev kan fungere som tunghørt i kommunikasjon med en eller to andre elever, men vil fungere som døv i større gruppearbeid. Bakgrunnsstøy og dårlig akustikk vil også ha innvirkning på grad av deltakelse i kommunikasjon. Elever som er *døve* har et så stort hørselstap at de ikke greier å oppfatte andres tale. De klarer heller ikke kontrollere sin egen stemme ved hjelp av hørselen, selv om de bruker hørselsteknisk utstyr.

Ifølge Wennberg et al. (2011) er det nødvendig at foreldre hjelper barn med hørselstap til å lytte etter lyder og lære å forstå. De har mindre muligheter for «automatisk» tilgang til lyde og tale enn barn uten hørselstap, altså de går glipp av en del naturlige læringssituasjoner. Det er viktig å lære barna å lytte for å oppfatte lyder i talespråket, noe som igjen vil utvikle talespråket. Barn med lette og ensidige hørselstap som ikke bruker høreapparat, vil være i stand til å oppfatte og utvikle norsk talespråk. Dette uten noen form for visualisering eller tegn. Disse barna utvikler talespråket ved å høre og lytte til det talte språket. Det er imidlertid viktig med gode lytteforhold med lite bakgrunnsstøy og bra lysforhold. Det er også til hjelp at man snakker i et rolig tempo. Wennberg et al. (2011) påpeker at for barn med moderate hørselstap kan det være behov for mer visualisering av talen. Norsk med tegn støtte, tegn til tale og tegn støttet norsk er til støtte og visualisering. Dette er imidlertid ikke et språk, men en *kommunikasjonsform*. Her kan man støtte ordene man vektlegger i setningen med tegn, og det kan ofte være to-tre ord per setning. Dette kan føre til at barnet ikke alltid oppfatter viktige små deler av språket. Også her er det viktig med gode lytter- og lysforhold, i tillegg til at barnet også kan ha behov for taleavlesning. Det kan også være at barnet har et hørselstap som innebærer at det ikke har utnyttbar hørsel, og da vil tegnspråk være en forutsetning for en optimal utvikling både personlig, sosialt og kognitivt. Ifølge Wennberg et al. (2011) er tegnspråk det eneste språket som kan tilegnes naturlig av personer som ikke oppfatter tale og lyd gjennom hørselen, eller ved hjelp av hørselstekniske hjelpemidler som høreapparat eller cochleaimplantat.

2.2.4 Tilrettelegging av undervisningen

Ifølge Bixo, Norman, Nordén & Cederström (2004) har hørselshemmede elever rett til et skoletilbud som gir dem muligheter til å nyttiggjøre seg undervisningen, og fungerer i sosialt samspill med kamerater og lærere ut fra egne forutsetninger og behov. I NOU 2009: 18 *Rett til læring* (NOU, 2009) legges det til grunn at det skal være en skole for alle elever. Forbedring av allmenne barnehager og skoler trekkes frem som det viktigste virkemidlet for at barn og unge med særskilte behov skal ha utbytte av opplæringen. Dette innebærer ikke at det ikke er behov for spesiell tilrettelegging, men at man må finne en balansegang mellom det allmenne og det spesielle.

Hjulstad et al. (2015) påpeker at det heter at utdanningssystemet skal være likeverdig, noe som innebærer at man skal ta hensyn til at barn og unge har ulike forutsetninger og evner. Dette krever at man legger til rette både organisatorisk og pedagogisk for å skape gode læringsmiljøer som gir forutsetninger for utvikling både faglig og sosialt. Kermit (2018) påpeker at i undervisningssituasjoner på skolen strever hørselshemmede barn og unge for å forstå hva læreren sier. Han hevder i denne sammenheng at strevet handler om mer enn lytting, og at selv under tilrettelagte lytteforhold må mange elever bruke mye energi. Denne energien kunne ellers vært investert i det å tilegne seg lærestoff, men brukes heller på en kontinuerlig prosess hvor elevene med hørselstap hele tiden må resonnerer og foreta fornuftige gjettinger for å prøve å fylle ut hullene som oppstår når de ikke oppfatter alt som sies. Wennberg et al. (2011) påpeker at det vil være behov for at forholdene i skolen tilrettelegges med tanke på hørselstapet. Det kan være behov for spesialpedagogisk hjelp, og noen barn skal ha tegnspråkopplæring. Den fysiske tilretteleggingen er sentral, og for barn med nedsatt hørsel er det viktig med gode lyd- og lysforhold. Lysforholdene er nødvendige for at barnet skal få tilgang til mest mulig informasjon gjennom synet sitt. Dette kan være snakk om tegnspråk, ansiktsuttrykk, munnnavlesning eller andre kilder til informasjon. Lyttebetingelsene er viktig for at barnet skal oppfatte tale, tilegne seg og utvikle talespråk. I skolen er det viktig å dempe bakgrunnsstøy, sørge for ro ved beskjeder, riktig sitteplass med god oversikt, bruk av tegnspråk, bruk av naturlige tegn og gester eller på andre måter visualisere det en skal si.

Dersom undervisningssituasjonen og lytteforholdene ikke er godt tilrettelagt, fører dette til at den hørselshemmede eleven blir under et enda større press (Kermit, 2008). Det kan være ved at tilgjengelige mikrofonanlegg ikke brukes, eller at de brukes på en u hensiktsmessig måte. Det kan også være at lærere og elever snakker i munnen på hverandre, at det er for mye støy eller at rommet er organisert slik at det er vanskelig å orientere seg visuelt om hvem som snakker. Grad av kompetanse til de som jobber med elevene med hørselstap er avgjørende for tilretteleggingen. Kermit (2018) påpeker at dersom den hørselshemmede eleven klarer seg greit faglig, er det nærliggende at lærere tror at det skyldes at de legger opp undervisningen på en hensiktsmessig måte. Realiteten kan være en helt annen, nemlig at de gode resultatene i virkeligheten skyldes elevens ekstraordinære innsats for å henge med.

Haugen & Haugen (2020) påpeker at tilgang til tekniske hjelpemidler er viktig for god inkludering i skolens læringsfellesskap og sosiale fellesskap. Hjelpemidlene må tilpasses den enkelte, men like viktig er det å utvikle gode holdninger hos lærer og medelever til bruk av disse hjelpemidlene slik at eleven med hørselstap gir mulighet til å delta i fellesskapet. De mest vanlige hjelpemidlene for elever med hørselstap er høreapparat, teleslynge og IR-/FM-anlegg og cochleaimplantat (Haugen & Haugen, 2020). Bakgrunnsstøy er en av de største utfordringene for elever med hørselstap, og man bør

derfor som lærer arbeide for å få ned støynivået i klassen slik at lytteforholdene blir best mulig. Dette kan gjøres ved å lære klassen om lyd og hvordan dette kan påvirke en elev med hørselstap. Haugen & Haugen (2020) påpeker at det å jobbe med holdninger er viktig, og dette er med på å fremme inkludering. Gustafsson (2009) påpeker at betydningen av det akustiske miljøet for undervisningens resultat og alles trivsel i skolen ikke kan poengteres nok. Når hørselshemmede elever hører lærere og klassekamerater bedre, blir de også mer fokuserte. Dermed skjer det også en automatske senkning av bakgrunnsstøy som ofte har sin bakgrunn i prat eller flytting av stoler/bord. Ohna (2019) påpeker imidlertid at personer med ulike grader av hørselstap ofte møter utfordringer med deltakelse i sosiale fellesskap, noe som blir en trussel mot læring og utvikling. Det som er utfordringen er konsekvensene nedsatt hørsel får for barn og unges deltakelse i læringsfellesskapet – ikke hørselstapet i seg selv. Det er derfor sentralt at den pedagogiske tilretteleggingen orienteres mot å ivareta barns deltakelse i skolen.

2.3 Matematikk

Ifølge Grønmo & Throndsen (2006) anses læring som en aktiv prosess som krever innsats fra den som skal lære. Dette medfører en interesse for *hvordan* de lærer, ikke bare *hva* de lærer. I Kunnskapsløftet 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2020b) trekkes matematikk frem som en sentralt fag for å kunne forstå mønstre og sammenhenger i samfunnet og naturen gjennom modellering og anvendelser. Faget skal også bidra til at elevene utvikler et presist språk for resonnering, kritisk tenkning og kommunikasjon gjennom abstraksjon og generalisering. Et mål er at matematikkfaget skal forberede elevene på et samfunn og arbeidsliv i utvikling ved å gi dem kompetanse i utforskning og problemløsning. Kjerneelementene i faget er *utforskning og problemløsning, modellering og anvendelser, resonnering og argumentasjon, abstraksjon og generalisering samt matematiske kunnskapsområder* (Utdanningsdirektoratet, 2020b). Kjerneelementet *matematiske kunnskapsområder* omfatter tall og tallforståelse, algebra, funksjoner, geometri, statistikk og sannsynlighet. Det påpekes at elevene tidlig må få et godt tallbegrep og utvikle varierte regnestrategier. Matematikkfaget inkluderer også tverrfaglige temaer som *folkehelse og livsmestring* og *demokrati og medborgerskap*. Som i LK06 består faget også av de grunnleggende ferdighetene *mundlig, å kunne skrive, å kunne lese, å kunne regne* og *digitale ferdigheter*. Overordnet del (Utdanningsdirektoratet, 2020c) påpeker at en dypere innsikt i matematikk utvikles når elevene ser sammenhenger mellom kunnskapsområder, og når de behersker et mangfold av strategier for å tilegne seg, dele og forholde seg kritisk til kunnskap. Selv om elevene legger ned en stor innsats og bruker ulike læringsstrategier, vil enkelte fortsatt ha utfordringer med å lære. Årsaken til dette kan være sammensatt. En bred tilnærming fra skolen er derfor nødvendig at man skal jobbe mot ambisjonen om å utvikle evnen til livslang læring hos alle elever.

Det at elevene har kontroll over egen læring, at de trener på ferdigheter og reflekterer kan med en fellesbetegnelse kalles læringsstrategier. Det har vært stor interesse for læringsstrategier generelt, og spesielt innenfor matematikk. Grønmo & Throndsen (2006) hevder at man innen matematikk vanligvis skiller mellom tre hovedtyper av læringsstrategier. *Oppgavespesifikke* strategier benyttes om strategier som elevene tar i bruk når de løser bestemte oppgaver, for eksempel aritmetikk. Dette kan være «minimumstrategien» hvor eleven teller videre fra den største addenden. *Generelle strategier* brukes på fagspesifikke strategier eller prosedyrer som har et relativt bredt anvendelsesområde. Dette kan være pugging for å automatisere regneoperasjoner, eller at elevene stiller seg selv spørsmål for å identifisere relevant informasjon når de står

overfor sammensatte eller komplekse oppgaver. Illustrasjoner for å lette forståelse av problemet kan være en annen strategi. Den tredje kategorien *metakognitive strategier* befinner seg på et høyere plan enn oppgavespesifikke og generelle strategier. Denne kategorien handler om tankeprosessen som iverksettes for å regulere eller kontrollere egen tenkning. Slike prosesser aktiveres når eleven planlegger læringsaktiviteter, og i denne planleggingen velger en strategi som gjør at problemet kan løses på en hensiktsmessig måte. Metakognitive strategier handler også om bevissthet om egen forståelse, noe som krever en kontinuerlig overvåking av egen forståelse under hele læringsprosessen. Ifølge Grønmo & Throndsen (2006) vil imidlertid en ensidig vektlegging av en enkelt strategi, uansett hvor effektiv den synes, være feil vei å gå. En variasjon i læringsstrategier vil være det mest hensiktsmessige, og her har læreren det overordnede ansvaret for tilrettelegging av undervisning og bruk av og opplæring i ulike læringsstrategier.

Grønmo & Throndsen (2006) påpeker at man innen matematikken ofte har operert med et skille mellom forståelse og ferdigheter. I denne sammenhengen blir ferdigheter i faglitteraturen ofte omtalt som *prosedural kunnskap* (Grønmo & Throndsen, 2006) eller *prosedyre kunnskap* (Frostad, 2005), og kan være representert ved ulike former for algoritmer. Det omhandler om regler og prosedyrer man trenger for å løse ulike problemer. Ifølge Frostad (ibid.) handler dette om å vite hvordan noe skal gjøres. Matematikkunnskaper er imidlertid avhengig av at elevene tilegner seg forståelse for matematiske begreper, operasjoner og sammenhenger – altså *konseptuell kunnskap*. Denne kunnskapen handler om å vite hva noe er, og om å se sammenhenger mellom ulike typer oppgaver. Frostad (2005) påpeker at prosedyrekunnskap lar seg lettere kontrollere av oss som lærere, men at konseptuell kunnskap er mye vanskeligere å kontrollere – dette fordi det handler om følelser og tanker hos hver enkelt. Poenget er, ifølge Wæge & Nosrati (2015), ikke at prosedyrekunnskap er verdiløs. Det er heller tvert imot – slik kunnskap vil være nyttig i mange sammenhenger. Man må imidlertid ha i bakhodet at prosedural kunnskap alene ikke er nok, og at dette kan bidra til at elevene distanserer seg fra faget fordi de kanskje ikke ser hensikten i å engasjere seg i et fag hvor de må lære seg tilsynelatende fakta utenat. Det er funnet en sammenheng mellom utvikling av begrepsmessig kunnskap og prosedural kunnskap, og flere forskere fremhever betydningen av at elevene får en mer grunnleggende forståelse av elementære begreper og operasjoner i matematikken (Bergem, Grønmo & Olsen, 2005). Bergem et al. (2015) påpeker også at drill av elementær tallbehandling er viktig for å frigjøre kapasitet til å komme videre i matematikk. Dersom man står ovenfor et vanskelig problem, er det en fordel at man har automatisert en del ferdigheter. På denne måten kan man frigjøre mental kapasitet som kan brukes til å løse selve problemet, istedenfor å bruke krefter på å lære enkle ferdigheter.

En rekke forskere har også sett på betydningen av motivasjon, og hvordan dette kan virke inn på læringsprosessen. Grønmo & Throndsen (2006) hever at når elever står overfor matematikkoppgaver, skjer det ikke bare en aktivering av kognitive prosesser. Motivasjon aktiveres også, og kan være enten i form av positiv eller negativ karakter. Med tanke på læringsstrategier, er det ikke tilstrekkelig at elever har kunnskap om hvordan man utfører ulike strategier og når man kan bruke de. Det er også sentralt at elevene er motiverte for å ta de ulike strategiene i bruk. Selvregulering, motivasjon, innsats og egenvurdering har betydning for elevenes læringsresultater, og for lønn og helse senere i livet (Heckman & Kautz, 2013; Mischel & Ayduk, 2002). Wiedemann & Gradovski (2014) påpeker at det å mestre oppgaver som blir gitt kan gi eleven nødvendig motivasjon i skolearbeidet – en elev opplever mestringsfølelse når læreren gir

arbeidsoppgaver som er utfordrende nok til at elevens ferdigheter utvikles, men som ikke er så vanskelige at eleven gir opp. Det er altså hele tiden viktig å balansere slik at eleven utfordres, men ikke så mye at han eller hun umiddelbart gir opp. Dette støttes av Grønmo & Throndsen (2006) som påpeker at det i matematikkfaget er påvist en klar sammenheng mellom elevenes tiltro til egen mestring og den innsats, utholdenhet og det engasjement som kommer til syne i lærings situasjonen.

2.3.1 Hørselhemming og matematikk

Døve og hørselshemmede elever gjør det dårligere i matematikk, noe man finner mange bevis for i forskningslitteraturen (Foisak, 2006; Frostad, 1998; Nunes, 2004; Wennberg et al., 2011). Gustafsson et al. (2007) påpeker at undersøkelser som har vært gjort av døve og hørselshemmede barns matematiske ferdigheter peker i retning av at det er en forsinkelse sammenlignet med deres hørende jevnaldrende. Ifølge Nunes (2004) viser data fra et stort antall elever over flere tiår og i forskjellige land at døve barn viser svakere prestasjoner i matematikk enn hørende. Gustafsson et al. (2007) påpeker at barna ofte vil ha rimelige ferdigheter i de basale regningsarter på samme måte som det i geometri er påvist at døve barn kan ha gode ferdigheter. Døve barn klarer seg ofte bedre i tester med romlige oppgaver. Det er imidlertid når det opptrer regnestykker med mye tekst og som krever en høy grad av logisk abstrakt tekning at prestasjonene til elevene vil avhenge av leseferdigheter og språklig kompetanse da problemløsning krever et velutviklet indre språk. I denne typen oppgaver vil en mangelfull språklig kompetanse spille en vesentlig rolle. Ifølge Grønlie (2005) er hørendes indre tale lyder som er organisert i sekvenser, mens døves indre tale er bilder organisert simultant. Av denne grunn må døve og hørende ta i bruk ulike hukommelsesstrategier. Hun hevder videre at dårlig korttidshukommelse for sekvenser, for eksempel tall, er et spesielt trekk hos døve som fremdeles går igjen i undersøkelser og testerfaringer uansett evner og språklig kompetanse hos den døve. Tegnspråket blir trukket frem som en viktig faktor for døves hukommelse. Døve barn bruker for eksempel sitt indre tegnforråd, en visuell hukommelse som er parallell til hørende barns fonetisk baserte minne eller «indre stemme».

Nunes (2004) hevder at hørselshemmede elever presterer dårligere på grunn av språkutfordringer i matematikk, og dette gjelder både innenfor regning og problemløsning. Hun hevder også at døve barn har færre muligheter til å lære om det som skjer utenfor hjemmet, og for eksempel penger er et tema som ofte kan være vanskelig. Denne uformelle kunnskapen beskrives som grunnlaget for vellykket læring av matematikk i skolen. Nunes (ibid.) hevder at arbeidsminnevansker kan være en av årsakene til at døve elever gjør det dårligere i matematikk. Når det gjelder å huske informasjon, påpeker hun at døve har andre preferanser. Ved at elevene får tilgang til å kode informasjon visuelt vil kommunikasjonen i klasserommet være utviklende for elevens grunnleggende ferdigheter i matematikk. Det er også sentralt at døve elever får systematisk undervisning i begreper som hørende barn kan lære uformelt – altså at hørende tilfeldigvis plukker opp informasjon for eksempel fra gruppearbeid i klasserommet.

I 1998 kartla Per Frostad i sin doktorgradsavhandling hvordan norske hørselshemmede grunnskoleelevers kunnskapsnivå er i matematikk sammenlignet med hørende barn. Ifølge Frostad (1998) ligger prestasjonsnivået i matematikk hos norske hørselshemmede elever nærmere hørende elevers prestasjonsnivå enn det som tidligere var innrapportert fra land utenfor Norden. Studien viser imidlertid at det ikke er sammenheng mellom grad av hørselstap og prestasjoner i matematikk innad i gruppen hørselshemmede elever, mens

det er klare forskjeller i prestasjonsnivået mellom hørende og hørselshemmede. Frostad (ibid.) trekker frem fraværet av språklig kommunikasjon i undervisningssituasjonen, men hevder også at dette ikke er den eneste forklaringen på det lave prestasjonsnivået hos hørselshemmede. Man bør derfor rette søkelyset mot flere sider av den pedagogiske tilretteleggingen av læringsmiljøet i matematikk for disse barna. Også Hendar (2012) finner i sin undersøkelse at elever med hørselshemming har utfordringer knyttet til faget matematikk. Det kommer også frem at opplæring etter §2.6 eller spesialundervisning etter §5.1 opplæringsloven ikke er tilstrekkelig til å kompensere i forhold til elevens behov. Hendar (ibid.) påpeker at hørselshemming i kombinasjon med andre faktorer som skolen ikke kan påvirke, medfører at elevenes muligheter til å velge utdanningsløp i slutten av ungdomsskolen basert på interesse og motivasjon blir begrenset.

Nunes (2004) hevder imidlertid at den svake ytelsen i matematikk blant døve ikke er homogen. Enkelte elever (mellom 15% og 35%) presterer like godt som deres jevnaldrende hørende. Hun påpeker også at det ikke ser ut til å være sannsynlig at døvhet direkte medfører vansker i matematikk. Dette begrunner hun med at noen døve elever presterer godt nok i matematikkprøver, og at det heller ikke er bevis for en sammenheng mellom årsakene til døvhet og vansker i matematikk. Disse argumentene antyder at døve barns vansker ikke er uungåelige, men at de står i fare for å utvikle vansker i matematikk. For å forstå arten av denne risikoen for å utvikle matematikkvansker, er det derfor nødvendig å vurdere hvordan barn løser problemer og lærer matematikk: hva er vanskelig for alle barn, og hva kan være spesielt vanskelig for døve barn? Nunes (ibid.) påpeker at mye av forskningen har fokusert på hva hørende elever gjør i matematikk, og om døve også kan gjøre det samme. Lite forskning er tilgjengelig som omhandler døve barns oppfinnsomhet i uformell matematikk.

2.3.1.1 Tallforståelse

Frostad & Ahlberg (1996, i Simonsen et al., 2010) undersøkte også løsningsmetoder og tolkning av hva barn hadde oppfattet av innholdet i matematiske oppgaver. I tillegg til strategier som er kjent fra forskning på hørende barn, brukte elevene kombinasjoner av tale, tegn og fingre som konkrete representasjoner. Elevene oppfattet tall på fire ulike måter: 1) antall som talltegn, 2) antall som utstrekning, 3) antall som posisjoner i rekker og 4) antall som strukturer. Frostad & Ahlberg (1996, i Simonsen et al., 2010) påpeker også at i tillegg til løsningsmetoder/strategier som også er kjent fra forskning på hørende barn, brukte elevene kombinasjoner av tale, tegn og fingre som konkrete representasjoner. Nunes (2004) hevder imidlertid at det er vanskeligere for døve barn å lære å telle, fordi telling krever at man husker en serie tallord. For å klare å telle korrekt, er det nødvendig å huske et antall ord i nøyaktig rekkefølge hver gang. Det er dokumentert at døve barn synes det er vanskeligere å telle, enten på engelsk eller tegnspråk. Ifølge Nunes (2004) er det derfor sentralt å gi døve barn flere muligheter til å øve på å telle enn de normalt ville tilby hørende barn. Hun hevder også at det er mulig at de matematiske ferdighetene til døve forsinkes bare ved manglende erfaring med telling. Frostad & Ahlberg (1996, i Simonsen et al., 2010) påpeker at det er viktig at lærere følger barnas utvikling og både strategier og tenkemåter nøye for å utvikle andre måter å oppfatte tall på. Hørselshemmede barn som bruker tegnspråk og tegnspråktelling, noe som kan føre til at de oppfatter antall som posisjoner i rekker. Et fokus på strategier og tenkemåter kan for eksempel gjøre at elevene får et forhold til antall som strukturerte mengder.

2.3.1.2 Bruk av strategier

Frostad (1999) har også undersøkt hørselshemmede barns strategibruk i addisjon og subtraksjon. Studien undersøker om årsakene til hørselshemmede barns dårlige prestasjoner i matematikk kan søkes i deres bruk av strategier. Telleprosedyrene som brukes av døve barn involverer både muntlig telling og tegnspråktelling. I denne studien ble elevenes strategier kategorisert i fire nivåer: 1) telle-alle strategier, 2) telle-videre strategier, 3) utlede svar og 4) kjente tallfakta. Frostad (ibid.) fant at alle de observerte prosedyrene ble brukt for å generere svar. Barna i denne studien behersket også å kombinere tegnspråktelling og fingre for å holde styr på hvor langt de har kommet i tellingen. Strategiene som ble observert i denne studien var i stor grad strukturelt like som de som ble brukt av hørende barn. Unntaket her er selvfølgelig strategiene hvor tegnspråk spiller en rolle. Bruk av tegnspråk i tellestrategier gir et ekstra hjelpemiddel, og er noe døve har tilgjengelig til enhver tid. Med andre ord ser det ut til at døve barn har et rikt repertoar av tilgjengelige strategier. Strategier som inkluderer tegnspråktelling ser også ut til å være effektive med tanke på prosedural kunnskap. Dette kan imidlertid både være en fordel og en ulempe for døve barn når det blir fokusert på den konseptuelle kunnskapen. Studien viser også at mange døve benytter samme strategier som hørende barn, for eksempel at de utvikler en base av kunnskap av kjente fakta som de aktivt benytter i tilnærmingen av slike oppgaver. Lærere oppfordres til å ta hensyn til strategiene elevene bruker i starten av skolegangen. Dersom tellestrategier er de eneste prosedyrene et barn bruker når det ikke vet svaret på en gitt oppgave, kan dette indikere at barnet ikke følger utviklingen som de mer vellykkede oppgaveløserne gjør.

2.3.1.3 Problemløsning

Nunes (2004) hevder at problemløsning er et område i matematikk hvor flere døve møter på utfordringer. Hun påpeker at et vanlig syn på hvordan barn løser matematikkproblemer, er at de først tolker et problem verbalt, og at de deretter velger riktig prosedyre for å løse problemet. Dette gjør de enten ved å huske verbale tallfakta, eller gjennom beregningsprosedyrer. Denne teorien er imidlertid uforenlig med forskningsresultatene hun fant. Frostad & Ahlberg (1999) har også forsket på hvordan hørselshemmede elever oppfatter aritmetiske problem. Resultater fra denne studien viste at oppgaver med ukjent svar, eller en ukjent i forløpet av historien, var enklere enn der elevene skulle finne tilbake til en ukjent verdi i utgangspunktet av fortellingen. Analysen viste at elevene i studien oppfattet problemene på tre ulike måter: 1) som tall og prosedyrer, 2) som subtraksjon og 3) som relasjoner mellom deler og helhet. Elever som oppfattet oppgaven som tall og prosedyrer, hadde heller ingen forståelse av sammenhengen mellom delene og helheten i oppgavene. Dette førte til at de ikke gikk inn i problemet. Det å oppleve problemene som en del-del-hel relasjon trekkes frem som den mest utviklede forståelsen av problemet. Derfor kunne elevene også velge prosedyre fritt etter hva som var mest hensiktsmessig i det enkelte tilfelle. Ifølge Frostad & Ahlberg (1999) er leseforståelse viktig for å løse aritmetiske problem gitt som tekstopp-gaver, det vi si problemer som krever oversettelse av verbale utsagn til matematiske operasjoner. Oppgaver som krever en viss leseforståelse, kan hindre elevene i å få tak i selve historien. En forståelse av problemstrukturen er imidlertid likeså viktig, altså at oppgavene gis i et format der man forstår selve strukturen uavhengig av språk og leseforståelse. Dette innebærer en innsikt i innholdsmessige relasjoner mellom de ulike komponentene i problemene. Elever bør jobbe med denne typer oppgaver i et format der svak leseforståelse ikke representerer en begrensning i forhold til å reflektere over relasjonene i problemet. Nunes (2004) hevder at døve barn, selv i begynnelsen av skolegangen, har uformelle strategier for å løse problemer. De kan også benytte disse

strategiene på en effektiv måte for å løse kombinasjonsproblemer. Hun begrunner dette med at kombinasjonsproblemer ikke krever at man husker i en rekkefølge, slik endringsproblemer gjør. Vansker med å kombinere problemer med ett ukjent sett ligner på omvendte problemer, fordi de uformelle ikke er effektive i løsningen av problemet. Nunes (ibid.) påpeker derfor at instruksjon som hjelper døve barn til å analysere denne typer problemer i forhold til del-hel relasjoner, har en positiv effekt på deres problemløsning.

Luckner & McNeill (1994) har også forsket på døve og hørselshemmede elevers evne til problemløsning. Studien deres sammenlignet døve og hørselshemmede med hørende elever sine resultater. Resultatene indikerte at hørende løste oppgavene bedre enn de som hadde et hørselstap. Forskerne mener at døve elever sin begrensede språklige utvikling og erfaring medfører vansker med å organisere informasjon og å anvende hensiktsmessige strategier ved problemløsning. De fremhever viktigheten av langsiktige undervisningsprogrammer, der elevene får lære seg en måte å løse problemer på, og at de får mulighet til å utvikle sin kognitive, så vel som sin metakognitive evne, og å kunne reflektere over egen læring. Foisack (2006) påpeker at mer situasjonsrelaterte, autentiske problemer anbefales for å hjelpe døve elever med å utvikle sine erfaringsmessige, språklige og strategiske kompetanse, og på denne legges til rette for større kompleksitet i læringen. Elever sine måter å tenke på viser seg gjennom de strategiene de bruker for å løse et problem, og gjennom å identifisere disse strategiene blir det mulig å hjelpe eleven med å finne veiene til matematisk forståelse (Marton & Booth, 2000).

2.3.1.4 Selvstendighet

Foisack (2006) påpeker at en forutsetning for å lære matematiske begreper og kunnskaper, og at eleven kan anvende og generalisere ferdighetene, er at elevene har gjort det til sine egne begreper og egen kunnskap. Frostad (1998) fant også at selvstendighet viste seg å være en viktig komponent for å forklare prestasjoner i matematikk hos hørselshemmede barn. Han viser til Fennema (1989) som påpeker at om elevene skal bli gode problemløsere i matematikk krever det at de deltar i aktiviteter som utvikler autonomi. Dette er aktiviteter som stimulerer selvstendig tenkning, dvs. at elevene får mulighet til å engasjere seg i mentale aktiviteter som utfordrer dem ut over det de allerede mestrer. Ifølge Foisack (2006) er det også sentralt at eleven innser at læringen har en hensikt og er meningsfullt. Frostad (1998) hevder videre at om man skal fremme elevenes indre motivasjon for matematikkfaget, blir det vesentlig å tilrettelegge et opplæringsmiljø som tar sikte på å tilfredsstille behovet for følelse av selvbestemmelse og behovet for følelse av kompetanse. Frostad (2000) trekker frem selvstendighet, operasjonalisert som selvsikkerhet, uavhengighet, kreativitet, nysgjerrighet, deltakelse i diskusjoner og lederegenskaper, som sterke predikatorer for prestasjoner i matematikk. Han fremhever også viktigheten av å fokusere på samspillet mellom sosial tilpasning og utvikling av selvstendighet hos elevene. Det vil være sentralt å legge til rette for indre motivasjon for matematikkfaget på en måte hvor miljømessige faktorer kan bidra til å utvikle personlighetsegenskaper. Tro på egen mestring og tidligere mestringserfaringer vil være av betydning (Bandura, 1997).

3 METODE

Denne oppgaven er en systematisk litteraturstudie. Dalland (2017) påpeker at hensikten med litteraturstudie er å systematisk søke i litteratur for å få oversikt over eksisterende kunnskap som finnes med utgangspunkt i et forskningsspørsmål. Ifølge Hart (2018) gjennomføres en systematisk litteraturstudie ved å lage en oversikt over og vurdere primærstudier om temaet det forskes på. En systematisk litteraturstudie vil ikke gi konkrete svar eller løsninger, men vil bidra til å hente ut informasjon fra forskning som kan føre til en forbedring av praksis. En svakhet ved litteraturstudie er at den baserer seg på subjektivt skjønn, der vurderingene til den som gjennomfører arbeidet er av betydning (Befring, 2007). I utgangspunktet skal en benytte primærkilder – en original tekst som er utgitt og skrevet av en angitt forfatter eller flere forfattere. Ved bruk av sekundærkilder kan teksten være tolket og bearbeidet av andre enn den primære forfatteren (Dalland, 2017). I denne studien har jeg i hovedsak benyttet primærlitteratur. Jeg har valgt å benytte forskningsartikler som er skrevet på norsk eller engelsk. I oversettelsen fra andre språk enn mitt morsmål, norsk, kan jeg ha mistolket tekst i artiklene.

Formålet med denne litteraturstudien er å få et innblikk i hva nasjonal og internasjonal forskning fra de siste 10 årene sier om undervisning av hørselshemmede elever i matematikk, og hva som kan være med på å fremme matematiske ferdigheter hos disse elevene.

Oversikten er basert på litteratursøk fra Education Source og ERIC Database. Søkene begrenset seg til studier publisert mellom 2010 og 2020.

3.1 Litteraturstudie som metode

Ifølge Befring (2007) er litteraturstudium et forskningsopplegg som innebærer at forskning er hovedmaterialet for undersøkelsen. Dette betyr i praksis å gå systematisk gjennom de publikasjoner som finnes på området, og ut i fra dette prøve å finne fram til konklusjoner som synes å være gyldige. Hart (2018) påpeker at uten en systematisk studie og kritisk lesing av litteraturen, ville det være utfordrende å se hvordan akademisk forskning kan føre til en ny anvendelse av metodikk eller bidra på en eller annen måte til kunnskapen om et problem. For å vite implikasjonene av en utvikling, må man også ha kjennskap til den intellektuelle konteksten der utviklingen fant sted.

Forsberg & Wengström (2015) påpeker at en forutsetning for at man skal kunne gjøre systematiske litteraturstudier, er at det finnes et tilstrekkelig antall studier av god kvalitet som kan utgjøre grunnlaget for bedømmelser og konklusjoner. De viser til Mulrow og Oxman som har definert en systematisk litteraturstudie som at den utgår fra et tydelig formulert spørsmål som besvares systematisk gjennom å identifisere, velge, evaluere og analysere relevant forskning. Sirriyeh, Lawton, Gardner & Armitage (2012) påpeker at en systematisk litteraturstudie kjennetegnes av at man forsøker å finne alle relevante forskningsstudier innenfor et bestemt område, at litteratursøkingen omfatter både publiserte og ikke-publiserte studier. Ifølge Forsberg & Wengström (2015) innebærer en litteraturstudie å systematisk søke, kritisk granske og deretter samle litteratur innenfor et valgt emne eller problemområde. Litteraturen utgjør kilden til informasjon, og rapportert data er basert på vitenskapelige tidsskriftartikler eller andre

vitenskapelige rapporter. Det finnes imidlertid ingen regler for det antall studier som skal inngå i en litteraturstudie. Ifølge Støren (2013) er materialet i en litteraturstudie den allerede eksisterende kunnskapen som er presentert i artikler, som man henter ved å søke i databasene. Litteraturstudien er en systematisering av kunnskapen, som handler om å søke den, samle den, vurdere den og sammenfatte den. Forsberg & Wengstrøm (2015) påpeker at det beste er å finne og inkludere all relevant forskning innenfor et område. Antall studier som man finner, avhenger blant annet av hva forfatteren kan finne, i tillegg til de krav man stiller for hvilke studier som skal inkluderes. Reinart & Jamtvedt (2010) påpeker at forskeren må vise åpenhet rundt prosessene i alle ledd, slik at det vil være mulig å etterprøve resultatene og at andre kan vurdere som har blitt gjort med et kritisk blikk.

3.2 Litteratursøk

Teori jeg har benyttet i metoddelen er i stor grad fra PED6111, Pedagogiske forskningsmetoder. Forsberg & Wengstrøm fant sin vei inn i oppgaven etter et søk på Oriahvor søkeordet var "litteraturstudier".

Videre i søkeprosessen la jeg opp en systematisk søkestrategi. Jeg gjennomførte søk i de kvalitetskontrollerte artikkeldatabasene Education Source og ERIC for å finne flere forskningsartikler. Jeg gjennomførte først søk i Education Source for å finne relevante forskningsartikler. Her benyttet jeg ulike søkeord for å få et fokusert søk. Hadde jeg ønsket full dekning av tema gjennom mitt søk måtte jeg også ha regnet med en svært omfattende treffliste med lav presisjon der jeg måtte ha ekskludert en del artikler med lite relevans. Søkeordene strukturerte jeg i et PICO – skjema. Ifølge Nortvedt, Jamtvedt, Graverholt, Nordheim & Reinart (2012) representerer PICO en måte å dele opp et forskningsspørsmål på, og på denne måten strukturere funnene på en hensiktsmessig måte. Hvert enkelt ord i PICO betegner bestemte elementer som ofte er med i et spørsmål: P står for Patient/Problem, I står for Intervention og sier noe om hvilket tiltak eller intervensjon man ønsker å vurdere, C står for Comparison og ser om tiltaket skal sammenlignes med et annet, og O står for Outcome og hvilket utfall vi er interessert i. I mitt søk var ikke C, eller "Comparison" relevant, og skjemaene under fikk derfor en PPIO-struktur. Nortvedt et al. (2012) påpeker at det ikke alltid er nødvendig å inkludere alle PICO-elementene i søkestrategien, da dette ikke alltid er nødvendig – og det kan til og med være med på å avgrense søket for mye.

Kombinasjonen av de ulike søkeordene satte jeg sammen ved bruk av funksjonen OR i databasene. Dette ble gjort for å utvide søket mitt. Deretter benyttet jeg AND-funksjonen for å kunne finne artikler som inneholder en kombinasjon av valgte søkeord. Fordelen med PICO-skjemaet jeg nå har benyttet, er at jeg kan dokumentere en oversikt over tema ved å kombinere relevante søkeord.

3.3 Inklusjonskriterier

Simonsen et al. (2010) påpeker at opplæring av hørselshemmede barn og elever har nedslag i flere fagdisipliner. De mest sentrale fagene er spesialpedagogikk og pedagogikk, men emnet sprenger grensene for disse disiplinene. Arbeid fra disipliner som psykologi, medisin, lingvistikk og sosiologi er også noe som kunne ha vært inkludert. I denne masteroppgaven har jeg valgt å inkludere publikasjoner i tidsskrifter med fagfelle vurderinger. Hovedfags- og masteroppgaver har ikke blitt inkludert. Tidsperioden for utvalget av arbeider har vært 2010-2020, dette for at forskningen skulle være av forholdsvis ny dato. Publikasjonene jeg fant måtte også omhandle hørselshemming og

virksomheter som kan sies å tilhøre skolen. Med tanke på eget arbeide som spesialpedagog, var det viktig for meg at inkluderte artikler omhandlet elever i barneskolealder.

Støren (2013) påpeker at metodekunnskapen i en litteraturstudie handler om min informasjonskompetanse. Det er også sentralt å avdekke hvilke søkeord jeg skal bruke for å finne fram til spesifikke temaer, og å være på jakt etter spørsmål forfatterne av artiklene stiller. Ifølge Forsberg & Wengström (2015) innebærer en systematisk litteraturstudie at man ser på aktuell forskning innenfor et valgt tema. Det finnes ikke en regel for hvor mange studier som skal inngå i en slik litteraturstudie, men at praktiske årsaker er det sjelden mulig å inkludere alle forskning innenfor et valgt tema. Ifølge Hart (2018) innebærer en god litteraturstudie at man ikke inkluderer alt som er funnet; man må være selektiv, og presenterer bare artikler som er relevant for selve forskningen. Det er derfor sentralt at man har noen klare kriterier for inklusjon og eksklusjon.

3.3.1 P – Patient/Problem

Som overskriften sier, står P for Patient eller Problem. I denne pedagogiske sammenhengen som denne oppgaven er skrevet i, blir det feil å si at P står for pasienter og problemer. Kanskje kan man heller oversette P med person – hvilke mennesker handler dette om? Her har jeg valgt å bruke søkeordene «school aged children», «pupils», «student» og «learner». Grunnen til at jeg valgte begrep som «school aged children», «pupils», «student» og «learner» var at jeg ønsket å søke bredt i starten for å se om jeg kunne finne litteratur som omhandlet hvordan skolebarn lærer matematikk – uavhengig av om de har et hørselstap eller ikke. Jeg valgte også å ta med «hearing impaired», «hearing impairment», «with impaired hearing» i tillegg til «hearing disability». Hjulstad et al. (2015) påpeker at man på engelsk har lang tradisjon for å skille mellom *impairment*, kroppens beskaftenhet, og *disability*; funksjonshemming og det å bli funksjonshemmet. I mitt søk inkluderte jeg alle nevnte begreper. I tillegg tok jeg med andre søkeord som kan være aktuelle i mine søk: «hearing damage», «hearing loss», «deaf», «cochlea», «partially hearing» og «hard of hearing».

3.3.2 I – Intervention

Intervention handler om hvilket tiltak eller intensjon man ønsker å vurdere, og i denne sammenhengen ønsket jeg å vurdere utfallet av undervisning av hørselshemmede elever. Aktuelle søkeord her ble «teaching», «instruction», «schooling», «training», «education», «tuition» og «learning». Jeg valgte også å trunkere – altså å søke slik at jeg fikk med entalls-/flertallsendelser samt ulike varianter av ordet, og søkte derfor med ordene «educat*» og «learn*».

3.3.3 O – Outcome

Til slutt kommer O som står for Outcome, og som handler om hvilket utfall jeg er interessert i. I denne sammenhengen var det snakk om hva undervisning av hørselshemmede elever har å si for deres matematiske ferdigheter. Søkeordene her ble «mathematical skills», «mathematical education», «mathematical problem solving», «mathematical understanding», «mathematical achievement», «mathematical ability», «achievement development», «learning outcome» og til slutt en trunkering – «math*».

3.3.4 Søk 1 – Education Source

Tabellen under viser resultatene fra mitt første søk som ble gjort i Education Source. Strukturen på dette søket følger PPIO. Dette søket resulterte i 11 artikler.

Tabell 1. Søk 1.

PPIO	Database	Søkeord	Treff	Valgt
P	Education Source	1. Hearing impaired 2. Hearing impairment 3. With impaired hearing 4. Hearing disability 5. Hearing damage 6. Hearing loss 7. Deaf 8. Cochlea 9. Partially hearing 10. Hard of hearing 11. #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10	15,810 5,030 5,806 579 73 6,457 31,126 275 1,327 3,429 36,196	
P		12. Pupils 13. Children 14. #12 OR 13	193,911 1,041,541 1,166,620	
I		15. Teaching 16. Instruction 17. Schooling 18. Training 19. Education 20. Tuition 21. Learning 22. Educat* 23. Learn* 24. #15 OR #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 #21 OR #22 OR #23	1,164,116 676,084 293,852 637,991 2,687,641 19,386 666,927 2,969,184 764,993 3,312,774	
O		25. Mathematical skills 26. Mathematics education 27. Mathematical problem solving 28. Mathematical understanding 29. Mathematical achievement 30. Mathematical ability 31. Achievement development 32. Learning outcome 33. Learning effectiveness 34. Math* 35. #25 OR #26 OR #27 OR #28 OR #29 OR #30 OR #31#32 OR #33 OR #34	1,755 68,538 1,682 1,572 548 6,839 2,048 16,464 4,475 217,538 238,123	
PPIO kombi- nert		#11 AND #14 AND #24 AND #35 Full text, English, 2000-2020, Academic journals	86	11

3.3.5 Søk 2 - ERIC

Tabell 2 viser søkeprosessen i databasen ERIC, og følger også en PPIO-struktur. Resultatet etter dette søket var 14 artikler, hvorav fire av artiklene også var et resultat i søk 1.

Tabell 2. Søk 2.

PIO	Database	Søkeord	Treff	Valgt
P	ERIC	1. Hearing impaired 2. Hearing impairment 3. With impaired hearing 4. Hearing disability 5. Hearing damage 6. Hearing loss 7. Deaf 8. Cochlea 9. Partially hearing 10. Hard of hearing 11. #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10	1,720 6,085 916 2,104 63 1,337 5,424 19 72 1,349 10,518	
P	ERIC	12. Pupils 13. Children 14. #12 OR 13	29,710 353,098 373,504	
I		15. Teaching 16. Instruction 17. Schooling 18. Training 19. Education 20. Tuition 21. Learning 22. Educat* 23. Learn* 24. #15 OR #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 #21 OR #22 OR #23 OR	432,239 377,435 22,067 202,145 1,360,920 9,146 493,689 1,448,187 553,823 1,557,490	
O	ERIC	25. Mathematical skills 26. Mathematics education 27. Mathematical problem solving 28. Mathematical understanding 29. Mathematical achievement 30. Mathematical ability 31. Achievement development 32. Learning outcome 33. Learning effectiveness 34. Math* 35. #25 OR #26 OR #27 OR #28 OR #29 OR #30 OR #31#32 OR #33 OR #34	10,346 103,035 9,404 7,081 5,754 5,379 50,530 46,309 65,635 29,401 244,574	
PPIO kombi- nert	ERIC	#11 AND #14 AND #24 AND #35 Full text, English, 2000-2020, Academic journals	100 17	13

Tabell 3. Oversikt over søkeprosessen.

Database	Gjennomlest	Inkludert i studien
Education Source	11	3
ERIC	13	4
Totalt antall artikler	(4 av artiklene var også et resultat i søk 1)	
Totalt	20	7

3.4 Utvelgelses- og analyseprosessen

Formålet med denne litteraturstudien er å få et innblikk i hva nasjonal og internasjonal forskning fra de siste 10 årene sier om undervisning av døve og hørselshemmede elever i matematikk. Jeg ønsker i hovedsak å se på hva man som pedagog kan gjøre for å fremme matematiske ferdigheter hos disse elevene. Kriteriene for inkludering av studier i første omgang var studier som omhandlet elever i skolealder. Litteratursøket ble i utgangspunktet gjort bredt, slik at jeg kunne få et overblikk over hvor mye litteratur det foreligger om temaet. Mitt første søk i Education Source resulterte i hele 86 treff, og søket i ERIC resulterte i 100 treff. Disse studiene ble så vurdert opp mot inklusjonskriteriene, og jeg gikk så gjennom alle abstraktene til disse artiklene. Etter denne silingen, stod jeg igjen med 20 artikler som ble lest i sin helhet. Jeg oppdaget tidlig at fire av artiklene som ble inkludert i søk 1, også ble resultat av søk 2. Etter gjennomlesing av disse artiklene stod jeg igjen med sju artikler som var relevante for min problemstilling, da disse beskrev hvordan man som pedagog kan jobbe med å forbedre matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede elever.

I selve utvelgelsesprosessen måtte jeg ta stilling til, først og fremst, om artiklene beskrev intervensjoner som sa noe om hvordan matematiske ferdigheter kan fremmes. Etter gjentatt lesing av artiklene, ble det også klart for meg at dette kunne føre til at viktig informasjon om hvordan man som pedagog kan tilrettelegge for elever med hørselstap gikk tapt. Av denne grunn ble også Pagliaro & Ansell (2012) sin artikkel inkludert, da denne spesifikt sier noe om hvordan man kan jobbe med problemløsning hos tegnspråklige elever. Denne er utvilsomt relevant for pedagogiske arbeide. Pagliaro & Kritzer (2013) ble også inkludert da denne artikkelen sier noe om tidlig innsats, og at man er avhengig av et systematisk arbeide allerede før formell skolegang starter. Ved å inkludere disse to artiklene, føler jeg i etterkant, at jeg kunne sitte igjen med en bredere forståelse av hvordan man kan fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede elever

En svakhet ved denne utvelgelsesprosessen er at den baserer seg på de vurderingene jeg har gjort underveis, altså subjektivt skjønn. Dersom jeg hadde foretatt en ny litteraturgjennomgang, kan det være at jeg hadde fått flere treff en de sju artiklene jeg nå sitter igjen med. Dette fordi det stadig forskes på området, og det sann sett kan ha blitt publisert flere studier. Det er også grunn til å anta at et søk i flere databaser hadde resultert i flere treff. På bakgrunn av oppgavens omfang, og det faktum at de to søkene jeg foretok resulterte i mange gode treff, antar jeg derfor at dette er tilstrekkelig antall studier som kan belyse min problemstilling.

4 RESULTATER

Tabell 4.1. *Litteraturmatrise – beskrivelse av artiklene som ble lest, samt begrunnelser for valg av eksklusjon og inklusjon.*

Artikler inkludert i den systematiske oversikten er markert i grått. Gul farge på forfatterne markerer at artikkelen er et resultat av søk 1 i Education Source, og grønn farge indikerer at artikkelen er et resultat av søk 2 i ERIC. Dersom artikkelen er et resultat i begge søk, står dette under forfatterens navn.

Forfattere	Tittel	Hensikt	Metode og utvalg	Resultat	Begrunnelse for inklusjon/ eksklusjon
C. M. Pagliaro E. Ansell USA, 2012 Resultat av søk 1 og søk 2.	Deaf and Hard of Hearing Students' Problem-Solving Strategies With Signed Arithmetic Story Problems.	1. undersøke hvilke strategier grunnskoleelever (døve og hørselshemmede) benytter problemene de skal løse er presentert med amerikansk tegnspråk (heretter kalt ASL). 2. ser på progresjonen til strategiene de benytter når problemet er presentert med ASL. 3. undersøke hvordan man kan skulle bruk av strategier mellom sterke og svake elever (døve og hørselshemmede) når de løser matematiske problemer. 4. ser på hvordan bruken av strategier – døve og hørselshemmede som bruker ASL – skille seg fra hørende barn i tilsvarende parallelle studier.	Kvantitativ studie. Deskriptiv. 232 barn fra 9 skoler deltok i studien, og samtlige var fra skoler for døve og hørselshemmede i USA. Alle hadde ASL som sitt førstespråk. Barna ble bedt om å løse ni ulike oppgaver som krevde problemløsning. Oppgavene ble tegnsatt av en døvetolk via video. Fire tolker hadde samarbeidet i forkant om å oversette oppgavene fra engelsk til ASL. Resultatene fra 59 av elevene ble trukket ut for analyse. Samtlige av disse elevene var døve, og hadde middels eller over middels ferdigheter i ASL. 34 av barna hadde minst en døv forelder, og 21 hadde ikke døve foreldre. For 4 barn ikke foreldrenes hørselsstatus kjent.	Døve og hørselshemmede benytter samme strategier som hørende elever når de skal løse matematiske problemer. Funnene i denne studien reiser imidlertid spørsmål om dataene indikerer en forsinkelse i strategibruk hos disse elevene, eller om det kan være et bevis for at de rett og slett følger et annet utviklingsmønster. En forsinkelse innebærer at samme utviklingsmønster eksisterer for døve og hørselshemmede som for hørende elever, men at man finner det på et senere tidspunkt. Det er viktig å jobbe med begrepsforståelsen i matematikk, og da spesielt innenfor problemløsning. Anbefaler at lærere oppmuntrer elever til å eksperimentere med ulike strategier og bruken av disse når de står ovenfor et problem. Dette er ikke en kortsiktig løsning på «gapet» d/hh har til sine jevnaldrende, men i det lange løp vil dette hjelpe elevene med å bli bedre problemløsere.	Inkludert: Relevant for aldersgruppe og pedagogers arbeid. Sentral for kunnskap om matematikk-opplæring for hørselshemmede. Sier spesifikt noe om hvordan man kan jobbe med tegnspråklige elever.

J. Vesel T. Robillard USA, 2013	Teaching Mathematics Vocabulary with an Interactive Signing Math Dictionary	Undersøke bruken av «Signing Math Dictionary» (SMD), og om denne kan hjelpe døve og hørselshemmede med å få tilgang til ordforrådet som kreves for å mestre innholdet i matematikkundervisningen på sine respektive trinn.	Kvalitativ casestudie. Artikkelen inneholder åtte casestudier som gir et omfattende øyeblikksbilde av bruk av SMD i matematikkundervisningen. Den inkluderte totalt 39 deltakere – 8 lærere og 31 elever – fra 4.-8.trinn. Hver casestudie representerer ett klasserom, og ble gjennomført på en skole for døve med en erfaren lærer som aldri hadde brukt SMD tidligere. Studien gikk over tre perioder – en periode fokuserte på å gi et bilde av matematikkundervisningen slik den pleide å være, en andre på innføringen av SMD, og den tredje på hvordan bruken SMD hjalp elevene med å lære matematiske begreper.	Disse casestudiene av førstegangsbrukere av SMD viser at når den brukes som et hjelpemiddel i matematikkundervisningen, ser den ut til å bidra til å gi elever tilgang til et større ordforråd i matematikk på sitt eget språk. Det tekniske vokabularet gjør elevene i stand til å jobbe mer selvstendig med faget, noe som også gjør at lærer kan jobbe mer fokusert med det faglige innholdet. SMD kan også være en viktig ressurs som bidrar til mer effektiv undervisning og læring av fagspråket i matematikk.	Inkludert: Relevant for aldersgruppe og pedagogers arbeid.
D. Toe L. Paatsch A. Szarkowski USA, 2019	Assessing Pragmatic Skills Using Checklists with Children Who Are Deaf and Hard of Hearing: A Systematic Review.	Undersøke bruken av sjekklister for å vurdere pragmatikk hos barn og unge som er døve eller har hørselstap.	Systematic review ble gjennomført for å identifisere alle publiserte forskningsartikler mellom 1979 og 2018 om temaet. 67 artikler ble identifisert i denne gjennomgangen, og ble i etterkant analysert for å vurdere pragmatiske ferdigheter.	Over 18 forskjellige publiserte artikler om bruk av pragmatiske ferdigheter blant døve og hørselshemmede barn, ble det funnet 9 artikler om sjekklister. Resultatet av analysen gir en omfattende guide for å hjelpe klinikere, lærere og forskere med å velge en passende sjekklister til å vurdere pragmatiske ferdigheter hos barn som er døve eller hørselshemmede.	Ekskludert: Ikke relevant da den i hovedsak handler om pragmatikk, altså språkets sosiale funksjon.
C. Pagliaro K. L. Kritzer USA, 2013 Resultat av søk 1 og søk 2.	The Math Gap: A Description of the Mathematics Performance of Preschool-aged Deaf/Hard-of-Hearing Children.	Beskrive matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede og deres kunnskap til tidlige matematiske begreper.	Brukte både standardiserte og ikke-standardiserte tiltak for å vurdere forståelse når det gjelder antall, geometri, måling, problemløsning, mønstre resonnering og algebra.	Resultatene viser sterke bevis for at døve og hørselshemmede har vansker i matematikk, og at dette kan starte allerede før den formelle skolegangen starter. Funnene viser også styrkeområder – geometri, og svakheter – problemløsning og måling.	Ekskludert: Ikke relevant. Inneholder ikke intervensjoner som måler hvordan man kan arbeide med å forbedre de matematiske ferdighetene.
J. Karikj V. S. Radovanovikj Serbia, 2010	Mathematics language in-class instruction.	Målet var å sammenligne nivået på tilegnelse av matematisk språk mellom elever i spesialskoler for hørselshemmede barn og elever i en ordinær barneskole i Serbia.	Kvantitativ design. Totalt 239 barn deltok i studien. 188 elever fra 1.trinn og 2. trinn på en vanlig grunnskole i Beograd, og 51 elever fra 1,-4. trinn på skoler for elever med hørselstap i Serbia. Forskingen ble gjennomført i april 2009.	Resultatene viser en betydelig forskjell innenfor noen felt - en konklusjon hevder at nivået at tilegnelse av språk er direkte korrelert med nivået av tilegnelse av matematisk språk. Det betyr at hørselshemmede ikke bare må forstå matematiske relasjoner, men også lære matematiske begreper på en helt annen måte sammenlignet med barn som hører.	Ekskludert: inneholder ikke intervensjoner som handler om hvordan man forbedre matematiske ferdigheter.

R. F. Bartlett USA, 2015	What Is The Experience Of Deaf Students In Secondary Mainstream Classrooms?	Utforske klasseroms opplevelsen til elever i videregående som er døve eller hørselshemmede, og som blir utdannet ved ordinære skoler i England.	Kvalitativ design. Det ble gjennomført dybdeintervjuer hjemme hos elevene. Opptak av intervjuene ble transkribert.	Antyder at læringsutbyttet for døve studenter i vanlige klasserom er nøye balansert. Det å ikke lære av elevenes erfaringer, vil være å overse en rik kilde til informasjon om hvordan skoler og undervisning kan forbedres.	Ikke inkludert, da dette handler om elever i videregående.
R. Bull M. Marschark E. Nordmann P. Sapere W. A. Skene UK og USA, 2018	The approximate number system and domain-general abilities as predictors of math ability in children with normal hearing and hearing loss.	Denne studien undersøker om det er forskjeller i «approximate number system», og om det er forskjeller mellom hørsende og elever med hørselshemming og hvorvidt ANS er relatert til matematisk prestasjon.	Kvantitativ design. 75 barn med hørselstap ble sammenlignet med 75 barn med normal hørsel.	ANS og matematisk resonnement, arbeidsminne, korttidsminne for barn med hørselstap var betydelig dårligere sammenlignet med barn med normal hørsel.	Ekkludert da den ikke sier om hvordan man kan jobbe med å fremme matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede barn.
K. K. Kritzer C. M. Pagliaro USA, 2013 Resultat av søk 1 og søk 2.	An Intervention for Early Mathematical Success: Outcomes from the Hybrid Version of the Building Math Readiness Parents as Partners (MRPP) Project.	Se på effekten av «The Building Math Readiness in Young Deaf/Hard-of-hearing Children: Parents as Partners» (MRPP).	Kvalitativ – casestudie. Multiple-case studie som inkluderer deskriptiv statistikk og grounded theory.	Resultatene viste endringer i foreldrenes atferd som indikerte en mulig positiv effekt på foreldrenes kunnskap, anerkjennelse og formidling av tidlige matematiske begreper til sine barn med hørselshemming.	Inkludert
G. Fatima A. H. Ch M. Malik Pakistan, 2016 Resultat av søk 1 og søk 2.	Instructional Practices used by Special Education Teachers in Classrooms of Young Children with Deafness.	Identifisere instruksjonsmetoder som ble brukt av spesialpedagoger i klasserom med barn hørselstap.	Kvantitativ design. 388 lærere i 34 offentlige døveskoler i Punjab-provinsen. Et utvalg på 68 lærere ble valgt ut. Spørreskjema.	Lærerne hadde problemer med å undervise små døve barn på grunn av overfylte klasserom, mangel på lærere, mangel på hørselstekniske hjelpemidler etc.	Ekkludert da den ikke sier om hvordan man kan jobbe med å fremme matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede barn.
J. Z. Sarant D. C. Harris L. A. Bennet Australia, 2015	Academic Outcomes for School-Aged Children with Severe-Profound Hearing Loss and Early Unilateral and Bilateral Cochlear Implants.	Avgjøre om akademiske resultater for barn som fikk CI tidlig er aldersmessig, og bestemme om bilateral CI-bruk forbedre akademiske ferdigheter betydelig, og identifisere andre faktorer som er prediktive for disse resultatene.	Kvantitativ design. 44 åtte år gamle barn med alvorlig-dyp hørselstap deltok i studien. Deres faglige utvikling i matematikk, muntlig, lesing og skriftspråk ble vurdert ved hjelp av en standardisert test av akademisk prestasjon.	Innenfor alle fagområder skåret barna dårligere enn det som er forventet hos barn på samme alder med normal hørsel. De sterkeste ytelsesområdene var skriftspråk, og det svakeste var matematikk. Bilateral CI i yngre alder, spådde det beste utfall. Familiemiljø var også viktig for barn med tanke på akademisk ytelse.	Inkludert: Relevant for aldersgruppe og pedagogers arbeid.

<p>K. Kritzer</p> <p>Australia, 2012a</p>	<p>Building foundations for numeracy: A qualitative analysis of the basic concept knowledge demonstrated by young deaf children.</p>	<p>Undersøke kunnskapen om grunnleggende begreper hos seks døve barn med høye/lave nivåer av matematisk evne målt ved ytelse på en formell (Bracken Basic Concept Scale) og uformell (sorteringsoppgaver) vurdering.</p>	<p>Kvalitativ design.</p> <p>Seks unge døve barn. Bracken Basic Concept Scale og uformell vurdering (sorteringsoppgave). Test of Early Mathematics Ability (TEMA-3).</p>	<p>Funnene indikerer at barn med lavere matematiske ferdigheter, målt ved TEMA-3, også viste en begrenset forståelse for grunnleggende begreper og manglende evne til å kategorisere eller klassifisere på et nivå som kan sammenlignes med sine mer matematiske dyktige jevnaldrende. Antyder at det å arbeide med grunnleggende begreper og tenkeferdigheter kan være avgjørende for utviklingen av tidlige regneferdigheter.</p>	<p>Ekskludert da den ikke sier om hvordan man kan jobbe med å fremme matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede barn.</p>
<p>B. E. Shelton M. A. Parlin</p> <p>USA, 2016</p>	<p>Teaching Math to Deaf/Hard-of-Hearing (DHH) Children Using Mobile Games: Outcomes with Student and Teacher Perspectives.</p>	<p>Undersøke bruken av mobile enheter innenfor utdanning – da gjennom et instruksjonsspill. Oppgavene var også tegnsatte av en avatar. Artikkelen skisserer perspektivene til døve og hørselshemmede som deltok i GeePerS*Math-prosjektet.</p>	<p>Designbasert forskning.</p> <p>USA: GeePerS*Math ble implementert på skoler for barn med hørselstap i tillegg til elever som var integrerte i det offentlige skolesystemet. 24 barn ble rekruttert i prosjektet, 10 barn fra 4. trinn, 13 fra 5.klasse og 1 barn i 6.klasse. Barna som deltok i prosjektet lå bak sin medelever når det kom til matematikkferdigheter. Hørselstapet til elevene fordelte seg slik: mildt (4), moderat (9, moderat til alvorlig (13), alvorlig (30) og dypt (43). 77 av elevene brukte høreapparat, 5 brukte CI og hos 18 var det ukjent om de brukte hørselstekniske hjelpemidler.</p> <p>Intervjuer og undersøkelser gir data fra den første implementeringen av teknologien i en miljømessig gyldig setting.</p>	<p>Barna som deltok i prosjektet lå bak sine jevnaldrende når det gjaldt matematikkferdigheter. Barnas sterkeste ferdigheter var innen addisjon og subtraksjon. Ferdigheter i multiplikasjon, brøk, algebra, desimaler og ordproblemer var svake før intervensjonen. Addisjon og subtraksjonsskåre forbedret seg ikke signifikant, selv om de økte med 1%. Deres ferdigheter i multiplikasjon, problemløsning og matematiske begreper forbedret seg signifikant i løpet av den korte perioden. En av de utilsiktede resultatene var at elevene veiledet hverandre, og leste teksten i spillet høyt mens de spilte. Barna selv rapporterte selv at de følte at de hadde lært noe av å spille.</p>	<p>Inkludert. Relevant for aldersgruppe og pedagogers arbeid.</p>
<p>P. Techaraungrong S. Suksakulchai W. Kaewprapan E. Murphy</p> <p>Thailand, 2017</p>	<p>The design and testing of multimedia for teaching arithmetic to deaf learners.</p>	<p>Design og teste multimedia (app – med oppgaver og døvetolk) for døve og hørselshemmede elever. Studien fokuserte på telling, addisjon og subtraksjon på 1. trinn i Thailand.</p>	<p>Designbasert forskning.</p> <p>Tre elever (to jenter og en gutt) var involvert i prototypetesten. 11 elever fra to døveskoler deltok i testingen av appen og når elevenes reaksjoner ble kartlagt. Syv spesialister innen multimedia, en programmerer og tre spesialister med mastergrad i spesialundervisning i matematikk. Lærerne til elevene ble inkludert i prosessen. Prosessen var iterativ med åtte trinn.</p>	<p>Resultatene viste at appen ikke bare var effektiv for å lære elevene å telle, addere og subtrahere, men den var også mer effektiv enn undervisning fra lærer i begge skolene. Unntaket var når det gjaldt telling på den ene skolen. Resultatene indikerer ikke hvorfor multimedia var mer effektivt, og det er ikke klart hvilke aspekter ved utformingen som var mer effektiv enn andre. Resultater fra intervjuene med elevene, antyder at de motiverende aspektene ved utformingen var knyttet til spill-karakterene. Flere av elevene identifiserte med seg med hovedkarakteren som var en gutt på samme alder som de selv.</p>	<p>Inkludert. Relevant for aldersgruppe og pedagogers arbeid.</p>

K. L. Kritzer Australia, 2012b	The Story of an Outlier: ..A Case Study of One Young Deaf Child and His Journey Towards Early Mathematical Competence.	Undersøke historien bak en ung døv elev som tidlig viste eksepsjonelle ferdigheter i matematikk, og hvordan hans individuelle egenskaper og familieegenskapene kan ha bidratt til hans suksess.	Kvalitativ design. Casestudie. Barnet som ble valgt ut til å delta i denne studien, var en del av en større studie som inkluderte 20 unge døve og hørselshemmede barn fra hele USA. Ingen av barna hadde tilleggs vansker. Som en av de sjeldne oppnådde dette barnet en poengsum to standardavvik høyere enn den nest høyeste poengsummen oppnådd i et forskningsprosjekt. Datainnsamlingen bestod av intervju med foreldre, en matematikkoppgave de skulle løse hjemme, naturlig observasjon og feltnotater.	Elevenes hjem var et miljø der utdanning ble verdsatt, og matematikk var en del av hverdagen. Hjemmemiljøet bestod av pedagogisk engasjerende aktiviteter. Selv når læringsmiljøet har ideelle forutsetninger for læring, er evnen til å dra nytte av omgivelsene noe som ligger på det individuelle planet. Eleven omfavnet utfordringer, hadde en naturlig nysgjerrighet, var knyttet til menneskene rundt seg, og søkte hjelp for å tilfredsstille nysgjerrigheten sin ved å stille spørsmål eller delta i aktiviteter. Han så heller ikke ut til å bry seg om han gjorde feil – da forsøkte han bare igjen.	Inkludert: Relevant for aldersgruppe og pedagogers arbeid.
S. Ingber S. Eden USA, 2011	Enhancing Sequential Time Perception and Storytelling Ability of Deaf and Hard of Hearing Children.	Forbedre tidsoppfatningen når det gjelder å sette noe i en bestemt orden og fortellerevnen hos små barn med hørselstap.	Kvantitativ design. Barna ble trent i å arrangere billedlige episoder og fortelle historiene de opprettet. 34 deltakere i alderen 4-7 år ble delt inn i to grupper basert på om deres talespråk var mer eller mindre enn ett år etter jernaldrene.	Signifikant forbedring i å sette en historie i en bestemt rekkefølge og historiefortelling. CI-brukere viste en større evne til historiefortelling enn elever som brukte høreapparat.	Ekskludert da den ikke sier om hvordan man kan jobbe med å fremme matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede barn.
H. Goker L. Ozaydin H. Tekedere Tyrkia, 2016	The Effectiveness and Usability of the Educational Software on Concept Education for Young Children with Impaired Hearing.	Se på effekten av pedagogisk programvare for å jobbe med følelser og motsatte begreper til små barn med hørselstap.	Kvantitativ design. 5 elever i alderen 4-7 år. Eksperimentelt design – videoer med emnebeskrivelser, spill som forsterker morsom og emnebasert læring, spørsmål og audiovisuelle tilbakemeldinger.	Funnene i studien antyder at programvaren som ble utarbeidet var ganske effektiv til å la hørselshemmede små barn lære motsatte begreper og følelser. Deltakerne var også i stand til å opprettholde begrepene som ble lært under vedlikeholdsfasen etter intervensjonen.	Ekskludert, da artikkelen i svært liten grad handler om matematikk.
J. M. Rodríguez-Santos M. Calleja J. Garcia-Orza M. Iza J. Damas Spania 2014	Quantity Processing in Deaf and Hard of Hearing Children.	Studien er rettet mot å verifisere, ved symbolske (arabiske sifre) og ikke-symbolske (prikk-konstellasjoner og hender) sammenligningsoppgaver, og om døve barn viser et underskudd i fremstillinger eller tilgang til numeriske fremstillinger.	Kvantitativ design. 10 døve barn og 10 normalt hørende. Responstid ble observert.	Døve barn viste en forsinkelse i responstid sammenlignet med hørende barn.	Ekskludert da den ikke sier om hvordan man kan jobbe med å fremme matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede barn.

<p>C. M. Pagliaro K. L. Kritzer</p> <p>USA, 2010</p>	<p>Learning to Learn: An Analysis of Early Learning Behaviours Demonstrated by Young Deaf/Hard-of-Hearing Children with High/Low Mathematics Ability.</p>	<p>Undersøke barns læringsatferd i hjemmet.</p>	<p>Kvalitativt design. Casestudie.</p> <p>Sammenligne tidlig læringsoppførsel til unge døve og hørselshemmede med gode matematiske ferdigheter (som definert av Test of Early Mathematics Ability 3). Observasjon i hjemmet til familiene til seks små døve barn.</p>	<p>Resultatene antyder en sammenheng mellom læringsatferd, formidling i hjemmet og tidlig matematiske ferdigheter.</p>	<p>Inkludert: Relevant for aldersgruppe og pedagogers arbeid.</p>
<p>R. Punch M. Hyde</p> <p>Australia, 2010</p>	<p>Children With Cochlear Implants in Australia: Educational Settings, Supports, and Outcomes.</p>	<p>Undersøke kommunikasjon, akademiske- og sosiale resultater av pediatrisk CI-implantasjon fra perspektivene til lærere som jobber med barn med cochleaimplantater.</p>	<p>Kvantitativt design.</p> <p>Barna var i alderen 1-18 år, og deltok i en rekke pedagogiske miljøer med tidlig innsats. 151 lærere fullførte en undersøkelse om barn med CI, og 15 av disse lærerne ble intervjuet.</p>	<p>Prestasjoner i lese- og skriveferdigheter, samt sosial utvikling var under klassens nivå.</p>	<p>Ekkludert, da artikkelen i svært liten grad handler om matematikk.</p>
<p>N. Adamo-Villani H. Dib</p> <p>USA, 2013</p>	<p>Evaluating Technology-Based Educational Interventions: A Review of Two Projects.</p>	<p>Diskutere nåværende evalueringsmetoder som brukes for å vurdere brukervennlighet, brukerglede og pedagogisk effekt av virtuelle læringsmiljøer og seriøse spill.</p>	<p>Review av to prosjekter.</p> <p>Beskriver evalueringene av to nylig utviklede prosjekter: et virtuelt læringsmiljø som benytter seg av en fantasy 3D-verden for å engasjere døve og hørende barn i matematikk- og naturfagsbaserte oppgaver, og et seriøst spill for studenter for læring av bærekraftige byggekonsepter.</p>	<p>Det mangler fortsatt en enhetlig tilnærming for å evaluere effekten av pedagogisk programvare.</p>	<p>Ekkludert da den ikke sier om hvordan man kan jobbe med å fremme matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede barn.</p>

4.1 Presentasjon av funn

4.1.1 Foreldrenes betydning

Litteratursøket i databasen ERIC resulterte i tre treff som begge omhandlet foreldrenes betydning når det gjelder å fremme matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede barn. Alle tre artiklene er skrevet på bakgrunn av kvalitativ forskningsmetode, og gir et innblikk i læringsatferder som fremmer og hemmer læring hos disse barna.

Kilder

Kritzer, K. L. (2012). The Story of an Outlier: ... A Case Study of One Young Deaf Child and His Journey Towards Early Mathematical Competence. *Deafness & Education International*, 14(2), 69-77.

Pagliaro, C. M, & Kritzer, K. L. (2010). Learning to Learn: An Analysis of Early Learning Behaviours Demonstrated by Young Deaf/Hard-of-Hearing Children with High/Low Mathematics Ability. *Deafness & Education International*, 12(2), 54-76.

Pagliaro, C. M. & Kritzer, K. L. (2013). The Math Gap: A Description of the Mathematics Performance of Preschool-aged Deaf/Hard-of-Hearing Children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18(2), 139-160.

Hensikt med studiene

Pagliaro & Kritzer (2010) påpeker at det i løpet av de siste tiårene har vært slik at døve og hørselshemmede presterer dårligere i matematikk enn sine hørende jevnaldrende. Dette gapet til jevnaldrende starter allerede før den formelle skolegangen begynner, og det var derfor sentralt å se på tidlige læringsmuligheter – spesielt i familie og hjemmemiljø. De påpeker imidlertid at det er begrenset forskning tilgjengelig for å dokumentere kvaliteten på de tidlige læringsopplevelsene hjemme hos døve og hørselshemmede barn, og også hvilken innvirkning dette har på matematikkinnlæring. Hensikten med denne studien var derfor å sammenligne tidlig læringsatferd hos barn som presterte godt i matematikk og barn som ikke gjorde det så bra i matematikk. I tillegg så man på medvirkende faktorer i hjemmemiljøet, for eksempel frekvensen og kvaliteten på formidlingen i hjemmet. Ifølge Pagliaro & Kritzer (2013) har det i flere tiår blitt funnet at hørselshemmede elever presterer dårligere i matematikk enn hørende. Det er imidlertid uklart nøyaktig når dette gapet til hørende begynner å gjøre seg synlig, og også innenfor hvilke områder i matematikken. Denne studien tar sikte på å beskrive matematikkprestasjonene til døve og hørselshemmede elever i førskolen.

Hensikten med studien til Kritzer (2012b) var imidlertid å undersøke historien til en ung døv elev som tidlig viste eksepsjonelle ferdigheter i matematikk, og de individuelle egenskapene i familien som kan ha bidratt til hans suksess. Ved bruk av kvalitative undersøkelser tok denne studien sikte på å identifisere faktorer som kan ha bidratt til barnets suksess i matematikk. Dette inkluderer familie, hjem og individuell læringsatferd som engasjement, tilpasningsdyktighet og utforskertrang.

Metode

Studien til Pagliaro & Kritzer (2010) var en utforskende case-studie. Utvalget i denne studien var seks barn og deres familier, og ble trukket ut fra et større utvalg på 28 barnehagebarn som var døve eller hørselshemmede. Alderen var 4-6 år. TEMA-3 (Test of

Early Mathematics Ability) ble administrert til alle deltakerne. På grunnlag av denne testen ble deltakerne delt inn i to grupper; en gruppe med elever som presterte bra i matematikk, og en gruppe som presterte dårlig. Dermed er elever som presterer bra og dårlig bare knyttet til barna som deltok i denne studien. Data ble samlet inn fra tre av barna i hver gruppe, og disse ble valgt ut tilfeldig. Av barna som tilhørte gruppen som presterte bra på TEMA-3, hadde samtlige ASL, amerikansk tegnspråk, som sitt primære språk i hjemmet. Ingen hørselstekniske hjelpemidler ble brukt av disse barna under datainnsamlingen. Ett av barna hadde hørende foreldre, mens de andre hadde døve foreldre. I gruppen som gjorde det dårlig på TEMA-3 var muntlig engelsk, med noe tegnstøtte, det primære språket brukt i hjemmene. Ett barn hadde CI, og to andre brukte høreapparater. Datainnsamlingen bestod av observasjon i hjemmet (ikke-deltakende). Læringsatferd, her definert som atferd, kommentarer og spørsmål som ble brukt for å tilegne seg kunnskap, ble kodet etter transkripsjon.

I studien til Pagliaro & Kritzer (2013) deltok 20 barn med hørselshemming. Også her benyttet de TEMA-3 i tillegg til PBT (Performance Based Tasks). Oppgavene var designet for å appellere til førskolebarn, og dermed involvere praktiske oppgaver og motiverende materialer – for eksempel bruk av farger, blokker, dukker og aktiviteter hvor man skulle bevege kroppen. Begrepet antall ble delt inn i underkategorier: telling, telle gjenstander, kardinalitet, mer/mindre, en-til-en korrespondanse, tallgjenkjenning, ordenstall, anslag med mer.

Barnet som ble valgt ut til å delta i studien til Kritzer (2012b) var en del av en større studie som inkluderte hørselshemmede barn fra hele USA. Også her ble TEMA-3 benyttet og administrert til deltakerne. Denne testen brukes for å evaluere forståelse av tallbegreper – nummerering, numeriske ferdigheter, sammenligninger, beregning, begreper og tallfakta. I denne studien skåret ett barn «veldig overlegent». Poengsummen var to standardavvik fra den nest høyeste poengsummen, og ble sett på som «outlier» og ikke vurdert for analyse. Datainnsamlingen i denne studien bestod av et intervju med moren, og foreldrene fikk også et matematisk orientert oppgave de skulle løse med barnet og hans søster. Det ble deretter foretatt en ikke-deltakende observasjon i hjemmet.

Resultater

Resultatene fra disse studiene viser at foreldres formidlingsatferd er av stor betydning. Studien til Pagliaro & Kritzer (2010) viste at hyppigheten av læringsatferd som hvert enkelt barn viste, var nesten dobbelt så hyppig for elevene som hadde prestert godt (heretter beskrevet som gruppe 1) på TEMA-3 sammenlignet med de som ikke gjorde det så bra (heretter beskrevet som gruppe 2). Gruppen med gode matematiske ferdigheter initierte til kommunikasjon, og hadde også større sannsynlighet for å bruke flere læringsatferder samtidig. Læringsatferden var også mer kompleks. Studien undersøkte også hvordan interaksjonen mellom barn og voksen var. Her ble det funnet at det var flere forekomster av formidling som støttet barna i gruppe 1 enn de i gruppe 2. Når barn i gruppe 1 innledet kommunikasjon svarte de voksne $\frac{3}{4}$ av tiden, sammenlignet med litt over halvparten av tiden for barn i gruppe 2. I tillegg hadde svarene fra formidlingen i gruppe 1 høyere kvalitet enn formidlingen til voksne i gruppe 2. Halvparten av de voksne i gruppe 1 ga også barnet en forklaring, mens andre stilte spørsmål. Voksne i gruppe 2 svarte ganske enkelt ikke i det hele tatt nesten halvparten av tiden. Svarene hadde også en tendens til å være begrensende for deres potensial til å utvide interaksjonen. Da barn i gruppe 1 stilte spørsmål for å få informasjon, svarte voksne 90% av tiden. Generelt sett

varte interaksjoner mellom barn og voksen i gruppe 1 over lengre tid, og inkluderte også høyere kvalitet på formidlingen. Oppsummert, sammenlignet med barn i gruppe 2, viste barn i gruppe 1 mer læringsatferd. De kobler læringsatferdene sammen og svarer på voksnes interaksjon med mer språklig dybde som igjen forbedrer og utvider interaksjonen. I tillegg pleide voksenformidlingen være hyppigere og av høyere kvalitet, noe som igjen kunne utvide og styrke interaksjonen med forklaringer og/eller spørsmål. Uformelle læringsopplevelser i det daglige er mindre tilgjengelige for barna i gruppe 2 - situasjoner som kan være avgjørende for å etablere grunnlaget for fremtidig formell matematikklæring. Pagliaro & Kritzer (ibid.) hevder imidlertid at voksne som samhandler med døve og hørselshemmede barn ikke kan bidra til tilfeldige lærings situasjoner i matematikk på samme nivå som foreldre til hørende barn.

Pagliaro & Kritzer (2013) fant i sin studie at 12 av 20 elever fikk skårer under gjennomsnittet, kun fem elever skårer over gjennomsnittet. Ni av 20 barn klarte ikke å fullføre de letteste oppgaven. Et eksempel på dette var at de ikke klarte å telle til fem fra hukommelsen. Over halvparten av oppgavene innenfor antall var enten ikke løst av barna eller de ble løst på en nivå under elevens alder. Området som var vanskeligst var estimering, og her var det bare ett barn som behersket oppgaven på sitt aldersnivå. Områder hvor barna viste styrker var telling av objekter, samt det å telle med ti om gangen. Her svarte mer enn 50% av barna riktig. Geometri var det sterkeste området for barna, og de viste særlig styrke i å matche former som var identiske eller bare forskjellige i størrelse. I problemløsningsoppgaver var det kun 7/20 som klarte oppgavene. Barna var spesielt svake når det kom til å utvide gjentatte mønstre, og sekvensering av hendelser (først, neste, deretter, siste). Området de viste styrke var matching av sokker og å sortere med to kjennetegn (rød og firkant). Til tross for studiens begrensninger, viser resultatene sterke bevis for at hørselshemmede elever har vansker i matematikk allerede før de starter den formelle skolegangen, og at denne svakheten i grunnleggende områder i matematikk kan være roten til dårlige prestasjoner i for eksempel beregning og problemløsning.

I studien til Kritzer (2012b) undersøkte man tidlige matematiske læringsmuligheter som barnet opplevde hjemme, og hvordan dette kan ha bidratt til at han utviklet sin matematiske evne. Studien undersøkte også de enkelte egenskapene han selv besitter, som også kan bidra til hans læringspotensiale. Barnet så ut til å ha en genuin interesse for antall, og han telte stadig tingene rundt i omgivelsene sine. Noen ganger målrettet, men av og til så det ut til at han gjorde dette bare for å telle. Han var rett og slett interessert i tall og telling. Totalt sett så han ut til å være et nysgjerrig barn, og det ble observert at han stilte mange spørsmål gjennom dagen, og han fikk mange svar. Elevens læringsatferd var mest synlig gjennom problemløsnings situasjonene han løste sammen med foreldrene sine. Han så ut til å like oppgaver som var utfordrende, og han var ivrig etter å prøve på nytt dersom han ikke lyktes den første gangen. Hans hjem var et miljø der utdanning ble verdsatt, noe som ble tydelig gjennom den typen læringsaktiviteter han og søsknene hans var engasjert i på observasjonsdagen – puslespill, regneark, gjennomgåelse av matematiske begreper og spill var en del av hverdagen. Moren så ut til å erkjenne verdien av naturlige og tilfeldige læringsmuligheter, og hun sa også at det er viktig å kaste ut ny informasjon, ord og interessante ting man ser – dette er eksponering, læring og oppmuntrer barna og gir de motivasjon. Som en del av den naturlige språkeksponeringen hjalp moren til å utvikle en forståelse mellom årsak og virkning, da hun brukte forklaringer hele tiden i det daglige. Også når hun ga instruksjoner, kom disse med en forklaring. Barnet ble oppfordret til å utforske forhold mellom årsak og virkning gjennom aktivitet.

Kritzer (2012b) påpeker at når man forteller historier om døve elever og deres faglige prestasjoner har fagfolk en tendens til å fokusere på det negative. Dessverre er det også en del negative nyheter å melde. Selv om det i stor grad forskes på leseferdigheter, går det ikke mye bedre med elever i matematikk. Det er mulig, på grunn av utfordringer knyttet til kommunikasjon, at naturlige læringssituasjoner ikke skjer automatisk hjemme hos enkelte døve og hørselshemmede barn. Da spesielt hos de med hørende foreldre. Ifølge Kritzer (ibid.) kan vansker med kommunikasjon ha en innvirkning på hvordan barna tilegner seg matematiske begreper, og at dette kan være en medvirkende faktor til at de skårer lavt i matematikk – allerede før den formelle utdanningen starter.

4.1.2 Pedagogisk programvare

Bruk av pedagogisk programvare er et område det har vært interesse for en stund, og to av studiene som er inkludert i denne oppgaven så på bruken av spill rettet mot døve og hørselshemmede. Disse to studiene beskrives som designbasert forskning, altså kvantitativ design. En studie så også på bruken av en interaktiv «Signing Math Dictionary», og ble også inkludert. Totalt fant jeg altså tre artikler som sa noe om pedagogisk programvare og elever med hørselshemming.

Kilder

Shelton, B. & Parlin, M. A. (2016). Teaching Math to Deaf/Hard-of-Hearing (DHH) Children Using Mobile Games: Outcomes with Student and Teacher Perspectives. *International Journal of Mobile and Blended Learning, Vol. 8, Iss. 1, (2016): 1-17.*

Techaraungrong, P., Suksakulchai, S., Kaewprapan, W. & Murphy, E. (2017). The design and testing of multimedia for teaching arithmetic to deaf learners. *Education and Information Technologies, 22(1), 215-237.*

Vesel, J. & Robillard, T. (2013). Teaching Mathematics Vocabulary with an Interactive Signing Math Dictionary. *Journal of Research on Technology in Education, 45(4), 361-389.*

Hensikt med studiene

Shelton & Parlin (2016) påpeker som mange andre at døve og hørselshemmede viser et betydelig gap i matematikkprestasjoner sammenlignet med hørende barn. De hevder videre at forskning på pedagogisk programvare er lovende, og at flere studier har funnet at bruk av mobile apper i klasserommet øker elevenes engasjement og forbedrer ytelsen. Det er også et middel for at elevene kan utforske og lære mer selvstendig. Prosjektet i denne artikkelen er en del av arbeidet med å teste disse teoriene gjennom implementeringen av den pedagogiske programvaren GeePerS*Math. Den iterative designen i dette prosjektet henter litteratur innen designforskning. Bakgrunnen for valget av design var gjort på grunnlag av at designerne måtte være klar over elevens behov som en del av en utviklingsprosess. Formålet til studien til Techaraungrong, Suksakulchai, Kaewprapan & Murphy (2017) var å designe og teste multimedia for døve og hørselshemmede elever. Denne studien fokuserte på telling, addisjon og subtraksjon, og ble testet i en 1. klasse i Thailand. De påpeker at multimedia har en potensielt signifikant rolle når det gjelder å forbedre tidlige matematikkferdigheter hos døve og hørselshemmede barn. De viser til Chen (2014) som påpeker at multimedia kan gi visuell stimulering som er den viktigste informasjonskilden for hørselshemmede elever, da visuell læring er deres primære læringskanal. Det er ikke bare det visuelle som gjør at

det er et effektivt verktøy, men også at det har potensialet for å motivere og skape tilfredshet.

I studien til Vesel & Robillard (2013) undersøkte man bruken av «Signing Math Dictionary» for å hjelpe døve og hørselshemmede elever med å få tilgang til ordforrådet som kreves for å mestre innholdet i matematikk som ligger til grunn for trinnet de går på. Bakgrunnen for dette var at døve og hørselshemmede ofte ikke har vellykkede læringsopplevelser i matematikk, og det er avgjørende at de har tilgang til instruksjonsmaterieell og ressurser via lærebøker, internett og elektroniske medier. Det er også viktig at elevene har tilgang til disse verktøyene utenfor klasserommet for at de skal kunne gjøre lekser, forberede seg og i tillegg kunne diskutere det de lærer med andre elever.

Metode

I studien til Shelton & Parlin (2016) ble 24 barn rekruttert til prosjektet; 10 fra 4. trinn, 13 fra 5. trinn og 1 barn fra 6. trinn. Barna som deltok i studien lå bak sine medelever når det kom til matematikkferdigheter. I dette prosjektet ble lærere og elever involvert tidlig i designprosessen. Denne involveringen økte effektiviteten når det pedagogiske verktøy ble bygd. Elevene ga spesielt verdifull innsikt i utformingen av spillet. De ga også veiledning om hvordan designet kunne hjelpe klassekameratene med å nå opplæringsmålene for øvelsen. Spillet GeePerS*Math ble implementert i et statlig nettverk av skoler for døve og blinde. Kommunikasjonsformer for disse elevene inkluderte både tegnspråk og muntlig språk. Elevene ble testet både før og etter implementeringen angående holdningene til matematikk, og hva de likte best med spillet. Lærerne ble også bedt om å rangere hvert enkelt barn i studien når det gjaldt matematiske ferdigheter både før og etter implementeringen. Techaraungrong et al. (2017) implementerte også pedagogisk programvare i en 1. klasse i Thailand. Testingen her gikk over en periode på 16 uker, der elevene vekslet mellom 2 og 3-ukers økter med en time spill hver dag, kontra 2-3 ukers økter på en time hver dag med en lærer. Syv spesialister deltok i utformingen av spillet, i tillegg til en programmerer, tre spesialister innen multimedia-design, tre spesialister med mastergrad i spesialundervisning i matematikk. I tillegg deltok en lærer som tegnspråktolk.

Vesel & Robillard (2013) sin studie inneholder åtte caser som gir et omfattende øyeblikksbilde av bruken av en tegnsatt matematikkordbok (SMD). Studien inkluderer totalt 39 deltakere – 8 lærere og 31 elever – fra 4.-8.trinn. Hver casestudie representerer et klasserom, og ble gjennomført på skoler for døve med erfarne lærere som aldri hadde brukt SMD tidligere. Studien gikk over tre perioder; første periode fokuserte på ordinær undervisning, en på implementeringen av SMD og den tredje på hvordan man kan bruke SMD for å lære matematiske begreper. I løpet av observasjonsperioden ble lærere og elever filmet, elevarbeid samlet inn og det ble også gjennomført uformelle samtaler med deltakerne. Data ble analysert fra disse kildene ved å utvikle en ordning for koding, og for å søk etter og identifisere mønstre.

Resultater

Resultater fra studien til Shelton & Parlin (2016) viser at barna rapporterte at de følte at de hadde lært noe av å spille. I den pedagogiske programvaren var det en tegnspråktolk-avatar, og barna som valgte å benytte denne så ut til å like spillet bedre. Det så også ut til at de forstod problemene bedre. Enkelte av barna syntes at spillet var vanskelig, og en av faktorene til dette kan være at bare spørsmålsdelen var tegnsatt, mens historier var

skrevet på et enkelt språk. Dette gjorde at barna slet med å forstå historien, og de prøvde ofte å bare hoppe videre til den delen de kunne forstå. Enkelte av barna hadde behov for hjelp kontinuerlig for å kunne spille. Etter hvert som barna ble bedre kjent med spillet, hadde de imidlertid mindre behov for hjelp. Barnas styrkeområder i matematikk var i addisjon og subtraksjon. Ferdighetene i multiplikasjon, divisjon, brøk, algebra, desimaler og problemløsning var i forkant av implementeringen sett på som svake, men dette forbedret seg i løpet av prosjektet til tross for den korte perioden av intervensjonen. Addisjon og subtraksjonsskårer forbedret seg ikke signifikant, selv om de økte med 1%.

Studien til Techaraungrong et al. (2017) hadde fokus på å bruke minimalt med tekst i oppgavene, dette for å redusere kognitiv belastning. Den eneste teksten i programmet var på hovedsakens tittel. Det var imidlertid ikke viktig å lese tittelen for selve læringen. Utformingen fokuserte på bruk av ikke-symboliske objekter i tillegg til tall. Disse objektene var kjente for barna og noe man som oftest fant hjemme. I tillegg ble informasjonen tegnsatt i høyre hjørne. Selve spillet bestod av en gutt på samme alder som de som ble testet. Historiene i spillet brukte animerte bilder for å fortelle om det daglige livet til gutten, og det ble gitt oppgaver ut fra dette. Resultatene viser at det ble signifikante forskjeller i telling, addisjon og subtraksjon. Etertesten viste at skårene var høyere enn testresultatene i testen før intervensjonen. Læring ved hjelp av lærer viste ingen signifikant forskjell. Barna selv beskrev spillet som motiverende og morsomt. Barna uttrykte også en takknemlighet for det faktum at spillet representerte noe nytt for dem. De likte også muligheten til å lære et nytt sted utenfor klasserommet. Flere av elevene sa også at de identifiserte seg med karakteren i spillet. Når det gjelder forståelse uttrykte mange, med unntak av to barn, at de forstod innholdet lett. Flere svarte også at de forstod hvordan de kunne telle på fingrene ved hjelp av appen, og at det var positivt at de kunne sitte med programvare på egenhånd. En trakk fram muligheten til å se på det samme om igjen om han ville.

Studien til Vesel & Robillard (2013) bestod av tre forskningsspørsmål. Det første spørsmålet så på hvordan ordinær matematikkundervisning uten bruk av SMD så ut. Undervisningen bestod gjerne av oppgaveark, spill, internettsider, tekstbøker. Metodene bestod av klasseundervisning, individuelle instruksjoner, arbeid i grupper med og uten lærerstøtte, alene eller i par. Andre forskningsspørsmål så på hvordan lærere integrerer SMD i læringen av matematiske begreper. Forskerne så at lærere som brukte SMD for første gang, utviklet måter for å effektivt integrere det i undervisningen av matematiske begreper. De fant også effektive måter å integrere metoden i forberedelse til prøver. For å oppnå dette brukte de SMD i kombinasjon med interaktive tavler for å introdusere nye matematiske begreper til hele klassen, eller for å gjennomgå begreper som tidligere hadde blitt introdusert eller lært. Avhengig av teknologien jobbet også elevene individuelt eller i små grupper på datalab, eller individuelt på bærbare maskiner i klasserommet. Siste forskningsspørsmål så på fordelene med å bruke SMD, og resultater viste at økt tilgang til matematiske begreper ser ut til å ha betydelig forskjell for døve og hørselshemmede som bruker tegnspråk som primære kommunikasjonsmåte. Tradisjonelle matematikkbøker inneholder ofte definisjoner på engelsk tekst som er for kompliserte for denne gruppen, da mange ikke har leseferdighetene som kreves. Ved bruk av SMD, så det ut til at elevene kunne finne begrepene og at de kunne bruke ordboken for å løse problemer. SMD økte også nivået av selvstendighet, da elevene så på en definisjon om igjen så ofte de ønsket, uten lærerinnblanding, helt til de trodde de forstod hva begrepet betydde. Dette kan resultere i at elevene jobber mer selvstendig. Elevenes første reaksjon på at det var en tegnspråk-avatar var at det var fascinerende,

og at det var positivt at dette var en teknologi skapt kun for denne gruppen elever. SMD viste seg også å gi tilgang til standardiserte tegn. Lærere kan sjekke SMD for å lære tegn som de er usikre på eller for å kontrollere nøyaktigheten av tegnene de har brukt. Bruk av SMD kan således brukes for å hjelpe til med standardiseringen av tegn som brukes i klasserommet på tvers av nasjonen.

4.1.3 Bruk av strategier

En av studiene tok også for seg bruken av amerikansk tegnspråk, og om dette kan hjelpe døve og hørselshemmede når det kommer til problemløsning. Artikkelen beskriver også ulike strategier for problemløsning, og jeg har derfor valgt å beskrive disse nærmere under overskriften «Hensikt med studien og teoretisk grunnlag».

Kilder

Pagliaro, C. M. & Ansell, E. (2012). Deaf and Hard of Hearing Students' Problem-Solving Strategies With Signed Arithmetic Story Problems. *American Annals of the Deaf (Washington, D.C. 1886)*, 156(5), 438-458.

Hensikten med studien og teoretisk grunnlag

Pagliaro & Ansell (2012) sin studie fokuserte på bruken av amerikansk tegnspråk (ASL), og om tegnspråk kan hjelpe døve og hørselshemmede elever med problemløsning i matematikk. Studien så på hvilke strategier elevene brukte (modellering, telling eller faktabaserte strategier), hva progresjonen var i strategiene, hvilke strategier som er vellykkede samt hvordan bruken av strategier hos døve og hørselshemmede skiller seg fra hørende barn i tilsvarende parallelle studier. Studien i matematikkutdanning viser at når grunnskoleelever får velge, bruker de tre strategityper til å løse aritmetiske historieproblemer. A) modellering, b) telling og c) faktabaserte strategier. Hver av disse strategiene beskrives kort nedenfor i forhold til implikasjonene for typer problemer barn som brukes disse strategiene har en tendens til å være i stand til å løse. Et barn som bruker en *modellingsstrategi* vil representere hvert tall i problemet i sekvenser og handle med tanke på mengder i henhold til forholdet som er avbildet i problemet, men bare holde rede på en mengde om gangen. På grunn av denne sekvensielle tilnærmingen, er barn som direkte modellerer problemer generelt ikke i stand til å løse problemer hvor starten av problemet er ukjent, og det kan også være utfordrende å sammenligne problemer. Problemstillinger som ikke eksplisitt indikerer en løsningshandling er også utfordrende. I motsetning til modellering, der alle mengder og handlinger er representert, vil et barn som benytter *tellestrategier* bruke en mengde innen problemet som utgangspunkt. Dette uten at barnet nødvendigvis representerer det fysiske. Tellestrategier krever noen form for dobbelt-telling for samtidig å holde oversikt over hvor mye som er talt opp og når man skal slutte å telle i sekvensen. Her kan barnet både klare å telle fremover i en sekvens, i tillegg til å kunne telle bakover ut fra hvor mye som er talt opp. Tellestrategien innebærer også en oppfatning av nummer som deler og helheter. Strategien innebærer også en forståelse av det omvendte forholdet mellom addisjon og subtraksjon. Barn som bruker tellestrategier viser mer sofistikerte telleferdigheter og begreper om antall.

Faktabaserte strategier innebærer en gjenkalling av info der fakta er kjent, og avledet – og at nødvendige fakta indirekte trekkes fra gjenkallingen av andre kjente fakta. Avledede fakta er for eksempel basert på en kunnskap om dobling (jeg vet at 5 pluss 5 er 10, og 1 til er 11. Så 5 pluss 6 tilsvarer 11). Barn lærer fakta gjennom problemløsning slik at et barn som bruker modellering eller telling kan, avhengig av tallkombinasjonen i

et gitt problem, bruke en faktabasert strategi. Ifølge Pagliaro & Ansell (2012) vil barn etter hvert overveiende bruke faktabaserte strategier. Deres evne til å gjøre det, avhenger imidlertid av deres utvidede forståelse av tallforhold. Studier av hørselshemmede barn viser at de generelt flytter seg fra modellering i barnehagen til å telle i første klasse, og til slutt benytte faktabaserte strategier. Barn kan bruke både modellering og tellestrategier i en tid, ofte avhengig av problemet og dets handling. Strategitypene kan også være beskrevet som å endre seg fra mindre til mer abstrakt, med modellering som minst abstrakt og faktabasert som mest abstrakt. Generelt har barn en tendens til å bruk mindre abstrakte strategier før mer abstrakte strategier, avhengig av deres forståelse for det gitte problemet. Ifølge Pagliaro & Ansell (2012) benytter døve og hørselshemmede barn samme problemløsningsstrategier som sine hørende medelever, men at disse gjør seg synlig senere i alder. Dette antyder at det er en mulig forsinkelse i elevenes problemløsningsstrategier.

Metode

I studien til Pagliaro & Ansell (2012) deltok 232 barn fra 9 skoler. Barna ble utfordret med ni ulike problemløsningsoppgaver, og disse ble vist av en døvetoalk via video. Fire døvetoalk hadde i forkant samarbeidet om å oversette problemløsningsoppgavene fra engelsk og til ASL. Løsningene på de ni problemene ble kodet for korrekthet og hvilken strategi barna benyttet. De avkodet også om det var en såkalt levedyktig strategi – altså om det er en strategi som er hensiktsmessig for å løse et spesifikt problem og at den er fri for systematiske feil.

Resultat

Resultatene fra Pagliaro og Ansell (2012) sin studie viser først av alt at elevene benyttet i hovedsak tellestrategier i alle oppgaver for å løse problemene de stod ovenfor. Disse strategiene ble også brukt når de var mindre pålitelige – dvs. at de hadde en mindre sannsynlighet for å være hensiktsmessige eller levedyktige strategier for løsningen av problemet. Bruken av modelleringsstrategier økte i andre klasse, mens bruken av tellestrategier gikk ned i tredje og etter dette. Faktabaserte strategier ble lite brukt, og modelleringsstrategier ble brukt noe – spesielt i vanskeligere problemer. Resultater i denne studien viste at de som løste problemene på en bedre måte var eldre enn de som gjorde det dårligere på problemløsningsoppgavene. De som løste oppgavene på en god måte, brukte i større grad modelleringsstrategier enn de mindre vellykkede problemløserne. Samlet sett hadde de vellykkede problemløserne omtrent dobbelt så stor sannsynlighet for å benytte modelleringsstrategier som de mindre vellykkede problemløserne.

5 DISKUSJON

Som tidligere nevnt viser flere studier at døve og hørselshemmede barns matematiske ferdigheter peker i retning av at det er en forsinkelse sammenlignet med deres hørende jevnaldrende (Frostad, 1998; Gustafsson et al., 2007; Hendar, 2012, Pagliaro & Kritzer, 2010). Geometri har vist seg å være et av styrkeområdene til døve elever, og elevene klarer seg også bedre i tester med romlige oppgaver (Gustafsson et al., 2007). Nunes (2004) hevder at hørselshemmede elever presterer dårligere på grunn av språkutfordringer i matematikk, og Gustafsson et al. (2007) hevder at elevene møter vansker når de møter på regnestykker med mye tekst da dette avhenger av leseferdigheter og språklig kompetanse. Problemløsning kan derfor trekkes frem som en utfordrende oppgave for døve og hørselshemmede barn da dette krever et velutviklet indre språk. Her hevder imidlertid Frostad (1998) at det er viktig at elevene deltar i aktiviteter som utvikler til autonomi, altså at elevene blir utfordret ut over det de allerede mestrer. Grønlie (2005) hevder blant annet at døves indre tale er bilder organisert simultant, og av denne grunn må døve og hørende ta i bruk ulike hukommelsesstrategier. Frostad (1998) påpeker også at en nøkkel til å hjelpe elevene til å bli indre motiverte for matematikkfaget, er å se på opplæringsmiljøet og legge til rette for at elevene skal få en følelse for selvbestemmelse og behovet for følelse av kompetanse. Så hva sier egentlig de siste 10 års forskning om hvordan man kan fremme matematiske ferdigheter hos hørselshemmede barn?

5.1 Foreldrenes betydning

Forskning på døve og hørselshemmede elever de siste tiårene viser at elevene presterer dårligere i matematikk enn sine hørende jevnaldrende. I sin forskningsartikkel påpeker Pagliaro & Kritzer (2013) at dette gapet til jevnaldrende starter allerede før den formelle skolegangen starter, og at det derfor er sentralt å se på familie og hjemmemiljø. Kritzer (2012b) så også på historien til en døv elev som viste eksepsjonelle ferdigheter i matematikk, og egenskapene i familien som kan ha bidratt til hans suksess. Spørsmålet om hvor «matematikk-gapet» kommer fra, og hvilke mulige implikasjoner det har for akademiske prestasjoner har blitt forsket på. Studien til Pagliaro & Kritzer (2013) viser at døve og hørselshemmede presterer dårligere i matematikk i førskoleårene. Data fra TEMA-3 indikerer også at halvparten av barna testet under gjennomsnittet, noe som vil si at allerede før skolestart viser det seg vansker innenfor grunnleggende områder i matematikk. Da spesielt når det gjelder antall og problemløsning. Studien gir ytterligere informasjon som tidligere har manglet om døve og hørselshemmede barns prestasjoner i matematikk. Funnene viser ikke bare styrkeområder som geometri og svakheter når det kommer til problemløsning og måling, men indikerer også nivået på deres forståelse innenfor andre områder – mønstre, resonnering, algebra, antall og underområder av disse. Denne informasjonen kan gi mer spesifikke indikatorer på hull i matematiske ferdigheter. Gitt at forståelsen av tidlige matematiske begreper, spesielt innenfor antall, har vært linket til senere akademiske prestasjoner, kan denne informasjonen ha signifikante implikasjoner for hørselshemmedes akademiske suksess. Kanskje kan denne informasjonen være til veiledning for fagfolk og foreldre. Funnene i denne studien viser også at døve og hørselshemmede ligger omtrent to år etter når det gjelder telling, allerede på førskolen. Denne forsinkelsen kan utvilsomt føre til forsinkelser innenfor

andre områder i matematikk. Selv om resultatene her ikke svarer på hvorfor døve og hørselshemmede har vansker med å lære matematiske begreper, er det en mulighet for det faktum at utviklingen i matematikk har blitt hindret av fraværende læringsmuligheter.

Ifølge Pagliaro & Kritzer (2013) opplever døve og hørselshemmede elever begrensede opplevelser og redusert evne til å få tilgang til tilfeldig læring. Dette kan være på grunn av mangel på forståelse av foreldrene, eller at matematikk «ikke er like viktig som språk». Dette vil igjen føre til at barna presterer dårligere. Foreldre som har en naturlig «læringsatferd», det vil si fokusering av oppmerksomhet, stiller spørsmål, knytter nåtid til fortid og fremtidige hendelser, og bruker dette i det naturlige samspillet til barna – dette er foreldre som også i større grad er i stand til å gjøre barna engasjerte i læringen og som også gjør at barna viser en relativt høyere matematisk evne enn de foreldrene som ikke gjør det. I hovedsak skjer dette gjennom foreldrenes modellering og formidling. Det finnes flere studier som viser betydningen av at foreldre involverer seg i barnas tidlige matematikklæring. Ifølge Pagliaro & Kritzer (2010) er det begrenset forskning tilgjengelig som dokumenterer kvaliteten på de tidlige læringsopplevelsene hjemme hos døve og hørselshemmede barn og deres innvirkning på matematikkinnlæring. Funnene i deres studie påpeker imidlertid på at uformelle læringsopplevelser er mindre tilgjengelige for disse barna, noe som kan være avgjørende for å etablere grunnlaget for fremtidig formell matematikklæringen. Pagliaro & Kritzer (2010) fant en klar forskjell i mengde og kvalitet på læringsatferden i hjemmet til deltakerne i studien. Barn med høyere matematiske evner, viste også mer læringsatferd av en høyere kvalitet enn de med lavere matematiske evner. På samme måte var de med høyere matematiske evner omgitt av voksne som formidlet læring oftere og på en mer kognitivt utfordrende måte. I tillegg var disse barna i stand til å samle informasjon på flere måter. De kunne starte kommunikasjon, og dermed ha et aktivt engasjement i miljøet – de stilte ulike typer spørsmål, og viste evnen til å endre spørsmålstyper for å få den informasjonen de ønsker. Foreldrene til disse barna ga ikke bare et svar, men de oppfordret også barna til å se forbindelser og sammenligne med tidligere erfaringer.

Kommunikasjonsmåtene mellom barn og voksne i denne studien, spilte naturligvis en stor rolle for resultatene. Det kan imidlertid ikke sies å være den eneste løsningen på forsinkelsen man ser i prestasjonene i matematikk til døve og hørselshemmede. Pagliaro & Kritzer (2010) påpeker at det å ha et fokus på formidling av begreper, og en fokusert innsats på å inkludere grunnleggende matematiske begreper i daglige rutiner er essensielt. Det at den voksne inkluderer barnet i tidsbegreper og sammenligninger under vanlige daglige interaksjoner kan etablere et naturlig grunnlag for forståelsen av disse. Dette kan igjen føre til større evne til å løse problemer og tenke logisk. Pagliaro & Kritzer (2010) trekker frem at foreldreprogrammer bør inkludere hvordan man kommuniserer med sine barn, men også hvordan man kan engasjere og forbedre barnets positive læringsatferd og fremme interesse for læring. Voksne bør oppfordres til å forklare, sammenligne, stille spørsmål og inkludere tidsreferanser i sine naturlige samtaler med sine barn. Foreldrene bør også oppfordre barna til å gjøre det samme. Likeledes bør lærere til døve og hørselshemmede oppmuntres til å engasjere elevene i meningsfull samhandling som bygger på begrepstrening og tenkeferdigheter. Med tanke på at Grønmo & Throndsen (2006) påpeker at det er påvist en sammenheng mellom elevenes egen tiltro til egen mestring og innsatsen, utholdenheten og engasjementet eleven viser i ulike lærings situasjoner, blir det sentralt at man som lærer legger opp til varierte oppgaver som kan både utfordre og engasjere elevene. Ved å legge til rette for oppgaver som eleven kan mestre, kan læreren som Wiedemann & Gradovski (2014) påpeker – gi

eleven nødvendig motivasjon i skolearbeidet. Når elevene møter utfordringer som er tilpasset dem og som er utfordrende nok til at elevene utvikler ferdigheter, må man hele tiden balansere slik at eleven utfordres og ikke så mye at eleven gir opp.

I sin studie oppfordrer Pagliaro & Kritzer (2010) lærere til å eksemplifisere god læringsatferd og å utvide kommunikative interaksjoner med elever ved å bruke spørsmål for å stimulere tenkning. Ved å bruke matematisk språk i disse interaksjonene og å gi mer spesifikk ros (ikke bare si hva som er bra, men hva som gjorde løsningen bra) hjelper man elevene videre. Dermed modellerer man ikke bare forklaringen, men man stimulerer også til videre tenkning og utforskning av problemet. Aktiv problemløsning bør danne grunnlaget for instruksjon, snarere enn passive læringssituasjoner der man får instruksjon fra lærer. Lærere anbefales å benytte seg av naturlige læringsmuligheter for matematikk gjennom dagen, og dette gir erfaringer for utvikling av begreper knyttet til virkelige situasjoner. Dette støttes av Grønmo & Throndsen (2006) som påpeker at læring er en aktiv prosess som også krever en innsats fra den som skal lære. Kunnskapsløftet 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2020b) påpeker også at elevene tidlig må få et godt tallbegrep og få utvikle regnestrategier. Også den Overordnede delen av læreplanen påpeker at selv om elevene legger i en stor innsats og bruker ulike læringsstrategier, vil enkelte elever fortsatt ha utfordringer med å lære. Det anbefales en bred tilnærming for å hjelpe elevene til å utvikle evnen til livslang læring hos alle elever.

Betydningen av naturlige læringssituasjoner bekreftes også i Kritzer sin studie fra 2012, noe som bekreftes av flere forskere som jeg har vist til tidligere i oppgaven (Grønlie, 2009; Wennberg et al., 2011). Som en av de sjeldne oppnådde barnet som er beskrevet i studien en poengsum som var to standardavvik høyere enn den nest høyeste poengsummen i studien. Funn fra denne studien indikerer at det er verdt å undersøke historien bak slike eksepsjonelle tilfeller og at det er flere faktorer som mest sannsynlig vil føre til suksess. Når man hører historier om døve og hørselshemmede elever og deres faglige prestasjoner, er det en overvekt av studier som fokuserer på vanskene. Dessverre er det også slik at det er flest negative nyheter å melde. Kritzer (2012b) påpeker at det var flere kjennetegn ved barnets læringsmiljø som har bidratt til barnets matematiske kompetanse. I motsetning til mange døve barn, hadde han åpen tilgang til kommunikasjonen rundt han. Hjemmemiljøet hans var tilrettelagt for læringsmuligheter, og han hadde mye familiestøtte i to foreldre og besteforeldre som oppmuntret han til å engasjere seg i verden rundt seg, fremfor å sitte på tv eller data. Hans hjemmemiljø var fylt av pedagogisk engasjerende aktiviteter. Det er imidlertid viktig å trekke frem at selv om hans miljø kan ha bidratt til disse gode matematiske prestasjonene, nådde ikke andre barn samme prestasjonsnivå – selv om de også kom fra døve familier. Selv når læringsmiljøet har ideelle forutsetninger for læring, er evnen til å dra nytte av omgivelsene noe som ligger individuelt. Eleven i denne studien omfavnet utfordringer, hadde en naturlig nysgjerrighet og var knyttet til menneskene rundt seg. Han søkte hjelp for å tilfredsstillte nysgjerrigheten ved å stille spørsmål eller delta i aktiviteter. Det så heller ikke ut som han brydde seg om at han gjorde feil – da forsøkte han bare igjen. Dette støttes av forskningen Frostad (1998) gjorde på norske elever. Han fant at om man skal fremme elevenes indre motivasjon for matematikkfaget, er det vesentlig at man tilrettelegger et opplæringsmiljø som tar sikte på å tilfredsstillte behovet for følelse av selvbestemmelse og at barnet selv føler et behov for følelse av kompetanse. Frostad (2000) påpeker også at selvstendighet – altså selvsikkerhet, uavhengighet, kreativitet, deltakelse i diskusjoner er sterke prediktorer for prestasjoner i matematikk. Barnet som ble beskrevet i studien til Kritzer (2012b) innehar utvilsomt disse egenskapene. Eleven Kritzer (2012b) beskriver, har utvilsomt et hjemmemiljø som tilrettelegger for

læringssituasjoner gjennom hele dagen. Nunes (2004) påpeker at det er sentralt at døve får systematisk undervisning i begreper som hørende barn kan lære uformelt. Hørende kan være i situasjoner der de tilfeldigvis plukker opp informasjon fra for eksempel gruppearbeid i klasserommet. I hjemmet blir det derfor sentralt at foreldrene også legger til rette for å inkludere barna i læringssituasjoner, da hørselshemmede barn opplever begrensede opplevelser og redusert evne til å få tilgang til tilfeldig læring. I skolen vil det, slik Frostad (2000) påpeker, være sentralt å legge til rette for indre motivasjon for matematikkfaget på en måte hvor miljømessige faktorer kan bidra til å utvikle personlighetsegenskaper.

5.2 Pedagogisk programvare

Bruken av pedagogisk programvare i skolen er et område det stadig blir mer interesse for, også innenfor delpopulasjoner av elever. Dette inkluderer døve og hørselshemmede. Shelton & Parlin (2016) fant i sin studie at elevene selv rapporterte at de ble flinkere til å lese når de skulle løse matematiske problemer. Dette er oppmuntrende. Som nevnt tidligere, mener Frostad & Ahlberg (1999) at leseforståelse er viktig for å løse aritmetiske problemer gitt som tekstoppgaver, men likeså viktig er forståelsen av problemstrukturen. De oppfordret også til at elever bør jobbe med oppgaver i et format der svak leseforståelse ikke representerer en begrensning i forhold til å reflektere over relasjonene i problemet. I spillet GeePerS*Math spilte imidlertid tegnspråkavataren en viktig rolle. Barna som benyttet avataren så ut til å like spillet bedre, og de forstod også problemene bedre. Leseferdighetene ble derfor ikke av like stor betydning som i for eksempel tekstoppgaver. En av faktorene som gjorde spillet vanskelig, var at bare spørsmålsdelen var tegnsatt, og historiene i spillet var skrevet med enkelt språk. Barna som slet med å forstå historien, prøvde ofte bare å hoppe videre til den delen de kunne forstå. Dette er i tråd med det Gustafsson et al. (2007) påpeker nemlig at det er når det opptrer regnestykker med mye tekst som krever høy grad av logisk abstrakt tenkning at prestasjonen til elevene vil avhenge av leseferdigheter. Et av de utilsiktede resultatene forskerne observerte i denne studien, var at elevene veiledet hverandre ved å lese teksten i spillet høyt mens de spilte. Shelton & Parlin (2016) påpeker at et spennende aspekt ved dette prosjektet er dets potensielle bidrag til kunnskap i feltet av undervisning av hørselshemmede elever, men kanskje spesielt knyttet til praksis. Ved å bruke strategiene og teknologien som utvikles, kan man gjerne forvente at flere hørselshemmede barn vil lykkes med å oppnå viktige milepæler i matematikk, noe som igjen vil forbedre sjansene for at disse elevene skal klare seg bedre i matematikkfaget.

Flere har forsket på bruk av pedagogisk programvare og hørselshemmede elever, og Techaraungrong, Suksakulchai, Keawprapan & Murphy (2017) undersøkte i sin studie hvordan man kan bruke multimedia for å undervise i aritmetikk for de yngste elevene i skolen – i denne studien elever på 7 år. Som mange andre studier har vist, påpeker også Techaraungrong et al. (ibid.) at hørselshemmede elever vanligvis viser et etterslep i matematikk sammenlignet med sine hørende jevnaldrende. Tidlig innsats trekkes frem som en viktig faktor for å ta tak i disse vanskene. De påpeker også at prinsipper for utvikling av multimedia fremhever rollen som fortellingen har – tekst, stemme og lyd. Dette er ikke det viktigste for hørselshemmede elever – de har snarere et behov for visualisering. I motsetning til tegnspråkavataren i studien til Shelton & Parlin (2016) hadde dette spillet en tegnspråktolk som dukket opp på skjermen slik at det ikke kolliderte med det som foregikk i spillet – hun dukket opp i starten og i introduksjonen av oppgaver. Hun viste også fingertelling etter hver sekvens av telling, addisjon eller subtraksjon. Dette førte til at elevene ikke måtte dele oppmerksomheten sin mellom det

visuelle innholdet i spillet og tolken. Tall dukket kun opp på slutten av en beregning. Et interessant funn i denne studien var at multimedia ikke bare viste seg å være effektivt for å lære elevene å telle, addere og subtrahere. Spillet viste seg også å være mer effektivt enn læreren! Resultatene indikerer ikke hvorfor spillet var mer effektivt enn lærere, og det er ikke klart hvilke aspekter ved utformingen som var mer effektive enn andre. Forskerne foreslår at det kan være fraværet av tekst og bruk av ikke-symboliske objekter. Elevenes evne til å kontrollere tempoet selv og motivasjon for spillet trekkes også frem som mulige faktorer. Techaraungrong et al. (ibid.) viser til resultater fra intervjuene som antyder at de motiverende aspektene ved utformingen var knyttet til karakterene – gutten og hans mor. Disse motivasjonsfaktorene kan være relevante i arbeidet med unge elever, da elevene føler en sterk tilknytning til mor.

Vesel & Robillard (2013) undersøkte bruken av «Signing Math Dictionary», med mål om at hørselshemmede elever skal få bedre tilgang til ordforrådet som kreves for å mestre innholdet i matematikk på sitt trinn. SMD så ut til å bidra til å gi elever tilgang til et større ordforråd i matematikk på sitt eget språk. En slik tilgang kan gjøre det mulig for denne gruppen å jobbe mer selvstendig, da de utvikler et teknisk matematisk vokabular. Dette kan igjen føre til at lærerne har mer tid til å fokusere på ulike tema innenfor matematikk. Verdien av å jobbe selvstendig, fant også Frostad (1998) i sin studie. Han fant at selvstendighet viste seg å være en viktig komponent for å forklare prestasjoner i matematikk hos hørselshemmede barn. Hvis elevene skal bli gode problemløsere i matematikk, krever dette også at de deltar i aktiviteter som utvikler autonomi. Ved å ta i bruk en interaktiv ordbok, kan individuelt arbeid fremmes for et bredt spekter av elever med varierende hørselstap og læringsutfordringer. Avatarteknologien så ut til å motivere elevene, og økte deres nysgjerrighet og interesse for matematikk. Teknologien gir også lærere og tolker en tilgang til et sett av standardiserte tegn for matematiske begreper – begreper som de kanskje ikke umiddelbart husker og kan integreres i undervisningen.

5.3 Bruk av strategier

Som nevnt tidligere, omfatter kjerneelementet *matematiske kunnskapsområder* i Kunnskapsløftet 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2020b) både tall og tallforståelse, algebra, funksjoner, geometri, statistikk og sannsynlighet. Det trekkes også frem at elevene tidlig må få et tallbegreper og få utvikle varierte regnestrategier. Som i tidligere studier (Frostad, 1998) fant også Pagliaro & Ansell (2012) at døve og hørselshemmede elever tar i bruk de samme løsningsstrategiene som hørende elever. Funnene i denne studien reiser imidlertid spørsmål om dataene indikerer en forsinkelse i strategibruk hos disse elevene, eller om det kan være et bevis på at elevene følger et helt annen utviklingsmønster. En forsinkelse innebærer at samme utviklingsmønster eksisterer for døve og hørselshemmede som for hørende elever, men at utviklingsmønstrene forekommer på et senere tidspunkt i tid. Forskerne forventet opprinnelig, som for hørende, at døve og hørselshemmede bruker mer konkrete strategier som modellering på yngre trinn, og at de etter hvert øker bruken av mer abstrakte strategier som telling etter hvert som de blir eldre. Dette var imidlertid ikke tilfellet her – tellestrategier ble redusert etter hvert som barna gikk oppover i klassetrinnene. Bruken av modelleringsstrategier økte likeledes etter hvert som barna ble eldre. Faktabaserte strategier ble brukt minimalt. Funnene i denne studien viser at elever som bruker amerikansk tegnspråk kan følge en annen progresjon når det kommer til tellestrategier – altså strategiene som er de første de bruker, og at de fortsetter gjennom de første årene på skolen. Progresjonen kan da være følgende: telling til modellering/telling til faktabasert/telling. Enkelheten av telling trekkes frem som en faktor som kan være

Årsaken til at strategiene blir brukt av døve og hørselshemmede elever. Dette er interessante funn, da Frostad & Ahlberg (1996, i Simonsen et al., 2010) fant at i tillegg til strategier som er kjent fra forskning på hørende barn, benyttet elevene kombinasjoner av tale, tegn og fingre som konkrete representasjoner. Pagliaro & Ansell (2012) påpeker imidlertid at siden amerikansk tegnspråk er manuelt, kan barna holde forskjellige tall på hver sin hånd, noe som kan være en hjelp i løsningsstrategiene. Siden tegnspråk «sitter i hendene», kan døve og hørselshemmede elever ha en fortrinn i starten av skoleløpet – tallene er jo tilstede foran de hele tiden. Barna i studien benyttet kardinalaspektet i noen av talltegnene til tegnspråket, og de byttet mellom å bruke tegnet for tallet og hevede fingre som manipulativer. På samme måte fant Frostad & Ahlberg (1996, i Simonsen et al., 2010) i sin studie bevis for antyder at både analoge representasjoner så vel som norsk tegnspråk og muntlig språk kan lette tallforståelse for hørselshemmede.

Ifølge Pagliaro & Ansell (2012) antydes det ofte at det er en veldig tradisjonell tilnærming til matematikk hos døve og hørselshemmede som inkluderer direkte instruksjon og memorisering. Dette fremfor begrepsopplæring, der problemløsning fremmer både utvikling og bruk av et høyere nivå av kognitive og kritiske tenkeevner. Det kan da være at lærere fremmer læring av prosedyrer i matematikk uten å først jobbe med begreper og forståelse av disse. Balansen mellom den prosedurale kunnskapen og den konseptuelle kunnskapen gjør at elevene oppnår funksjonelle ferdigheter i matematikk. En overvekt på den prosedurale kunnskapen gjør at elevene kanskje ikke for en forståelse for viktige matematiske prinsipper og sammenhenger. Pagliaro & Ansell (2012) hevder også at selv om lærere ellers er dyktige, er de kanskje ikke klare over behovet for å jobbe mer med strategier innen problemløsning, og de har kanskje ikke tillit eller kunnskapsgrunnlaget som er nødvendig for å veilede elevene i deres utvikling av matematiske begreper og i problemløsning. Som nevnt i teoridelen, fant Frostad & Ahlberg (1999) at elever som oppfattet oppgaver de ble gitt som tall og prosedyrer, heller ikke hadde en forståelse av sammenhengen mellom delene og helheten i oppgavene. Dette førte til at de heller ikke gikk inn i selve problemet de skulle løse. Det var imidlertid når oppgaven ble oppfattet som relasjoner mellom helhet og deler at elevene kunne velge strategi fritt etter hva de fant mest hensiktsmessig i det enkelte tilfelle. Pagliaro & Ansell (2012) påpeker at det finnes mye forskning som sier at gapet mellom døve og hørselshemmede og hørende er stort, og at det er viktig at lærere ikke føler et press på å «lukke gapet». Det er sentralt at lærere tar seg tid til å legge til rette for at elevene skal få utforske ulike løsningsstrategier. Som lærer bør man tilrettelegge for at elevene utvikler og utvider begrepsforståelsen i matematikk, og da spesielt i problemløsning. Forskerne anbefaler også at lærere ikke «låser fast» elevene til å bruke spesifikke strategier i problemløsning, men heller gir de muligheten og tiden til å eksperimentere med ulike strategier og bruken av disse når de står overfor et problem. På denne måten får elevene en «meny» med tilnærminger som man kan velge ut fra. Dette er ikke en kortsiktig løsning, men vil også i det lange løp hjelpe elevene til å bli bedre problemløsere. Samtidig bør man, ifølge Frostad & Ahlberg (1999) legge til rette for at elevene kan jobbe med en type oppgaver der svak leseforståelse ikke representerer en begrensning i forhold til å reflektere over relasjonen i problemet.

6 AVSLUTNING

6.1 Implikasjoner for praksis

Samlet sett kan disse sju studiene ha implikasjoner for det pedagogiske arbeidet en spesialpedagog eller lærer gjør og hvordan det tilrettelegges for hørselshemmede elever. Studien til Kritzer (2012b) kan ha flere implikasjoner for foreldre, uavhengig om de er foreldre til hørende eller døve og hørselshemmede barn. Studien kan også ha implikasjoner for lærere. Når man vurderer gjennomsnittet i forskningsdata er det viktig at man ikke glemmer de som gjør det eksepsjonelt bra også – de som skårer vesentlig over gjennomsnittet. Deres utdanningsbehov er like viktige som de gjennomsnittlige. Funnene i denne studien indikerer også at individuelle egenskaper kan bidra til den læringen man får fra hjemmemiljøet. Det er mulig at utviklingen av barns tidlige matematiske ferdigheter best kan adresseres, ikke bare gjennom matematisk begrepsopplæring i hjemmet, men også ved at man fokuserer på utviklingen av læringsatferd. Med læringsatferd menes engasjement, tilpasningsdyktighet, nysgjerrighet og søken etter utfordringer. Pagliaro & Kritzer (2010) påpeker at aktiv problemløsning bør danne grunnlaget for læring i matematikk, snarere enn passive læringssituasjoner der man får instruksjoner av lærer. Lærere oppfordres til å benytte seg av naturlige læringsmuligheter for matematikk gjennom dagen, og gir erfaringer for utvikling av begreper fra virkelige situasjoner. Pagliaro & Kritzer (2013) fant også sterke bevis for at døve og hørselshemmede barn har vansker i matematikk allerede før den formelle skolegangen starter. Denne svakheten innenfor grunnleggende områder i matematikk kan være roten til dårlige prestasjoner i beregning og problemløsning – noe man har funnet innenfor forskning i over førti år. Det er kritisk for den tidlige utviklingen hos barn at lærere og foreldre jobber mot å etablere et robust og bredt grunnlag for fremtidig matematikklæring. På denne måten kan barna i størst mulig grad bli medvirkende deltakere i morgendagens samfunn.

Når det gjelder bruk av pedagogisk programvare, viste studien til Shelton & Parlin (2016) at et spennende aspekt ved prosjektet var dets potensielle bidrag til kunnskap i feltet av undervisning av døve og hørselshemmede. Da spesielt knyttet til praksis. Ved å bruke strategiene og teknologien som utvikles, kan man kanskje forvente at flere døve og hørselshemmede barn vil lykkes med å oppnå milepæler i matematikk. Studien til Techaraungrong et al. (2017) gir også bevis for at begreper ikke bare kan læres effektivt ved hjelp av multimedia, men at det også kan være potensielt mer effektivt enn læreren alene. Da er det imidlertid viktig å ha i bakhodet at læring er en aktiv prosess som krever innsats fra den som skal lære (Grønmo & Throndsen, 2006). De har behov for å utvikle både sine prosedurale kunnskaper i tillegg til sine konseptuelle kunnskaper, og her kan ikke en app erstatte det arbeidet en lærer gjør for å tilrettelegge undervisningen i matematikk. Det at man som lærer legger til rette for at elevene møter en rekke varierte oppgaver og aktiviteter er sentralt for at de skal prestere bedre i matematikk. Kanskje er det slik som Nunes (2004) også hevder, nemlig at man bør gi elevene flere muligheter til å for eksempel øve på telling enn man normalt ville tilby hørende barn, og at dette kan være en måte man forhindrer at de matematiske ferdighetene til døve barn forsinkes grunnet manglende erfaring med telling.

Siste studie av Pagliaro & Ansell (2012) så på hvilke strategier døve og hørselshemmede benyttet når de løste aritmetiske historieproblemer. Forskerne anbefaler lærere å ikke henge seg opp i at elevene skal lære en spesiell strategi, men heller gi de muligheten til å utfordre og eksperimentere med ulike strategier. Det er viktig at man anerkjenner at døve og hørselshemmede ligger bak sine hørende jevnaldrende i matematikk, men man må ikke kjempe så hardt for å tette dette gapet at man glemmer at elevene skal få tid til å utvikle en «meny» med tilnærminger der de kan velge ut fra hva som passer best og er mest hensiktsmessig. Dette er ikke en kortsiktig løsning på problemet, men vil i det lange løp hjelpe elevene til å bli bedre problemløsere.

6.2 Studiens begrensninger

Denne oppgaven er skrevet på grunnlag av systematiske søk, altså en systematisk litteraturstudie. En svakhet ved en slik studie vil imidlertid være at den baserer seg på subjektivt skjønn, og de vurderingene jeg har gjort. Begrensninger kan altså knyttes til valg av inklusjons- og eksklusjonskriterier, hvilke databaser jeg valgte og de ulike søkeordene. Selve utvelgelsesprosessen kan også bestå av en rekke begrensninger. I inklusjons- og eksklusjonsprosessen ble det viktig for meg å være konsekvent på at artiklene skulle inneholde en form for intervensjon, eller at det ble sagt noe om hva som kan være med på å fremme matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede. Mye av litteraturen jeg leste tok imidlertid sikte på å sette lys på at det finnes et gap mellom hørende og hørselshemmede i matematikk. Det er likevel sannsynlig at en ny litteraturgjennomgang kunne ha gitt flere treff enn de jeg sitter igjen med nå. Dette fordi det stadig forskes på området og det kan ha blitt publisert flere studier.

Jeg valgte å foreta søk i to databaser – Education Source og ERIC. I etterkant ser jeg at jeg kunne søkt i flere databaser, noe som mest sannsynlig også ville ha ført til flere treff. Det er likevel grunn til å tro at de to databasene jeg valgte resulterte i et tilstrekkelig antall studier som var relevant for problemstillingen min.

Det som slo meg da jeg gikk gjennom de ulike artiklene, var at svært få ga detaljert informasjon om nivået av hørselstap for deltakerne eller språket som brukes i utdanningen – talt språk eller tegnspråk. Denne informasjonen blir ofte ikke presentert. Det var kun i Shelton & Parlin (2016) sin forskningsartikkel jeg fant informasjon om grad av hørselstap, og denne artikkelen inkluderte også hørselstapene fra mildt til dypt hørselstap. Forskningsresultatene handlet i hovedsak om døve elever, og denne studien bør derfor lese med dette i bakhodet. Det var også liten, om noen, informasjon om elevene brukte hørselstekniske hjelpemidler.

6.3 Forslag til videre forskning

Gitt det lave antallet studier innenfor dette området og deres ulike begrensninger, er det virkelig behov for ytterligere undersøkelser både når det gjelder foreldrenes betydning for døve og hørselshemmede barns matematiske ferdigheter, betydningen av uformelle læringsssituasjoner, bruken av pedagogisk programvare og problemløsning. Ved at fagpersoner fokuserer på døve og hørselshemmede barn som unike lærende, og dokumenterer hva de gjør og hvordan de gjør det vil man i fremtiden få enda bedre kunnskap om hvilke faktorer som fremmer matematiske ferdigheter hos døve og hørselshemmede. Ved å vite hvordan døve og hørselshemmede løser problemer, uansett kommunikasjonspreferanse eller utdanning, får man en innsikt i deres forståelse av matematiske begreper så vel som tankeprosessene. Dette kan igjen ha implikasjoner for andre faglige områder.

Det er også behov for videre forskning på digitale ordbøker for å kunne identifisere forskjeller mellom elevenes ordforråd med og uten bruk av for eksempel SMD. Resultater for elever når mindre erfarne lærere implementerer SMD bør også undersøkes. Når det gjelder pedagogisk programvare, hadde det også være interessant å se hvilket potensiale multimedia kan ha for å hjelpe hørselshemmede elever slik at de ikke henger bak sine jevnaldrende. Krever det for eksempel en tolk på skjermen, eller kan dette føre til at det blir vanskeligere å få med seg innholdet når de må dele oppmerksomheten mellom bilder/video og en tolk på siden? Er det noen forskjell på å bruke en tegnspråkavatar og en tegnspråktolk?

Store deler av forskningen jeg har lest i forbindelse med denne litteraturstudien har tatt for seg gapet mellom hørende og døve og hørselshemmede, og hatt som mål å se på hvilke områder innenfor matematikken som skaper størst utfordringer. Det vil fortsatt være behov for forskning på hvilke tiltak en lærer kan gjøre for å bidra til at dette gapet blir mindre.

7 REFERANSER

- Adamo-Villani, N. & Dib, H. (2013). Evaluating Technology-Based Educational Interventions: A Review of Two Projects. *Journal of Educational Technology Systems*, 41(4), 295-317.
- Anderson, S., Arlinger, S., Arvidsson, T., Danielsson, A., Jauhiainen, T., Jönsson, A., Kronlund, L., Laukli, E., Lyxell, B., Nielsen, P., Nyberg, E. & Rönnerberg, J. (2007) I E. Laukli (Red.), *Nordisk lærebok i audiologi* (s. 352 - 420). Bergen: Fagbokforlaget.
- Arlinger, S., Jauhiainen, T. & Jensen, J. H. (2007) Hørselstap. I E. Laukli (Red.), *Nordisk lærebok i audiologi* (s. 274 - 326). Bergen: Fagbokforlaget.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman and Co.
- Bartlett, R. F. (2015). *What Is The Experience Of Deaf Students In Secondary Mainstream Classrooms?* EdD thesis The Open University.
- Befring, E. (2007). *Forskningsmetode med etikk og statistikk*. Oslo: Det Norske Samlaget.
- Bergem, O. K., Grønmo, L. S. & Olsen, R. V. (2005). *PISA 2003 og TIMSS 2003. Hva forteller disse undersøkelsene om norske elevers kunnskaper og ferdigheter i matematikk?* *Norsk Pedagogisk Tidsskrift* (1), 31-44.
- Bixo, H., Norman, C. L., Nordén, M. & Cederström, B. L. (2004). *Hørselsboken: Ung og hørselshemmet - hva behøver man å vite?: En veiledning for lærere og andre som arbeider med unge hørselshemmede*. Norsk oversettelse. Trondheim: Møller kompetansesenter Nedre Gausen kompetansesenter.
- Bull, R., Marschark, M., Nordmann, E., Sapere, P. & Skene, W. A. (2018). The approximate number system and domain-general abilities as predictors of math ability in children with normal hearing and hearing loss. *British Journal of Developmental Psychology*, 36(2), 236-254.
- Chen, Y. (2014). A study to explore the effects of self-regulated learning environment for hearing-impaired students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30, 97-109.
- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. Oslo: Gyldendal
- Fatima, G., Ch, A. H. & Malik, M. (2016). Instructional Practices used by Special Education Teachers in Classrooms of Young Children with Deafness. *Bulletin of Education and Research*, 38(1), 89.
- Fennema, E. (1989). The Study of Affect and Mathematics: A Proposed Generic Model for Research. I D. B., McLeod & V. M. Adams (Red.), *Affect and Mathematical Problem Solving*. (s. 205 - 219). Springer, New York.
- Foisak, E. (2006). Döva elevers lärande I ett matematikdidaktisk perspektiv. I C. Roos & S. Fischbein (Red.), *Dövhet och hörselnedsättning. Specialpedagogiska perspektiv* (s. 101 - 115). Sverige: Studentlitteratur.

- Frostad, P. (1998). *Matematikkprestasjoner og matematikkinnsikt hos hørselshemmede grunnskoleelever*. Doktorgradsavhandling. Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse, NTNU.
- Frostad, P. (1999). Deaf Children's Use of Cognitive Strategies in Simple Arithmetic Problems. *Educational Studies in Mathematics*, 40(2), 129-153.
- Frostad, P. & Ahlberg, A. (1999). Solving Story-Based Arithmetic Problems: Achievement of Children With Hearing Impairment and Their Interpretation of Meaning. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 4(4), 283-293.
- Frostad, P. (2000). Sammenhengen mellom matematikkferdigheter og sosial kompetanse hos norske hørselshemmede grunnskolebarn. *Nordisk tidsskrift for spesialpedagogikk*, (3), 203-223.
- Frostad, P. (2005). Grunnleggende ferdigheter i matematikk. I H. Sigmundsson & M. Haga (Red.), *Ferdighetsutvikling – utvikling av grunnleggende ferdigheter hos barn* (s. 119 – 140). Oslo: Universitetsforlaget.
- Forsberg, C. & Wengstrøm, Y. (2015). *Att göra systematiska litteraturstudier. Värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning* (4. utg.). Stockholm: Natur & Kultur.
- Goker, H., Ozaydin, L. & Tekedere, H. (2016). The Effectiveness and Usability of the Educational Software on Concept Education for Young Children with Impaired Hearing. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(1), 109-124.
- Grønlie, S. (2005). *Uten hørsel? : En bok om hørselshemming*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Grønmo, L. & Throndsen, I. (2006). Læringsstrategier i matematikk. I E. Elstad & A. Turmo (Red.), *Læringsstrategier. Søkelys på lærernes praksis* (s. 178 - 195). Oslo: Universitetsforlaget.
- Gustafsson, A. (2009). *Att höra i skolan : Om hörteknik i undervisningen : Förutsättningar och möjligheter*. Härnösand: Specialpedagogiska skolmyndigheten.
- Gustafsson, A., Jauhiainen, T., Lorentzen, A. D., Solholt, P., Svendsen, B. & Willstedt-Svensson, U. (2007) *Habilitering*. I E. Laukli (Red.), *Nordisk lærebok i audiologi* (s. 421 - 465). Bergen: Fagbokforlaget.
- Hart, C. (2018). *Doing a literature review: Releasing the research imagination* (2nd ed., Sage study skills). Los Angeles, Calif: SAGE.
- Haugen, V. D. & Haugen, R. (2020). *Spesialpedagogisk tilrettelegging i skolen* (1. utg.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Heckman, J. & Kautz, T. (2013). Fostering and Measuring Skills: Interventions That Improve Character and Cognition. *NBER Working Paper Series*, 19656.
- Hendar, O. (2012). *Elever med hørselshemming i skolen: En kartleggingsundersøkelse om læringsutbytte*. Oslo: Skådalen kompetansesenter.
- Hjulstad, J., Haugen G. M. D., Wiik, S. E., Holkesvik, A. H. & Kermit, P. (2015). *Kunnskapsoversikt over forskningsfunn om læring hos barn og unge med hørselshemming*. Trondheim: NTNU Samfunnsforskning, Avdeling for mangfold og inkludering.

- Ingber, S. & Eden, S. (2011). Enhancing Sequential Time Perception and Storytelling Ability of Deaf and Hard of Hearing Children. *American Annals of the Deaf (Washington, D.C. 1886)*, 156(4), 391-401.
- Jauhiainen, T., Lind, O., Magnuson, B., Moore, J. K., Osen, K. & Ulfendahl, M. (2007) Anatomi og fysiologi. I E. Laukli (Red.), *Nordisk lærebok i audiologi* (s. 126 - 161). Bergen: Fagbokforlaget.
- Karikj, J. & Radovanovikj, V. S. (2010). MATHEMATICS LANGUAGE IN-CLASS INSTRUCTION. *Journal of Special Education and Rehabilitation*, 11(3-4), 43-56.
- Kermit, P. (2018). *Hørselshemmedes barns og unges opplæringsmessige og sosiale vilkår i barnehage og skole – Kunnskapsoversikt over nyere nordisk forskning*. Trondheim: NTNU Samfunnsforskning, Mangfold og inkludering.
- Kritzer, K. L. (2012a). Building foundations for numeracy: A qualitative analysis of the basic concept knowledge demonstrated by young deaf children. *Australasian Journal of Early Childhood*, 37(2), 106-112.
- Kritzer, K. L. (2012b). The Story of an Outlier: ... A Case Study of One Young Deaf Child and His Journey Towards Early Mathematical Competence. *Deafness & Education International*, 14(2), 69-77.
- Kritzer, K. L. & Pagliaro, C. M. (2013). An Intervention for Early Mathematical Success: Outcomes from the Hybrid Version of the Building Math Readiness Parents as Partners (MRPP) Project. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18(1), 30-46.
- Kuginyte-Arlauskiene, I. (2020). Elever med nedsatt hørsel i skolen. I B. I. B. Hvidsten, I. Kuginyte-Arlauskiene & G. Söderlund (Red.), *Tilpasset opplæring og spesialpedagogikk i teori og praksis*. (s. 171 – 190). Bergen: Fagbokforlaget.
- Luckner, J. L. & McNeill, J. H. (1994). Performance of a Group of Deaf and Hard-of-Hearing Students and a Comparison Group of Hearing Students on a Series of Problem-Solving Tasks. *American Annals of the Deaf (Washington, D.C. 1886)*, 139(3), 371-377.
- Löfkvist, U., Haukedal, C. L. & Wie, O. B. (2019). Hørselstap hos barn. I E. Befring, K. A. B. Næss & R. Tangen (red.) *Spesialpedagogikk*. (s. 451 - 477). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Marton, F. & Booth, S. (2000). *Om lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- NOU 2009: 18. *Rett til læring*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no>
- Mischel, W. & Ayduk, O. (2002). Self-Regulation in a Cognitive-Affective Personality System: Attentional Control in the Service of the Self. *Self And Identity*, 1(2), 113-120.
- Nortvedt, M., Jamtvedt, G., Graverholt, B., Nordheim, L. & Reinart, L. (2012). *Jobb kunnskapsbasert! : En arbeidsbok* (2. utg.). Oslo: Akribe.
- Nunes, T. (2004). *Teaching mathematics to deaf children* (pp. XII, 177). Whurr.
- Ohna, S. E. (2019). Nye perspektiv på læring og barn med nedsatt hørsel. I E. Ohna & E. Simonsen (Red.), *Barn med nedsatt hørsel – læring i fellesskap*. (s. 11 - 23). Oslo: Gyldendal Akademisk.

- Pagliaro, C. M. & Ansell, E. (2012). Deaf and Hard of Hearing Students' Problem-Solving Strategies With Signed Arithmetic Story Problems. *American Annals of the Deaf (Washington, D.C. 1886)*, 156(5), 438-458.
- Pagliaro, C. M. & Kritzer, K. L. (2010). Learning to Learn: An Analysis of Early Learning Behaviours Demonstrated by Young Deaf/Hard-of-Hearing Children with High/Low Mathematics Ability. *Deafness & Education International*, 12(2), 54-76.
- Pagliaro, C. M. & Kritzer, K. L. (2013). The Math Gap: A Description of the Mathematics Performance of Preschool-aged Deaf/Hard-of-Hearing Children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18(2), 139-160.
- Punch, R. & Hyde, M. (2010). Children With Cochlear Implants in Australia: Educational Settings, Supports, and Outcomes. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 15(4), 405-421.
- Reinar, L. M. & Jamtvedt, G. (2010). Hvordan skrive en systematisk oversikt? *Sykepleien Forskning (Oslo)*, (3), 238-246.
- Rodríguez-Santos, J. M., Calleja, M., García-Orza, J., Iza, M. & Damas, J. (2014). Quantity Processing in Deaf and Hard of Hearing Children. *American Annals of the Deaf (Washington, D.C. 1886)*, 159(1), 34-44.
- Sansetap.no (2020). Øret og ørets anatomi. Hentet 23.02.2021 fra <https://www.sansetap.no/smabarn-horsel/om-horsel/horsel/oret/>
- Sarant, J. Z., Harris, D. C. & Bennet, L. A. (2015). Academic Outcomes for School-Aged Children with Severe-Profound Hearing Loss and Early Unilateral and Bilateral Cochlear Implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(3), 1017-1032.
- Shelton, B. E. & Parlin, M. A. (2016). Teaching Math to Deaf/Hard-of-Hearing (DHH) Children USin Mobile Games: Outcomes with Student and Teacher Perspectives. *International Journal of Mobile and Blended Learning, Vol. 8, Iss. 1, (2016): 1-17.*
- Simonsen, E., Hjulstad, O., Høie, G. & Johannessen, J., (2010). *Hørselshemming og opplæring : Kunnskapsutvikling og kunnskapsbehov i Norge* (Vol. No. 30, Skådalen publication series (trykt utg.)). Oslo: Skådalen kompetansesenter.
- Sirriyeh, R., Lawton, R., Gardner, P. & Armitage, G. (2012). Reviewing studies with diverse designs: The development and evaluation of a new tool. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 18(4), 746-752.
- Støren, I. (2013). *Bare søk! : Praktisk veiledning i å gjennomføre litteraturstudie* (2. utg. ed.). Oslo: Cappelen Damm.
- Techaraungrong, P., Suksakulchai, S., Kaewprapan, W. & Murphy, E. (2017). The design and testing of multimedia for teaching arithmetic to deaf learners. *Education and Information Technologies*, 22(1), 215-237.
- Toe, D., Paatsch, L. & Szarkowski, A. (2019). Assessing Pragmatic Skills Using Checklists with Children Who Are Deaf and Hard of Hearing: A Systematic review. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 24(3), 189-200.
- Utdanningsdirektoratet (2015, 9. desember). Valg av språkmiljø for hørselshemmede. Hentet 28.03.21 fra: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/sarskilte-behov/horselshemmede/verdt-a-vite-om-horsel/sprakmiljo/>

- Utdanningsdirektoratet (2020a, 27. april) Ulike hørselstap. Hentet 28.03.21 fra:
<https://www.udir.no/laring-og-trivsel/sarskilte-behov/horselshemmede/verdt-a-vite-om-horsel/ulike-horselstap/>
- Utdanningsdirektoratet (2020b). *Læreplan i matematikk 1.–10.(MAT01-05)* Hentet 10.04.21 fra: <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- Utdanningsdirektoratet (2020c). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Hentet 10.04.21 fra:
<https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Vesel, J. & Robillard, T. (2013). Teaching Mathematics Vocabulary with an Interactive Signing Math Dictionary. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(4), 361-389.
- Wennberg, S. Spjøtvold, Å., Heian, A., & Laugen, N. J. (2011) *Små barn med hørselstap: informasjon til foreldre*. Trondheim: Møller kompetansesenter og St. Olavs Hospital, Høresentralen.
- Wiedemann, J. E. & Gradovski, M. (2014). Tilrettelegging av undervisning for elever med matematikkvansker. I H. Sigmundsson (red.) *Læringsvansker*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Wæge, K. & Nosrati, M. (2015, 30. april). Sentrale kjennetegn på god læring og undervisning i matematikk. Hentet 30.03.21 fra:
<https://utdanningsforskning.no/artikler/sentrale-kjennetegn-pa-god-laring-og-undervisning-i-matematikk/>

