

# Taleprosessering hos barn med spesifikke språkvansker

*En studie av auditiv og fonologisk bearbeiding ved bruk av  
ERP-komponenten mismatch negativity (MMN)*

**Astrid Junker**



Masteroppgave i spesialpedagogikk  
Det utdanningsvitenskapelige fakultetet  
Institutt for spesialpedagogikk

UNIVERSITETET I OSLO

Våren 2010

## Sammendrag

### *Bakgrunn, formål og problemstilling*

Besvarelsen er tilknyttet postdoktor Janne von Koss Torkildsens forskningsprosjekt "Språkinnlæring hos barn med språkvansker" ved Universitetet i Bergen, i samarbeid med Statped Vest og Bredtvet kompetansesenter. Formålet med prosjektet er å kartlegge barn med språkvanskers språkbearbeiding.

Denne masteravhandling knytter an til dette, med problemstillingen:

***Kan barn med SSV ha en auditiv eller fonologisk bearbeidingsvanske, og kan den eventuelle bearbeidingsvansken skyldes en domenespesifikk eller en domenegenerell svekkelse?***

### *Metode*

Studien er kvantitativ, med et ikke-eksperimentelt design. 13 barn med SSV og 24 normalspråklige barn har blitt testet. Testresultatene utgjør grunnlaget for besvarelsen. Sentralt i testbatteriet var den elektrofysiologiske metoden ERP (Event-related potentials), en metode som de senere tiår er anvendt i studier av språkbearbeidingsmønstre.

ERP-metoden består i at tidsepoker av hjerneaktivitet etter hendelser (simuli) tas ut og analyseres som hjernens respons på den gitte hendelsen. Epokene denne besvarelsen bygger på, er antatt å reflektere auditiv og fonologisk bearbeiding etter språklige og ikke-språklige vokalendringer. Metoden muliggjør observasjon av språkbearbeiding uten at det kreves respons av barna som blir testet.

### *Analyse*

Responsbølger i etterkant av ovennevnte stimuli ble analysert ved hjelp av det statistiske analyseverktøyet SPSS.

### *Resultater*

Hos barna med SSV ble det observert større hjerneaktivitet ved bearbeiding av språklige og ikke-språklige vokalendringer, sammenlignet med de normalspråklige barna. Funnet antyder

at barna med SSV ikke klarer å oppnå den samme såkalte repetisjonseffekten som de normalspråklige barna. Repetisjonseffekten innebærer at alle språklyder er lagret med gode fonologiske representasjoner. Bearbeiding av avvikende lyder går dermed effektivt og krever liten arbeidsmengde, nettopp fordi alle språklydene har slike representasjoner.

En mulig forklaring på den dårligere prestasjonen i gruppen av barn med SSV, kan være at de ikke har like gode representasjoner. Den auditive og fonologiske bearbeidingen blir dermed mindre effektiv (krever mer hjerneaktivitet), som igjen kan påvirke språkevnen negativt.

## Forord

Takk til prosjektleder Janne von Koss Torkildsen for at jeg fikk være så privilegert å delta i, og bruke data fra, prosjektet. Det har vært svært givende, krevende og lærerikt å sette seg inn i hvordan ERP-metoden kan anvendes for å få en omfattende innsikt i språkinnlæring.

Jeg vil også takke min veileder Monica Knoph ved Bredtvet kompetansesenter for konstruktive tilbakemeldinger og inspirerende ord gjennom hele skriveprosessen.

Peer Møller Sørensen har vært til god hjelp i arbeidet med statistisk analyse.

Videre vil jeg takke stipendiat Rune Tormodsen ved Psykologisk institutt for god opplæring på ERP-laben og faglige diskusjoner, samt Statped Vest og Bredtvet kompetansesenter for hjelp til rekruttering av barn.

Tusen takk går til mine medstudenter Reidun, Linn og Anniken for et spesielt og uforglemmelig studieår.

Endelig stor takk til min kjære ektemann Eivind for mange timers tålmodighet.

Juni 2010,

Astrid Junker

# Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	i
Forord.....	iii
Innholdsfortegnelse.....	iv
Oversikt over figurer.....	vii
Oversikt over tabeller.....	viii
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	3
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål.....	4
1.3 Besvarelsens oppbygning.....	5
2 Teoretisk og empirisk forståelsesramme.....	7
2.1 Taleprosessering.....	7
2.1.1 Den fonologiske løkken.....	9
2.2 Spesifikke språkvansker (SSV).....	10
2.2.1 Fonologiske vansker i SSV.....	11
2.2.2 Vanskens IQ-kriterie.....	12
2.3 (S)SV- En domenegenerell vanske?.....	13
2.3.1 Auditiv bearbeiding.....	14
2.3.2 Det fonologiske korttidsminnet og arbeidsminnet.....	15
2.4 SSV – En domenespesifikk vanske?.....	16
2.4.1 Fonologisk bearbeiding.....	16
2.4.2 Arbeidsminnet.....	17
2.5 ERP - En metode for observasjon av språkbearbeiding.....	18
2.5.1 Teknisk beskrivelse.....	19
2.5.2 ERP-komponenter.....	20
2.5.3 MMN-komponenten.....	21
2.5.4 Optimum 1-paradigmet.....	22

---

2.6 Empiriske funn.....	22
2.7 Hypoteser.....	23
3 Metode.....	24
3.1 Valg av metode og design.....	24
3.2 Utvalg.....	25
3.2.1 Kriterier for utvalg.....	26
3.2.2 Tester og prosedyre.....	27
3.2.3 Det faktiske utvalget.....	28
3.3 MMN-eksperimentet.....	28
3.4 Prosedyre.....	29
3.4.1 Prosedyre for språk- og evnetest.....	30
3.4.2 Prosedyre for ERP-opptak.....	30
3.4.3 Fra EEG til ERP.....	32
3.5 Etske betraktninger.....	34
3.6 Analyse.....	35
3.6.1 Statistisk analyse.....	36
3.7 Validitet og reliabilitet.....	37
4 Resultater.....	39
4.1 Oppsummering av ERP-analyser som grunnlag for videre analyser.....	42
5 Drøfting.....	44
5.1 Validitet og reliabilitet.....	44
5.1.1 Statistisk validitet.....	44
5.1.2 Begrepsvaliditet.....	46
5.1.3 Indre validitet.....	50
5.1.4 Ytre validitet, og metodiske anbefalinger.....	54
5.2 Drøfting av resultater.....	54
5.2.1 Tilstedeværelse av MMN-komponenten.....	55
5.2.2 Barnas respons på ikke-språklig stimuli.....	56

---

5.2.3 Barnas respons på språklig stimuli.....	59
5.2.4 Forholdet mellom det fonologiske korttidsminnet og arbeidsminnet i bearbeidingen av auditiv og fonologisk stimuli.....	62
5.2.5 Barnas nonverbale og verbale evner i sammenheng med auditive og fonologiske bearbeidingsevner.....	62
6 Svar på problemstillingen.....	65
6.1 Implikasjoner for logopedisk praksis.....	66
6.2 Implikasjoner for videre forskning.....	66
Litteraturliste.....	67
Vedlegg 1: Prosjektplan.....	73
Vedlegg 2: Forespørsel.....	78
Vedlegg 3: Samtykkeerklæring.....	83
Vedlegg 4: Eget spørreskjema.....	84
Vedlegg 5: MMN-blokker.....	87

## Oversikt over figurer

Figur 1: Skjematisk oversikt over kjeden for taleprosessering.....	8
Figur 2: Testbarn med ferdigmontert elektrodehette klar for testing (gjengitt med tillatelse fra foreldre).....	32
Figur 3: Omtrentlig plassering av elektroder på skalpen.....	32
Figur 4: Viser bølgeform av ERP, blant annet MMN-komponenten.....	33
Figur 5: Differansebølgen for hele gruppen på Fz-elektroden på ikke-språklig vokalavviket. 55	
Figur 6: Differansebølgen for hele gruppen på Fz-elektroden på språklig vokalavviket.....	55



## Oversikt over tabeller

Tabell 1: Latens- og amplitudetoppunkt på Fz-elektroden, begge avviks-typer, fordelt på gruppene.....	39
Tabell 2: Signifikanstest av begge vokaltyper på gruppen som helhet.....	40
Tabell 3: Signifikanstest av differansebølge-effekten på Fz-elektroden, språklig vokalavvik .....	40
Tabell 4: Signifikanstest av differansebølge-effekt fordelt på områder, språklig vokalavvik .....	41
Tabell 5: Signifikanstest av differansebølge-effekten på Fz-elektroden, ikke-språklig vokalavvik.....	41
Tabell 6: Signifikanstest av differansebølge-effekt fordelt på områder, ikke-språklig vokalavvik.....	42
Tabell 7: Laveste, gjennomsnittlig og høyeste verbal-IQ, fordelt på gruppene.....	42
Tabell 8: Laveste, gjennomsnittlig og høyeste nonverbal-IQ, fordelt på gruppene.....	43

# 1 Innledning

Denne besvarelsen er tilknyttet Janne von Koss Torkildsens postdoktorgradsprosjekt «Brain dynamics of learning in children with language impairment» ved Universitetet i Bergen, i samarbeid med Statped Vest og Bredtvet kompetansesenter. Syv masterstudenter er involvert, tre i Bergen og fire i Oslo. Studiens formål er å observere hjerneaktiviteten til barn med spesifikke språkvansker (forkortet til SSV) sammenlignet med barn med normalspråklig utvikling i språklig informasjonsbearbeiding ved hjelp av metoden ERP. Hensikten med studien er å oppnå kunnskap om hvordan barn med SSV faktisk lærer språk. Forskning frem til nå har fokusert på hvilke avvikende mønstre man finner i språktilegnelsen hos barn med SSV, ikke på å kartlegge og analysere hvordan de faktisk tilegner seg språk. ERP er en metode som muliggjør observasjon av hjerneaktivitet i ulike stadier i språkbearbeiding til ethvert millisekund (Luck, 2005; Näätänen, Jacobsen, & Winkler, 2005; Torkildsen, Syversen, Simonsen, Moen, & Lindgren, 2007). Gjennomføringen av studien vil bli redegjort for og drøftet opp mot gjeldende teori og empiri på forskningsområdet.

Å ville studere hvordan barn med SSV faktisk lærer språk reflekterer ikke et standpunkt om at det er unødvendig å studere hva som er avvikende i språktilegnelsen hos barn med SSV. For å kunne kartlegge vansken og dermed sette inn tiltak som hjelper, er det essensielt å analysere hva i språktilegnelsen som ikke skjer eller som avviker fra normalspråklige barn. I tillegg er det nødvendig å kartlegge hvordan barn med SSV faktisk tilegner seg språket. Dette er ulike sider som sammen gir et mer helhetlig bilde av SSV. Det er funnet bevis for at barn med SSV kompenserer for de vanskene de har, og dermed viser like språkferdigheter som normalspråklige barn (Bishop, 1997; Leonard, 1998). Kunnskap om hvordan barn med SSV bearbeider språk vil gi spesialpedagoger, logopeder og andre profesjonelle generell innsikt i hvordan språkbearbeidingsprosessene henger sammen, og ikke minst nøyaktig hva som mangler eller avviker i prosessen. Vansker med to forskjellige prosesser kan vise seg i likt sluttprodukt grunnet kompensatoriske strategier. Ved hjelp av ERP er man bedre utrustet til å avdekke når og hva i bearbeidingen som svikter.

Studiens aktualitet kan ses i lys av St.meld. nr. 16 (Kunnskapsdepartementet, 2006):

Kunnskap om læring og undervisning vil være både erfaringsbasert og forskningsbasert. For å lykkes i å få alle barn, unge og voksne inn i gode utviklings- og læreprosesser må arbeidet i størst mulig grad være basert på

kunnskap om hva som virker positivt inn på kognitiv og sosial utvikling, og i hvilken praksis som fremmer læring og utvikling (s. 65).

Bearbeiding av språklig og ikke-språklig informasjon krever blant annet kognitive prosesser. Ikke-språklige evner (nonverbale) og språklige evner (verbale) er avgjørende for sosial utvikling (Tomblin et al., 1997). På denne måten bidrar studien til kunnskap om både kognitiv og sosial utvikling, som vil gi nødvendig kunnskap grunnleggende for optimal tilrettelegging for utvikling og læring hos barn generelt, og i dette tilfellet barn med SSV spesielt.

Forholdet mellom språklige og ikke-språklige evner er uklart og omdiskutert. Noen forskere fokuserer på at nedsatt evne til sensorisk, ikke-språklig auditiv bearbeiding observeres hos barn med SSV (Tallal, 2000). Andre forskere fokuserer på at nedsatt evne til kognitiv, språklig bearbeiding, eksempelvis fonologisk bearbeiding, observeres hos barn med SSV (van der Lely, 2005). Besvarelsen tar sikte på å gå nærmere inn i denne diskusjonen, og vil derfor teste SSV-barns evne til auditiv bearbeiding av ikke-språklige lyder og fonologisk bearbeiding av språklyder, opp mot verbalt og nonverbalt evnenivå. Dette fordi auditiv bearbeiding antas å være en mulig forklaring til språkvanskene i teorier som mener at språklige og nonverbale evner henger nøye sammen, også kalt domenegenerelle teorier. Derimot antas aspekter av grammatikk, eksempelvis fonologisk bearbeiding, å være en mulig årsak til språkvanskene i teorier som mener de språklige evnene er spesifikke og uavhengige av nonverbale evner, altså domenespesifikke teorier (van der Lely, 2005).

For å forklare hvordan et fenomen kan studeres og forstås på ulikt vis, vil det nedenfor bli gjort en kort beskrivelse av ulike perspektiver på utvikling. «Utvikling kan defineres som tidsbundne endringer i menneskers og dyrs struktur og fungering som et resultat av biologiske og miljømessige forhold. Slike endringer kan best forstås som en *tilpasningsprosess*» (Tetzchner, 2001).

Språkutvikling er en type tilpasningsprosess. SSV defineres som en utviklingsforstyrrelse (Bishop, 1997; Leonard, 1998), altså at tilpasningsprosessen ikke er optimal. Hvordan språktilpasning skjer, og hvilke faktorer som påvirker prosessen, vektet ulikt i de forskjellige teoriene. Som det fremgår av definisjonen ovenfor, er språkutvikling et resultat av både biologiske og miljømessige forhold. Ulike teorier belyser et mangfold av mulige årsakssammenhenger til språkutvikling, og samtidig gir de oss et bilde på hvor komplekst begrepet utvikling er. Teoriene fokuserer og vektet biologiske og miljømessige forhold i

språkutvikling ulikt, og man kan derfor si at de ser på ulike sider av samme sak (Tetzchner, 2001).

I nevropsykologiske studier er målet å frembringe kunnskap om sammenhengen mellom atferd og dens korresponderende hjerneaktivitet, slik som tidsrelevante aspekter i informasjonsprosessering i menneskehjernen (2008). ERP er en metode som anvendes i nevropsykologiske studier med den hensikt å registrere språkbearbeiding via kognisjon. Evnetester, slik som WPPSI-III, er tester som registrerer språkbearbeiding via synlig, motorisk atferd. Språkbearbeiding kan studeres med ulike metodiske tilnærminger, og ved å velge én tilnærming, vil man observere fenomenet annerledes enn om man hadde valgt en annen. Ved å kombinere flere metoder i samme studie kan man få et mer helhetlig bilde av språkbearbeiding. Denne studiens metodiske tilnærming til fenomenet SSV er ERP, og språk- og evnetester.

## 1.1 Bakgrunn

Både språklige tester og elektrofysiologiske tester, som ERP er, har hver for seg hatt en vesentlig betydning i forskning på tidlig språkutvikling (Luck, 2005; Torkildsen, et al., 2007). Forskningsresultater viser at de to tilnæringsmetodene er bemerkelsesverdig komplementære (Friederici & Thierry, 2008), og av denne grunn ser man en vesentlig økning av studier som kombinerer de to metodiske tilnærmingene (Luck, 2005). Dette er studier som ønsker å bidra til en redegjørelse av i hvilken grad man ser sammenheng mellom språklige «atferdsmålinger» og språklige elektrofysiologiske målinger, med det formålet å kunne nyttiggjøre seg kunnskapen i intervensjon (Friederici, 2005; Friederici & Thierry, 2008). Elektrofysiologiske målinger er egnet til å studere hjerneaktivitet som kan gi kunnskap om mekanismer i kognitiv utvikling generelt, samt spesifikk kunnskap om språktilegnelse som andre språklige tester ikke har mulighet til (Friederici & Thierry, 2008).

Pembrey (1992) hevder at: “Just because the cause of a watch stopping can be simple, does not mean that the cause of it working is simple.” (gjengitt i (Leonard, 1998), side 154).

Språkforståelse og -produksjon er prosesser som involverer mange og kompliserte interaksjoner mellom nevrologiske strukturer, kognitive ferdigheter og miljømessige påvirkninger (Bishop & Snowling, 2004). Pembrey (1992) påpeker at det ikke nødvendigvis er kausalitet i funn av korrelasjoner (Leonard, 1998). Selv om det er kjent at barn med SSV har en avvikende språktilegnelse sammenlignet med normalspråklige barn, er ikke dét det

samme som å vite hvordan barn med SSV faktisk tilegner seg språk.

Studier av voksne med normalspråklig utvikling viser at det er en sammenheng mellom ikke-språklige ferdigheter og ferdigheter i språkprosessering (Conway & Pisoni, 2007). Her reises spørsmålet om en domenegenerell vanske er årsak til de språklige vanskene man observerer i SSV. Videre indikerer andre studier at ulike aspekter innenfor grammatikk er ufullstendig hos barn med SSV og hos voksne med en historie med SSV (Grunow, Spaulding, Gómez, & Plante; Kiernan & Snow, 1999; Richardson, Harris, Plante, & Gerken, 2006). Fonologi er ett av aspektene innenfor grammatikklæring (van der Lely, 2005). Funnene indikerer at det er behov for å undersøke domenespesifikke prosesser som mulige årsaker til vanskene som observeres. Dette innebærer å analysere prosesser som antas å være underliggende årsak til språkvanskene, eksempelvis auditiv og fonologisk bearbeiding.

Litteraturen på området er mangfoldig og ikke alltid konsistent i bruken av begreper som auditiv og fonologisk bearbeiding, prosessering og diskriminering. All auditiv stimuli krever auditiv bearbeiding, uavhengig om stimuli er språklig eller ikke-språklig. Det som skiller språklig og ikke-språklig stimuli er at språklig stimuli vil aktivisere fonologiske prosesser i tillegg til de grunnleggende auditive prosessene. Da språklig og ikke-språklig stimuli i denne studien er konstruert identisk i alle parametre bortsett fra den språklige og ikke-språklige dimensjonen, vil funn av responsforskjeller på språklig og ikke-språklig vokalendring kunne antas å skyldes de fonologiske prosessene som kreves i bearbeidingen av den språklige avvikeren. Besvarelsen bruker betegnelsen bearbeiding.

## 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Målet med besvarelsen er å undersøke om det er forskjeller i auditiv bearbeiding eller fonologisk bearbeiding hos barn med SSV sammenlignet med normalspråklige barn. Studien består av tre eksperimenter, men denne besvarelsen anvender data fra det ene, et MMN (Mismatch Negativity)-eksperiment. MMN tester auditiv, ikke-språklig toneprosessering ved å gi ikke-språklige vokalendringer fra en ikke-språklig vokalstandardstimulus, og språklig, fonologisk språklyddiskriminering ved å gi språklige vokalendringer fra en språklig vokalstandardstimulus. Hensikten er å se om barn med SSV bearbeider de to typene avvikere likt eller ulikt sammenlignet med normalspråklige barn. Funnene vil bli anvendt i en drøfting av domenegenerell eller domenespesifikk vanske som to mulige årsaksforklaringer til SSV. Ved å sammenligne verbale og nonverbale evner opp mot responsen på språklig og ikke-

språklig vokalavvikerstimuli, kan man kanskje anta noe om lave evner i ett av de to domeneene er årsak til lave evner i den andre, eller om både lave nonverbale og verbale evner oppstår uavhengig av hverandre. Empiriske funn og teoretiske forankringer dannet følgende problemstilling for besvarelsen:

***Kan barn med SSV ha en auditiv eller fonologisk bearbeidingsvanske, og kan den eventuelle bearbeidingsvansken skyldes en domenespesifikk eller en domenegenerell svekkelse?***

- 1) *Kan det være en sammenheng mellom språkevne og auditiv bearbeidingssevne hos barn med SSV og hos normalspråklige barn?*
- 2) *Kan det være en sammenheng mellom språkevne og fonologisk bearbeidingssevne hos barn med SSV og hos normalspråklige barn?*
- 3) *Kan det være en sammenheng mellom barnas fonologiske bearbeidingssevner og verbal intelligens, og barnas auditive bearbeidingssevner og verbal og nonverbal intelligens?*

### **1.3 Besvarelsens oppbygning**

Kapittel 2 belyser relevant teori og empiri omhandlende besvarelsens tema som et grunnlag for å kunne besvare problemstillingen. Da ERP-metoden som er anvendt i studien er en ny og relativt ulkjent metode, ses behovet for først å gi en teoretisk innføring i hvordan elektrisk strøm i hjernen lages i språkbearbeiding, samt hvordan ERP-metoden måler denne strømaaktiviteten. Deretter følger en teoretisk beskrivelse av aspekter som vil omtales metodisk i metodedelen. Kapitlet avrundes med noen empiriske funn fra ERP-studier og andre studier som har studert samme fenomen, før besvarelsens hypoteser presenteres.

Kapittel 3 omhandler studiens design og dermed også hvilke spørsmål den prinsippielt kan besvare. Videre kommer en beskrivelse av utvalget slik det var ønsket, deretter en kort beskrivelse av språk- og evnetestene som ble benyttet i studien og prosedyren for gjennomføringen av disse. Så beskrives utvalget slik det ble til slutt. Deretter omtales instrumenteringen og prosedyren for gjennomføringen av ERP-målingen. Til sist redegjøres det for hvordan datamaterialet ble analysert, hvilke validitetsaspekt det må tas hensyn til og etiske betraktninger rundt hvordan studien ble gjennomført. Kapittel 3.7 som belyser

validitetsaspektene er bevisst veldig kort. Her kommer kun en grunnleggende redegjørelse av hva validitet og reliabilitet innebærer. Grunnen til dette er at besvarelsen ikke ønsker å gjenta seg. Det teoretiske grunnlaget for drøftingen av validiteten og reliabiliteten av studiens slutninger vil derfor bli presentert i kapittel 5.1. i drøftingen av slutningenes validitet og reliabilitet.

Kapittel 4 presenterer analyseresultatene som er relevante for denne besvarelsen.

Kapittel 5 er delt i to, hvor første del drøfter validiteten og reliabiliteten. Drøftingen inneholder noen redegjørelser siden dette ikke ble gjort i metodekapitlet. Andre del drøfter analyseresultatene opp mot gjeldende teori og empiri.

I kapittel 6 forsøkes problemstillingen besvart. Avslutningsvis belyses funnenes betydning for logopedisk praksis og senere forskning.

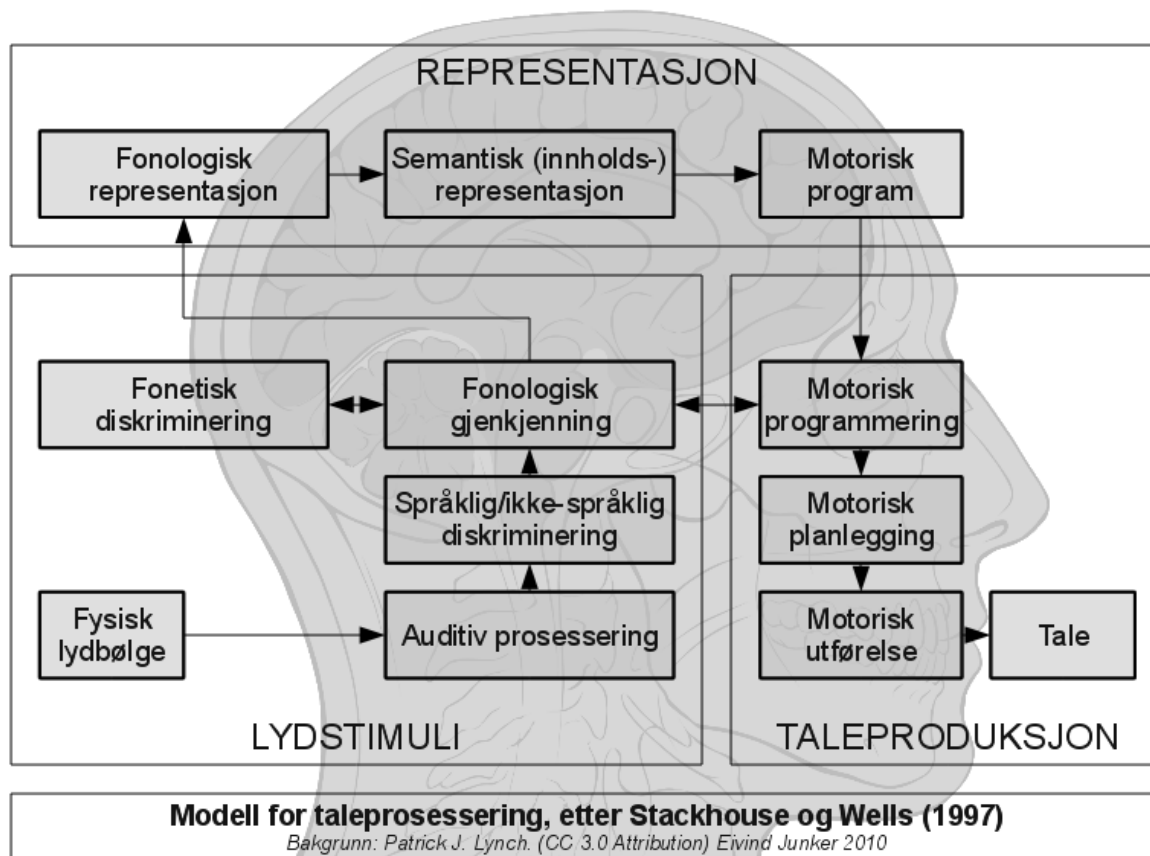
## 2 Teoretisk og empirisk forståelsesramme

I det følgende kapittel presenteres teori og empiri om talespråktilegnelse og fenomenet SSV, med spesielt fokus på kognitive mekanismer involvert i språkbearbeiding. Dette for å danne et forståelsesgrunnlag for hvilke prosesser som er av betydning i talebearbeiding, samt for å kunne lage hypoteser om barn med SSV og normalspråklige barn sin auditive og fonologiske bearbeiding i studiens MMN-eksperiment. Det er viktig å presisere at dersom den metodiske tilnærmingen i andre studier er svært ulik fra den som anvendes i denne studien, er det ikke nødvendigvis relevant å drøfte tidligere studier opp mot egen studie til tross for forskning av samme tema. Metodisk tilnærming er avgjørende for om to studier av samme tema er sammenlignbare. Men det er også viktig å poengtere at ulike tilnærminger kan utfylle hverandre i arbeidet om å forstå et fenomen.

### 2.1 Taleprosessering

Veier til språktilegnelse er gjennom auditiv stimuli, kinestetisk stimuli, og visuell stimuli (Whitworth, Webster, & Howard, 2005). Taleprosessering er språktilegnelse gjennom auditiv stimuli. Språktilegnelse er dermed tilegnelse av fonologiske koder, som er et kulturelt betinget kommunikasjonsredskap. For å kunne forstå hva som prosesseres i taleprosessering, vil foner og fonemer, fonetikk og fonologi bli kort beskrevet. En fon er en lyd og et fonem er en språklyd (Bjerkan, 2005; Bjerkan & Kristoffersen, 2005). Fonemiske kontraster er språkspesifikke og skiller mellom ord i det spesifikke språket (Dodd, 2005), slik som «han» og «hun». I norsk er eksempelvis fonene /a/ og /u/ fonemer fordi de er meningsskillende. Fonemer er derfor den minste betydningsskillende enhet i et språk (Bjerkan, 2005). Fonologi er dermed læren om språklydenes system i et spesifikt språk, hvordan ulike språklyder signaliserer meningsforskjeller (Bjerkan, 2005).





Figur 1: Skjematisk oversikt over kjeden for taleprosessering

Besvarelsens fokus er på bearbeiding av språklig og ikke-språklig auditiv stimuli. Det er derfor nødvendig å gå dypere inn i auditiv stimuli, som er den ene veien til meningsinnhold av ord. Derfor presenteres nå en psykolingvistisk modell for taleprosessering.

Taleprosesseringens første del er at verbal stimuli oppfattes av øret og det skjer en auditiv prosessering av stimulusen. Så diskrimineres lydstimulusen som en språklyd eller en ikke-språklyd, før stimulusen går videre til fonologisk gjenkjennelse (Dodd, 2005). For at den verbale inputen skal kunne fonologisk gjenkjennes, altså for å gjenkjenne mønsteret eller systemet i de sammenbundne språklydene, må stimulusen først diskrimineres fonetisk (Dodd, 2005). Det innebærer å skille de ulike lydene fra hverandre til fysiske enheter (Bjerkan, 2005).

Når auditiv stimuli er språklyder, og de sammenbundne språklydene blir fonetisk diskriminert, og stimulusen blir gjenkjent fonologisk, blir informasjonen sendt til fonologisk representasjon. Men dersom den auditive stimulusen ikke er tale, men derimot lyder som ikke tilhører språket ditt, vil man ikke kunne oppnå en optimal fonologisk representasjon av den auditive stimulusen fordi man kjenner ikke igjen språklydsystemet. Det samme skjer hvis språklydene ikke blir fonetisk inndelt i forskjellige lydenheter, altså diskriminert. Da blir

resultatet av den ufullstendige analyseringen sendt til motorprogrammet via motorisk programmering (Dodd, 2005). Hvis man ikke oppnår en optimal fonologisk representasjon for ordet, forstås heller ikke dets meningsinnhold. Ordet finnes ikke, eller er ikke riktig representert i lageret, som er langtidsminnerepresentasjoner. For å kunne finne frem betydningsinnholdet i den auditive stimulusen, krever stimulusen å bli artikulert repetert fort og lenge nok i den fonologiske løkken. Den fonologiske løkken er det verbale korttidsminnet og vil bli forklart i neste kapittel.

Alle nivåer i taleprosesseringskjeden interagerer med hverandre grunnet løkker av reguleringsmekanismer (Dodd, 2005). Stackhouse & Wells' (1997) tilnærming til taleprosesseringskjeden kombinerer, som beskrevet ovenfor, komponenter for taleprosessering med motoriske komponenter som styrer taleproduksjon, basert på en psykologisk ramme for produksjon av tale hvor de underliggende kognitive prosessene for taleproduksjon beskrives (Dodd, 2005).

Til tross for at språklige tester er konstruert for å måle ulike språklige prosesser, er resultater fra språklige tester som måler tidlige prosesser, eksempelvis auditiv og fonologisk bearbeiding, avhengig av flere, om ikke alle, prosessene i taleprosesseringskjeden. Responsen som kreves er taleproduksjon, og responsen reflekterer evnen til flere prosesser enn kun auditiv og fonologisk bearbeiding. Det er derfor vanskelig å konstruere en språklig test som reflekterer kun én prosess i taleprosesseringskjeden. I denne besvarelsen er fokuset på de to første prosessene i taleprosesseringskjeden, auditiv prosessering, og å skille mellom språklyd eller en ikke-språklyd, og derfor er ERP en egnet tilnæringsmetode.

### **2.1.1 Den fonologiske løkken**

Auditiv verbalstimuli er avhengig av en repetisjonsmekanisme kalt den fonologiske løkken som holder stimuli, som for eksempel ord, i et midlertidig minne mens man henter lagret meningsinnhold av stimuli. Denne repetisjonsmekanismen, som er det fonologiske korttidsminnet (Baddeley, 2003), vil nå bli presentert. Det råder ulike teorier om språktilegnelse, men denne besvarelsen fokuserer på teorien om den fonologiske løkkens rolle i språkbearbeiding.

Baddeley, Gathercole & Papagno (1998) hevder at den fonologiske løkken er en mekanisme for språktilegnelse, og forutsetter, som beskrevet om taleprosessering, auditiv verbalstimuli (Lian & Ottem, 2008). Den består av en lagringskomponent med begrenset kapasitet som

holder på hukommelsesspor i noen få sekunder, før informasjonen svekkes eller går tapt dersom informasjonen ikke styrkes ved hjelp av en repetisjonsmekanisme (Baddeley, 2003; Lian & Ottem, 2008). Dette er en kognitiv artikulatorisk repetisjonsprosess av stimuli. Repetisjonen av verbalstimuli gjør at informasjonen opprettholdes innenfor lagringskomponenten av den fonologiske løkken, som igjen muliggjør å holde informasjonen i dette fonologiske korttidsminnet lengre (Baddeley, 2003).

Kapasiteten til den fonologiske løkken er et resultat av hvor raskt den artikulatoriske prosessen skjer (Lian & Ottem, 2008). Løkkens kapasitet vil si dens evne til å holde på mengder av informasjon. På denne måten oppnås det kontakt mellom auditiv stimuli og meningsinnhold. Å bearbeide ikke-språklig auditiv stimuli antas å kreve at stimuli holdes i korttidsminnet, men det kreves ingen gjenhenting av lagret meningsinnhold, da denne typen stimuli ikke inneholder språklig mening. Å bearbeide språklig auditiv stimuli, derimot, antas å kreve gjenhenting av lagret meningsinnhold, da denne typen stimuli inneholder språklig meningsinnhold.

Hittil er det gjort en beskrivelse av taleprosessering slik den foregår optimalt. Noen barn tilegner seg språket annerledes enn de fleste andre barn uten at de har andre vansker som skulle tilsa at de skulle ha problemer med språktilegnelsen. Disse barna har en spesifikk språkvanske (SSV), og det finnes ulike teorier om hva det er i taleprosesseringen som svikter eller avviker hos disse barna, og hvorfor. I det følgende vil SSV bli kort forklart, før to ulike teoriene om hva det er som er årsak til SSV blir presentert.

## 2.2 Spesifikke språkvansker (SSV)

Språk er et komplekst system bestående av fonologiske, morfologiske, syntaktiske og pragmatiske aspekter som interagerer. Tilegnelse av språk krever tilegnelse av alle ovennevnte aspekter. Noen barn strever litt ekstra med å tilegne seg språk som følge av samspillet mellom biologiske, kognitive og miljømessige faktorer. Barn med spesifikke språkvansker har vanskeligheter med ulike språklige områder, og språktilegnelsen kan være forsinket og/eller avvikende, og vise seg i ett eller flere områder av språket (Leonard, 1998). Betegnelsen spesifikke språkvansker (SSV) refererer til barn med språklige evner mye lavere enn deres nonverbale IQ, hvor ingen andre mulige årsaksforklaringer til at barna ikke tilegner seg språket aldersadekvat er til stede (Bishop, 1997; Leonard, 1998). Dette som et motstykke til generelle språkvansker, som kan forklares ved et generelt lavt evnenivå.

Selv om alle språk er bygd opp av fonologiske, morfologiske, syntaktiske og pragmatiske byggestener, er det forskjellige bøyningmønstre, regler og sammenhenger mellom de ulike byggestenene, og derfor er det språkspesifikt hvordan SSV viser seg (Leonard, 1998). Språk er et komplekst system, og SSV kan vise seg på forskjellige måter og i forskjellig grad, noe som gjør SSV-barn til en heterogen gruppe. Det antas at 5-10 % av 5-6-åringer har en spesifikk språkvanske (Tomblin, et al., 1997). Det er viktig å ta i betraktning at det benyttes ulike kriterier for identifisering av SSV (Hulme & Snowling, 2009; Leonard, 1998). De generelle inklusjonskriteriene for en SSV-diagnose er språklige skårer på -1,25 standardavvik eller lavere i enn aldersgjennomsnittet på en normert test, en nonverbal IQ på 85 eller høyere, ingen vansker med å høre lyder på 20 dB på frekvensene 500, 1000, 2000 og 4000 Hz målt ved hjelp av en enkel screening, fravær av hørselstap, ingen nevrologiske dysfunksjoner og ingen strukturelle avvik i taleapparatet (Leonard, 1998).

Barn med SSV begynner senere å snakke, og språkutviklingen er forsinket og/eller avvikende sammenlignet med normalspråklige barns (Hulme & Snowling, 2009). I gjennomsnitt produserer de sitt første ord ved 2-årsalder heller enn ved 1-årsalder, og ordkombinasjoner kommer senere. I tillegg har de fleste barn med SSV problemer med fonologi, selv om disse vanskene bedrer seg ved skolealder. Et lite ordforråd for alderen, et forlenget utviklingsstadium av ettordsytringer og en forsinkelse i utvikling av flere ord i kombinasjon er karakteristisk. I løpet av skolealderen forbedrer språket seg hos de fleste barn med SSV, men noen vil ha subtile vansker livet ut (Conti-Ramsden & Durkin, 2008).

Det er omfattende å gi en dekkende beskrivelse av språklige særtrekk hos alle barn med SSV, spesielt fordi gruppen som helhet er heterogen. Det antas at det finnes undergrupper av barn med SSV, eksempelvis barn med grammatikk som den eneste eller den mest fremtredende vansken. På den andre siden antas det at ingen barn med SSV kan ha vansker med kun ett område av språk, ei heller kun vansker med språk uten å ha vansker med andre, ikke-språklige bearbeidingsprosesser (van der Lely, 2005)). Bearbeiding av stimuli som gis i eksperimentet som denne besvarelsen baserer seg på, krever auditiv og fonologisk bearbeiding. Derfor gis en kort beskrivelse av kun fonologiske vansker i det følgende.

## **2.2.1 Fonologiske vansker i SSV**

Språktilegnelse forutsetter tilpasning i form av innlæring av fonologiske koder. En fonologisk vanske innebærer et lydsystem som er underutviklet eller som avviker fra lydsystemet i det

aktuelle språket (Bishop, 1997). Å ha fonologiske vansker uten å ha vansker med andre deler av språket, er ikke karakteristisk for barn med SSV. Derfor er fonologi av stor interesse i forskning på området (Leonard, 1998).

Studier har vist at vansker med gjenkjennelse av språklyder i ord er karakteristisk for SSV, og at de har dårlig språkforståelse av talt språk (Bishop & Snowling, 2004). Videre kjennetegnes barn med fonologiske vansker ved at de ikke mestrer å skille hver enkelt språklyd godt nok fra hele mengden av verbalstimuli (Bishop, 1997). Spørsmålet er derfor om fonologiske bearbeidingsferdigheter eller auditive prosesseringsferdigheter kan forklare andre språklige vansker SSV-barn har?

Noen forskere hevder generell prosesseringsevne, som auditiv prosessering, er den grunnleggende vansken (Tallal, 2000), mens andre hevder mer språkspesifikke prosesser, som fonologisk bearbeiding er den grunnleggende vansken (Leonard, 1998). De to mulige årsaksforklaringene reflekterer henholdsvis et generelt lavt evnenivå som årsak til språkvanskene, eller kun et lavt verbalt evnenivå som årsak til språkvanskene. IQ-kriteriet vil derfor drøftes opp mot SSV-diagnosen i neste kapittel.

### **2.2.2 Vanskens IQ-kriterie**

Inklusjonskriteriene er en kilde til at SSV er en omdiskutert diagnose. Eksklusjonskriteriet nonverbal IQ over 85 er av spesiell interesse. Kriteriet er omdiskutert da det viser seg at barn med språkvansker, uavhengig av IQ, har de samme vanskene i språktilegnelsen (Leonard, 1998). Dette er kjernen i diskusjonen omhandlende SSV som en domenespesifikk eller domenegenerell vanske.

Barn med SSV har en typisk utvikling på alle områder bortsett fra språktilegnelse (Hulme & Snowling, 2009), noe som støtter at vansken er språkspesifikk og at det er eksempelvis den fonologiske bearbeidingen som svikter eller er mangelfull. Nonverbal IQ er derfor innenfor normalområdet, det vil si 85 eller over, men de språklige ferdighetene er minst -1.25 i standardavvik under aldersgjennomsnittet (Leonard, 1998). Imidlertid foreligger det funn av barn med SSV som har nonverbale evner under 85, men over grensen for mild utviklingshemming. Derfor er IQ-kriteriet i SSV svært omdiskutert (Hulme & Snowling, 2009; Leonard, 1998).

Observasjonene beskrevet gjenspeiler konflikten mellom domenegenerell og domenespesifikk

teori. Domenegenerell teori hevder språkvansken skyldes en generell prosesseringsvanske, som også vil vise seg i auditiv prosessering av språklyder. Domenespesifikk teori mener språkvanskene skyldes en spesifikk nedsatt språklig funksjon, da at den auditive prosesseringen er intakt, men at det er prosessering av fonologisk innhold som svikter (van der Lely, 2005).

Det er imidlertid vist at barn med språkvansker med nonverbale evner under 85 har samme mønstre av språkvansker som de med nonverbale evner over 85 TOMBLIN (Hulme & Snowling, 2009), noe som støtter forklaringen om auditiv bearbeiding som årsak. Det foreligger altså ingen klare bevis for at barn med SSV og barn med generelle språkvansker er språklig og læringsmessig forskjellige fra hverandre (Leonard, 1998). Det er problematisk at barn med nonverbal IQ mellom 70 og 84 ikke faller inn under hverken SSV-kategorien, eller under kriteriet for utviklingshemming (Leonard, 1998). Ved et stringent bruk av IQ-kriteriet utelukkes derfor en eventuell undergruppe av SSV karakterisert ved lavere nonverbal IQ enn 85. Dette illustrerer uvissheten om SSV skyldes en generell prosesseringsvekkelse, som nedsatt auditiv prosessering av tale grunnet generell lav IQ, eller om det er kun de verbale evnene som er svekket, og vansken begrenser seg til språkspesifikke evner som fonologisk bearbeiding.

## 2.3 (S)SV- En domenegenerell vanske?

Domenegenerelle teorier argumenterer for at variasjonen i språklige evner er fordelt mellom språklige evner og nonverbale evner (Hulme & Snowling, 2009), altså at språkvanskene kan forklares med generelt lav IQ.

Domenegenerell teori mener at alle domener i hjernen er i interaksjon med hverandre, og at ingen ferdigheter, som språktilegnelse, oppstår på grunn av en funksjon i kun ett domene av kognisjon. Språkvanskene hevdes derimot å være en konsekvens av en generell svekkelse i flere domener og prosesser involvert i språk- og informasjonsbearbeiding. De observerte språkvanskene har oppstått på grunn av en generell svekkelse i flere domener, og at verbal og nonverbal IQ er i et avhengighetsforhold som gjør at en undergruppe av barn med SSV blir utelukket ved å opprettholde et IQ-kriterie på en nonverbal IQ på 85 eller høyere. Det fordi de mener lav verbal IQ kan påvirke eller ha samme opphav som nonverbal IQ. SSV hevdes derfor å ikke være språkspesifikk. Teorien fremmer det synspunkt at språkvanskene er et resultat av nedsatt evne i ikke-lingvistiske ferdigheter, slik som auditiv prosessering (Tallal,

2004), svekket fonologisk korttidsminne (Gathercole & Baddeley, 1990) eller en mer generell prosesseringsbegrensning (Miller, Kail, Leonard, & Tomblin, 2001).

Teorier som støtter at SSV er et resultat av en domenegenerell vanske, argumenterer for at prosesseringsvansker medfører vanskeligheter med å oppnå forståelse av lyder i rask akustisk bevegelse, eksempelvis forståelse av fonemer med lav fonetisk betoning. Av denne grunn blir ofte tids- og flertallsmarkører utelatt fordi barna ikke oppnår god nok fonologisk diskriminering av fonemene. Teorien hevder at barn med SSV har like gode grammatiske ferdigheter som barn uten vansker med språktilegnelsen, men at den nedsatte prosesseringshastigheten fører til en «sparsommelighet». Dette innebærer at de i prinsippet er kapable til å forstå morfosyntaktiske markører, men som en konsekvens av nedsatt prosesseringshastighet utelater prosesseringen av denne typen elementer. Domenegenerell teori hevder derfor at fordi ulike språklige områder samarbeider, vil de andre områdene prøve å kompensere for den opprinnelige vansken.

### **2.3.1 Auditiv bearbeiding**

Denne besvarelsen undersøker vansker med auditiv bearbeiding og det fonologiske korttidsminnet, som domenegenerell mulig årsak til språkvanskene. Som beskrevet i kapitlet om taleprosessering, er auditiv bearbeiding den aller første prosessen i taleprosesseringen, før stimulusen diskrimineres som en språklyd eller en ikke-språklyd (Dodd, 2005; Hulme & Snowling, 2009; Leonard, 1998). Språktilegnelse og dermed fonologisk diskriminering avhenger derfor av en rask og nøyaktig auditiv prosessering av talestimuli (Hulme & Snowling, 2009). Auditiv prosessering er en ikke-språklig prosess i motsetning til fonologisk bearbeiding. En eventuell vanske med auditiv prosessering gjør at talepersepsjonen ikke blir optimal. Noen undersøkelser antyder at evnen til auditiv prosessering henger sammen med ikke-språklige evner heller enn språklige evner. Ved analyse av auditiv prosessering antas det derfor at det ikke vil bli funnet signifikante gruppeforskjeller mellom SSV-barn og kontrollbarn (Baddeley, 2003).

Allerede på 1960-tallet fokuserte man på nedsatt auditiv prosesseringsevne i forskning på barn med språkvansker. Benton (1964) presenterte hypotesen om at nedsatt auditiv prosesseringsevne er en egenskap hos barn med spesifikke språkvansker (Tallal, 2000). Tallal (1976) hevdet at kritiske mekanismer for språkutvikling er hjernemekanismer som inngår i oppfattelse av midlertidige sekvenser (Lian & Ottem, 2008), som korttidsminnets kapasitet.

### 2.3.2 Det fonologiske korttidsminnet og arbeidsminnet

Baddeley (2003) hevder at korttidsminnet er midlertidig elektrisk aktivitet, mens langtidsminnet er varige forandringer i nervesystemet. Arbeidsminnet kan beskrives som bindeleddet mellom korttidsminnet og langtidsminnet, og er av den grunn avhengig av midlertidig elektrisk aktivitet og sammenligner denne med de strukturene som finnes i nervesystemet.

Mens talestimuli prosesseres auditivt, kreves det at den fonologiske løkken, som er det fonologiske korttidsminnet, holder på stimuli i så lang tid at arbeidsminnet etterhvert kan diskriminere stimuli fonologisk som en språklyd. I litteraturen som omhandler minnefunksjoner hos barn med SSV, forekommer en inkonsekvent bruk av terminologiene korttidsminne og arbeidsminne, og ikke alle skiller dem. Men det er faktisk en betydningsforskjell mellom de to begrepene.

Korttidsminnet refererer til midlertidig lagring og fremhenting av ikke-bearbeidet materiale, altså evnen til å holde på en begrenset mengde informasjon i minnet. Arbeidsminnet refererer derimot til lagring og fremhenting av materiale som er prosessert, altså evnen til å manipulere og organisere informasjonen som er holdt i korttidsminnet, eksempelvis å endre på rekkefølgen av tall man hører (Vance, 2008). Fonologisk korttidsminne refererer til evnen til lagring og fremhenting av ikke-bearbeidet talebasert materiale, en evne som auditiv prosessering avhenger av, mens begrepet fonologisk arbeidsminne refererer til evnen til lagring og fremhenting av bearbeidet talebasert materiale, som fonologisk bearbeiding avhenger av (Vance, 2008).

Baddeley & Hitch (1974, referert i Lian & Ottem (2008)) delte arbeidsminnet inn i undersystemer bestående av et midlertidig lagringssystem av fonologisk informasjon, som omtales som den fonologiske løkken. Den fonologiske løkken er derfor korttidsminnet for talt språk – det fonologiske korttidsminnet. I tillegg antok Baddeley (2001, referert i (Baddeley, 2003)) at den fonologiske løkken er avhengig av et utøvende senter. Dette senteret er et oppmerksomhetsbegrenset kontrollsystem.

Det fonologiske korttidsminnet antas å være en domenegenerell prosess fordi det blir kontrollert av et utøvende senter som hevdes å også styre kognitive prosesser (Baddeley, 2003). Det fonologiske korttidsminnet er derfor en mekanisme som er avhengig av andre kognitive prosesser, ikke bare språklige.



## 2.4 SSV – En domenespesifikk vanske?

Domenespesifikke teorier hevder at språktilegnelsen er selektivt redusert eller manglende hos barn med SSV, altså at vansken oppstår uten at andre lærevansker er til stede (van der Lely, 2005). Dette indikerer at språk må fungere som en modul uavhengig av andre domener i kognisjon. Domenespesifikke teorier mener at mennesket utvikler spesialiserte kognitive mekanismer som er kontrollert av genetikk, og som er underlagt ulike domener av kognisjon. Denne medfødte egenskapen er avgjørende for læring, eksempelvis læring av grammatikk (Rice, Wexler, & Redmond, 1999; van der Lely, 2005).

Domenespesifikke teorier mener SSV skyldes en vanske i innlæring av det grammatiske systemet som en følge av nedsatt funksjon i språkspesifikke domener uten at det finnes andre nedsatte funksjoner. Grammatikk består av syntaktiske, morfologiske og fonologiske enheter (van der Lely, 2005), og derfor er grammatiske ferdigheter avhengig av fonologisk bearbeiding. Domenespesifikk teori mener, i motsetning til domenegenerell teori, at språkvansken er oppstått på grunn av en svekket funksjon i kun ett domene. Tilhengere av språkspesifikk teori ønsker derfor å opprettholde et kriterie med en viss diskrepans mellom nonverbal og verbal IQ.

Som det fremgår her er årsaken(e) til SSV ukjent og teorier om mulige årsak(er) svært omdiskuterte. Besvarelsen ønsker å studere mulige årsaksfaktorer til SSV gjennom å undersøke korttidsminneevner gjennom auditiv bearbeiding av ikke-språklig auditiv stimuli. Videre vil arbeidsminneevner bli undersøkt gjennom fonologisk bearbeiding av språklig auditiv stimuli. På denne måten vil ikke-språklige stimuli tappe domenegenerelle evner, og språklig stimuli tappe domenespesifikke evner. Resultatene vil videre bli sammenlignet med verbal og nonverbal IQ.

### 2.4.1 Fonologisk bearbeiding

Diskriminering av lyder betyr å skille mellom ulike lyder (Bishop, 1997). Fonologisk diskriminering er å skille fonemer fra ikke-språklyder, og å skille ulike språklyder fra hverandre. Dette er den andre prosessen i taleprosesseringen (Dodd, 2005). Fonologisk bearbeiding er en kognitiv prosess, i motsetning til auditiv prosessering som er en sensorisk prosess.

Besvarelsen fokuserer på bearbeiding av (språk)lydsendringer. Målet er å undersøke om SSV

skyldes en domenegenerell vanske med auditiv prosessering, som også vil gi konsekvenser for fonologisk bearbeiding, eller om SSV skyldes en domenespesifikk vanske med fonologisk bearbeiding.

En eventuell vanske med fonologisk bearbeiding av auditiv stimuli er en domenespesifikk mulig årsaksforklaring til SSV, da fonologi er én av de tre komponentene grammatikk består av (van der Lely, 2005). Dersom den fonologiske diskrimineringen ikke er optimal, oppnås ikke en fonologisk representasjon av lydstimuli, og som en konsekvens blir det vanskelig å oppnå en semantisk representasjon av stimuli (Dodd, 2005). Fonologisk diskriminering er derfor en prosess som foregår mellom fonologisk gjenkjennelse og fonologisk representasjon.

### **2.4.2 Arbeidsminnet**

Den fonologiske løkken er tidligere beskrevet som det fonologiske korttidsminnet. Det ble gjort rede for at den lagrer fonologisk informasjon midlertidig, og at den styres av et utøvende senter. Bearbeiding av språklige versus ikke-språklige auditive stimuli er tema for besvarelsen. Hvis vansken ligger i det utøvende senteret som styrer det fonologiske korttidsminnet, er det et argument for at SSV er en domenegenerell vanske. Er vansken derimot å bearbeide informasjonen som er holdt i det fonologiske korttidsminnet, taler det for at SSV er en domenespesifikk vanske.

Informasjon som holdes i den fonologiske løkken prosesseres i arbeidsminnet ved at innkommende stimuli fra korttidsminnet blir sammenlignet med lagret informasjon om språklyder på det spesifikke språket. Målet er å oppnå en fonologisk representasjon som er sammenfallende med semantiske representasjoner i det semantiske lageret. Denne prosessen må skje for å kunne diskriminere en auditiv stimuli som språklig eller ikke-språklig (Dodd, 2005; Tomblin, Bishop, & Norbury, 2008). Det fonologiske arbeidsminnets kapasitet kan tenkes å være å være en domenespesifikk evne, i motsetning til det fonologiske korttidsminnet, da det fonologiske korttidsminnet antas korttidsminnets kapasitet å styres av et utøvende senter som er involvert i flere informasjonsprosesser (Baddeley, 2003).

Hebb mener i sin bok *The Organization of Behavior* (1949) at det er en forskjell mellom langtidsminnet og korttidsminnet, hvor langtidsminnet involverer varige forandringer i nervesystemet, mens korttidsminnet består av midlertidig elektrisk aktivitet (Baddeley, 2003). Da arbeidsminnet bearbeider informasjon som holdes midlertidig i korttidsminnet og sammenligner innholdet med lagret informasjon i langtidsminnet, kan det antas at

arbeidsminnet er et slags bindeledd mellom korttidsminnet og langtidsminnet.

## 2.5 ERP - En metode for observasjon av språkbearbeiding

Hvordan kan disse prosessene som foregår i hjernen observeres og registreres? ERP er metoden som vil benyttes, og i det følgende kommer derfor en teoretisk innføring i metoden for å forstå prinsippet med den, for så å til slutt å kunne presentere studier som er gjort med metoden. Funn fra ERP-studier er bevisst ikke presentert tidligere i teoriredegjørelsen, da det er en nødvendighet å forstå den anvendte metoden som ga funnene. For å forstå prinsippet for språkbearbeiding og hvordan bearbeidingen registreres, vil bindeleddet mellom språk og nevrologi presenteres kort innledningsvis.

Bindeleddet mellom språk og nevrologiske strukturer, er nervesystemet.

Sentralnervesystemets funksjon er å bearbeide og tolke sanseinntrykk, samt samordne og styre funksjoner og aktiviteter i kroppen (Gjærum & Ellertsen, 2002), som for eksempel bearbeiding og tolking av talt språk. Nervesystemet påvirker, og påvirkes av, kroppen og miljøet (Gjærum & Ellertsen, 2002; Pinel, 2003). Auditiv språkstimuli er stimuli fra miljøet som nervesystemet formidler videre som signaler for å bearbeide informasjonen.

All aktivitet i hjernen er elektrisk og måles i spenning<sup>1</sup> (Gjærum & Ellertsen, 2002; Luck, 2005). Kognitive prosesser, eksempelvis språkbearbeiding, kan derfor observeres gjennom å registrere spenning fra skalpen ved hjelp av event-related potentials (ERP) (Luck, 2005).

Observasjonen skjer gjennom elektroder festet på skalpen som måler spenningsforskjell over tid, og den kontinuerlige registreringen av elektrisk aktivitet kalles elektroencefalografi (EEG) (Luck, 2005). ERP er epoker av EEG som er relatert til en repetert hendelse av interesse. Man velger ut tidsepoker av EEG på noen hundre millisekund etter en stimuli og den elektriske aktiviteten fra ERP-opptaket analyseres så som hjernens respons på stimulien som ble gitt. Som navnet event-related potentials tilsier, er det potensialer relatert til en gitt hendelse som registreres. I EEG-opptaket ligger responsene på de spesifikke stimuliene, og ved å foreta en forholdsvis enkel gjennomsnittskalkulering av EEG-opptakene, tas ERP-responsene ut av EEG-opptaket (Luck, 2005).

ERP er en metode som måler sensoriske, motoriske og kognitive prosesser i hjernen (Luck, 2005; Torkildsen, 2008b). Den viktigste kognitive evnen hos mennesket er evnen til å bearbeide og produsere språk (Männel, 2008). Denne besvarelsen benytter ERP til å måle den

---

<sup>1</sup> Spenning er elektrisk pågang/strøm. Spenning er også kalt elektrisk potensiale fordi det reflekterer potensialet for elektrisk strøm å flyte fra en plass til en annen

sensoriske prosessen auditiv prosessering, og den kognitive prosessen fonologisk diskriminering. ERP måler elektrisk aktivitet utløst av kognitive responsprosesser inntil flere hundre millisekunder etter at stimuli er gitt (Luck, 2005). Språkbearbeiding er en prosess som må gå raskt for at ingen informasjon skal gå tapt. ERP muliggjør, på grunn av tidsoppløsningen, observasjon av elektrisk aktivitet i hjernen i auditiv språklig informasjonsbearbeiding, og er derfor en svært lovende metode for å oppnå kunnskap om barns språktilegnelsesprosesser (Männel, 2008). ERP har en tidsoppløsning på 1 millisekund eller bedre under optimale forhold (Luck, 2005).

ERP er en metode som registrerer denne elektriske signalformidlingen som skjer i språkbearbeiding. ERP er epoker av hjerneaktivitet i etterkant av interessante hendelser (Luck, 2005). Mer spesifikt er ERP epoker av EEG hvor spenningsforandringer i elektrodene på grunn av elektrisk forandring i hjernen er registrert som respons på en stimulus (Luck, 2005). Et eksempel er elektrisk aktivitet som reflekterer språkbearbeiding etter at en språklig lydstimulus har blitt gitt.

## 2.5.1 Teknisk beskrivelse

For å forstå hvordan ERP-opptak registrerer elektrisk støy, er det essensielt å vite hvordan elektrisitet og magnetisme forholder seg til hverandre. Når strøm går gjennom én av to nærliggende ledere, dannes et magnetisk felt rundt lederen. Dette magnetiske feltet produserer elektrisk strøm i den andre lederen også (Luck, 2005). Slik registreres spenningsforandringer på grunn av hjerneaktivitet i ERP. Derfor kan elektrisk støy i omgivelsene opptaket tas i lett påvirke ERP-dataene. Dette drøftes ytterligere i kapittel 5.

Motstand er den evnen som en substans har til å holde ladete partikler unna påvirkning (Luck, 2005). Begrepet motstand brukes kun hvis strømmen er konstant over tid. ERP-strømmen varierer over tid og fordrer derfor bruken av begrepet impedanse som er tilsvarende begrep til motstand i tilfeller hvor strøm ikke er konstant over tid (Winkler, et al., 1999). Elektrisitet følger minste motstands vei (Luck, 2005), noe som gjør det viktig å gjøre impedansen så lav som mulig ( $5 \Omega$ ) før og under opptak for å kunne registrere elektrisk aktivitet i hjernen på skalpen. Hvordan det ble gjort, omtales i metodekapitlet og drøftes i kapittel 6.

Barn som har vansker med språklig informasjonsprosessering kan benytte seg av kompensatoriske metoder for å beherske informasjonsprosesseringen, og viser derfor normal

ekspresiv språklig atferd (Bishop, 1997; Leonard, 1998). I motsetning til tester som krever verbal eller motorisk respons, kan ERP-metoden observere alle stadiene i språkbearbeidingen og avdekke eventuelle kompensatoriske mønstre i bearbeidingen. Å ha denne muligheten er verdifullt i studier av SSV-barn, da aktiviteten i hjernen er antatt å vise seg annerledes hos enkelte av disse barna. Metoden er dessuten smertefri, noe som er essensielt i studier på barn.

## 2.5.2 ERP-komponenter

Komponentene defineres ut fra antakelser om hva en komponent er (Luck, 2005). I de første ERP-studiene ble komponentene definert på grunnlag av polaritet, amplitude, latens og topografisk distribusjon (Luck, 2005). Latens er tidsintervallet fra stimulusstart til respons, polaritet vil si om bølgen er positiv- eller negativgående, amplitude er svingningsutslaget og gjenspeiler den neurale aktiviteten utløst av den eksperimentelle stimulusen, og topografisk distribusjon beskriver en komponents spenningsfordeling over skalpen til enhver tid under stimulusprosesseringen (Männel, 2008). For å avgjøre om en ERP-bølge man observerer er den bølgen man leter etter, vurderer man ovennevnte kvaliteter ved bølgen. Amplitudemåling skjer ved å regne ut det gjennomsnittlige amplitudetoppunktet for et gitt tidsvindu sett i forhold til et null-punkt, som er praktisert ved et baselineopptak hvor gjennomsnittsspenningen er registrert når det ikke ble gitt noen stimuli (Männel, 2008).

De ovennevnte aspektene ved en bølge reflekterer imidlertid ikke de essensielle egenskapene ved en komponent (Luck, 2005). En ERP-komponent kan oppstå til ulik tid under ulike omstendigheter selv om den utløses fra den samme ferdighetsmodulen og representerer den samme kognitive funksjonen. Samme kognitive funksjon kan oppstå i ulike deler av én modul ved ulike omstendigheter, derfor kan også komponentens topografiske distribusjon og polaritet variere (Luck, 2005).

Videre kan en komponent observeres tidligere eller senere enn antatt, men likevel være den samme komponenten som man forventet å observere dersom stimulusen tester korrekte kognitive funksjoner. Eksempelvis er det stor sannsynlighet for at det er MMN-komponenten som observeres noen millisekunder etter det som antas å være MMNs tidsintervall, hvis den stimulusen som er gitt er en diskriminerbar auditiv stimulus som avviker fra det testindividet har hørt mest. Som det vil bli forklart i kapitlet om MMN-komponenten, vet vi at det er da den utløses. Dette forutsetter derfor at begrepsoperasjonaliseringen er tilfredsstillende.

Potensialforandringer er spenningsforandringer som registreres mellom elektrodene. Som en

konsekvens defineres en ERP-komponent som en potensialforandring i hjerneaktivitet utløst av en gitt modul av hjernen som en respons på en stimulus (Luck, 2005).

### 2.5.3 MMN-komponenten

ERP-studier av voksne har bekreftet at bearbeiding av ulike aspekt av lingvistisk informasjon utløser ulike ERP-komponenter, og bearbeidingen kan derfor deles opp i faser ved hjelp av å studere de ulike ERP-komponentene (Männel, 2008). MMN er en elektrofysiologisk før-oppmerksomhetsrespons som utløses ved enhver diskriminerbar forandring i gjentatt auditiv stimuli (Näätänen, et al., 2005). En standardstimuli presenteres gjentatte ganger og avvikere er tilfeldig stimuli som ikke samsvarer (mismatch) med standarden. Mismatch-komponenten er et resultat av hjernens automatiske leting etter en avviker fra standarden, og reflekterer en automatisk prosess som sammenligner innkommende stimuli med sensoriske minnespor fra foregående stimuli (Näätänen, Paavilainen, Rinne, & Alho, 2007). MMN er differansebølgen mellom ERP-responsbølgen for avviker minus ERP-responsbølgen fra standard (Männel, 2008).

Männel (2008) antar at tidlige ERP-komponenter opp mot 100-200 ms etter stimuli i hovedsak reflekterer automatiske prosesser utløst av de fysiske egenskapene av lydstimulien, som styrke og tonefall av et talt ord, mens sene komponenter, det vil si 300 ms etter stimuli og senere, anses som indikatorer på kognitiv prosessering på høyere nivå påvirket av menneskets bevissthet. Amplitude-toppunktet er punktet hvor det er høyest amplitude i et gitt tidsvindu, og reflekterer hvor det er størst utslag som følge av en mismatch mellom forventet, gjentatt stimuli og avvikerstimulusen som presenteres. Denne uoverensstemmelsen kommer til syne gjennom en bølgeforskjell mellom avviker og standard. Latenstoppunktet (peak latency) er tidspunktet hvor ERP-responsen tiltreier etter stimulistart (Luck, 2005).

MMN-komponenten oppstår 100-250 ms etter stimulistart, og er en endringsspesifikk ERP-komponent som utløses ved enhver diskriminerbar forandring i auditiv stimulus uavhengig av oppmerksomheten til den som testes (Näätänen, et al., 2007). Eksempelvis vil MMN-komponenten utløses når /u/ høres hvor det forventes /a/, som i ordet «hun» i stedet for «han». Dette indikerer at MMN-komponenten reflekterer lavere automatiske kognitive prosesser, og at den utløses når stimuli avviker fra standardstimuli i eksempelvis egenskapene frekvens, varighet og vokaltipe. Denne studien tester vokaltipeavvik.

## 2.5.4 Optimum 1-paradigmet

ERP-komponenter blir definert ut fra *funksjonell betydning*. MMN-komponentens funksjonelle betydning er auditiv og fonologisk bearbeiding. Dette innebærer at spesifikke komponenter utløses under gitte omstendigheter. Omstendighetene kalles paradigmer, og navnet på ERP-komponenten beskriver paradigmet som utløser den funksjonelle betydningen (Männel, 2008). Mismatch negativity-komponenten (MMN) utløses i et paradigme hvor en diskriminerbar avviker fra standardstimuli blir gitt (Näätänen, et al., 2007).

Forskere er de seneste årene blitt enige om å benytte seg av et nytt paradigme kalt Optimum 1-paradigmet (Näätänen, Pakarinen, Rinne, & Takegata, 2004). Med Optimum 1-paradigmet er det mulig å kontrollere fem uavhengige avvikere og oppnå fem ulike MMN-komponenter i samme test. Det tradisjonelle Oddball-paradigmet som er blitt brukt frem til nylig fikk kontrollert kun én avviker og dermed oppnådde kun én MMN om gangen (Näätänen, et al., 2004). Spørsmål som tidligere ikke kunne bli besvart, kan derfor stilles og besvares med det nye paradigmet. Antallet avvikere som er interessante å bruke i et MMN-eksperiment er avhengig av problemstillingen. MMN-avvikere i denne studien vil bli beskrevet i metodekapitlet.

## 2.6 Empiriske funn

MMN-responsen er i tidligere studier blitt utløst på frontal-sentrale elektroder av en diskriminerbar avvikende stimulus fra forventet standardstimuli i tidsvinduet 150-250 ms etter endringsstart, og derfor indikeres det at den reflekterer kognitive minnefunksjoner (Näätänen, et al., 2007). McArthur & Bishop (2005) støtter opp under antakelsen om at MMN-responsen reflekterer minnefunksjoner, siden de i sin ERP-studie av barn med SSV hevder at responsen på språklydene som ble gitt som stimuli var avhengig av det fonologiske arbeidsminnet.

De fant at barna med SSV var senere med å kategorisere ikke-språklyder, samt senere med å oppdatere språklyds-representasjoner i arbeidsminnet, sammenlignet med de normalspråklige barna i studien. Videre hevder de at svekket auditiv bearbeiding vil vise seg ved svakere MMN-respons på både ikke-språklige og språklige vokalstimuli (McArthur & Bishop, 2005). Dette kan indikere at dersom barn responderer svakere kun på språklig vokalstimuli, antydes det ikke en auditiv bearbeidingsvanske, men en vanske med fonologisk bearbeiding. Videre er det funnet en sammenheng mellom auditiv prosesseringsevne og nonverbale evner, heller enn språklige evner (Hulme & Snowling, 2009).

Winkler et al. hevder i sin studie at MMN-respons på språklyder blir redusert ved språklig erfaring (1999). Dette kan antyde at språklyder er repetert gjennom språkerfaring og utløser ingen MMN fordi ingen oppleves som avvikende.

## 2.7 Hypoteser

Den teoretiske og empiriske forståelsesrammen danner grunnlaget for følgende hypoteser om denne studiens normalspråklige barn og barn med SSV sin auditive og fonologiske bearbeiding av ikke-språklige og språklige vokaler i MMN-eksperimentet:

- 1) Tilstedeværelse av MMN-komponenten på frontal-sentrale elektroder, spesielt på Fz-elektroden, 150–250 millisekund etter endringsstart dersom ikke-språklige og språklige vokalendringer oppfattes som avvikende fra standardvokalen
- 2) Signifikant gruppeforskjell i MMN-respons på ikke-språklig og språklig vokalavviker dersom barna med SSV kan ha auditive bearbeidingsvansker
- 3) Signifikant gruppeforskjell i MMN-respons på kun språklig vokalavviker dersom barna med SSV kan ha fonologiske bearbeidingsvansker



### 3 Metode

Følgende kapittel vil presentere studiens metodiske tilnærming. Dette for å vise at metodene som er valgt og instrumentene som er brukt er hensiktsmessig for å besvare denne besvarelsens problemstilling. Hvilke kriterier de normalspråklige barna og barna med SSV måtte oppfylle for å inkluderes i studien omtales så, før MMN-eksperimentet presenteres. Eksperimentet testet barnas grunnleggende lyd- og taleprosesseringssevne, og egner seg derfor til å besvare problemstillingen i denne besvarelsen. Videre vil det bli gjort en teoretisk redegjørelse for hva validitet og reliabilitet er, dét som et verktøy for kritisk vurdering av hva resultatene fra studien faktisk måler. Deretter vil etiske aspekter knyttet til studeien som er viktige å ta i betraktning omtales, før det gis en redegjørelse for hvordan datamaterialet ble gjort.

#### 3.1 Valg av metode og design

Problemstillingen avgjør hvilken metodisk tilnærming man skal bruke i studien (Befring, 2007). Studiens ønske er å *forklare* og en *beskrive* språkbearbeiding hos barn med SSV, og denne besvarelsen ønsker å forklare og beskrive barn med SSV sin evne til auditiv og fonologisk bearbeiding sammenlignet med normalspråklige barn. En beskrivelse krever å studere et fenomen slik det er, ikke å gi en manipulasjon for å forsøke å endre fenomenets tilstand. Dette er karakteristisk for ikke-eksperimentelle design (Kleven, 2002b).

Å forklare språkbearbeiding vil si at man prøver å finne faktorer som ligger forut i tid som kan være årsak til at fenomenet er slik det er. Årsaksforklaringer krever at man studerer mulige påvirkningsfaktorer til fenomenets tilstand (Kleven, 2002b). Auditiv og/eller fonologiske bearbeidingsvansker antas å være påvirkningsfaktorer som ligger forut i tid for SSV (Bishop, 1997; Leonard, 1998; Tallal, 2000; van der Lely, 2005). Evnen til dette ble derfor studert i MMN-eksperimentet, og sammenlignet med språklig og ikke-språklig evnenivå.

Forsøksbetingelsene i studien er ikke ulik stimuli til to like grupper, men to ulike grupper som får lik stimuli. Dette er en gruppe av barn med SSV, som er klinisk gruppe, og en kontrollgruppe. Klinisk gruppe vil si at den innehar personer som representerer målgruppen som ønskes studert, i denne studien er det barn med SSV. Kontrollgruppe vil si en gruppe som er lik den kliniske gruppen i alle variabler bortsett fra det fenomenet som ønskes studert, som

i denne studien er lavere språklige evner. Gruppene er inndelt etter språklige evner, og studien har derfor ikke tilfeldig fordeling mellom forsøksbetingelsene (Lund, 2002a). Studien ønsket å observere om ulike språklige evner ville gi gruppeforskjeller i ERP-respons som følge av stimuli som krevde auditiv og/eller fonologisk bearbeiding. Dermed skjedde det ingen manipulasjon hvor effekten av den ble testet i etterkant. Slik kan denne studiens design sies å være et posttest-design med ikke-ekvivalente grupper (Lund, 2002b).

Språklige evner, representert ved gruppene, er uavhengig variabel, og auditiv og fonologisk bearbeiding reflekteres, som representeres gjennom ERP-respons, er avhengig variabel. Andre faktorer som er mulige årsaksfaktorer forut i tid enn de som ble testet, er mulige trusler og vil bli drøftet i kapittel 5. Da studien ønsker forskjeller i språklige evner som årsak til ERP-responsen, er det viktig å ha homogene grupper, noe som innebærer stringente utvalgs-kriterier. Utvalget og kriteriene for å bli inkludert i utvalget vil nå bli beskrevet.

## 3.2 Utvalg

Studiens utvalg er basert på tidligere nasjonal og internasjonal forskning på området. Målet var å samle data fra omtrent 80 barn fordelt på en SSV-gruppe og en kontrollgruppe. Ønsket alder på barna var fra 4 år og 6 måneder til, 7 år og 3 måneder. Barna kunne ikke være eldre enn dette, da evnetesten som brukes for kontroll av inklusjonskriteriet om lavere språkevner sammenlignet med non-verbale evner, bare er normert opp til denne alder (Sattler, 2001). Den nedre aldersgrensen var mer fleksibel på grunn av at testen er normert for barn helt ned til 2;6 år. En annen årsak til alderskriteriet på 4:6 til 7:3 er barnas forventede språkutviklingsnivå. Barn i denne alderen forventes å ha tilegnet seg de fleste grammatiske strukturene i språket, og har i denne alderen et muntlig språk tilnærmet voksnes (Tetzchner, 2001).

Barna med SSV ble rekruttert gjennom Bredtvet kompetansesenter og Statped Vest. Barna var henvist til kompetansesentrene via PPT i Oslo- og Bergens-området med språkvansker som primærvanske. Kontrollbarna ble rekruttert ved at studentene tilknyttet prosjektet tok kontakt med skoler og barnehager i Oslo- og Bergensområdet og spurte om tillatelse til å sende forespørsler om deltakelse i studien hjem med barnet. Forespørslene ble utarbeidet av prosjektleder Torkildsen og er i tråd med retningslinjene til Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (se vedlegg).

### 3.2.1 Kriterier for utvalg

Bortsett fra det nonverbale IQ-kriteriet, samsvarer inklusjons- og eksklusjonskriteriene i studien med de tradisjonelle kriteriene som anvendes i diagnostisering av SSV (Leonard, 1998). Som tidligere nevnt er det nonverbale IQ-kriteriet omstridt, og derfor ble den nedre grensen satt til 75 IQ-poeng i denne studien. Ved bruk av kjernetestene av WPPSI-III, vil den eventuelle effekten av nonverbal IQ på MMN-responsene kunne undersøkes (Sattler, 2001).

Gruppen av barn med SSV ble dannet ved følgende inklusjonskriterier: 1) skårer på standardiserte språktester utført av PPT og/eller Statped som ligger  $-1.25$  standardavvik under gjennomsnittet, 2) normal hørsel og normalt eller korrigert til normalt syn (testet av PPT/Statped i utredningen), 3) fravær av tegn til epileptiske anfall, nevrologiske sykdommer, cerebral parese og hjerneblødninger, 4) fravær av syndromer som autisme og Downs, 5) fravær av strukturelle avvik i taleapparatet undersøkt av PPT/Statped i utredningen, og 6) vansker med morfosyntaks (skårer utenfor normalområdet på grammatikkdelen av Språk 6-16, TROG-2, eller annen grammatikktest). I denne studien ble TROG-2 anvendt for å avdekke morfosyntaktiske vansker.

Inklusjonskriterier for kontrollgruppen var 1) normale skårer på språkdelen av WPPSI-III, 2) de samme kriteriene 2-5 som for SSV-gruppen (en enkel hørselstest ble gjennomført, angående syn baserte vi oss på forespørsel til foreldrene), samt 3) fravær av språkvansker eller dysleksi hos foreldre, søsken og besteforeldre.

Alle barna gjennomgikk en hørselstest grunnet kriteriet om normal hørsel. Den laveste desibelen som barnet hørte på 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz og 4000 Hz på venstre og høyre øre ble registrert. Dersom barnet ikke hørte lyder på 20 dB, ble de utelatt fra studien. I EEG-laben i Oslo var det flere datamaskiner og et ventilasjonsanlegg, noe som gjør at vifter laget en konstant suselyd i rommet. Rommet ble vurdert som akseptabelt til å utføre hørselstesten i, men forholdene var ikke optimale. Derfor ble lyder på 25 dB godtatt i Oslo.

Noen av kriteriene var avhengige av at foreldrene ga opplysninger, dette ble gjort ved at de besvarte et spørreskjema mens barnet gjennomgikk ERP-testingen. Målet med inklusjons- og eksklusjonskriteriene var å danne to grupper som var like på alle variabler bortsett fra språklige evner, som var variabelen som var ønsket studert opp mot evner til auditiv og fonologiske bearbeidingssevner.

### 3.2.2 Tester og prosedyre

NEPSY er en nevropsykologisk, individuell test som gjennomføres på 3 minutter og måler visuell oppmerksomhet. Da besvarelsen ikke analyserer og anvender data fra denne testen, vil den ikke bli ytterligere beskrevet. WPPSI-III og TROG-2, derimot, var måleinstrumentene som ble brukt å operasjonalisere begrepene verbale og nonverbale evner, samt morfosyntaktiske (grammatiske) evner. En kort redegjørelse av språk- og evnetestene kommer derfor i det følgende.

#### *WPPSI-III*

Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-III (WPPSI-III) ble anvendt som evnetest og er en individuell test for evaluering av kognitive evner for små barn. Den er normert for aldersgruppen 2:6 til 7:3 år (Sattler, 2001). WPPSI-III består av 14 deltester fordelt på de to hovedområdene verbal- og utførings-IQ. Deltestene er delt i tre hovedområder; kjernetester, supplerende tester og valgfrie tester. I denne studien ble kjernetestene utført, siden det var tilstrekkelig for et mål på verbale og nonverbale evner, samt det faktum at testsituasjonen ikke ble lenger enn nødvendig for barna. Resultatene fra de verbale deltestene og de nonverbale deltestene slås sammen og utgjør den totale IQ-en. Resultatene av kjernedeltestene utgjør verbal-IQ (VIQ), utførings-IQ (UIQ) og helskala-IQ (HIQ). Kjernedeltestene består av syv testblokker. Disse er informasjon, ordforståelse, ordresonnering, terningmønster, matriser, bildekategorier og koding.

Siden MMN-eksperimentet gir informasjon om hvordan språklig og ikke-språklig auditiv stimuli bearbeides, er det av interesse å sammenligne verbal og nonverbal IQ opp mot resultater fra MMN-eksperimentet.

#### *TROG-2*

TROG-2 er en test for kartlegging av grammatisk forståelse (Bishop, 2003). Den er tilpasset alderen 4:0 til 16:0 år og tar inntil 20 minutter å gjennomføre. Konstruksjonen av testen begrenser andre kilder til forståelsesvansker, eksempelvis auditiv diskriminering, svakt ordforråd og begrenset korttidsminne. TROG-2 består av 80 flervalgsoppgaver fordelt på 20 blokker hvor hver blokk måler en spesifikk grammatisk konstruksjon. Barnet får se 4 bilder for hver oppgave og testleder leser en setning for barnet. Barnet skal respondere med å peke på det bildet som samsvarer med innholdet i setningen. Testen anvendes til kartlegging av

avvikende eller forsinket språkutvikling hos barn i denne aldersgruppen (Bishop, 2003).

### 3.2.3 Det faktiske utvalget

SSV-gruppen ble satt sammen av barn som oppfylte inklusjonskriteriene, og kun barn i Oslo- og Bergensområdet ble inkludert, ikke barn fra andre steder av landet. Grunnet rekrutteringsvansker ble ikke hvert barn med SSV matchet med et kontrollbarn på variablene kjønn, alder og IQ. I tillegg til vanskeligheter med rekruttering, samt at noen barn ble ekskludert på grunn av at de ikke oppfylte inklusjonskriteriene, ble det endelige antallet barn i MMN-eksperimentet 37. 13 av barna var i SSV-gruppen og 24 av barna var kontrollbarn. Ett kontrollbarn ble ekskludert på grunn av språkvansker i nær familie, to barn ble ekskludert på grunn av de ikke ville ha på seg elektrodeheten eller ikke klarte å sitte stille under testingen, to andre barn ble ekskludert på grunn av feil med igangsetting av MMN-eksperimentet på datamaskinen, slik at opptakene ikke ble registert, og ytterligere to barn ble ekskludert grunnet mye støy på dataene. Støy kan ha vært høy impedanse, elektrisk og menneskelig støy i form av prating eller bevegelser.

## 3.3 MMN-eksperimentet

Stimuli som ble gitt var de norske vokalene /a/ og /o/ og de tilsvarende ikke-språklige lyder. Vokalstimuli ble laget ved å bruke en metode kalt Semisynthetic Speech Generation (SSG) (Alku, Tiitinen, & Näätänen, 1999). SSG er en metode som muliggjør å oppfylle det økende ønsket om å bruke menneskestemmen i kognitiv hjerneforskning (Alku, et al., 1999) fordi metoden syntetiserer talestimuli som en kombinasjon av kunstige prosesser og prosesser fra naturlige mekanismer i menneskelig taleproduksjon (Alku, et al., 1999).

Det innebærer at ved å bruke en filtreringsteknikk, lages en kunstig stemmebåndsbølge, som er kilden til tale, på grunnlag av naturlig tale. Spenningen fra den ekte talen anvendes til et kunstig digitalfilter som modellerer akustisk resonans i tale. Metoden gjør at talens naturlighet blir bevart i stimulien samtidig som frekvensen i den akustiske resonansen i talen kan reguleres. Denne kombinasjonen gjør SSG meget godt egnet til å anvendes i kognitiv hjerneforskning hvor man ønsker å bruke språklyder som stimuli (Alku, et al., 1999).

Aller først ble det laget en modell av stemmeorganene ved artikulasjon av vokalene /a/ og /o/ hos et menneske. Deretter ble det, med utgangspunkt i en SSG-generert vokallyd, konstruert en naturlig stemmebåndsbølge med 113 Hz, som er grunnfrekvensen for stemmen. Stimuli

som ble gitt i MMN-eksperimentet var de språklige og ikke-språklige vokalene /a/ og /o/. Alle kvalitetene for de ikke-språklige vokalene ble valgt identiske med utgangspunkt i de SSG-genererte språklydene, med unntak fra den språklige dimensjonen. De ikke-språklige og språklige avvikerne var helt identiske med standardstimuli, men avvikende i enten frekvens, lengde eller vokal. Denne besvarelsen baserer seg på vokalavvikerne, og de andre avvikerne vil derfor ikke bli omtalt.

Stimuli beskrevet ovenfor ble satt i system i åtte stimuliblokker. Inkludert i alle blokkene var avvikerne både for vokaltipe, varighet og frekvens. I hver blokk ble en ofte presentert standardvokal erstattet med en avvikende vokaltipe. Standardstimuli var ulik fra blokk til blokk, noen ganger vokalen /a/, andre ganger vokalen /o/. På denne måten var en standardvokal i én blokk presentert som en avvikende vokal i andre blokker. Dette for å minimere repetisjonen av én enkelt lyd, og for å lage et paradigme som ligner eller er tilsvarende naturlige lyttesituasjoner.

Da samme vokalstimuli ble brukt som både standard og avviker, kontrollerte paradigmet også for de fysiske forskjellene mellom standard- og avvikerstimuli. Det var 450 forsøk (trials) bestående av 225 avvikere i hver blokk, hvorav 75 var vokalavvikere. Rekkefølgen blokkene ble presentert i varierte for hvert barn for å unngå systematiske målefeil (Kleven, 2002a). Optimum 1-paradigmet gjorde at de andre avvikerne styrket minnesporene av standarden med tanke på de kvalitetene som all stimuli hadde til felles (Näätänen, et al., 2004).

Videre ble språklige og ikke-språklige blokker ble veid mot hverandre slik at antallet ble utlignet mellom barna. MMN-bølgene (differansen mellom ERP-respons på vokalavviker og vokalstandard) ble sammenslått og det ble regnet ut et gjennomsnitt av MMN-responsene. Den totale opptakstiden var 45 minutter. (se vedlegg med oversikt over alle blokkene).

### 3.4 Prosedyre

Språk- og evnetestene ble utført i samme testsituasjon, mens ERP-testingen ble avtalt til en annen dag for at ikke testsituasjonen skulle bli veldig lang for barnet. Gjennomføringen av språk- og evnetestene presenteres først, deretter kommer en mer omfattende beskrivelse av hvordan ERP-testingen foregikk, siden ERP er en forholdsvis ny metodisk tilnærming.

### 3.4.1 Prosedyre for språk- og evnetest

Alle masterstudentene har gjennomført kurs i Wechsler-kurs hvor det blant annet ble fokusert på ulike aspekter det er viktig å ta hensyn til i gjennomføringen av evnetestene. I tillegg fikk studentene i Oslo et lite opplæringskurs i hvordan TROG-2 skulle gjennomføres hos Bredtvet kompetansesenter. Dette ble prioritert for å ha en best mulig forutsetning for at testene ble gjennomført likedan, uavhengig av testleder.

En av masterstudentene møtte opp i barnets barnehage eller skole, hvor testleder og barnet fikk lov til å sitte uforstyrret på et rom. Testene ble ikke gjennomført i en fast rekkefølge for alle barna, noe som er heldig med tanke på systematiske målefeil (Lund, 2002b). Selv om testleder skal være oppmerksom på om barnet blir sliten og ukonsentrert, og eventuelt ta en pause, kan en fast rekkefølge i gjennomføringen være systematisk påvirket av eksempelvis dårlig konsentrasjon.

Både WPSSI-III og TROG-2 er normerte tester, og skåringen av de ble gjort etter retningslinjene i manualene. Etter at testene var skåret, ble verbal-IQ, noenverbal IQ, samt total-IQ lagt inn i SPSS hvor hvert barn hadde en anonym nummerert ID-kode.

Opplysningene fra Oslo og Bergen ble oppbevart på et sikkert område på Universitetet i Bergen sin server hvor kun personer involvert i prosjektet hadde tilgang.

### 3.4.2 Prosedyre for ERP-opptak

ERP-testingen ble gjennomført på en EEG-lab på Statens Senter for Epilepsi (SSE) i Oslo og på en EEG-lab på Psykologisk Institutt i Bergen grunnet krav om utstyr og lyd- og støyisolering. Rommet som ble brukt til opptak på SSE var elektrisk og lydmessig egnet, men det var likevel ikke så godt beskyttet som rommet som ble brukt i Bergen.

Før avtaler ble gjort om ERP-testing av barn som skulle inkluderes i studien, øvde studentene på å montere elektrodeheten og på å få lav impedanse på hverandre. Dette for å bli kjent med utstyret, vite hvordan barna ville kjenne på situasjonen og for å bli mer effektive. Dessuten reiste studentene i Oslo til Bergen for å observere hvordan de gjorde det der for å kunne gjennomføre testingen likt i Oslo og Bergen. Hele testsituasjonen ble utført på pilotbarn før barn som skulle være med i studien ble testet.

Da barna kom fikk de forklart hva som skulle skje. Dette for å skape en trygg atmosfære, da det å komme inn på en sykehuslignende plass kunne oppleves skremmende. Deretter fikk de sette seg i en stor og god stol som de skulle sitte i under testingen. Det var viktig å ha en slik

stol for å unngå unødvendig muskelaktivitet og bevegelser fra barnet. Elektrodeheten ble festet på barnets hode samtidig som vi småpratet med barna og prøvde å danne en hyggelig og avslappet opplevelse for barnet. Foreldrene kunne også være tilstede under monteringen av hetten. Barnet valgte seg en film som han/hun skulle se under testingen. TV'en var plassert omtrent 50 cm foran barnet, og de fikk se filmen uten lyd da dette var ansett for å ikke påvirke opptaket.

Monteringen av elektrodeheten innebar å sprøyte inn en strømførende gelé i elektrodehullene i hetten for å oppnå kontakt med elektrisk aktivitet på skalpen. Elektrodene var fordelt proporsjonalt over hetten. I Bergen ble en annen hette og et annet elektrodesystem brukt. Der aktiviserte de én og én elektrode og festet på en hette. Lav impedanse (motstand) ble registrert på dataskjermen og var ønskelig for å kunne måle elektrisk aktivitet på skalpen til enhver tid. Det tok 15 - 30 minutter å oppnå lav nok impedanse ( $5 \Omega$ ).

Så ble hørselstesten tatt, og foreldrene gikk ut av rommet for å unngå unødvendig støy i rommet. Foreldrene fikk med seg spørreskjemaene de skulle besvare, og en av studentene fulgte med ut av rommet for å være tilgjengelig for eventuelle spørsmål fra foreldrene. Den laveste dB barnet hørte på frekvensene 250, 500, 1000, 2000 og 4000 Hz ble registrert. Den øvre grenset som var tillatt for inkludering i studien var 20 dB, men på grunn av støy i rommet i Oslo, ble 25 dB akseptert.

Etter at hørselstesten var gjennomført, begynte testingen. Aller først ble et to minutters EEG-opptak tatt (baseline) for å ha et tidsrom å sammenligne ERP-opptakene med. Baseline-opptaket er et mål på elektrisk aktivitet når ingen stimuli ble gitt. Etter disse to minuttene snakket vi litt med barnet om at det var dette vi skulle gjøre under resten av testingen også, bare at da ville barnet få telefoner på øret som ga lyder, men at barnet ikke skulle konsentrere seg om det, men sitte rolig og se på filmen. Studenten avtalte et tegn med barnet som skulle bety at hun eller han ville ha pause, dersom det var nødvendig i tillegg til de pausene som var avtalt.

Filmen ble satt på uten lyd og studenten satt hele tiden ved siden av barnet under testingen. Det er av nødvendighet å presisere at MMN-eksperimentet var sist av de tre eksperimentene som ble gjennomført i studien, noe som kan ha ført til at barna var mer urolige under MMN-opptaket. Testingen tok totalt 2.5 timer med alle tre eksperiment og et par pauser. Barnet fikk en liten leke som belønning etter endt testing. Etter at barna dro hjem, ble opptaket lagret på det samme område som språk- og evnetestene på Universitetet i Bergens server.

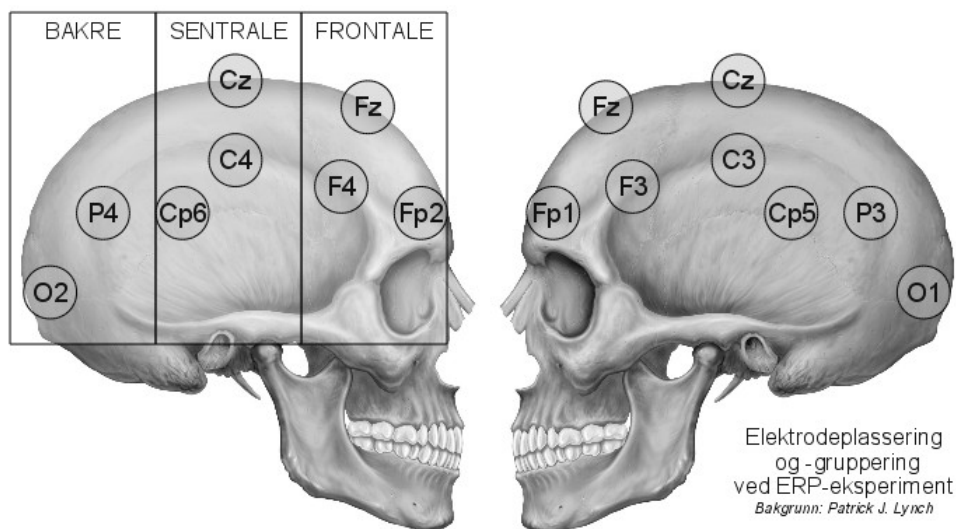




*Figur 2: Testbarn med ferdigmontert elektrodehette klar for testing (gjengitt med tillatelse fra foreldre)*

### 3.4.3 Fra EEG til ERP

ERP-responser registreres ved hjelp av opptil 64 elektroder i en elektrodehette som festes på hodet og kobles til en forsterker (Luck, 2005). Hvor mange elektroder som aktiveres er avhengig av formålet med studien (Männel, 2008). Denne studien har som formål å observere språkbearbeiding, og derfor ble 14 elektroder aktivisert ut fra forventninger om hvor det vil oppstå hjerneaktivitet i bearbeiding av språk. Elektrodene var Fp1, Fp2, F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, CP5, CP6, P3, P4, O1 og O2. Fz-elektroden er den som er av spesiell interesse for MMN-responsen, men som det fremgår av illustrasjonen, ble elektrisk aktivitet fra områder av elektroder slått sammen og analysert.

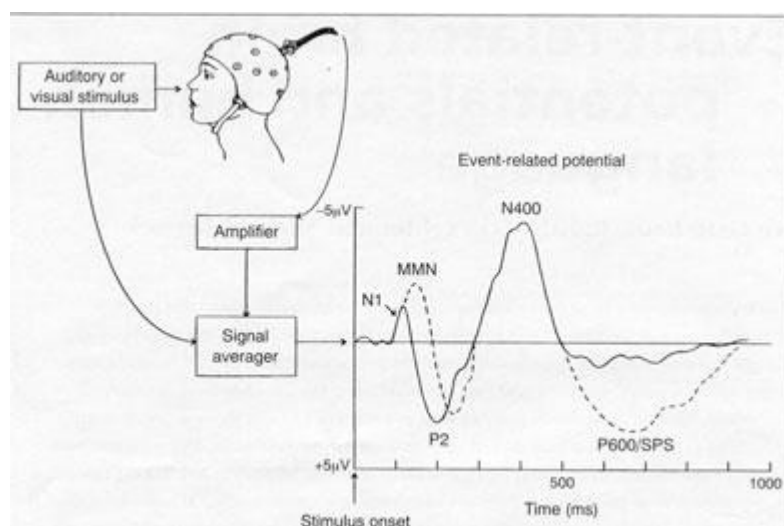


*Figur 3: Omtrentlig plassering av elektroder på skalpen*

Spenning er potensialet for strøm til å flytte seg fra ett sted til et annet (Luck, 2005), og er det som registreres i ERP-opptaket. Spenning måles mellom to elektroder ettersom én elektrode alene ikke gir noe potensiale for strøm til å flytte seg. Dette viser behovet for et referansepunkt hvor lite elektrisk aktivitet er forventet. En elektrode på mastoidebenet bak begge ørene ble aktivisert som referansepunkt. På denne måten ble strøm på den elektroden som var av interesse sammenlignet med strøm på referanseelektroden.

I tillegg ble elektrodene HEOG og VEOG (horisontal og vertikal elektrookulogram), som registrerte blinking henholdsvis horisontalt og vertikalt, festet over, under og ved siden av øynene på barna. Årsaken til det er at blinking og andre øybevegelser påvirker ERP-bølgene, og elektrisk aktivitet på disse elektrodene ble derfor trekt fra ERP-bølgene før de ble analysert (Luck, 2005).

Spenningsforskjellen i den aktive elektroden i elektrodehetten og referansepunktene (her: mastoidebenene) er spenningen. ERP-bølgene reflekterer derfor ikke elektriske egenskaper ved den aktive elektroden, men den er et mål på differansen mellom aktiv elektrode og referansepunktene (Luck, 2005). Økt spenning reflekterer økt elektrisk aktivitet i nervecellegrupper i hjernebarken (Opitz, Mecklinger, Cramon, & Kruggel, 1999), og er aktivitet som er av interesse i observasjon av språkbearbeiding. Hva som skjer fra stimuli blir gitt til språkbearbeiding blir registrert via elektrisk hjernaktivitet, illustreres nedenfor (Torkildsen, 2008a):



Figur 4: Viser bølgeform av ERP, blant annet MMN-komponenten

ERP-eksperimenter utføres og registreres ved at et eksperiment legges inn på en datamaskin. Denne sender akustisk stimuli til barnet. Samtidig sender datamaskinen stimuli-triggere til

EEG-opptaket for å markere hvor starten av hver stimuli er i det kontinuerlige opptaket. Så forsterkes EEG-signalene som måles fra skalpen og de tas opp kontinuerlig. Etter opptaket filtrerer man rådataene og korrigerer støy som øyeblikking, før man tar ut tidsbundne epoker av EEG-signalene. Videre regnes det et gjennomsnitt av disse epokene, og man står da igjen med ERP-bølger som respons på den akustiske stimulien. ERP-bølgene reflekterer nevronenes språkbearbeiding (Luck, 2005; Männel, 2008; Torkildsen, 2008a).

### 3.5 Etske betraktninger

Prosjektet denne besvarelsen er en del av er godkjent av Norsk Datatilsyn (NSD) og Regional Komité for medisinsk forskningsetikk (REK), og studien følger forskningsetiske retningslinjer gitt av den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH). Retningslinjene er utarbeidet for å hjelpe forskere til etisk refleksjon av forskningsetiske aspekt. Spesielt viktig var det å ta hensyn til barns krav til beskyttelse siden barn ble studert.

Det ble derfor vektlagt at barna skulle oppleve testsituasjonen som lystbetont og trygg. Spesielt var dette viktig under ERP-testingen, da situasjonen og utstyret var ukjent. Barna fikk lov til å ha en forelder i nærheten og en av studentene var alltid med barnet. Maktposisjonen mellom barna og studentene var ikke like, da barn kan ha vanskeligheter med å si nei til en voksen. Studentene var dette bevisst og informerte barna om hva som skulle foregå og spurte om det var i orden. I tillegg var studentene observante på eventuelle tegn til misnøye hos barna. Ved ett tilfelle viste barnet stor uro under ERP-opptaket, noe vi tolket som at barnet ikke ville fortsette, og testingen avbrutt.

Den totale tiden for ERP-testingen var en time og femten minutter, men den totale tiden kunne strekke seg til tre timer inkludert forberedelser, pauser og vasking av hår. Til tross for pauser og at barnet fikk se film, kan dette sies å være etisk vanskelig, da det er lang tid for en 5- 7-åring når han eller hun i tillegg måtte sitte rolig store deler av tiden.

Barnas foreldrene fikk informasjon om studiens hensikt, hvilken metode som skulle brukes, og hva et eventuelt samtykke til deltakelse i studien ville innebære. Deres samtykke var derfor informert (NESH, 2010). Imidlertid ble det observert at enkelte foreldre trodde eller håpet at deltakelse i studien ville gagne barnet deres i den forstand at de ville få tidligere hjelp i videre utredning av Bredtvet kompetansesenter. Disse foreldrene ble informert om at det var dessverre ikke tilfellet og at det var lov å trekke seg underveis, men at deltakelse i studien

forhåpentligvis ville gagne barnet deres med tanke på økt kunnskap om fenomenet SSV blant fagfolk som arbeider med barn med SSV. Dette faktum gjør samtykke-erklæringen etisk forsvarlig selv om barna det gjaldt var så unge (NESH, 2010).

Overholdelse av personvern er krevd i forskning (NESH, 2010). Sentitiv informasjon som kan avsløre hvem barna er ble aidentifisert ved hjelp av et ID-nummer. Videre ble opplysningene lagret på et område av UiBs servere hvor kun personer involvert i studien hadde tilgang. Aidentifiserte opplysninger vil behandles konfidensielt også etter at studien er avsluttet.

### 3.6 Analyse

For å kunne analysere MMN-data, må man først gjøre dataene så støyfrie som mulige, slik at man med stor sikkerhet vet at epokene som er trukket ut av EEG-opptaket reflekterer hjerneaktivitet i bearbeiding av stimuli som er gitt (Luck, 2005). Epoker er kutt av det kontinuerlige EEG-opptaket der hvor det foregår aktivitet av interesse. Det er gjort mange studier av MMN-komponenten, og det er derfor lettere å vite hvordan man skal gjøre dataene klare for analyse. I denne studien ble dataene analysert på samme måte som tidligere MMN-studier, med to unntak.

Dataene ble filtrert med et høypassfilter på 1 Hz og et lavpassfilter på 20 Hz. Det er vanlig å foreta en slik filtrering av dataene før man trekker ut epokene, da disse frekvensene ikke er interessante for språkbearbeiding og reflekterer støy. Høypassfilteret «godkjenner» alle frekvenser over 1 Hz mens filtrerer ut eller reduserer alle frekvenser under 1 Hz.

Lavpassfilteret har motsatt funksjon, og er i MMN-eksperimentet satt til 20 Hz (Luck, 2005). Ulike filtersettinger og prosedyrer for å fjerne støy ble forsøkt. Det var høy impedanse på opptakene, særlig på Fp1 og Fp2 og øyeelektrodene, samt mange øyebevegelser og kroppsbevegelser. Derfor ble den endelige lavpassfiltreringen satt på 1 Hz og høypassfiltreringen på 20 Hz. Filtreringen ble gjort i ASA-lab, som er et program for EEG-filtrering.

Det andre unntaket er tidsrommet for epokene. I MMN-studier er det vanlig å lage epoker som begynner 100 ms før stimulusstart og som slutter 400 - 800 ms etter stimulusstart. Ved studier av barn med SSV, er det imidlertid en fordel å ta ut lengre intervaller fordi det er forventet at responsene hos barn med SSV er senere og mer langtrukne (Luck, 2005). Derfor valgte vi ut epoker på 700 ms, hvor et 100 ms prestimulus baselineopptak er inkludert.

Dermed er epokene fra -100 til 600 ms i forhold til stimulistart.

Forsøk med for mye støy ekskluderes, slik som forsøk med mye øyeblikking og andre bevegelser, eller man forsøker å korrigere for denne typen støy. Da blinking hos barn er mindre gjenkjennelig og korrigeringsalgoritmene er laget for voksne med stereotyp blinking, er det vanskeligere å korrigere for blinking hos barn enn hos voksne (Luck, 2005).

Prosjektleder valgte en korrigeringsalgoritme som var hensiktsmessig med tanke på at det var barn som ble studert.

Etter at korrigeringen for artefaktene var gjort, ble de epokene som skulle grupperes sammen valgt ut, det vil si én gruppe for hver betingelse. Da hensikten er å sammenligne MMN-bølgen (avviker minus standard) til den språklige og den ikke-språklige vokalavvikeren, ble et gjennomsnitt av hver av de to avvikertypene regnet ut. Triggerne ble brukt for å finne hvilke epoker som skulle grupperes. Disse ble gruppert sammen i en kategori (Lepistö et al., 2005).

Grand average er den gjennomsnittlige MMN-responsen for alle forsøkspersonene i samme gruppe for én betingelse (Shadish, Cook, & Campbell, 2002), eksempelvis MMN-gjennomsnittet for alle barn med SSV på den språklige vokalavvikeren. Etter å ha laget gjennomsnitt for de betingelsene som ønskes sammenlignet, ble grand averages analysert for hver betingelse, så sammenlignet med hverandre. Differansekurver, det vil si avviker minus standard, ble laget for de ulike betingelsene. MMN blir definert som det mest negative utslaget i et bestemt tidsintervall, eksempelvis 100-300 ms eller 100-250 ms (Näätänen, et al., 2007). Deretter ble gjennomsnittsamplituden regnet ut. Det er anbefalt å finne gjennomsnittsamplituden fordi utregningen er mindre påvirkelig for støy (Luck, 2005).

Hensikten med gjennomsnittsutregninger er å trekke ut og summere potensialforandringer i EEG som er relatert til gitte hendelser (Luck, 2005). Dette innebærer å regne gjennomsnitt av EEG-sekvenser som har samme tidsmessige relasjon til gitte hendelser, og da vil tilfeldig EEG-aktivitet utjevnes og vil derfor ikke påvirke dataene.

Det er kjent at MMN registreres på frontal-sentrale elektroder, og mest på elektroden Fz (Näätänen, et al., 2007). Derfor ble EEG-bølgene fra denne elektroden, samt frontale-sentrale områder analysert. Det gjennomsnittlige amplitude-toppunktet og latens-toppunktet for MMN ble målt fra responsene sett i forhold til gjennomsnittsaktiviteten i de to mastoide-elektrodene som ble brukt som referansepunkt.

### 3.6.1 Statistisk analyse

Den statistiske analysen bestod i å finne ut om gjennomsnittsamplituden i MMN-intervallet

for elektroden Fz og områdeanalysene var signifikant forskjellig fra null-punktet (Luck, 2005). Dette ble regnet ut ved hjelp av en t-test. Hvilke elektroder som skal være med i analysen, velges ut etter å ha sett på opptaket hvor utslaget er størst, noe som også ble utført for MMN, til tross for at det er kjent hvilken elektrode som reflekterer MMN.

En paired sample t-test estimerer om et gjennomsnitt for én, eller flere grupper er statistisk signifikant på to variabler (Näätänen, et al., 2007). For denne besvarelsen vil det si om gjennomsnittsamplituden for de to gruppene hver for seg er signifikant forskjellig på avviker- og standardstimuli. De foranalysene som ble beskrevet ovenfor ble gjort i et program kalt EEGlab. Dette programmet er et underprogram i programmet ASALab. Programmet brukes for å kunne legge dataene inn i SPSS, som er et statistisk verktøy for å utføre analyser av kvantitative data.

En t-test er et verktøy som anvendes i utregninger om forskjeller mellom to eller flere variabler er statistisk signifikant (Gall, Gall, & Borg, 2007). En enhalet t-test ble gjennomført for å teste om MMN-amplitudene for de ulike vokalavvikene var signifikant avvikende fra 0-punktet. En enhalet t-test har større statistisk sikkerhet enn en tohalet t-test (Gall, et al., 2007). En paired sample t-test brukes i utregninger om gjennomsnittsverdien for en eller flere grupper er statistisk forskjellig fra hverandre på to variabler (Lund, 2002b), og ble i denne studien brukt for å regne ut om gruppen som helhet bearbeidet de ulike avvikerstimuli signifikant forskjellig fra standard. Videre ble hver enkelt gruppes bearbeiding av avvikerne sammenlignet med bearbeiding av standard.

### 3.7 Validitet og reliabilitet

En studies resultat er et resultat av dens tilnæringsmåte. Derfor må gyldigheten av studiens tilnæringsmåte til det teoretiske begrepet som har vært studert vurderes. I denne besvarelsen vil det bli gjort i kapittel 5 etter at resultatene fra studien er presentert. På denne måten kan studiens validitet og reliabilitet drøftes opp mot de konkrete resultatene for denne studien.

Termen validitet refererer til den omtrentlige sannheten av en slutning, og til den omtrentlige sannheten av en eventuell generalisering av slutningen (De Vaus, 2002). Slutningenes validitet refererer derfor til i hvilken grad de er gyldige for målpopulasjonen. Det kan aldri tas for gitt at en slutning fra et eksperiment er sann, ei heller at andre mulige slutninger fra eksperimentet er troverdig falsifisert, eller avkreftet (Gall, et al., 2007; Lund, 2002b; Shadish, et al., 2002). Validitet omhandler altså de slutninger vi gjør om resultatene fra studien, ikke

om studiens metode eller design i seg selv (Luck, 2005). Siden det opereres med grader av validitet, finnes det ikke absoluttheter i validitetsvurderinger (Shadish, et al., 2002).

Dersom resultatene fra en studie er valide er resultatene fra studien reliable, altså pålitelig. Reliabiliteten er en målestokk for undersøkelsens presisjon (Lund, 2002b). Det vil si i hvilken grad dataene er fri for tilfeldige målefeil. Reliabilitetsbegrepet gjenspeiler dermed forholdet mellom sann varians og observert varians. Om tilfeldige målefeil har påvirket dataene eller ikke, og eventuelt i hvilken grad, avhenger av flere faktorer. Tilfeldige målefeil utjevnes eksempelvis av et stort nok utvalg (Kleven, 2002a). Homogenitet i utvalget er en trussel mot reliabiliteten fordi resultatene kun vil være representative for utvalget, og ikke målpopulasjonen. Et utvalg like heterogent som målpopulasjonen, er derfor ønskelig (Lund, 2002b). Nedsatt reliabilitet kan skjule det sanne forholdet mellom variabler, og er dermed en trussel mot statistisk validitet og begrepsvaliditet (Shadish, et al., 2002). Et normalfordelt utvalg og gode måleinstrumenter vil øke en studies reliabilitet (Lund, 2002b).

Cook og Campbells validitetssystem omhandler fire kvalitetskrav for årsaksstudier, og anvendes ofte i kvantitative studier. Kvalitetskravene er de fire validitetstypene statistisk validitet, begrepsvaliditet, indre og ytre validitet (Gall, et al., 2007; Lund, 2002c). Disse vil bli beskrevet og drøftet opp mot denne studien i de følgende underkapitler. For hver validitetstype finnes det trusler, det vil si faktorer som gjør det vanskelig å oppnå valide slutninger (Lund, 2002c).

Disse validitetskravene er viktige å ha i bakhodet i enhver tolkning av forskningsresultater. Etter å ha presentert MMN-eksperimentets resultater, vil det drøftes om de fire kravene er oppfylt i denne studien og slutningene er valide.

## 4 Resultater

Her vil analyseresultater av variabler relevante for besvarelsens problemstilling bli presentert. Først presenteres amplitude- og latens-toppunkt for differansebølgen mellom avvikerrespons og standardrespons, deretter signifikantstestes disse. Statistisk tilnærming ble valgt på bakgrunn av problemstilling, og dermed ble en one sample t-test for uavhengig variabel benyttet. En deskriptiv analyse der hvor høyeste, laveste, samt gjennomsnittverdien var ønsket.

Som en første analyse ble det gjennomsnittlige amplitudetoppunktet for hele gruppen på differansebølgeresponsen som oppstod etter endringsstart sammenlignet hos de to gruppene på tvers av de to avvikerne, den språklige vokalavvikeren og den ikke-språklige vokalavvikeren. Tilsvarende sammenligning ble gjort med latenstoppunktet for differansebølgene.

Latens-toppunktet og amplitude-toppunktet for kontrollgruppen og den kliniske gruppen samlet ble identifisert på elektroden Fz i tidsvinduet 150 – 330 ms. Her hadde differansebølgen størst negativt utslag, en mismatch grunnet et avvik (Näätänen, et al., 2007). Tidsvinduet 150 – 330 ms ble valgt på bakgrunn av tidsvinduet hvor komponenten er forventet å oppstå, og fordi barn responderer senere enn voksne.

Tabell 1: Latens- og amplitudetoppunkt på Fz-elektroden, begge avviks-typer, fordelt på gruppene

<i>Stimulitype</i>	<i>Avviker</i>	<i>Latens-toppunkt Begge grupper (N=37)</i>	<i>Amplitude-toppunkt Begge grupper (N=37)</i>	<i>Latens-toppunkt Kontrollgruppen (N=24)</i>	<i>Amplitude-toppunkt Kontrollgruppen (N=24)</i>	<i>Latens-toppunkt SSV-gruppen (N=13)</i>	<i>Amplitude-toppunkt SSV-gruppen (N=13)</i>
Språklig	Vokal	312	-0.35	312	-0.17	312	-0.68
Ikke-språklig	Vokal-ekvivalent	172	-1.85	176	-1.55	162	-2.5

Latenstoppunktet for den språklige vokalavvikeren er lik for begge gruppene, men amplitudetoppunktet for SSV-gruppen har et større negativt utslag. På den ikke-språklige vokalavvikeren responderer SSV-gruppen litt tidligere på avvikerne enn kontrollgruppen, samt at SSV-gruppen viser et større utslag på avvikerne. Videre ble den statistiske tilstedeværelsen av komponenten beregnet ved å sammenligne gjennomsnittsamplituden på Fz-elektroden med 0. En p-verdi på .05 eller høyere er signifikant (Näätänen, et al., 2007).



Tabell 2: Signifikanstest av begge vokaltyper på gruppen som helhet

<i>Stimulus-klassifisering MMN</i>	<i>Avvikertype</i>	<i>Gjennomsnittsamplitude (mv +/- SD)</i>
Språklig	Vokal	-0.19 (1.22)
Ikke-språklig	Vokal	-1.64 (2.06)**

Amplitudene som er signifikant forskjellig fra 0 er markert med stjerne (\* $p > 0.05$ , \*\* $p > 0.001$ ).

Tabellen viser gjennomsnittsamplitudene for den språklige og den ikke-språklige vokalavvikeren for gruppen som helhet, kalkulert ut fra differansebølgene. Standardavviket (SD) står i parentes. Den ikke-språklige vokalavvikeren ga et signifikant amplitudeutslag

I det følgende blir tilsvarende analyse for hver gruppe presentert. Først ble det utført en paired sample t-test for å se om differansebølgene for begge avvikertypene var tilstede hos begge gruppene.

Tabell 3: Signifikanstest av differansebølge-effekten på Fz-elektroden, språklig vokalavviker

<i>Gruppe</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	<i>Mean Difference</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>	
					<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
Kontrollgruppen	-.096	23	.924	-.02660	-.5998	.5466
SSV-gruppen	-1.991	12	.070	-.48736	-1.0206	.0459

Analysene viser at det ikke er en signifikant differansebølge-effekt på den frontal-sentrale Fz-elektroden for hverken kontrollgruppen eller SSV-gruppen, men at det er en nær signifikant differansebølge-effekt ( $p=.070$ ) hos SSV-gruppen.

Da SSV-gruppen har en nær signifikans på Fz, er det av interesse å summere elektrodene i tre hovedområder basert på hvor på skalpen elektrodene er plassert. Dermed vil man kunne kartlegge områder i hjernen hvor avvikerstimulusen fra standardstimuli eventuelt utgjør en signifikant differansebølge-effekt. Denne typen analyse er spesielt av interesse da barn som har en forsinket og/eller avvikende språkutvikling er inkludert.

Tabell 4: Signifikanstest av differansebølge-effekt fordelt på områder, språklig vokalavvikler

Gruppe	Område	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
Kontrollgruppen	frontale	-.386	23	.703	-.10099	-.6418	.4398
	sentrale	-.043	23	.966	-.00908	-.4415	.4234
	bakre	1.236	23	.229	.26034	-.1753	.6959
SSV-gruppen	frontale	-1.807	12	.096	-.36624	-.8078	.0753
	sentrale	-1.735	12	.108	-.37160	-.8381	.0949
	bakre	2.419	12	.032	.35983	.0357	.6840

Analysene viser at den språklige vokalavvikeren ikke utløste signifikant differansebølge-effekt på hverken frontale, sentrale eller bakre elektroder for kontrollgruppen. Derimot var det en signifikant differansebølge-effekt på bakre elektroder hos SSV-gruppen. SSV-gruppen viser en signifikant differansebølge-effekt på bakre elektroder.

Analysene som er utført ovenfor har vært leting etter differansebølge-effekter for språklige vokalavvikere. Nedenfor vil differansebølge-effekter for ikke-språklige vokalavvikere bli analysert.

Tabell 5: Signifikanstest av differansebølge-effekten på Fz-elektroden, ikke-språklig vokalavvikler

Gruppe	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Kontrollgruppen	-3.256	23	.003	-1.34087	-2.1927	-.4891
SSV-gruppen	-3.782	12	.003	-2.19585	-3.4610	-.9307

Analysene viste signifikante differansebølge-effekter på Fz-elektroden hos begge grupper på den ikke-språklige vokalavvikeren.

For å se om ikke-språklige vokalavvikere ga signifikante effekter i ulike hjerneområder, vil alle elektrodene grupperes i frontale, sentrale og bakre elektroder. På denne måten kan områder av særskilt interesse avdekkes.

Tabell 6: Signifikanstest av differansebølge-effekt fordelt på områder, ikke-språklig vokalavvikler

Gruppe	Område	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
Kontrollgruppen	frontale	-3.076	23	.005	-1.15828	-1.9373	-.3793
	sentrale	-2.494	23	.020	-.86605	-1.5843	-.1478
	bakre	-.275	23	.786	-.08048	-.6853	.5243
SSV-gruppen	frontale	-3.680	12	.003	-1.89923	-3.0238	-.7746
	sentrale	-1.667	12	.121	-.90174	-2.0805	.2771
	bakre	-.242	12	.813	-.09458	-.9465	.7573

Kontrollgruppen viser signifikante differansebølge-effekter på den ikke-språklige vokalavvikeren på frontale ( $p=.005$ ) og sentrale ( $p=.020$ ) elektroder, mens SSV-gruppen, derimot, har signifikante differansebølge-effekter kun på frontale elektroder ( $p=.003$ ).

#### 4.1 Oppsummering av ERP-analyser som grunnlag for videre analyser

SSV-gruppen har en nær signifikant differansebølge-effekt på Fz-elektroden grunnet språklige vokalendringer, uten at kontrollgruppen har det. Dessuten er latenstiden lik for gruppene, men hadde et større utslag hos SSV-gruppen. Dette kan antyde at SSV er en domenespesifikk vanske. Hvis barn med SSV avviker både i auditiv og fonologisk bearbeiding sammenlignet med normalspråklige barn, kan det imidlertid indikere en domenegenerell vanske, altså at språkvanskene skyldes generelt lavere evner.

Det var derfor nødvendig å analysere språklige og ikke-språklige evner hos gruppene. WPPSI-III, evnetesten anvendt i denne studien, er delt inn i to deltester, én som tapper verbale evner og én som tapper nonverbale evner (Stark & Tallal, 1981).

Tabell 7: Laveste, gjennomsnittlig og høyeste verbal-IQ, fordelt på gruppene

Gruppe	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
kontrollgruppe	24	86.0	123.0	101.792	11.5344
SSV-gruppe	13	63.0	101.0	79.538	12.1148

Kontrollgruppen har en gjennomsnittlig verbal intelligens tilnærmet 102, mens SSV-gruppen har en verbal intelligens tilnærmet 80. Variasjonen er like stor i begge grupper, hvor den kliniske gruppen ligger 20 skalerte skårer under variasjonen i kontrollgruppen.

*Tabell 8: Laveste, gjennomsnittlig og høyeste nonverbal-IQ, fordelt på gruppene*

<b>Gruppe</b>	<b>N</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>
kontrollgruppe	24	86.0	120.0	102.333	10.6757
SSV-gruppe	13	80.0	117.0	97.692	12.5192

Gjennomsnittlig nonverbal intelligens er tilnærmet 102 for kontrollgruppen og tilnærmet 98 for den kliniske gruppen. Variasjonen er forholdsvis stor i begge grupper, men SSV-gruppen har noe større variasjon enn kontrollgruppen.

## 5 Drøfting

Før resultatene drøftes opp mot gjeldende teori og empiri, er det nødvendig å vurdere hvilke andre faktorer enn de som er ment å påvirke resultatet som kan ha gitt en effekt på resultatene. Disse mulige påvirkningsfaktorene kan true validiteten av slutningene om resultatene dersom de ikke kontrolleres for.

### 5.1 Validitet og reliabilitet

#### 5.1.1 Statistisk validitet

Kravet om statistisk validitet omhandler to aspekter. På den ene side i hvilken grad sammenhengen mellom avhengig og uavhengig variabel er statistisk signifikant, og dernest om den er sterk (Lund, 2002b). Derfor er statistisk signifikans mellom avhengig og uavhengig variabel regnet ut i denne studien. En p-verdi på 0.05 eller mindre indikerer at sammenhengen i denne studien er statistisk signifikant (De Vaus, 2002). Statistisk validitet vurderer om sammenhengen mellom avhengig og uavhengig variabel er statistisk interessant, og er på denne måten forutsetningen for de tre andre validitetskravene.

Trusler mot statistisk validitet er et ikke-tilfeldig utvalg bestående av få informanter, altså at utvalget ikke er representativt. Dette kan føre til andre sammenhenger i resultatene enn de sanne sammenhengene mellom de variablene vi studerer. Et representativt utvalg innebærer at hvert individ som tilhører målpopulasjonen har like stor sannsynlighet for å inkluderes i utvalget, samt at alle utvalg av en gitt størrelse er like sannsynlige (Lund, 2002b).

Utvalget i denne studien er hverken representativt eller tilfeldig. Forespørselene om deltakelse i studien ble sendt til individer i målpopulasjonen gjennom barnehager og skoler i Oslo- og Bergensområdet, de to største byene i Norge. I studiens favør bemerkes det imidlertid at større byer består av ulike bydeler, som hver for seg er mer representative for enkelte landsdeler enn andre. I tillegg var deltakelsen frivillig, noe som muliggjør at det kan observeres fellesnevnerne for de som ga samtykke til deltakelse. Utvalget består av 24 kontrollbarn og 13 barn i den kliniske gruppen, noe som tilsier et lite utvalg. En tilsvarende studie hadde med stor sannsynlighet gitt andre resultater og en annen normalfordeling enn den som observeres i denne studien. Utvalget er ikke representativt for målpopulasjonen, som er barn med SSV, noe som innebærer at de slutninger som gjøres ikke kan generaliseres til å gjelde andre enn

barna i denne studien.

I tillegg til kravet om et representativt utvalg, samt et stort nok utvalg som utligner eventuelle tilfeldige målefeil, er det andre statistiske aspekter som er avgjørende for den statistiske validiteten. Valg i analyseringen av dataene som påvirker resultatene er eksempelvis signifikansnivå, og valg av enhalet eller tohalet t-test. Disse valgene gjør at man kan begå to typer feilslutninger om grad av sammenheng i statistisk signifikanstesting (Lund, 2002b). Den ene feiltypen er å trekke feilslutning om at det er en sammenheng mellom avhengig og uavhengig variabel når det ikke er det (type I-feil), og den andre typen er å trekke slutning om at det ikke er en sammenheng mellom avhengig og uavhengig variabel når det faktisk er det (type II-feil) (Lund, 2002b).

I denne studien er det anvendt et signifikansnivå på .05, som i prinsippet øker muligheten for type II-feil, sammenlignet med et signifikansnivå på .01. Dét fordi det da er 5 % sjans for at analyseresultatet skyldes en tilfeldighet og man står i fare for å gjøre en feilslutning, i motsetning til 1 % sjans for feilslutning med et signifikansnivå på .01. Videre er det benyttet en tohalet t-test da det ikke er kjent i hvilken retning utfallet vil gå (De Vaus, 2002). En tohalet t-test vanskeliggjør signifikante funn, og dermed øker den sjansen for type II-feil, men dersom den gir en signifikant effekt, er den rimelig sikker. Dét betyr at type II-feil kan ha blitt begått, men i analyser hvor det er funnet signifikans, er slutningene rimelig valide. Siden MMN-komponenten er forventet å komme i dette tidsvinduet, ble forskjeller mellom kontrollgruppe og SSV-gruppe analysert 180 – 335 ms etter stimulistart. Analysene viste ingen signifikant tilstedeværelse av MMN for den språklige vokalavvikeren hos kontrollgruppen ( $p=.924$ ), ei heller hos SSV-gruppen ( $p=.070$ ). Resultatet innebar at 0-hypotesen om at begge gruppene diskriminerer språklyder likt burde opprettholdes.

Det er imidlertid alltid en viss fare for at en av de to feilslutningstypene tas, eller at man over- eller undervurderer den eventuelle sammenhengen (Lund, 2002b; Shadish, et al., 2002). Fordi gruppen av barn med SSV hadde en verdi nesten signifikant effekt på den språklige vokalavvikeren ( $p=.070$ ), kan det være at den sanne sammenhengen er at målpopulasjonen av barn med SSV faktisk diskriminerer språklyder signifikant annerledes enn barn som ikke har SSV, eller at tendensen ville blitt utjevnet og ikke vist en nesten signifikans. Grunnet lav statistisk styrke, og det faktum at få barn utgjorde gruppene i studien, kan det være at den sanne sammenhengen ikke kommer frem i denne studien.

Dersom utvalget i studien hadde vært større, og barna hadde vært tilfeldig utvalgt, ville

utvalget med større sannsynlighet vært representativt for målpopulasjonen (Gall, et al., 2007; Lund, 2002b). Da ville gruppenes normalfordeling vært avgjørende for den statistiske styrken fordi normalfordeling gjenspeiler om spredningen innad i gruppen er sannsynlig å representere spredningen slik den er i målpopulasjonen. Med andre ord gjenspeiler den grad av normalitet, som er et krav for god statistisk validitet (Lund, 2002b).

Bruk av gode måleinstrumenter øker den statistiske styrken (Gall, et al., 2007). ERP er en tilnæringsmetode som er lite anvendt i studier av barn med SSV, og derfor kan det drøftes hvorvidt metoden er et godt måleinstrument til observasjon av språkbearbeidingsprosesser. Det er derfor nødvendig å poengtere at flere av de ERP-eksperimentene som er utført er MMN-eksperimenter. Lund (2002b) mener at med støtte i tilsvarende tidligere studier, kan man antyde at måleinstrumentet er godt.

Selv om slutningene fra studien ikke er statistisk valide, og forutsetningen for at de andre validitetskravene er oppfylt ikke så gode som ønsket, er det likevel interessant og metodisk viktig å vurdere hva som er styrker og svakheter med metoden og studien. Dette for å avdekke samspillet mellom faktorene, samt for å ha et godt grunnlag for å komme med anbefalinger for senere ERP-studier. Dette er spesielt viktig da ERP er en lite anvendt tilnæringsmetode til SSV.

### 5.1.2 Begrepsvaliditet

Begrepsvaliditet er hvorvidt det operasjonaliserte begrepet i en studie faktisk måler det teoretiske begrepet det er operasjonalisert for å måle (Kleven, 2002a). Heller ikke i begrepsvalidering opereres det med absoluttheter. Det er grader av gyldigheten for et begrep eller fenomen, og man kan risikere å måle mer enn det teoretiske begrepet omfatter, eller å kun måle noen aspekter ved et teoretisk begrep. Dermed blir det avgjørende aspektet hvorvidt begrepsoperasjonaliseringen består av representative indikatorer på det teoretiske begrepet som ønskes målt, og i hvilken grad de ikke påvirkes av irrelevante begreper (Kleven, 2002a).

Begrepsvaliditeten avgjør med andre ord om resultatet fra fenomenet som faktisk er målt er det samme fenomenet som var ønsket målt, og derfor om resultatet kan generaliseres til å gjelde det teoretiske begrepet som fenomenet refererer til (Kleven, 2002a; Shadish, et al., 2002). En studies problemstilling avgjør hvilke teoretiske begreper som skal operasjonaliseres. For enkelhets skyld gjentas denne besvarelsens problemstilling her:

*Kan barn med SSV ha en auditiv eller fonologisk bearbeidingsvanske, og kan den eventuelle*

*bearbeidingsvansken skyldes en domenespesifikk eller en domenegenerell svekkelse?*

De teoretiske begrepene «SSV» «auditiv» og «fonologisk bearbeiding», «domenegenerell» og «domenespesifikk svekkelse» forekommer i problemstillingen. Begrepene domenegenerell og domenespesifikk er ikke operasjonalisert i studien, de er teoretiske begreper som vil bli drøftet som en forlengelse av de teoretiske begrepene auditiv og fonologisk bearbeiding. Det teoretiske begrepet fonologisk bearbeiding er operasjonalisert ved å gi språklig avvikerstimuli ved hjelp av MMN, som er en ERP-komponent, og tilsvarende er gjort for det teoretiske begrepet auditiv bearbeiding og ikke-språklig avvikerstimuli, og vil bli drøftet nedenfor. Det teoretiske begrepet spesifikke språkvansker (SSV) operasjonaliseres gjennom inklusjonskriterier, hovedsaklig ved hjelp av standardiserte tester. Også dette begrepet blir drøftet nedenfor.

Besvarelsen ønsker å studere barna med SSV sin respons på endring av språklig og ikke-språklig vokal sammenlignet med normalspråklige barn sin respons. Det antas at en språklig vokalendring måler fonologiske bearbeidingsferdigheter, og at en ikke-språklig vokalendring måler auditive bearbeidingsferdigheter (Dodd, 2005; McArthur & Bishop, 2005). Videre antas det at auditiv og fonologisk bearbeiding måler korttidsminne- og arbeidsminnekapasitet (Baddeley). På denne måten ble de teoretiske begrepene korttidsminnekapasitet og arbeidsminnekapasitet operasjonalisert. Disse to begrepene brukes om hverandre i litteraturen, og enkelte forfattere skiller ikke begrepene i det hele tatt (Hulme & Snowling, 2009). Observasjon av inkonsekvent begrepsbruk i litteraturen illustrerer utfordringen knyttet til begrepsoperasjonalisering av abstrakte, i prinsippet ikke-målbare fenomener (Kleven, 2002a).

### *Inklusjonskriterier*

Inklusjonskriteriene for den normalspråklige gruppen og for gruppen av barn med SSV er presentert i besvarelsens metodekapittel. I dette underkapitlet vil testene som ble brukt for å operasjonalisere inklusjonskriteriene validert. Ved stringent bruk at inklusjonskriteriene ønskes utvalgsgrupper som representerer målpopulasjonen.

#### *Normal hørsel*

Alle barna, uavhengig av gruppetilhørighet, måtte gjennomgå en hørselstest for å utelukke hørselstap som årsak til språkvanskene. Hvis dette kravet ikke ble oppfylt, skulle barnet ekskluderes fra studien. Det er derfor en trussel at barn som ikke ville gjennomføre hørselstesten likevel ble inkludert i studien, da det ikke vites om disse barna oppfyller



hørselskravene. Videre ble det valgt en nedre akseptgrense på 25 dB i Oslo i håp om at dette ville kompensere for støy fra lysrør og elektrisk støy i rommet, men i Bergen var kravet 20 dB. Dette kan være en trussel for begrepsvaliditeten, da man ikke med sikkerhet vet om barna i Oslo oppfylte kravene.

*Skårer på standardiserte språktester som ligger -1.25 standardavvik under gjennomsnittet*

Fire av barna som er inkludert som barn med SSV viser seg å ha skårer som er innenfor normalområdet på både WPPSI-III og TROG-2, og to av barna som er inkludert i kontrollgruppen viser seg å ha skårer som er under normalområdet. Disse barna oppfyller dermed ikke kriteriene for å inkluderes i sine respektive grupper, men prosjektleder foretok et valg om å beholde dem i utvalget. Dette faktum truer begrepsvaliditeten, spesielt med tanke på at utvalget består av kun 13 barn i SSV-gruppen og 24 barn i kontrollgruppen. Et så lite utvalg vil ha vansker med å utjevne målefeilene dette medfører. På den annen side var de fire barna som ikke oppfylte inklusjonskriteriene for SSV henvist fra PPT grunnet språkvansker. Muligheten for at testene som ble brukt i denne studien ikke måler det den skal, er tilstede.

Imidlertid er både TROG-2 og WPPSI-III standardiserte tester, noe som styrker begrepsvaliditeten (Kleven, 2002a). Derimot er målpopulasjonene «barn med SSV» og «normalspråklige barn» heterogene grupper, som gjør at noe variasjon er forventet. Dette truer begrepsvaliditeten fordi det muliggjør systematiske målefeil gir skjevhet i målingen og vil derfor måle irrelevante aspekt ved fenomenet som igjen vil føre til skjevhet i målingen (Kleven, 2002a). Det vil si at å anvende kun ovennevnte tester vil gi målefeil som ikke utjevnes, men som påvirker resultatet på grunn av at de eventuelt ikke måler hele den sanne kompleksiteten ved fenomenet.

*Vansker med morfosyntaks (skårer utenfor normalområdet)*

Morfosyntaktiske evner ble avdekket ved hjelp av testen TROG-2. Som omtalt ovenfor, er det en trussel for begrepsvaliditeten at barn som ikke oppfylte dette kravet likevel ble inkludert i studien. Mangelen på korrelasjon mellom testresultatene gjort i forbindelse med studien og testresultater rapportert fra PPT kan reflektere at testene som ble anvendt i studien og/eller hos PP-tjenesten ikke er tilstrekkelige til å omfatte hele vansken, og de derfor målte ulike deler av vansken. Dette indikerer at testbatteriet som ble benyttet i studien og hos PPT muligens burde vært mer omfattende.

Med tanke på MMN-eksperimentet, skulle studien dessuten brukt en test som måler

minnefunksjoner. Da ville studien ha hatt brukt to ulike tilnæringsmetoder på samme begrep og på denne måten vært mer sikker på at man måler det man ønsker å måle, samtidig som dette ville fungert som en validering av ERP-metoden og MMN-eksperimentet også.

### *Auditiv og fonologisk bearbeiding realisert ved MMN-komponenten*

ERP er en forholdsvis ny metode, noe som medfører at det er vanskelig å vite hvilke kognitive prosesser responsene reflekterer (Luck, 2005). Metoden innehar derfor utfordringer i begrepsvalidering (Kleven, 2002a; Shadish, et al., 2002). Antakelser om hvilken bearbeiding i taleprosesseringen de ulike ERP-responsene reflekterer, baserer seg på faglig kunnskap, samt hypoteser med bakgrunn i tilsvarende studier (Lund, 2002b).

ERP-metoden er brukt i få studier om språkbearbeiding, men av alle ERP-studier som er gjort, er mange av dem MMN-eksperiment (Näätänen, et al., 2007). Basert på funn fra disse studiene, antas det å være valid å tolke MMN-responsen til å reflektere bearbeiding av ikke-språklige og språklige auditive endringer (McArthur & Bishop, 2005; Näätänen, et al., 2007). En komponent kan oppstå ved forskjellige tider og under ulike forhold, men likevel være utløst av samme hjernemodul og reflektere den samme kognitive funksjonen som bølgen som oppstod ved et annet tidspunkt (Luck, 2005). Dette er spesielt relevant i studier av barn, da studier viser at komponenter observeres senere hos dem enn hos voksne.

Dersom metoden ikke måler det den antas å måle, fører det til systematiske målefeil, som videre svekker begrepsvaliditeten (Kleven, 2002a). Derfor er det en styrke at MMN-komponenten er studert tidligere, slik at funn fra denne studien kan sammenlignes med tidligere studier. Videre er det en styrke å kunne sammenligne funnene med funn fra studier som har studert samme fenomen, men med andre tilnæringsmåter. På denne måten valideres metoden også (Lund, 2002b), og forskere som bruker ERP kan danne hypoteser om hvilke komponenter og kognitive prosesser som måles under visse betingelser. Det er nødvendig å poengtere at forskeren må være bevisst det ansvaret det er å tolke resultatene.

At studien ikke bruker andre tester som måler kortidsminne- og arbeidsminneevner, er uheldig for begrepsvaliditeten. En slik sammenligning av MMN-responsene ville gitt et sikrere mål på om MMN-responsene reflekterer prosesser som avhenger av minnefunksjoner. Imidlertid kommer det frem at verbalevnen på WPPSI-III samsvarer med MMN-responsen på den språklige vokalavvikeren heller enn MMN-responsen på den ikke-språklige vokalavvikeren. Dette styrker begrepsvaliditeten. Slutningene om MMN-komponenten i denne studien er

likevel ikke valide, da utvalget er lite og ikke representativt.

### **5.1.3 Indre validitet**

Indre validitet er begrepet som brukes om vurderingen av en kausal sammenheng mellom uavhengig og avhengig variabel i en studie, og refererer til omfanget av kontroll på variabler eller faktorer utenfor selve eksperimentet som kan påvirke resultatene (Lund, 2002b; Shadish, et al., 2002). Det er ønskelig at operasjonaliseringen av designet er eneste utløsende faktor til de tendensene som observeres (Shadish, et al., 2002). Da uavhengig variabel ikke manipuleres og utvalget ikke fordeles tilfeldig over forsøksbetingelsene, har ikke-eksperimentelle design lavere indre validitet enn ekte eksperimentelle design (Kleven, 2002b). Den indre validiteten kan sikres ved å utelukke mulige systematiske faktorer og forhold som er mulige årsaksforklaringer til de tendensene man observerer, samt ved å utføre kontrolltiltak.

Systematiske faktorer ble også omtalt som en trussel i begrepsvaliditeten.

Disse andre mulige årsaksforklaringene omtales som mulige trusler mot indre validitet.

Trusler mot indre validitet kan beskrives som årsaker til feilslutninger om statistisk sammenheng, begrepssammenheng, årsakssammenheng og generalisering (Kleven, 2002b).

Mulige trusler for denne studien er retningsproblemet, en mulig skjult tredjevariabel, seleksjon, og instrumentering, og vil bli omtalt i det følgende.

#### ***Retningsproblemet***

For å kunne trekke en slutning om årsaksforhold fra A til B, må man bevise at A kommer før B i tid, at A har en entydig påvirkning på B og at det ikke finnes andre mulige årsaksforklaringer (Lund, 2002b). Retningsproblemet innebærer en vanske i å kunne påvise i hvilken retning variablene går, det vil si hvilken variabel som er årsak og hvilken som er virkningen av årsaken (Shadish, et al., 2002). Dette, i kombinasjon med at det kan være utfordrende å kontrollere for tredjevariabler, har ikke-eksperimentelle design en svakhet i antakelser om årsaksforhold (Kleven, 2002b).

Ikke-eksperimentelle design studerer tingenes tilstand og gir ingen manipulasjon for å avdekke årsaksforhold. En statistisk signifikant sammenheng vil alltid kunne forklares med begge årsaksretninger i ikke-eksperimentelle design (Kleven, 2002b). For denne besvarelsen viser retningsproblemet seg ved at en eventuell observasjon av auditive eller fonologiske bearbeidingsvansker hos barna med SSV ikke kan forklares som årsak til språkvanskene. Det

er like mulig at språkvanskene har ført til auditive eller fonologiske bearbeidingsvansker. Funn i korrelasjon indikerer ikke nødvendigvis funn av kausalitet. Retningsproblemet er derfor en reell trussel for denne besvarelsens indre validitet. Alternative slutninger bør vurderes opp mot tidligere forskning og relevant teori (Luck, 2005), noe som vil bli gjort i drøftingen av funn i studien opp mot teori og empiri på området.

### *Tredjevariabler*

Tredjevariabler er variabler som muligens kan ha påvirket både uavhengig og avhengig variabel, og videre kan ha påvirket resultatene (Kleven, 2002a). For å kontrollere for disse, må man ha fagkunnskap om hva som kan være av påvirkning på effekten som ønskes observert. Likevel kan man aldri med sikkerhet vite om tredjevariabler kan ha påvirket resultatene. I denne studien ønskes data om sammenheng mellom auditiv og fonologisk bearbeiding, og språklige evner. Etter en faglig vurdering, ble alder, kjønn og nonverbale evner ansett som tredjevariabler og mulige trusler for den indre validiteten av slutningene i denne studien. Det fordi de antas å ha påvirket både språkevnen og hjernerresponsen.

Gjennomsnittlig alder for kontrollgruppen var 6 år, mens for SSV-gruppen var den 6 år og 1 måned. Alder er dermed ingen trussel for slutningenes indre validitet.

Kontrollgruppen består av 46 % gutter og 54 % jenter, mens SSV-gruppen består av 70 % gutter og 30 % jenter. Fordi andelen barn med SSV består av flere gutter enn jenter (Hulme & Snowling, 2009), er det ønskelig for representativiteten at det er flere gutter enn jenter i gruppen av barn med SSV. Derimot er det en trussel for den indre validiteten at ikke hvert barn med SSV er matchet med samme kjønn. Ulik kjønnsfordeling i de to gruppene kan ha resultert i større forskjeller mellom gruppene når gruppen av barn med SSV består av flere gutter enn det gruppen med normalspråklige barn gjør. Kjønn er dermed en trussel for slutningene i denne studien.

Nonverbale evner innenfor normalområdet er ett av inklusjonskriteriene for deltakelse i studien for begge gruppene. Grunnen til det er at barna som inkluderes i gruppen av barn med SSV skal ha språkvansker som sin hovedvanske, og ikke ha språkvansker som en følge av generelt lavt evnenivå. Imidlertid foreligger det funn som antyder at barn med SSV har lavere nonverbale evner sammenlignet med barn på samme alder (Hulme & Snowling, 2009).

Inklusjonskriteriet om en nonverbal IQ på 85 eller høyere, som er vanskelig å bruke i diagnostisering av SSV, ble derfor senket til 75 i denne studien. Dette for å ikke utelukke en

undergruppe av barn med SSV som muligens viser lavere nonverbale evner. Lavere nonverbale evner kan ha påvirket hjernerresponsene, da noen forskere hevder at nonverbale evner samsvarer med auditiv prosesseringsevne (Hulme & Snowling, 2009). Gjennomsnittlig nonverbal IQ for kontrollgruppen er tilnærmet 102 og SSV-gruppen har en gjennomsnittlig nonverbal IQ tilnærmet 98. Gruppens nonverbale IQ anses derfor ikke for å være en trussel for den indre validiteten.

### *Instrumentering*

Instrumentering refererer til forhold ved instrumentet eller prosedyren som er brukt i målingen som kan føre til kunstige resultater. Systematiske endringer i skåringskriterier eller ustandardiserte måleprosedyrer er eksempler på instrumenteringstrusler (Kleven, 2002a).

Både WPPSI-III og TROG-2 er standardiserte tester og således er forutsetningene for god instrumentering er tilstede. Bruk av ERP-metoden, derimot, er en større instrumenteringstrussel fordi metoden er lite anvendt og dermed er det usikkerhet rundt hva responsene er et mål på.

ERP-opptakene ble gjort i Oslo og i Bergen, og ulikt ERP-utstyr for å registrere responsen ble benyttet på de to stedene. I Bergen ble testingen utført i et lyd- og elektrisitetsbeskyttet rom hvor barna satt alene i rommet og ble video-overvåket av testlederne. I Oslo ble ikke barnet videofilmet, så en av testlederne satt i samme rom som barnet. Rommet som ble benyttet brukes til EEG-opptak i medisinsk sammenheng, men rommet var hverken lyd- eller elektrisitetsbeskyttet. Som kompensasjon for støy, ble den nedre grensen for hørselstesten økt fra 20 dB til 25 dB i Oslo, samt at filtreringen av MMN-rådataene ble gjort med et lavpassfilter på 1 Hz og et høypassfilter på 30 Hz, som er noe strengere enn det MMN-studier vanligvis bruker (Lepistö, et al., 2005). Dette kan likevel ha påvirket ERP-dataene.

Elektrodeutstyret var ikke identisk i Oslo og Bergen. I Bergen ble enkeltelektroder festet på en hette plassert på hodet, mens i Oslo ble det brukt en elektrodehette hvor alle elektrodene var i hetten. Elektrodene i Bergen ble ikke ekstra beskyttet mot elektrisk påvirkning, men i Oslo ble alle ledningene fra elektrodene ekstra beskyttet ettersom rommet ikke var støybeskyttet.

Syv forskjellige testledere gjennomførte både ERP- og språktesting av barna. Testleders forklaringer til og forventninger av barnet kan ha påvirket testresultatet, spesielt med tanke på TROG-2- og WPPSI-III-resultater ettersom barna får instruksjoner og forklaringer av testleder.

Resultatene fra TROG-2 og WPPSI-III bestemte om barnet skulle inkluderes i ERP-testingen eller ikke, og således er den indre validiteten på de to testene også avgjørende for ERP. ERP skal i prinsippet være et objektivt mål på språkbearbeiding (Luck, 2005), men denne faktoren kan ha vært avgjørende for ERP-responsene også med tanke på hvordan testleder uttrykte forventningen om at barnet skulle sitte stille. Imidlertid er det en styrke at studentene i Oslo fikk veiledning i bruk av TROG-2 av en ansatt ved Bredtvet kompetansesenter, og gjennomføring av WPPSI-III krever bestått testkurs av testleder. I tillegg besøkte studentene i Oslo studentene i Bergen og observerte ERP-testing før testingen ble igangsatt i Oslo, slik at prosedyren for testingen ble lik.

ERP er en metode som måler responser på gruppenivå og ikke individnivå. Dette gjør at tilfeldige målefeil lettere utjevnes. Likevel tydeliggjøres det at det er mulig at dataene er påvirket av ytre faktorer som er systematiske.

### *Andre ytre faktorer*

Andre ytre faktorer som kan ha påvirket testresultatene er støy fra elektriske apparater. Støy som påvirker hørselen ble prøvd kompensert for ved forskyvning av den nedre grensen til 25 dB. Barna fikk se tegnefilm under opptaket, og TV-en stod plassert en halv meter unna barnet. Luck (2005) anbefaler at elektriske apparater står plassert minst 70 cm unna barnet, helst 1-2 meter unna. Dette er noe uheldig, men et strengere filter ble brukt for å kompensere for eventuell elektrisk påvirkning.

MMN er en ikke-oppmerksomhetskomponent (Näätänen, et al., 2007). At barna så en tegnefilm er derfor ikke en trussel for denne besvarelsen. Tegnefilmen ble sett uten lyd og gir heller ingen auditiv påvirkning. Valget om at barna kunne se en film anses derfor som positivt med tanke på at barna satt lettere i ro under hele opptaket. Likevel er det ikke påvist at følelsesmessige reaksjoner ikke gir utslag i elektrisk aktivitet som måles ved ERP. Andre ytre faktorer som kan ha påvirket responsene, er at noen barn stilte spørsmål til testleder som testleder svarte kort på, samt at barna beveget seg i stolen. Eventuell påvirkning fra faktorer som er nevnt her vil uansett være tilfeldige målefeil ettersom barna så ulike filmer, beveget seg eller pratet til forskjellig tid og ikke like mye. Det vil alltid forekomme støy på opptakene, men støy som gir tilfeldige målefeil fordi de ikke opptrer systematisk vil utlignes ved gjennomsnittsberegninger (Luck, 2005). Denne typen støy er dermed ingen trussel.

### 5.1.4 Ytre validitet, og metodiske anbefalinger

Ytre validitet er oppnådd dersom slutningene om sammenheng mellom uavhengig og avhengig variabel med sikkerhet kan generaliseres utover de personer, tider og situasjoner gjeldende for studien (Gall, et al., 2007; Lund, 2002b). Målpopulasjonen i denne studien er barn med SSV, hvor sammenhengen mellom deres språklige evner og deres evner til auditiv og fonologisk bearbeiding ble studert. Trusler mot ytre validitet er derfor systematiske målefeil som vanskeliggjør å generalisere slutninger til å gjelde gruppen av barn med SSV (Lund, 2002b).

Under det statistiske validitetskravet ble det konkludert med at utvalget i studien ikke var et tilfeldig utvalg hvor alle barn som tilhører gruppen av barn med SSV hadde like stor mulighet for å bli valgt ut til å være med i studien. Barna i utvalget ble valgt etter tilgjengelighet, og få barn var inkludert i studien. Av denne grunn er ikke utvalget representativt for målpopulasjonen. Under kravet om begrepsvaliditet kom det frem at ikke alle barna oppfyller inklusjonskriteriene. Dette er nok en faktor som umuliggjør generalisering av slutningene til å gjelde målpopulasjonen.

Her kommer det frem at metodiske anbefalinger for senere studier vil blant annet være å oppfylle kravet til et representativt utvalg ved å ha flere og tilfeldige utvalgte barn og å anvende et mer omfattende testbatteri, samt å følge inklusjonskriteriene strengere. Disse kravene antyder at heterogenitet er avgjørende for å oppfylle kravet om et representativt utvalg, mens homogenitet i utvalget er avgjørende for å oppfylle kravet om ytre validitet og å kunne generalisere slutningene til å gjelde alle barn med SSV. Dette er et paradoks, da det tilsynelatende er umulig å oppfylle begge krav, og illustrerer at forskning aldri kan reflektere den komplekse, sanne virkeligheten.

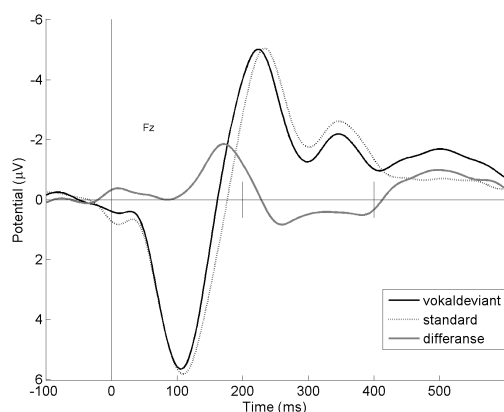
## 5.2 Drøfting av resultater

Følgende kapittel vil først fastslå om MMN-komponenten oppstod som forventet når alle barna i studien ble eksponert for språklige og ikke-språklige vokalavvikere. Deretter drøftes analyseresultatene opp mot gjeldende teori og empiri. I det første underkapitlet presenteres resultater for gruppen som helhet, men grunnet hypoteser om gruppeforskjeller, belyses resultater fra hver gruppe separat når resultatene drøftes opp mot teori.

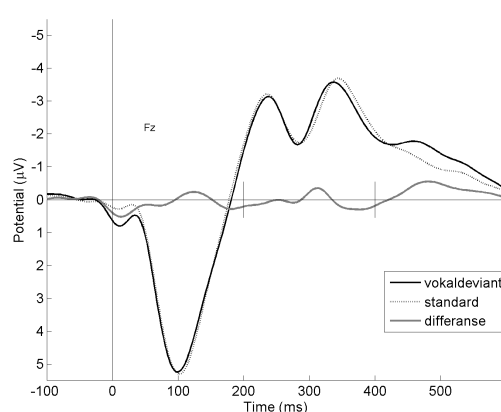
## 5.2.1 Tilstedeværelse av MMN-komponenten

En komponent kan oppstå til ulike tider under ulike forhold så lenge den utløses fra samme hjernemodul og den representerer samme kognitive funksjon (Lepistö, et al., 2005). Tiden MMN-komponenten oppstår i, er tidsvinduet 150–250 ms etter stimulistart hos voksne, og forventes noe senere hos barn (Näätänen, et al., 2007). Forholdene MMN-komponenten oppstår under, er ved enhver diskriminerbar auditiv endring mellom avvikerstimuli og standardstimuli (Lepistö, et al., 2005). Komponentene registreres på frontal-sentrale områder, med størst effekt på Fz-elektroden (Näätänen, et al., 2007). Optimum 1-paradigmet ble benyttet som distributør av ikke-språklige og språklige vokalendringer. Dette er to ulike forhold hvor det ene forholdet er språklig og det andre ikke, men begge forhold har til felles at de representerer ulike stadier av kortikal auditiv prosessering (Lepistö, et al., 2005), ved å diskriminere språklige og ikke-språklige auditive endringer.

Latenstiden og amplitudeutslaget av responsen er de to kvalitetene som utgjør differansebølge-effekten mellom avvikervokal og standardvokal. Denne differansebølgen blir analysert opp mot ovenfornevnte krav til en komponent, og differansebølgen blir konkludert som en MMN-komponent dersom den oppfyller kravene.



Figur 5: Differansebølgen for hele gruppen på Fz-elektroden på ikke-språklig vokalavvik



Figur 6: Differansebølgen for hele gruppen på Fz-elektroden på språklig vokalavvik

Differansebølgen på Fz-elektroden for hele gruppen på den språklige vokalavvikeren oppstod 312 ms etter starten på endringsstimuli, og den ikke-språklige oppstod 172 ms etter starten av endringsstimuli. Den gjennomsnittlige latenstiden for den ikke-språklige vokalavvikeren ligger i det tidsrommet hvor MMN er forventet, mens den gjennomsnittlige latenstiden for den språklige vokalavvikeren er noe senere. Det stilles spørsmål til om denne responsen kan sies å være en MMN-respons når den observeres etter det tidsrommet MMN-komponenten



forventes, men siden barn kan respondere noe senere enn voksne, er dette ikke overraskende. Responsen oppstod i det tidsvinduet MMN-komponenten oppstår i.

I tillegg fremgår det av definisjonen at en komponent kan oppstå under ulike forhold. Det ble funnet en signifikant tilstedeværelse av MMN-komponenten hos hele gruppen i differansebølgen mellom respons på avviker og standard for for ikke-språklige vokaler ( $p > 0.001$ ), men ikke for språklige ( $p < 0.05$ ).

Resultatene viser at MMN-komponenten var tilstede hos gruppen som helhet i bearbeiding av den ikke-språklige vokalavvikeren, men ikke i bearbeiding av den språklige vokalavvikeren. Tilstedeværelse av MMN-komponenten er funnet både i bearbeiding av språklige og ikke-språklige vokalendringer i tidligere studier (Lovio et al., 2009; Näätänen, et al., 2007). Til tross for lite utvalg, var det derfor uventet at MMN-komponenten ikke var tilstedeværende i bearbeiding av språklig vokalendring i denne studien. Det ble derfor av interesse å se om MMN-komponenten var tilstedeværende hos gruppene hver for seg. Besvarelsen har en hypotese om at gruppene responderer ulikt, og derfor blir det av interesse å drøfte hva gruppeforskjellene kan indikere om taleprosesseringen deres.

I det følgende flyttes derfor fokuset fra tilstedeværelsen av MMN hos hele gruppen til gruppene separat. Det vil bli fokusert på tendenser i resultatene.

### **5.2.2 Barnas respons på ikke-språklig stimuli**

Besvarelsen ønsker å se om det kan være en gruppeforskjell i auditive bearbeidingsevner. ERP-respons på ikke-språklige vokalendringer er studiens mål på auditive bearbeidingsevner. Videre er det fonologiske korttidsminnet antatt å være involvert i auditiv bearbeiding (Baddeley), og auditiv bearbeiding er videre en forutsetning for bearbeiding av tale (Dodd, 2005). Dette gjør at besvarelsen belyser korttidsminnevnens betydning i språktilegnelse. At auditiv bearbeiding er en forutsetning for talebearbeiding, innebærer at eventuelle auditive bearbeidingsvansker også vil vise seg ved svekket fonologisk bearbeiding.

#### *Effekt på Fz-elektroden*

MMN-komponenten ble utløst av ikke-språklige vokalendringer både hos barna med SSV og de normalspråklige barna, men barna med SSV reagerte tidligere og brukte mer hjerneaktivitet i bearbeidingen av den ikke-språklige vokalavvikeren enn de normalspråklige barna.

Funnet er noe uventet dersom den auditive prosesseringen er svekket hos barna med SSV, fordi det antas at svekket auditiv prosessering ville vist seg ved en svakere eller ingen MMN-respons på den ikke-språklige vokalendringen, samt på den språklige vokalendringen grunnet svekket auditiv prosessering, som (McArthur & Bishop, 2005) antar. Funnet antyder at begge gruppene dannet en representasjon av de repeterte egenskapene hos standardvokalen, og når det kom en ikke-språklig vokal som ikke var lik denne representasjonen, ble MMN-komponenten utløst fordi et avvik ble oppfattet (Winkler, et al., 1999). Siden funnene antyder at alle barna oppdaget at standardlyden og avvikerlyden var forskjellige, kan dette tyde på at barna med SSV som var med i denne studien muligens ikke har auditive prosesseringsvansker som igjen kan føre til at språklyder ikke bearbeides fonologisk adekvat.

Denne mulige slutningen kan imidlertid ikke forklare at barna med SSV reagerer tidligere på den avvikende ikke-språklige vokalen, og at de bruker mer hjerneaktivitet for å oppfatte den som avvikende sammenlignet med de normalspråklige barna i studien. Disse opplysningene indikerer ulik auditiv bearbeiding hos gruppene. Hva innebærer det for taleprosesseringen at barna med SSV reagerer tidligere og bruker mer hjerneaktivitet i den auditive bearbeidingen?

ERP-metoden er anvendt på få studier av barn med SSV på samme alder som barna i denne studien. Derfor er det vanskelig å si noe sikkert om en tidligere latens hos barn med SSV er uventet eller forventet. Teori som omhandler eventuelle auditive prosesseringsvansker i SSV, belyser at den auditive prosesseringen kan være forsinket (Miller, et al., 2001), noe som ikke gir en forventning om tidligere respons. Det er nødvendig å poengtere at eksperimentet i denne studien ga én og én vokal som stimuli, og det faktum at barna med SSV reagerte tidligere vil ikke nødvendigvis ha noen betydning for bearbeidingen. Männel (2008) hevder at amplitudeforskjeller kan forklares med effektiviteten og arbeidskravet i bearbeidingen. Høyere amplitude-toppunkt hos barna med SSV kan da bety at de ikke er like effektive i bearbeidingen av ikke-språklig vokalavviker, eller at de bruker mer hjerneaktivitet fordi de oppfatter ikke vokalendringen like lett.

Med tanke på Stackhouse & Wells' beskrivelse av taleprosessering (Dodd, 2005), er en mulig forklaring på dette kan være at korttidsminnet hos SSV-barna arbeider mer for å finne ut hva som er avvikende med den ikke-språklige vokalendringen fra den ikke-språklige vokalen som er repetert. På den annen side kan mer hjerneaktivitet indikere at korttidsminnet arbeider mer for å klare å holde midlertidig på informasjonen som gjentas, slik Baddeley (2003) og Lian og Ottem (2008) hevder kan være tilfellet i SSV, og at det derfor brukes mer hjerneaktivitet når korttidsminnet i tillegg skal oppfatte at vokalen avviker fra den repeterte vokalen. Begge

forklaringene går overens med teori som hevder at hvor raskt denne repetisjonsmekanismen i korttidsminnet går, gjenspeiles som dets kapasitet (Baddeley). Er det slik at repetisjonsmekanismen går for sakte og korttidsminnet arbeider hardt for å prøve å repetere informasjonen raskt, vil det kunne utløse mer hjerneaktivitet i begge ovennevnte delprosesser i korttidsminnet.

Det er imidlertid viktig å påpeke at barna med SSV viste likt «sluttresultat» som de normalspråklige barna på vokalendringen, altså at begge gruppene oppfattet endringen som signifikant annerledes enn standardvokalen. Derfor er det ikke noe som tilsier at gruppeforskjellene skal belyse at barna som har SSV bearbeider på en lite hensiktsmessig måte. På den annen side ligger det i diagnosen at barn med SSV har vansker med språktilegnelsen, og derfor blir gruppeforskjeller lettere omtalt som om kontrollgruppens resultater er de ønskede resultatene. Det er forresten på sin plass å nevne at kontrollgruppen i denne studien ikke nødvendigvis er en kontrollgruppe i den forstand at den representerer et mål på ønskede resultat, grunnet få barn og et ikke-tilfeldig utvalg, som nevnt i validitetsdrøftningen. Dette kan bety at barna med SSV har en tilfredsstillende effektiv auditiv bearbeiding og de oppfatter avviket, men at de normalspråklige barna er mer effektive og letingen etter avvik er mer automatisert og krever derfor mindre hjernaktivitet.

### *Effekt på frontale, sentrale og bakre elektroder*

De normalspråklige barna viste signifikante effekter på frontale ( $p=.005$ ) og sentrale ( $p=.020$ ) elektroder hos kontrollgruppen, som stemmer overens med det som forventes for MMN-komponenten. Hos SSV-gruppen ble det derimot observert en signifikant effekt kun på frontale ( $p=.003$ ) elektroder. Det ser ut til at gruppene har ulikt bearbeidingsmønster av ikke-språklig auditiv stimuli hvor barn med SSV muligens kan ha en dysfunksjon i nevralk mekanismer i sentrale områder som er medvirkende i bearbeiding av auditiv stimuli. Dersom det er slik at ikke like mange nevralk mekanismer samarbeider i auditiv oppfattelse hos barn med SSV, kan det indikere at korttidsminnet krever mer hjerneaktivitet for å holde informasjon midlertidig i minne? Amplituden blir mer negativ fordi bearbeidingen støttes ikke fra alle nevralk mekanismene som skal samarbeide, og dermed utløser det ene aktive området mer elektrisitet. Den første prosessen i taleprosesseringskjeden ser ut til å være lik hos begge grupper, men barna med SSV benytter færre nevralk mekanismer i auditiv bearbeiding enn det normalspråklige barn gjør. Dette fordi det er en tendens til at de har nedsatt eller bortfall av hjerneaktivitet i sentrale områder i bearbeiding av ikke-språklige vokaler. Det observeres en

tendens til at barna med SSV bearbeider auditiv stimuli annerledes enn de normalspråklige barna til tross for at begge gruppene utløste en MMN.

### 5.2.3 Barnas respons på språklig stimuli

Besvarelsen ønsker å studere om det kan være en gruppeforskjell i fonologiske bearbeidingssevner. ERP-respons på språklige vokalendringer er studiens mål på fonologisk bearbeidning. Videre er det antatt at det fonologiske arbeidsminnet er involvert i fonologisk bearbeidning (Baddeley, 2003), og fonologisk bearbeidning innebærer å skille ut og bearbeide språkets minste betydningsskillende enhet (Bjerkan, 2005). Dermed belyser besvarelsen arbeidsminnets betydning i språktilegnelse.

For hele gruppen kom responsen på den språklige vokalavvikeren i gjennomsnitt 312 ms etter stimulistart, og på den ikke-språklige vokalavvikeren i gjennomsnitt 172 ms etter stimuli. Modellen for taleprosesseringskjeden som er anvendt i besvarelsen bekreftes i den forstand at fonologisk bearbeidning skjer etter auditiv bearbeidning (Dodd, 2005). Fonologisk bearbeidning avhenger av at den auditive bearbeidningen gir tilfredsstillende stimuli til fonologisk bearbeidning. På denne måten er auditiv bearbeidning en forutsetning for fonologisk bearbeidning (Dodd, 2005; Tallal, 2000).

#### *Fz-elektroden*

Den språklige vokalavvikeren utløste ikke MMN-komponenten hos hverken de normalspråklige barna eller hos barna med SSV. Dette antyder at til tross for at det kom en annen språklig vokal enn den som var blitt gjentatt flere ganger, var den ikke uventet, og derfor ble ikke MMN-komponenten utløst. McArthur & Bishop (2005) forklarer responsen på språklyder gitt i sin studie til å være avhengig av arbeidsminnet. Da kan muligens responsen på den avvikende språklyden i denne studien gjenspeile at arbeidsminnet ikke bruker betydelig mer hjerneaktivitet for å bearbeide vokalen som en annen språklyd enn den som er repetert. Med bakgrunn i tankerekken gjort tidligere om hvordan taleprosessering skjer, indikerer dette at den avvikende vokalen ikke ble oppfattet som avvikende og uventet.

Dersom dette er riktig antakelse, antydes det at bearbeidning av den avvikende språklyden ikke blir sammenlignet med egenskaper fra den repeterte vokalstimulusen i denne respektive situasjonen. Grunnen til dét kan muligens forklares med funn som (Winkler, et al., 1999) observerte, som var at MMN-responsen på språklyder ble redusert ved språklig erfaring. Dette

vil kunne innebære at egenskaper om alle språklydene i det gjeldende språket er repetert så mange ganger gjennom språkerfaring at det er laget fonologiske og semantiske representasjoner av språklydene gjennom repetisjon i de seks årene barna har levd. Den fonologiske og semantiske representasjonen av den enkelte språklyden, som er egenskapen som avviker fra andre språklyder, kan ha blitt oppfattet uten at det krevde nevneverdig større kapasitet fra arbeidsminnet.

At begge gruppene begynner å bearbeide den språklige vokalendringen samtidig, går overens med denne fremstillingen av språklydbearbeidingen. Imidlertid kan ikke den ovennevnte fremstillingen av hvordan bearbeidingen av språklydene foregikk forklare det faktum at det ble observert en nesten signifikant MMN-effekt hos barna med SSV ( $p=.070$ ), samt at amplitude-toppunktet antyder at barna med SSV brukte mer hjerneaktivitet i bearbeidingen av den avvikende vokalen, sammenlignet med de normalspråklige barna. Som omtalt i drøftningen av auditiv bearbeiding av ikke-språklyder, hevder Männel (2008) at amplituden kan si noe om effektiviteten og arbeidskravet i bearbeidingen. Mer hjernaktivitet hos barna med SSV i bearbeiding av språklyder, kan da tilsi at disse barna ikke var like effektive, og arbeidsminnet deres krevde mer hjerneaktivitet for å gjenkjenne språklydens fonologiske representasjon.

### *Effekt på frontale, sentrale og bakre elektroder*

Den språklige vokalavvikeren ga en signifikant effekt på bakre elektroder ( $p=.032$ ) hos barna med SSV. Bearbeidingen av avvikerstimuli ser derfor ut til å ha et avvikende mønster hos SSV-gruppen ettersom dette reflekterer stor hjerneaktivitet på bakre områder i bearbeidingen av språklig vokalendring. Dersom faktum er at frontal-sentrale hjerneområder som skal aktiviseres i fonologisk bearbeiding ikke aktiviseres, eller de ikke fungerer optimalt, kan hjerneaktivitet i bakre områder gjenspeile et lite hensiktsmessig bearbeidingsmønster og kan være en mulig forklaring til eventuelle fonologiske bearbeidingsvansker. Hjerneaktiviteten kan alternativt gjenspeile et kompenserende mønster for frontal-sentrale nevrale mekanismer som ikke fungerer som de bør. Denne problemstillingen spør etter retning, og studien er derfor ikke egnet til å besvare spørsmålet. Dessuten er ikke ERP-metoden egnet til omfattende områdeanalyser av hjernen (Luck, 2005). Flere studier bekrefter at kompenserende mønstre er funnet i bearbeiding av språklig stimuli hos barn med SSV (Bishop, 1997; Leonard, 1998). Større hjerneaktivitet på frontal-sentrale områder, samt aktivisering av bakre hjerneområder hos barna med SSV kan indikere at arbeidsminnet hadde vansker med å bearbeide den nye

språklyden. Det kan tenkes at flere bearbeidingsledd i taleprosesseringskjeden eventuelt kan ha sviktet. Som antydnet under kapitlet som omhandlet auditiv bearbeiding av ikke-språklige vokalendringer, er det en mulighet at svekkede auditive bearbeidingsevner kan ha påvirket den fonologiske bearbeidingen av språklige vokalendringer. Den repeterte språklige eller ikke-språklige vokalen ble kanskje ikke repetert fort nok til at egenskaper om vokalen ble husket midlertidig, og derfor ble det muligens ikke laget en representasjon av egenskapene som var felles for vokalen. Derfor kan det tenkes at det ikke fantes en standardrepresentasjon som den avvikende stimulusen brøt med. Denne forklaringen åpner også muligheten for at ei heller vokalendringen ble repetert raskt nok til at dens egenskaper ble oppfattet. Her er det korttidsminnet som eventuelt sviktet.

En annen mulig forklaring er at den auditive bearbeidingen av språklyden var intakt, men grunnet uhensiktsmessig eller sviktende aktivisering av nevrane mekanismer i bearbeidingen, var det vanskelig for det fonologiske arbeidsminnet å bearbeide språklyden. På den annen side utløste ikke barna med SSV MMN-komponenten, til tross for tendensen, noe som indikerer at barna med SSV har en tilfredsstillende auditiv og fonologisk bearbeiding. Det indikeres likevel at mer hjerneaktivitet hos barna med SSV kunne føre til at de muligens ikke var like effektive i bearbeidingen og at arbeidsminnet deres krevde mer hjerneaktivitet for å gjenkjenne språklydens fonologiske representasjon. Videre kan dette sammenlignes med McArthur & Bishops (2005) studie hvor de hevder at barna med SSV som var inkludert i deres ERP-studie var senere til å kategorisere ikke-språklige lyder, og senere til å oppdatere språklyds-representasjoner i arbeidsminnet. Barna med SSV i denne studien brukte mer hjerneaktivitet i bearbeidingen av både ikke-språklige og språklige vokalendringer. Det er mulig at de kan ha hatt vansker med kategorisering av avvikende ikke-språklyd, og å oppdatere representasjonen av avvikende språklyd, noe som ble reflektert gjennom mer hjerneaktivitet i bearbeidingen. Imidlertid kan det tenkes at barna med SSV ikke oppnådde den repetisjonseffekten som var ønsket oppnådd gjennom repetisjon av én spesifikk språklyd i det eksperimentelle paradigmet, og at dette heller ikke er oppnådd gjennom språkerfaring, som Winkler et al. (1999) hevder. Disse to mulige forklaringene utelukker ikke hverandre, men det kan være vanskelig å vite om det er et årsak-virkningsforhold mellom effektivisering av bearbeiding som fører til kategorisering av ikke-språklyder og oppdatering av språklyds-representasjoner og repetisjonseffekten som observeres ved språkerfaring

### **5.2.4 Forholdet mellom det fonologiske korttidsminnet og arbeidsminnet i bearbeidingen av auditiv og fonologisk stimuli**

Det er vanskelig å skille de bearbeidingsprosesser som krever korttidsminnekapasitet fra bearbeidingsprosesser som krever arbeidsminnekapasitet, samt å skille de ulike delprosessene i taleprosessering, henholdsvis å oppfatte lyd, oppfatte lyden som en språklyd, diskriminere den fonetisk for å kjenne den igjen og danne en fonologisk og semantisk representasjon av den (Dodd, 2005). Det er derfor vanskelig å vite nøyaktig hvilke prosesser som er involvert i bearbeiding av ikke-språklig og språklig vokal, samt hvordan prosessene interagerer med hverandre. Det som kan sies med sikkerhet er at i bearbeiding av vokaler med språklig innhold er fonologisk bearbeiding involvert, noe som ikke er tilfelle med ikke-språklige vokaler.

Imidlertid hevder Vance (2008) at nyere forskning bekrefter at det utøvende senteret regulerer flyten av informasjon gjennom det fonologiske korttidsminnet, som tidligere antatt, men i tillegg indikeres det at det også regulerer fremhenting av informasjon fra langtidsmminnet, som arbeidsminnet er involvert i. Er dette riktig, vil det si at det utøvende senteret er en komponent som er involvert i både det fonologiske korttidsminnet og det fonologiske arbeidsminnet. Dermed kritiseres det at det fonologiske korttidsminnet og det fonologiske arbeidsminnet studeres som atskilte prosesser, slik det er gjort her.

På den annen side er det gjort lite forskning på forholdet mellom det utøvende senteret og språktilegnelse, men senteret er antatt å påvirke oppgaver som krever kontinuerlig prosessering og lagring av informasjon, som bearbeiding av tale (Vance, 2008). Denne studien ga enkeltstående lyder og kontinuerlig bearbeiding ble derfor ikke studert. Av denne grunn kan det tenkes at det utøvende senteret ikke ble testet i denne studien, og at det var hensiktsmessig å studere korttidsminnet i auditiv bearbeiding av ikke-språklige vokaler og arbeidsminnet i fonologisk bearbeiding av språklige vokaler som separate prosesser.

### **5.2.5 Barnas nonverbale og verbale evner i sammenheng med auditive og fonologiske bearbeidingsevner**

Forrige kapitels problematisering av hvordan ulike kognitive mekanismer interagerer antyder at det er vanskelig å skille domenegenerelle og domenespesifikke prosesser når man ikke med sikkerhet vet hvilke kognitive mekanismer som er involvert i de ulike delprosessene i talebearbeiding. For denne besvarelsen kan dette bety at både korttidsminneevner og

arbeidsminneevner er domenegenerelle prosesser, og at det derfor ikke foreligger funn som kan si noe om vansken er domenegenerell eller domenespesifikk. Dette truer besvarelsens begrepsvaliditet.

Hulme & Snowling (2009) viser til funn hvor evnen til auditiv prosessering ser ut til å korrelere med nonverbale evner heller enn verbale evner. Da auditiv prosessering antas å være avhengig av korttidsminnekapasitet og at det styres av det utøvende senteret, som også er involvert i andre informasjonsbearbeidingsprosesser enn talebearbeiding, er auditiv prosessering en årsaksforklaring til SSV i domenegenerell teori (van der Lely, 2005). Teorien mener at domener interagerer med hverandre, og at språkvansker ikke kan skyldes svikt i ett domene fordi da ville andre domener prøvd å kompensert for vansken. Dette innebærer at språkvanskene forklares ved generelt lavere evnenivå (Hulme & Snowling, 2009; van der Lely, 2005).

Et avvikende bearbeidingsmønster ble observert i bearbeidingen, men det er vanskelig å gi indikasjoner på om dette er en kompenserende strategi eller om dette bearbeidingsmønsteret eventuelt er opphav til språkvanskene. De normalspråklige barna i studien hadde en gjennomsnittlig nonverbal IQ på 102, og barna med SSV en gjennomsnittlig nonverbal IQ på 98. Barnas nonverbale evner kan sies å være tilnærmet like. Mer hjernaktivitet i bearbeiding av både ikke-språklige og språklige vokaler hos barn med SSV sammenlignet med de normalspråklige barna, antyder en auditiv bearbeidingsvanske. Imidlertid har barn med SSV tilnærmet like nonverbale evner som de normalspråklige barna. Derfor støttes ikke Hulme & Snowlings (2009) antakelse om at nonverbale evner korrelerer med evnen til auditiv prosessering i denne studien.

Det observeres at de gjennomsnittlige nonverbale evnene til barna med SSV ligger litt under de normalspråklige barnas nonverbale evner, og variasjonen i de nonverbale evnene er noe større hos gruppen av barn med SSV. Sett at dette er en tendens som vil bli tydeligere med alderen, kan det derimot se ut som om det er en korrelasjon mellom nonverbale evner og auditiv prosessering. Av denne grunn kan språkvanskene muligens defineres som en lærevanske (Hulme & Snowling, 2009).

De normalspråklige barna har imidlertid en gjennomsnittlig verbalevne på 102 mens barna med SSV har en gjennomsnittlig verbalevne på 80, en gruppeforskjell som var forventet grunnet inklusjonskriteriet for SSV. At verbale evner påvirker nonverbale evner, som domenegenerell teori hevder, har eventuelt ikke ennå vist seg som et sterkt mønster for 6-



åringene som var inkludert i denne studien. Diskrepansen mellom verbale og nonverbale evner hos barna med SSV, samt gruppeforskjellen i hjerneaktivitet som er brukt for å bearbeide den språklige vokalavvikeren, indikerer en mulig sammenheng mellom verbale evner og fonologisk bearbeiding. Domenespesifikke teorier antyder at grammatikk er det domenet av språk som er svekket og som derfor er årsak til språkvanskene (van der Lely, 2005).

Da fonologi er en underkomponent av grammatikk (Leonard, 1998; van der Lely, 2005), reises spørsmålet om eventuelle fonologiske bearbeidingsvansker hos barna med SSV kan gjenspeile en domenespesifikk vanske. På den annen side kan man stille spørsmål til hvordan man kan argumentere for at svekkede fonologiske evner, som en del av grammatiske evner, kan gjenspeile en domenespesifikk vanske grammatikk hvis det er slik at det utøvende senteret er involvert i arbeidsminnet som igjen er involvert i fonologisk bearbeiding? Domenespesifikke teorier hevder at, fordi språkmodulen er uavhengig av andre hjernemoduler, kan språkvansken være tilstede uten at barnet har andre lærevansker (Hulme & Snowling, 2009).

Empiri viser at noen barn med SSV med nonverbale evner på 85 eller høyere, som er et kriterie for SSV for å utelate generelt lavt evnenivå som årsak til språkvanskene, ikke skårer like godt som barn uten SSV på enkelte nonverbale oppgaver (Leonard, 1998). Indikerer dette at nonverbale og verbale evner ikke er så atskilte evner som antatt? I så fall taler dette for at språkvanskene skyldes svekkede domenegenerelle prosesser, da språkproblemene hos barn med SSV kan tenkes å begrense deres verbale resonnering som assistanse i nonverbale oppgaver (Hulme & Snowling, 2009; Leonard, 1998). Longitudinelle studier av barn med SSV tenderer til å vise en svak, men utviklende vanske i nonverbale evner når de blir voksne (Adams, 2008).

## 6 Svar på problemstillingen

*Kan barn med SSV ha en auditiv eller fonologisk bearbeidingsvanske, og kan den eventuelle bearbeidingsvansken skyldes en domenespesifikk eller en domenegenerell svekkelse?*

Ved drøfting av studiens resultater opp mot tidligere funn, indikeres det at den auditive og fonologiske bearbeidingen hos barna med SSV kan ha vært mindre effektiv og krevd større arbeidskrav (Männel, 2008) enn hos de normalspråklige barna. Videre kan det antas at sammenhengen mellom mindre effektivitet og større arbeidskrav kan ses i sammenheng med funn fra McArthur & Bishops (2005) ERP-studie hvor de antar at tilsvarende resultat hos barna med SSV indikerer en senere kategorisering av ikke-språklige lyder og en senere oppdatering av språklyds-representasjoner i arbeidsminnet.

Dette samsvarer med drøftingen som ble gjort av funnene opp mot taleprosesseringsmodellen hvor det antydes at dersom repetisjonsmekanismen i det fonologiske korttidsminnet går for tregt, så vil det muligens ikke holdes midlertidig i minne slik at det dannes en representasjon av egenskapene for ikke-språklydene, og de kategoriseres ikke. Dersom repetisjonsmekanismen i det fonologiske korttidsminnet ikke er effektiv nok vil dette gi konsekvenser for det fonologiske arbeidsminnet i arbeidet med å oppdatere språklyds-representasjon av den avvikende språklige vokalen. Som en følge kreves det mer arbeidsmengde for å kategorisere ikke-språklyder og å oppdatere språklyds-representasjoner, vist ved større hjernaktivitet.

Større hjerneaktivitet i bearbeiding av språklige og ikke-språklige vokalendringer ble observert kun hos barna med SSV, og ikke hos de normalspråklige barna. Winkler et al. fant at MMN-responsen ble svakere ved språkerfaring (1999). Funnet antyder derfor at barna med SSV ikke har klart å oppnå den repetisjonseffekten som de normalspråklige barna har gjort gjennom språkerfaring i seks år. Repetisjonseffekten innebærer muligens at alle språklydene er lagret med gode fonologiske representasjoner, og dermed går det effektivt og det krever liten arbeidsmengde å bearbeide de avvikende lydene.

Da dette kan indikere både korttidsminnevansker og arbeidsminnevansker, antas domenegenerelle vansker. Det hevdes antas at både korttidsminnet og arbeidsminnet styres av det utøvende senteret som også er involvert i andre informasjonsbearbeidingsprosesser (Baddeley, 2003), noe som styrker antakelsen om en domenegenerell vanske, men samtidig

fremmer dette en tvil om at arbeidsminnet er domenespesifikt. Her kommer det frem at det er vanskelig å vite hvilke mekanismer som er involvert i språkbearbeiding, og på hvilken måte. Her tydeliggjøres dermed innholdet av Pembreys (2002) sitat om at det ikke er dermed sagt at man vet hvordan språkbearbeiding hos barn med SSV fungerer selv om det foreligger funn om hva det er som ikke fungerer.

## 6.1 Implikasjoner for logopedisk praksis

En repetisjonseffekt ble observert for de normalspråklige barna, men barna med SSV ser ut til å ikke nyttiggjøre seg stimuli som er gjentatt gjennom seks års levetid. Dersom SSV skyldes en domenegenerell svekkelse, er det viktig at logopeder og spesialpedagoger innehar kunnskap om hvilke mekanismer som er involvert i språkbearbeiding, slik at vi kan hjelpe barna til å benytte seg av kompenserende strategier og/eller styrke språkinnlæringen via påvirkning fra flere retninger som er i interaksjon med språkbearbeiding.

Utviklingen og funksjonen i nervesystemet bestemmes ut fra stimuli og bruk (Brodal, 2007). På denne måten dannes nye forbindelser dersom stimuleringen skjer til riktig tid i modningsprosesser. Derfor er det viktig med riktig intervensjon til rett tid, og kunnskap om barns utvikling. Modningsprosesser innebærer at man er mottakelig for påvirkning. Dette er kritiske perioder (Tetzchner, 2001), og man må være profesjonell og vite hva man gjør.

## 6.2 Implikasjoner for videre forskning

ERP er en ny metode og det er nødvendig å anvende metoden ytterligere, slik at man oppnår kunnskap om hvordan metoden skal utnyttes på best mulig måte, samt for å oppnå kunnskap om forventede språkbearbeidingsmønstre. Samme studie bør gjentas med et større utvalg, samt et sannsynlighetsutvalg, for å kunne lage en «standard» for hva man forventer av mønstre i språkbearbeiding.

Ulike tilnæringsmåter til samme fenomen vil gi en mer nyansert kunnskap om fenomenet. Elektrofysiologiske tilnæringer, som ERP-metoden, kan oppfattes deterministiske, da den fokuserer på strukturer som er i hjernen og som kan tenkes å være lite påvirkelige, men mye handler om hvordan man anvender den nye kunnskapen. Dessuten har kunnskap om sentralnervesystemet tydeliggjort at det er påvirkelig for endring. Det kreves kunnskap både på kognitivt nivå og atferdsnivå for å hjelpe barn med språkvansker. Derfor anbefales det at ERP-metoden kombineres med andre tilnæringsmetoder.

## Litteraturliste

- Adams, C. (2008). Intervention for children with pragmatic language impairments. I B. J. Tomblin, D. V. M. Bishop & C. F. Norbury (red.), *Understanding developmental language disorders: from theory to practice* (s. 189-204). Hove: Psychology Press.
- Alku, P., Tiitinen, H., & Näätänen, R. (1999). A method for generating natural-sounding speech stimuli for cognitive brain research. *Clinical Neurophysiology*, 110 (8), 1329-1333. doi: Doi: 10.1016/s1388-2457(99)00088-7
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36 (3), 189-208. doi: Doi: 10.1016/s0021-9924(03)00019-4
- Befring, E. (2007). *Forskingsmetode med etikk og statistikk*. Oslo: Samlaget.
- Bishop, D. V. M. (1997). *Uncommon understanding: development and disorders of language comprehension in children*. Hove: Psychology Press.
- Bishop, D. V. M. (2003). *Test for exception og grammar, version 2 (TROG-2)*. London: Psychological Corporation.
- Bishop, D. V. M., & Snowling, M. J. (2004). Developmental Dyslexia and Specific Language Impairment: Same or Different? *Psychological Bulletin*, 130 (6), 858-886. doi: 10.1037/0033-2909.130.6.858
- Bjerkan, K. M. (2005). Fonologi. I K. E. Kristoffersen, H. G. Simonsen & A. Sveen (red.), *Språk - en grunnbok*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Bjerkan, K. M., & Kristoffersen, K. E. (2005). Fonetikk. I K. E. Kristoffersen, H. G. Simonsen & A. Sveen (red.), *Språk - en grunnbok*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Brodal, P. (2007). *Sentralnervesystemet*. Oslo: Universitetsforl.
- Conti-Ramsden, G., & Durkin, K. (2008). Language and Independence in Adolescents With and Without a History of Specific Language Impairment (SLI). *J Speech Lang Hear Res*, 51 (1), 70-83. doi: 10.1044/1092-4388(2008/005)
- Conway, C. M., & Pisoni, D. B. (2007). Links Between Implicit Learning of Sequential

- Patterns and Spoken Language Processing ID. S. McNamara & J. G. Trafton (red.), *Proceedings of the 29th Annual Cognitive Science Society*. Austin: Cognitive Science Society.
- De Vaus, D. A. (2002). *Surveys in social research*. London: Routledge.
- Dodd, B. (2005). *Differential diagnosis and treatment of children with speech disorder*. London: Whurr Publ.
- Friederici, A. D. (2005). Neurophysiological markers of early language acquisition: from syllables to sentences. *Trends in Cognitive Sciences*, 9 (10), 481-488. doi: DOI: 10.1016/j.tics.2005.08.008
- Friederici, A. D., & Thierry, G. (2008). *Early language development: bridging brain and behaviour* (Vol. vol. 5). Trends in language acquisition research: official publication of the International Association for the Study of Child Language (IASCL). Amsterdam: John Benjamins.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). *Educational research: an introduction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29 (3), 336-360. doi: Doi: 10.1016/0749-596x(90)90004-j
- Gjærum, B., & Ellertsen, B. (2002). *Hjerne og atferd: utviklingsforstyrrelser hos barn og ungdom i et nevrobiologisk perspektiv -et skritt videre*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Grunow, H., Spaulding, T. J., Gómez, R. L., & Plante, E. The effects of variation on learning word order rules by adults with and without language-based learning disabilities. *Journal of Communication Disorders*, 39 (2), 158-170. doi: DOI: 10.1016/j.jcomdis.2005.11.004
- Hulme, C., & Snowling, M. (2009). *Developmental disorders of language learning and cognition*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Kiernan, B. J., & Snow, D. P. (1999). Bound-Morpheme Generalization by Children With SLI: Is There a Functional Relationship With Accuracy of Response to Training Targets? *J Speech Lang Hear Res*, 42 (3), 649-662.
- Kleven, T. A. (2002a). Begrepsoperasjonalisering. I T. Lund (red.), *Innføring i*

- forskningsmetodologi* (s. 141-182). Oslo: Unipub.
- Kleven, T. A. (2002b). Ikke-eksperimentelle design. I T. Lund (red.), *Innføring i forskningsmetodologi* (s. 265-284). Oslo: Unipub.
- Kunnskapsdepartementet. (2006). ...og ingen sto igjen. *Tidlig innsats for livslang læring*. St.meld. nr. 16 (2006-2007). Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Leonard, L. B. (1998). *Children with specific language impairment*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Lepistö, T., Kujala, T., Vanhala, R., Alku, P., Huutilainen, M., & Näätänen, R. (2005). The discrimination of and orienting to speech and non-speech sounds in children with autism. *Brain Research*, 1066 (1-2), 147-157. doi: DOI: 10.1016/j.brainres.2005.10.052
- Lian, A., & Ottem, E. (2008). Spesifikke språkvansker II: Teori og empiri i kognitiv og psykologisk forskning. I I. Bele (red.), *Språkvansker. Teoretiske perspektiver og praktiske utfordringer*. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- Lovio, R., Pakarinen, S., Huutilainen, M., Alku, P., Silvennoinen, S., Näätänen, R., et al. (2009). Auditory discrimination profiles of speech sound changes in 6-year-old children as determined with the multi-feature MMN paradigm. *Clinical Neurophysiology*, 120 (5), 916-921. doi: DOI: 10.1016/j.clinph.2009.03.010
- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Lund, T. (2002a). Ekte eksperimentelle design. I T. Lund (red.), *Innføring i forskningsmetodologi*. Oslo: Unipub.
- Lund, T. (2002b). Metodologiske prinsipper og referanserammer. I T. Lund (red.), *Innføring i forskningsmetodologi*. Oslo: Unipub.
- McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2005). Speech and non-speech processing in people with specific language impairment: A behavioural and electrophysiological study. *Brain and Language*, 94 (3), 260-273. doi: DOI: 10.1016/j.bandl.2005.01.002
- Miller, C. A., Kail, R., Leonard, L. B., & Tomblin, J. B. (2001). Speed of Processing in Children With Specific Language Impairment. *J Speech Lang Hear Res*, 44 (2), 416-433. doi: 10.1044/1092-4388(2001/034)

- Männel, C. (2008). The method of event-related brain potentials in the study of cognitive processes: A tutorial. I A. D. Friederici & G. Thierry (red.), *Early Language Development*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- NESH. (2010). Forskningsetikk Hentet 06/01, 2010, fra <http://www.etikkom.no/no/Vart-arbeid/Hvem-er-vi/Komite-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora/>
- Näätänen, R., Jacobsen, T., & Winkler, I. (2005). Memory-based or afferent processes in mismatch negativity (MMN): A review of the evidence. *Psychophysiology*, 42 (1), 25-32.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118 (12), 2544-2590. doi: DOI: 10.1016/j.clinph.2007.04.026
- Näätänen, R., Pakarinen, S., Rinne, T., & Takegata, R. (2004). The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clinical Neurophysiology*, 115 (1), 140-144. doi: DOI: 10.1016/j.clinph.2003.04.001
- Opitz, B., Mecklinger, A., Cramon, D. Y., & Kruggel, F. (1999). Combining electrophysiological and hemodynamic measures of the auditory oddball. *Psychophysiology*, 36, 142-147. doi: 10.1017/s0048577299980848
- Pinel, J. P. J. (2003). *Biopsychology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Rice, M. L., Wexler, K., & Redmond, S. M. (1999). Grammaticality Judgments of an Extended Optional Infinitive Grammar: Evidence From English-Speaking Children With Specific Language Impairment. *J Speech Lang Hear Res*, 42 (4), 943-961.
- Richardson, J., Harris, L., Plante, E., & Gerken, L. (2006). Subcategory Learning in Normal and Language Learning-Disabled Adults: How Much Information Do They Need? *J Speech Lang Hear Res*, 49 (6), 1257-1266. doi: 10.1044/1092-4388(2006/090)
- Sattler, J. M. (2001). *Assessment of children: cognitive applications*. San Diego, Calif.: J.M. Sattler.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston: Houghton Mifflin.
- Stark, R. E., & Tallal, P. (1981). Selection of Children with Specific Language Deficits. *J Speech Hear Disord*, 46 (2), 114-122.

- Tallal, P. (2000). Experimental studies of language learning impairments: From research to remediation *Speech and language impairments in children: Causes, characteristics, intervention and outcome*. (s. 131-155): New York, NY, US: Psychology Press.
- Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. [10.1038/nrn1499]. *Nat Rev Neurosci*, 5 (9), 721-728. doi:  
[http://www.nature.com/nrn/journal/v5/n9/supinfo/nrn1499\\_S1.html](http://www.nature.com/nrn/journal/v5/n9/supinfo/nrn1499_S1.html)
- Tetzchner, S. v. (2001). *Utviklingspsykologi: barne- og ungdomsalderen*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Tomblin, B. J., Bishop, D. V. M., & Norbury, C. F. (2008). *Understanding developmental language disorders: from theory to practice*. Hove: Psychology Press.
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, X., Smith, E., & O'Brien, M. (1997). Prevalence of Specific Language Impairment in Kindergarten Children. *J Speech Lang Hear Res*, 40 (6), 1245-1260.
- Torkildsen, J. v. K. (2008a). ERP kan bidra til tidlig identifisering av barn med risiko for språk- og lesevansker. *Norsk tidsskrift for logopedi* (1).
- Torkildsen, J. v. K. (2008b). *Lexical processing in typically and atypically developing toddlers: Insights from event-related brain potentials*. no. 356, Det humanistiske fakultet, Universitetet i Oslo, Oslo.
- Torkildsen, J. v. K., Syversen, G., Simonsen, H. G., Moen, I., & Lindgren, M. (2007). Electrophysiological correlates of auditory semantic priming in 24-month-olds. *Journal of Neurolinguistics*, 20 (4), 332-351. doi: DOI: 10.1016/j.jneuroling.2007.02.003
- van der Lely, H. K. J. (2005). Domain-specific cognitive systems: insight from Grammatical-SLI. *Trends in Cognitive Sciences*, 9 (2), 53-59. doi: DOI: 10.1016/j.tics.2004.12.002
- Vance, M. (2008). Short-term memory in children with developmental language disorder. I B. J. Tomblin, D. V. M. Bishop & C. F. Norbury (red.), *Understanding developmental language disorders: from theory to practice* (s. 23-38). Hove: Psychology Press.
- Whitworth, A., Webster, J., & Howard, D. (2005). *A cognitive neuropsychological approach to assessment and intervention in aphasia: a clinician's guide*. Hove: Psychology Press.



Winkler, I., Kujala, T., Tiitinen, H., Sivonen, P., Alku, P., et al. (1999). Brain responses reveal the learning of foreign language phonemes. *Psychophysiology*, 36, 638-642.  
doi: 10.1111/1469-8986.3650638

## Vedlegg 1: Prosjektplan

### Innlæringsprosessen hos barn med språkvansker

#### *Formålet med studien*

Språkvansker (SV) blir definert som en læringsvanske, men det finnes svært liten kunnskap om hvordan barn i denne gruppen faktisk lærer. Fokus i litteraturen er ofte på å beskrive hvilke feil barna gjør i språkproduksjon og forståelse, heller enn hvordan de tilegner seg ny kunnskap. Hensikten med det foreliggende prosjektet er å kartlegge den faktiske læringsprosessen mens barn med SV tilegner seg språklige mønstre (grammatikk) og ikke-språklige visuelle mønstre. Studien er viktig da den istedenfor å kartlegge hvilken type feil barn med SV gjør, vil kunne si noe om *årsaken* til disse feilene. En bedre forståelse av årsaken til læringsvansker hos barn med SV vil kunne legge til rette for bedre tilpasset intervensjon.

Flere forskere har hevdet at de grammatiske vanskene hos barn med SV stammer fra mer grunnleggende problemer med bearbeiding av språklyder. Av denne grunn vil prosjektet også omfatte en test av barnas evne til å skille mellom ulike typer lyder, og en analyse av forholdet mellom lyddiskriminering og vansker med grammatikklæring.

Det er også et mål med studien å kartlegge omfanget av individuell variasjon i mekanismene knyttet til språkbearbeiding hos barn med SV. Svært mange tidligere studier av denne gruppen fokuserer kun på gruppeanalyser der barn med SV sammenlignes med en kontrollgruppe. Det er imidlertid mye som tyder på at variasjonen i evnen til å løse ulike typer kognitive oppgaver er svært høy hos barn med SV. En bedre kartlegging av denne variasjonen vil derfor kunne bidra til å belyse behovet for individuelt tilpasset intervensjon for barn med SV.

Et siste mål med studien er å kartlegge utviklingen til barn med SV over tid. Det blir ofte hevdet at barn har en tendens til å ”vokse av seg” sine språkvansker omtrent når de begynner på skolen. Flere nyere studier tyder imidlertid at selv om barnet blir ”friskmeldt” rundt skolestart, kan det likevel hende at barnet vil slite med mer subtile vansker gjennom ungdomsårene. Slike mindre språkvansker kan ha konsekvenser for skolearbeidet, særlig utbyttet av lese- og skriveopplæringen.

### *Metoder*

Forskningsteknikken som vil benyttes er ERP (hendelsesrelaterte hjernepotensialer) som med sin høye tidsoppløsning gir en unik mulighet til å studere dynamikken i læring og skille ulike stadier i språkbearbeidingen fra hverandre (se f.eks. Torkildsen et al., 2009). En annen viktig grunn til valget av metode er at ERP, i motsetning til mange andre teknikker for hjerneavbildning, ikke innebærer noen risiko eller ubehag for deltakerne. Metoden er heller ikke så påvirkelig for bevegelser som de fleste andre hjerneavbildningsteknikker. Hvis ønskelig kan små barn sitte på fanget til foreldrene under undersøkelsen. Av disse årsakene er EEG en av de få måleteknikker som uten beteligheter kan brukes på friske småbarn. En tredje fordel med fysiologiske teknikker er at de ikke krever noen verbal eller motorisk respons fra forsøkspersonene. I atferdstester vil produktive vansker (vansker med artikulasjon eller formulering av språk) komme inn som en forstyrrende faktor i tolkningen av hva et barn forstår. Dette problemet unngår man ved å bruke fysiologiske metoder, og en vil derfor kunne få et bedre bilde av språkpersepsjon og forståelse hos personer med lite eller intet verbalspråk. Fordi EEG gir en begrenset mulighet til å kartlegge hvilke deler av hjernen som brukes i bearbeidingen av ulike typer stimuli, planlegger vi en oppfølgingsstudie med bruk av funksjonell magnetisk resonansavbildning (fMRI). Denne teknikken har en langt bedre romoppløsning enn EEG. Metoden er etter hver blitt vanlig i bruk i studiet av barn fra 4-5 års alder, men blir også regnet som trygg til bruk på spedbarn. I dette studiet vil barna være mellom 7 og 9 år når de undersøkes med fMRI.

### *Deltakere*

Deltakere vil være omkring 40 barn med språkvansker og en kontrollgruppe på samme størrelse. Barna vil være 5-7 år første gang de undersøkes. Barna i SV-gruppen vil rekrutteres gjennom Statped-systemet. For å inkluderes i studien må de være henvist til enten Statped eller PPT for språkvansker som hovedproblem. Statped vil gi informasjon om studien til egne brukere, og sende ut brev til PPT-kontor i Bergens- og Oslo-området med informasjon om prosjektet. Prosjektleder Janne von Koss Torkildsen vil utarbeide forespørselene om deltakelse i studien i tråd med retningslinjene til de Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk.

Som videre inklusjonskriterier i SV-gruppen foreslås:

- 1) Skårer på standardiserte språktester (utført av PPT og/eller Statped) som ligger -1.25 standardavvik under gjennomsnittet
- 2) Normal hørsel og normalt eller korrigert til normalt syn (testes av PPT/Statped i utredningen)
- 3) Fravær av tegn til epileptiske anfall, cerebral parese og hjerneblødninger
- 4) Fravær av syndromer som autisme og Downs
- 5) Fravær av strukturelle avvik i taleapparatet (undersøkes av PPT/Statped i utredningen)
- 6) Vansker med morfosyntaks (skårer utenfor normalområdet på grammatikkdelen av Språk 6-16, TROG-2, eller annen grammatikktest)

Kontrollgruppen vil rekrutteres gjennom Statped-systemets skole- og barnehagenettverk. Statped Vest og Bredtvet kompetansesenter vil informere samarbeidsskoler og barnehager om prosjektet og sende ut forespørsler om deltakelse til barn i alderen 5-7 år ved disse skolene/barnehagene.

Inklusjonskriterier for kontrollgruppen vil være:

- 1) Normale skårer på språkdelen av (WPPSI-III)
- 2) Kriteriene 2-5 over (en enkel hørselstest vil administreres til barna, angående syn vil vi basere oss på forespørsel til foreldrene)
- 3) Fravær av språkvansker/dysleksi i nærmeste familie (foreldre, søsken, besteforeldre)

I noen undersøkelser av barn med SV, ekskluderes deltakere med utførings-IQ (ikke-verbal IQ) under 85. En rekke tester har imidlertid vist at et slikt eksklusjonskriterium ikke er velfundert ettersom barn med språkvansker som har utførings-IQ over og under 85 i stor grad har samme type vansker med språket. Av denne grunn vil den foreliggende studien ikke bruke et slikt eksklusjonskriterium. Imidlertid vil vi få et mål på utførings-IQ hos alle deltakerne gjennom WPPSI-III, og vil derfor kunne undersøke

effekten av utførings-IQ på de ulike eksperimentelle testene.

### *Fremgangsmåte*

Det planlegges to faser i studien. I fase 1 vil deltakerne være 5-7 år gamle. To år senere vil deltakerne kalles tilbake for fase 2 av studien.

I fase I av studien vil deltakerne gjennomgå en ERP-undersøkelse som varer omkring 1 time. Denne undersøkelsen vil bestå av to mønsterlæringseksperimenter (et auditivt og et visuelt) og en test av lyddiskriminering.

I tillegg planlegger vi å bruke følgende spørreskjemaer og tester i fase I:

- 1) Testen WPPSI-III (verbal og non-verbal IQ)
- 2) Testen TROG-2 (grammatikkforståelse)
- 3) Spørreskjemaet ”20 spørsmål om språkferdigheter”
- 4) Spørreskjemaet BRIEF (kartleggingsskjema for styringsfunksjoner)
- 5) Spørreskjemaet Sjekkliste for barns kommunikasjon 2 (CCC-2)

I fase II vil deltakerne gjennomgå den samme ERP-undersøkelsen som i fase I. I tillegg vil det utvikles en fMRI-test basert på mønsterlæringsparadigmet. Hensikten med denne er å undersøke hvilke hjernestrukturer barna med SV og kontrollgruppen gjør bruk av i innlæringen. På dette tidspunktet vil barna også gjennomgå en lesetest for å undersøke hvilke konsekvenser vansker med innlæring og bearbeiding av språklyder har på leseferdighetene.

I fase II planlegger vi å bruke følgende spørreskjemaer og tester:

- 6) KOAS-testen (lesing)
- 7) Testen TROG-2 (grammatikkforståelse)
- 8) Spørreskjemaet ”20 spørsmål om språkferdigheter”

9) Spørreskjemaet BRIEF (kartleggingsskjema for styringsfunksjoner)

10) Spørreskjemaet Sjekkliste for barn sin kommunikasjon 2 (CCC-2)

#### *Utteksling av informasjon*

Det vil opprettes en avtale mellom involverte kompetansesentre (i første omgang Bredtvet og Statped) og Universitetet i Bergen angående gjensidig utveksling av informasjon, ressurser, rekruttering og liknende. Behandlere hos Statped vil få tilbakemelding om resultater på alle undersøkelsene foretatt i studien, både på gruppenivå og individnivå. Medarbeiderne i prosjektet vil få informasjon om relevante testresultater fra utredningen utført av Statped/PPT. Deltakerne i studien vil bli informert og spurt om samtykke for slik utveksling av informasjon.

Prosjektmedarbeidere vil sende ut informasjonsskriv til alle deltakerne i prosjektet der det gis en oppsummering av funnene i prosjektet på gruppenivå fra henholdsvis fase I og fase II. Individuelle tilbakemeldinger til deltakere i SV-gruppen vil gis av behandler i Statped eller PPT.

#### *Referanser*

Torkildsen, J. v. K., Friis Hansen, H., Svangstu, J. M., Smith, L., Simonsen, H. G., Moen, I., et al. (2009). Brain dynamics of word familiarization in 20-month-olds: Effects of productive vocabulary size. *Brain and Language*, 108, 73-88.

## Vedlegg 2: Forespørsel

### **Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet ”Hjerneaktivitet knyttet til språklæring hos barn med språkvansker og barn med typisk utvikling”**

#### *Bakgrunn og hensikt*

Dette er et spørsmål til deg om å delta med barnet deres i en forskningsstudie for å undersøke læringsprosessen hos barn med språkvansker og barn uten slike vansker. Studien er et samarbeid mellom Universitetet i Bergen, Bredtvet kompetansesenter og Statped Vest. Språkvansker blir ansett som en læringsvanske, men likevel vet vi lite om hvordan barn i denne gruppen faktisk lærer. Denne mangelen på kunnskap gjør at det er vanskelig å utarbeide behandlingstiltak som retter seg mot det som er spesielt problematisk for barna. I dette prosjektet vil vi kartlegge den dynamiske læringsprosessen mens barn med språkvansker tilegner seg språklig og ikke-språklig informasjon. Det er viktig å kunne sammenligne med en kontrollgruppe som ikke har språkvansker. Forskningsteknikken som vil benyttes er ERP (hendelsesrelaterte hjernepotensialer). Denne teknikken følger hjerneaktivitetet fra millisekund til millisekund og gir derfor mulighet til å studere læringsprosessen nøye og å skille ulike stadier i språkbearbeidingen fra hverandre. Målet er å identifisere de områdene i språkbearbeidingen der barna har størst behov for tiltak. Deltakerne i studien vil være omkring 40 5-7 åringer med språkvansker og 40 barn i kontrollgruppen. Halvparten av deltagerne vil rekrutteres og undersøkes ved Universitetet i Bergen, den andre halvparten vil bli rekruttert fra det sentrale østlandsområdet. ERP registreringene for barn fra Østlandet vil finne sted ved Spesialsykehuset for epilepsi i Sandvika. Grunnen til at du blir forespurt om å delta i kontrollgruppen er at deres barn går på en skole eller i en barnehage som har sagt ja til å videreformidle informasjon om prosjektet og at deres barn er i aldersgruppen vi ønsker å undersøke. Prosjektleder kjenner ikke til identiteten til de som forespørres om deltakelse i studien før de eventuelt samtykker til deltakelse.

*Hva innebærer studien?*

Metodene som brukes til å studere språkbearbeiding kalles EEG (elektroencefalografi) og fMRI (funksjonell magnetisk resonansavbildning). Nå som barnet deres er 5-7 år blir du spurt om å være med i en EEG-undersøkelse. Dersom du samtykker i dette, vil du også bli spurt om vi kan kontakte deg igjen om to år med forespørsel om å være med i en oppfølgingsundersøkelse der både EEG og fMRI-teknikkene vil brukes.

Deltakelse i første fase av studien forplikter ikke til å være med i neste fase.

Informasjon om fMRI-undersøkelsen og ny samtykkeerklæring vil bli sendt ut om to år.

EEG-metoden innebærer at barnet har på seg en hette som fanger opp små elektriske signaler fra overflaten av hodet samtidig som barnet hører lyder eller ser på bilder. Teknikken er en vel utprøvd og fullstendig risikofri metode. Barnet kan sitte på fanget til en av foreldrene under hele undersøkelsen. Foreldrene vil få all informasjon de måtte ønske om undersøkelsesmetoden. Lyd- og bildeframvisningen tar 2.5 – 3 timer, men det er mulig å ta pauser underveis (eventuelt at undersøkelsen gjennomføres over to dager). Hjerneaktiviteten hos barna mens de ser på fremvisningen vil kunne fortelle oss mye om hva og hvordan de lærer. Etter at EEG-undersøkelsen er gjennomført vil barnet få en liten premie.

I tillegg til EEG-undersøkelsen vil barnet være med på en test av ulike kognitive evner, og foreldrene vil bli bedt om å fylle ut noen spørreskjemaer om barnets språk og daglige fungering. Disse testene gjennomføres på annen tid og sted enn EEG-undersøkelsen.

Reisekostnader for barn og forelder ved deltagelse i prosjektet vil bli dekket.

*Finansiering av studien*

Studien er finansiert av Universitetet i Bergen, Statped Vest og Bredtvet kompetansesenter.



*Mulige fordeler og ulemper*

Ved å være med i prosjektet kan du bidra til at vi får mer kunnskaper om språkvansker, og at vi dermed kan utvikle bedre tilpassede treningsopplegg. Vi får også nye opplysninger om språkutviklingen hos barn med typisk utvikling. Dette prosjektet er en forskningsstudie og innebærer derfor ikke behandling for deltakerne. Deltakelse i prosjektet vil ikke påvirke den oppfølging som barnet får i dag. De som er med i prosjektet vil få et informasjonsskriv der vi forteller om hvilke resultater som er kommet frem i studien. Disse resultatene vil ikke omhandle enkeltbarn, men de to gruppene barn som deltar i prosjektet. I andre fase av studien vil alle deltakere få en individuell tilbakemelding på fMRI-undersøkelsen. Dette vil som regel være en bekreftelse på at det ikke ble funnet noen avvik.

EEG-undersøkelser innebærer normalt ikke ubehag. Et unntak er at personer med eksem i hodebunnen kan oppleve forbigående kløe ved montering av hetten man har på seg under undersøkelsen. Vi anbefaler derfor at barn med eksem i hodebunnen ikke deltar i undersøkelsen.

*Hva skjer med informasjonen om barnet deres?*

Informasjonen som registreres om deres barn skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. En kode knytter deres barn til opplysningene om ham/henne gjennom en navneliste. Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deres barn. Opplysningene om barnet kan kobles til informasjon om tidligere utredninger foretatt av PPT eller Statlig pedagogisk støttesystem. Ingen innhenting av opplysning fra andre kilder vil bli foretatt. Etter avsluttet prosjekt i 2015 vil navnelisten som knytter deres barn til opplysningene bli slettet. Opplysningene, som da er aidentifisert, vil bli arkivert etter gjeldende forskrifter.

Det vil ikke være mulig å identifisere deres barn i resultatene av studien når disse publiseres.

*Frivillig deltakelse*

Det er frivillig å delta i studien. Dere kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke

deres samtykke til å delta i studien. Dette vil ikke få konsekvenser for deres barns eventuelle behandling eller oppfølging. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake deres samtykke uten at det påvirker deres barns øvrige oppfølging.

#### *Personvern*

Opplysningene som registreres om deres barn er informasjon fra testene utført i forbindelse med denne studien og en eventuell tidligere utredning utført av PPT eller i Statped. Klinikere fra Statped Vest og Bredtvet kompetansesenter har rett til innsyn i funnene fra undersøkelsen. Alle som får innsyn har taushetsplikt. Vi planlegger en sammenligning av språkfunksjon hos norske og amerikanske barn. Samarbeidspartnere til prosjektet ved University of Arizona, USA, kan derfor få innsyn i opplysningene, men bare etter at de er aidentifisert. Alle som får innsyn har taushetsplikt og opplysningene behandles konfidensielt. Prosjektet er tilrådd av Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste og av Regional komité for medisinsk forskningsetikk.

#### *Rett til innsyn og sletting av opplysninger om deg og sletting av prøver*

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deres barn. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlede opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

#### *Informasjon om utfallet av studien*

Deltakerne har rett til å få informasjon om utfallet av studien. Det vil bli sendt ut informasjonsskriv til alle deltakerne i prosjektet der det vil gis en oppsummering av funnene i prosjektet på gruppenivå fra henholdsvis EEG-studien ved 5-7 år og oppfølgingsundersøkelsen. Det gis ikke tilbakemelding om individuelle resultater på disse undersøkelsene. Ved oppfølgingsundersøkelsen vil deltakerne få en individuell tilbakemelding på MR-undersøkelsen. I de fleste tilfeller vil dette være en enkel

bekreftelse på at det ikke ble funnet avvik.

Dersom du ønsker å delta i studien, er det fint om du signerer den vedlagte samtykkeerklæringen og returnerer den i den frankerte konvolutten så snart som mulig. Har du spørsmål om studien, ta gjerne kontakt med en av prosjektmedarbeiderne:

[Navn og kontaktinformasjon til prosjektmedarbeiderne.]

## Vedlegg 3: Samtykkeerklæring

### Samtykke til deltakelse i studien

Jeg har mottatt skriftlig og muntlig informasjon. Jeg og mitt barn vil delta i studien  
(stedfortredende samtykke)

Jeg samtykker i at jeg kan kontaktes igjen om to år med forespørsel om å delta i  
oppfølgingsundersøkelsen.

-----  
(Signert av prosjektdeltakers foresatt, dato)

-----  
(Signert av prosjektdeltakers foresatt, dato)

**Adresse og telefonnr. til foresatt:**

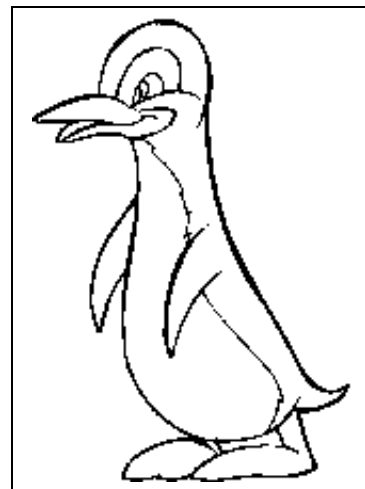
## Vedlegg 4: Eget spørreskjema

### Spørreskjema for foreldre i undersøkelsen Språklæring og hjerne

Ditt navn: \_\_\_\_\_

Barnets navn: \_\_\_\_\_

Barnets fødselsdato: \_\_\_\_\_



1) Ble barnet født mer enn to uker for tidlig?

*Sett ring rundt ett svaralternativ:* Ja, \_\_\_\_\_ uker før termin Nei

2) Måtte barnet ha oksygen eller annen legehjelp etter fødselen?

*Sett ring rundt ett svaralternativ:* Ja Nei

Gi evt. nærmere beskrivelse:

3) Er barnet høyrehendt?

*Sett ring rundt ett svaralternativ:* Ja Vet ikke Venstrehendt

4) Har mor eller far dysleksi (dvs. at de har gjennomgått en test og fått diagnostisert dysleksi)?

*Sett ring rundt ett svaralternativ:* Ingen Far Mor Begge

Hvis ja, når ble denne dysleksitesten utført? Grunnskole Videregående skole senere

Husker du navnet på testen som ble brukt?

\_\_\_\_\_



11) Hører barnet andre språk enn norsk hjemme?

(Her er vi interessert i språk barna hører regelmessig).

*Sett ring rundt ett svaralternativ:*

Ja

Nei

12) Hvis ja, spesifiser hvilke språk barnet hører hjemme og hvor ofte:

---

13) Mor

Antall års utdanning utover grunnskolen (dvs. utover de første 9 år):

14) Far

Antall års utdanning utover grunnskolen (dvs. utover de første 9 år):

## Vedlegg 5: MMN-blokker

### Block L1

Standard: sigo-ll = 10

Vowel deviant: siga-ll = 21

Pitch deviant: sigo-hl = 22

Duration deviant: sigo-ls = 23

### Block T1

Standard: sina-ll = 32

Vowel deviant: sino-ll = 41

Pitch deviant: sina-hl = 42

Duration deviant: sina-ls = 43

### Block L2

Standard: siga-hl = 13

Vowel deviant: sigo-hl = 21

Pitch deviant: siga-ll = 22

Duration deviant: siga-hs = 23

### Block T2

Standard: sino-ll = 30

Vowel deviant: sina-ll = 41

Pitch deviant: sino-hl = 42

Duration deviant: sino-ls = 43



Block L3

Standard: sigo-hl = 11

Vowel deviant: siga-hl = 21

Pitch deviant: sigo-ll = 22

Duration deviant: sigo-hs = 23

Block T3

Standard: sina-hl = 33

Vowel deviant: sino-hl = 41

Pitch deviant: sina-ll = 42

Duration deviant: sina-hs = 43

Block L4

Standard: siga-ll = 12

Vowel deviant: sigo-ll = 21

Pitch deviant: siga-hl = 22

Duration deviant: siga-ls = 23

Block T4

Standard: sino-hl = 31

Vowel deviant: sina-hl = 41

Pitch deviant: sino-ll = 42

Duration deviant: sino-hs = 43

## Språklige:

10 standard, sigoll

11 standard, sigohl

12 standard, sigall

13 standard, sigahl

21 –deviant, vowel

22 –deviant, pitch

23 –deviant, duration

## Ikke-språklige ekvivalenter:

30 standard, sinoll

31 standard, sinohl

32 standard, sinall

33 standard, sinahl

41 –deviant, vowel counterpart

42 –deviant, pitch

43 –deviant, duration

«Sig» betyr språklige, og «sin» betyr ikke-språklige triggere, /a/ eller /o/ betegner hvilken språklig eller ikke-språklige vokal som er benyttet, «l» betegner at frekvensen er lav og «h» at frekvensen er høy, og til sist står «l» for lang varighet på stimulus og «s» for kort varighet på stimulu