



**MEDICINSKA FAKULTETEN**

Lunds universitet

**Avdelningen för logopedi, foniatry och audiologi  
Institutionen för kliniska vetenskaper, Lund**

# **Hur påverkar buller? En studie om hörförståelse och kognition hos lågstadiebarn**

**Carl Dürnberger  
Amie Jow**

**Logopedutbildningen, 2015**

**Vetenskapligt arbete, 30 högskolepoäng**

**Handledare: Birgitta Sahlén**

## SAMMANFATTNING

Studien syftade till att undersöka huruvida bakgrundsljud påverkar hörförståelsen hos barn i tidig skolålder. Utöver detta genomförde vi ett arbetsminnestest för att ta reda på hur arbetsminneskapacitet korrelerar med hörförståelse samt om det föreligger en skillnad avseende hörförståelse för ljudmiljöerna med och utan buller, i det här fallet barnbabbel. Kunskapen är idag otillräcklig om hur ljudmiljön påverkar barns prestationer i klassrummet och i testsituationer. Vårt bidrag innebar att vi till skillnad från tidigare forskning undersökte hörförståelse på textnivå utan bildstöd där svaren gavs muntligt av barnen. Studien kommer att bidra med värdefull kunskap som kommer att kunna användas för logopediskt arbete samt för att förbättra barns lärandemiljö.

Totalt 83 barn i årskurs 1 och 2 deltog i studien. Studien bestod av två deltest; ett arbetsminnestest samt ett hörförståelsetest med och utan bakgrundsbabbel. Studien har en mellangruppsdesign vilket innebär att testdeltagarna delades in i två grupper. Den ena gruppen utförde hörförståelsetestet med bakgrundsljud och den andra gruppen utan.

Ingen signifikant skillnad uppmättes för resultaten i sin helhet för CELF-4 hörförståelse av text mellan de olika ljudvillkoren. En skillnad fanns däremot på deluppgift A vilken var en av de lättare uppgifterna. Vi fann en signifikant medelstark korrelation ( $\rho = 0,4$ ,  $n = 40$ ,  $p < 0,01$ ) mellan arbetsminneskapacitet och hörförståelse i det tysta villkoret men ingen signifikant korrelation för bullervillkoret.

Sökord: bakgrundsljud, buller, språkförståelse, hörförståelse, arbetsminne

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## 1. INLEDNING

1.1 Syfte	1
1.2 Problemformulering	1
1.3 Frågeställningar och hypoteser	1

## 2. BAKGRUND

2.1 Språkförståelse	2
2.2 Arbetsminne	3
2.3 Hörförståelse, kognition och ljudmiljö	5

## 3. METOD

3.1 Deltagare	6
3.1.1 <i>Balansering av testgrupper</i>	6
3.2 Material	
3.2.1 <i>CLPT komplext arbetsminne</i>	7
3.2.2 <i>CELF-4 hörförståelse av text</i>	
3.3 Procedur	9
3.3.1 <i>Rekrytering</i>	9
3.3.2 <i>Inspelning av CELF-4 hörförståelse av text</i>	9
3.3.3 <i>Pilottestning</i>	
3.4 Analys	10
3.5 Etiska överväganden	11

## 4. RESULTAT

4.1 Deskriptiva data	11
4.2 Skillnader mellan grupperna	13
4.3 Korrelationsberäkningar	14

## 5. DISKUSSION

5.1 Resultatdiskussion	15
5.2 Metoddiskussion	17
5.3 Implikationer för framtida forskning	19
5.4 Slutsatser	19

<b>REFERENSER</b>	<b>20</b>
-------------------	-----------

## TACK

## BILAGOR

# 1. INLEDNING

## 1.1 Syfte

Studiens syfte var att undersöka i vilken utsträckning närvaro av bakgrundsljud påverkar hörförståelse av text hos barn med typisk språkutveckling i årskurserna ett och två. Testdeltagarna delades in i två grupper. Den ena utförde hörförståelsetestet med en ljudkuliss som återskapade en ekologiskt valid ljudmiljö för barnen i den avsedda ålderskategorin. Den andra gruppen utförde hörförståelsetestet utan bakgrundsljud. Utöver detta genomfördes även ett s.k. komplext arbetsminnestest för att ta reda på hur arbetsminneskapacitet korrelerar med hörförståelse i två olika typer av ljudmiljöer.

## 1.2 Problemformulering

Ljung (2010) har påvisat ett samband mellan kognitiva funktioner hos unga vuxna och förmågor som taluppfattning, språkförståelse och minne vilka försämras av en ofördelaktig ljudmiljö i form av buller. De praktiska fördelarna med forskning som undersöker sambanden mellan bakgrundsljud, språklig, kognitiv belastning är följaktligen att denna forskning kan användas för att förbättra även barns lärandemiljö. Sätten på vilka bakgrundsljud stör just barns prestationer i skolan vet vi relativt lite om idag även om det finns framstående svensk forskning inom området. Relativt lite forskning inom ämnet är gjort på barn (se Hygge, 2003)

Tidigare forskning som bedrivits i vår akademiska närhet har bland annat studerat betydelsen av en talares röstkvalité för barns hörförståelse av satser testat med TROG-2 (test for Reception of Grammar; Bishop, 2003), samt hur grad av kognitiv förmåga relaterar till hörförståelse av typisk och dysfonisk röst med och utan buller (Lyberg-Åhlander et al., 2015a; Lyberg-Åhlander et al., 2015b). Vårt bidrag innebär att vi undersöker hörförståelse på textnivå av berättelser och att detta sker utan bildstöd samt med och utan bakgrundsljud. För att öka den ekologiska validiteten har vi valt att använda oss av ett bakgrundsljud som består av så kallat babbel från barnröster eftersom detta ger ett bakgrundsljud som matchar ljudmiljön i skolan.

Studien bidrar med kunskap som kommer att kunna användas för logopediskt arbete samt för att optimera barns lärandemiljö inte bara i klassrummet utan även vid logopedisk intervention. Förhoppningen är att studien kommer att kunna bidra till kunskapsbasen om hur ljudmiljön påverkar barns språkförståelse och därigenom möjlighet till förståelse, minne och lärande.

## 1.3 Frågeställningar och hypoteser

1. Påverkas barns hörförståelse av text av en belastande ljudmiljö i form av barnbabbel och om så sker - i vilken utsträckning? Hur påverkar buller de olika deluppgifterna i ett hörförståelsetest (CELF-4), som anses ha olika svårighetsgrad? Vår hypotes är att barns hörförståelse av text påverkas negativt av att utsättas för en ljudkuliss i form av babbel.

2. Hur ser sambandet ut mellan test för komplext arbetsminne och resultat på test för hörförståelse av text? Hur ser sambandet ut mellan dessa för de olika ljudvillkor vi presenterar och för de olika deluppgifterna i CELF-4 hörförståelse? Vi förväntar oss att resultaten på testet av komplext arbetsminne kommer att korrelera signifikant med resultaten för hörförståelse av text och troligen tydligare i bullervillkoret än i det tysta villkoret.

## 2. BAKGRUND

### 2.1 Språkförståelse

Språkförståelse är en sammansatt förmåga som utgörs av ett antal olika språkliga färdigheter. Problem med språklig förståelse kan te sig mycket olika beroende på var problemets tyngdpunkt ligger eftersom språkförståelse kräver färdigheter inom samtliga språkliga domäner; fonologi, grammatik, semantik och pragmatik (Nettelbladt & Salameh, 2007).

Den kognitiva process det innebär att tolka ord i talet från akustisk våg till språklig betydelse är komplex. Den utgörs bland annat av auditiv bearbetning och fonologisk analys, ordigenkänning, syntaktisk analys, och även inferensdragning utifrån omvärldskunskap samt tolkning av social kontext (Bishop, 1997). Termerna hörförståelse och språkförståelse används här som likvärdiga begrepp eftersom de processer som har att göra med läsförståelse inte tas upp.

Bishop menar att vi kan följa signalen i en process av informationsbearbetning och iakttä hur dess representation blir mer och mer abstrakt och därmed frånskild sina ursprungliga attribut; den går från att vara en akustisk våg till att bli idéer och representationer. Signalens representation står under omförhandling vid varje delprocess för att matcha delar med helhet - så kallade *top down* och *bottom up*-processer. *Bottom up*-processen kan förstås som hur mindre enheter som exempelvis en fonemsekvens sätts ihop för att bygga ordsekvenser och fraser. *Top down*-processen kan betraktas som hur omvärldsförståelse och sammanhang påverkar dessa mer grundläggande stadier (Bishop, 1997; Håkansson & Hansson, 2007).

Den tolkande och omförhandlande process som språkförståelse innebär kan illustreras genom att titta närmare på grammatisk förståelse. Grammatisk förståelse innebär att lyssnaren inte bara tar in ordens betydelse utan även använder ordföljd och böjningar för att förstå en hel mening eller ett helt yttrande. Håkansson och Hansson (2007) beskriver detta som att förstå något som finns "utöver" betydelsen av de ord som ingår i ett yttrande. På ett liknande sätt kan innebörden av pragmatisk språkförståelse illustreras i hur betydelsen av ett yttrande skiljer sig åt beroende på vilken kontext yttrandet görs i (Bishop, 1997; Nettelbladt, 2013).

Bedömning av språkförståelse skiljer sig åt från bedömning av förmågan att producera språk. Till skillnad från en bedömning av uttrycksförmåga sker bedömning av språkförståelse alltid indirekt då förmågan att förstå språk måste mätas utifrån det svar testdeltagaren ger på ett språkligt stimuli. Särskilt för yngre barn är det vanligt att man använder matchning mellan ord och bilder eller föremål då detta inte kräver något verbalt svar (Nettelbladt & Salameh, 2007).

Vi kommer i föreliggande studie att titta närmare på hörförståelse på textnivå och har valt ett test som använder verbala svar som svarsmetod och som bedömer förmågor som att minnas

text, att besvara frågor om innehållet i text och att dra logiska slutsatser utifrån text (Semel, Wiig och Secord, 2003). Något som utmärker förståelse av text är att denna omfattar mer än den explicita nivån. Istället för att sätta fokus på varje enskild mening eller enskilt ord bygger barnet upp modeller över hela situationer; händelser, föremål och hur dessa relaterar till varandra. Förståelse av text ställer alltså krav på semantiskt och episodiskt minne i långtidsminnet. En lyssnare eller läsare är enligt Bishop (1997) kort efter att ha tagit del av en berättelse oförmögen att särskilja meningar som fanns i berättelsen från omkonstruerade meningar som matchar med inferenser utifrån berättelsen.

## 2.2 Arbetsminne

Den första moderna teorin om arbetsminne formuleras på sjuttioalet av Baddeley och Hitch (1974) som en konsekvens av svårigheter med att förstå kopplingen mellan långtidsminne (LTM) och korttidsminne (STM). Tidigare var den förhärskande uppfattningen att minnet bestod av dessa två komponenter men den här äldre modellen var empiriskt otillräcklig när det kom till att belägga processer för inläring och hur information sparas i långtidsminnet. Den rådande uppfattningen var att det räckte att hålla kvar material i STM för att det skulle ske en inlagring av samma data till LTM. Det förelåg dock svårigheter med att hitta evidens för detta (Baddeley, 2007).

I motsättning till ovanstående teori om inlagring i LTM formulerar Craik och Lockhart (1972) den s.k. *Levels of processing*-teorin. Författarna menar att informationen inte bara behöver kvarhållas i STM för att lagras i LTM. Istället lyfter Craik och Lockhart bearbetning av information som en nyckelfaktor för långtidsinlagring av information, och anser att ett ökat analytiskt djup i bearbetningsprocessen innebar ökad kvarhållning. Craik och Lockhart (1972) menar att det är mer fördelaktigt för en organism som extraherar betydelser ur stimuli att lägga in betydelser i långtidsminnet som är produkter av djupa analyser än ytliga. Arbetsminnesmodellen så som den läggs fram av Baddeley och Hitch uppkommer alltså i en vetenskaplig kontext där bearbetning börjat förstås som en minnesrelaterad funktion vilket öppnar upp för ett mer dynamiskt betraktande av relationen mellan olika minneskomponenter (Baddeley, 2007).

Just och Carpenter (1992) presenterar en teori för arbetsminne som utmärks av att den beskriver arbetsminnet som en resurs för språkförståelse och som refererar till arbetsminne som en större uppsättning resurser och processer för kvarhållning och bearbetning av språkligt inflöde snarare än ett begränsat antal komponenter där vissa hör till specifika modaliteter. Språkligt inflöde hanteras genom lagring och bearbetning där exempelvis en läsare behandlar och tolkar en mening i taget samtidigt som äldre information hålls kvar för att jämkas samman med ny. Denna övergripande process av samtidig lagring och bearbetning drivs av vad författarna definierar som aktivering. Aktivering vid språkförståelse sker simultant på flera olika språkliga nivåer som exempelvis ord, fraser, grammatiska strukturer, syntax och tematisk struktur.

Kapaciteten hos arbetsminnet begränsas enligt Just och Carpenters modell (1992) av hur mycket aktivering av lagring och bearbetning som systemet kan upprätthålla samtidigt, och av effektiviteten hos dessa processer: alltså hur mycket aktivering en process kräver. En mer krävande process konsumerar mer av den tillgängliga kapaciteten vilket i sin tur minskar mängden information som kan kvarhållas i arbetsminnet. Enligt teorin som Carpenter m.fl. har utformat är det effektiviteten i dessa processer som står för individuella skillnader i arbetsminneskapacitet (Daneman & Carpenter, 1983).

Resultaten från det komplexa arbetsminnestestet *reading span test* korrelerade starkt med läsförståelseförmåga och resultat på verbala test (Daneman & Carpenter 1980). I föreliggande studie används testet CLPT (Gaulin & Campbell, 1994, sv ös. Pohjanen & Sandberg 1999). Testet är en anpassning av *listening span test* vilket i sin tur är en utveckling av *reading span test* som Daneman och Carpenter utvecklat för vuxna (Daneman & Carpenter, 1980). CLPT grundar sig alltså teoretiskt i kapacitetsteorin. Eftersom CLPT är utformat för barn använder testet kortare meningar och enklare ord i jämförelse med *listening span test* (Gaulin & Campbell, 1994).

*Ease of language understanding*-modellen (ELU) beskriver de processer som skapar förståelse av muntlig information och tar sin utgångspunkt i arbetsminnets betydelse för att under ett samtal lagra och bearbeta relevant information samt undertrycka och ignorera irrelevant information (Rönnerberg et al., 2013). Något som utmärker ELU är att den beskriver interaktionen mellan semantisk och fonologisk bearbetning som ett möte mellan olika kognitiva mekanismer vilka på olika sätt belastar arbetsminnet. Likt Daneman och Carpenter (1980) och Just och Carpenter (1992) betonar ELU-modellen kapacitets- och bearbetningsaspekterna av arbetsminne.

Till skillnad från Baddeleys arbetsminnesmodell som starkt fokuserar på inläring av nya ord, dvs. lexikon, är ELU-modellen mer inriktad mot möjlighet till språkförståelse i kommunikationssituationen. Likheter och skillnader med Baddeleys modell illustreras i den komponent i ELU-modellen som Rönnerberg refererar till som en språklig episodisk buffert och benämns som *rapid automatic multimodal binding of phonology* (RAMBPHO). Den episodiska bufferten som presenteras här binder samman talad information till fonologiska representationer och överför dessa för matchning mot fonologiska representationer i det semantiska långtidsminnet (Rönnerberg et al., 2013).

ELU-modellen bygger bland annat på upptäckten att en störning av talsignalen belastar arbetsminnet ytterligare under den språkliga bearbetningen och att arbetsminne kan kompensera för en individs eventuella fonologiska svårigheter och öka användningen av semantiska ledtrådar vid maskering av talsignalen (Rönnerberg et al., 2013).

Matchningen mellan fonologiska representationer kan följaktligen ske på två olika sätt enligt ELU-modellen (2013). Antingen sker den direkt i en *bottom up*-process då överföring sker på ett par hundra millisekunder, eller också sker den indirekt i en *top down*-process då överföring sker i en tidsrymd som sträcker sig över hela sekunder. *Top down*-processen kompenserar då för missmatchningar mellan RAMBPHO och det semantiska långtidsminnet bland annat genom inferensskapande, semantisk integrering, och undertryckande av irrelevant information. Under ett vanligt samtal bidrar bägge processer till språkförståelse. Dessa två processers relativa bidragande till språkförståelse varierar även den under ett samtals gång.

Vuxna individer med hög arbetsminneskapacitet är enligt ELU-modellen (Rönnerberg et al., 2013) mer anpassningsbara i hur de kan skifta mellan fonologisk och semantisk bearbetning beroende på vilka krav den kommunikativa situationen ställer. De antas följaktligen kunna hantera språkliga uppgifter i olika typer av ljudförhållanden bättre än individer med lägre arbetsminneskapacitet (Rönnerberg et al., 2013).

## 2.3 Hörförståelse, kognition och ljudmiljö

Undersökningar har bland annat gjorts på bakgrundsljuds påverkan på taluppfattning, uppfattning av ljudsignaler och korttidsminnet med maskering (Oh, Wightman & Lutfi, 2001). Uppmärksamhet har riktats mot ett fenomen som går under namnen *unattended speech effect* (Salame & Baddeley, 1982), *irrelevant speech effect* (Jones & Morris, 1992) och *irrelevant sound effect* (Beaman & Jones, 1998). Det som dessa begrepp bygger på är att prestationen vid sifferrepetition eller repetition av orelaterade ord i rak ordning störs när bakgrundsljud med låg intensitet förekommer, vanligtvis tal. Denna effekt tyder på att processer i minnesfunktionen så som korttidsminne och arbetsminne störs vilket följaktligen skulle kunna ha en effekt på språkförståelsen då dessa förmågor antas spela en stor roll för processandet av språklig information (Baddeley, 2007).

Många undersökningar av hur bakgrundsljud påverkar kognitiva förmågor hos vuxna har utförts med skriftligt material. Orsaken till detta är att felsvar vid auditiva stimuli med bakgrundsljud skulle kunna tillskrivas att testdeltagaren inte har uppfattat själva talsignalen. Trots detta är det troligt att bakgrundsljud påverkar den verbala kommunikationen och förståelsen även när bakgrundsljudet är tillräckligt lågt för att de talade orden ska kunna uppfattas. Med bakgrundsljud närvarande blir den bearbetande processen av talsignalen mindre automatisk då flera tolkningar av denna blir möjliga och redan lagrad information används i större utsträckning för att tyda innebörden. På grund av dessa faktorer krävs en större kognitiv ansträngning för att identifiera de talade orden när bakgrundsljud föreligger vilket ytterligare belastar de begränsade kognitiva resurserna (Kjellberg, Ljung, Hallman, 2008).

I detalj är det intressant att undersöka vilka kognitiva processer som störs av vilka typer av bakgrundsljud. Shield och Dockrell (2003) beskriver de två begreppen *kognitiv coping* och *nivå av stimulans* vilka ämnar förklara sambandet mellan auditiva distraktorer och nedsatt prestation hos skolbarn. *Kognitiv coping* bygger på att barnet hanterar störande bakgrundsljud genom bortsällning av dessa och i och med detta sker en generell nedsättning av uppmärksamheten. Denna teori antyder att en rad kognitiva förmågor påverkas av bakgrundsljud vilket ännu inte är fullständigt och entydigt befast av forskningen. Å andra sidan menar teorin om *nivå av stimulans* att barn överstimuleras av bakgrundsljuden vilket därmed försämrar koncentrationen. Ingen av de nuvarande teorierna behandlar dock de olika sätten som bakgrundsljud potentiellt påverkar de olika kognitiva förmågorna (Shield & Dockrell, 2003).

Forskning kring kognitiva funktioner, buller och språkliga funktioner har fokuserat främst på vuxna och mindre på barn med undantag av bland annat Hygge (2003) som undersökte buller och kognition hos barn. I vår studie ville vi undersöka barn på lågstadiet runt 8 års ålder eftersom samtliga tidigare studier inom området vid vår avdelning inriktats på barn i samma ålder.



## **3. METOD**

### **3.1 Deltagare**

Vi har undersökt hörförståelse och arbetsminneskapacitet hos 83 barn i årskurs ett och två (åldrar på ca 7:0 till 9:0 år) på grundskolor i Skåne. Deltagarna i studien skulle uppvisa typisk utveckling avseende språklig förmåga och kognition. Följaktligen har de elever med neuropsykiatriska funktionstillstånd alternativt kognitiva eller språkliga svårigheter exkluderats ur vår undersökning när dessa i samråd med klasslärare bedömts utgöra ett hinder för medverkan. En hörselscreening har genomförts för att säkerställa adekvat hörselstatus. Samtliga deltagare inkluderade i studien har fått ett godkänt resultat vilket är satt till en ton på 20 dB vid 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 6, och 8 kHz (med vissa undantag när störande bakgrundsljud legat till grund för avvikande svar). Utförandet av en hörsel-screening är nödvändig för vår studie för att utesluta en hörselnedsättning då normal hörsel är ett inklusionskriterium för testpersonerna.

Totalt har fem deltagare exkluderats ur studien av de som testats. Två deltagare exkluderades till följd av nedsatt hörsel enligt hörselscreening, två på grund av att de ej medverkade till testning till följd av svårigheter att ta till sig instruktioner, och en på grund av ett missförstånd gällande medgivandeblankett.

#### **3.1.1 Balansering av testgrupper**

För studien valdes en s.k. mellangrupsdesign istället för en inomgrupsdesign då det inte fanns möjlighet tidsmässigt att göra en cross-over studie inom gruppen, vilket hade varit optimalt. För att säkerställa validiteten i vår studie har vi noga försökt balansera de två grupper som fått ta del av de olika ljudvillkoren.

**Tabell 1.** Tabellen anger medelvärde och standardavvikelse för testresultat på CLPT samt ålder i månader för CELF-4 utan buller (UB) och CELF-4 med buller (MB)

		CELF-4 UB	CELF-4 MB
CLPT	Medelvärde	22,82	22,83
	Standardavvikelse	3,99	4,66
Ålder i månader	Medelvärde	98,65	98,82
	Standardavvikelse	5,93	7,06
Kön	Flickor	n = 19	n = 20
	Pojkar	n = 21	n = 18

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan grupperna avseende, ålder ( $p = 0,968$ ), kön ( $p = 0,693$ ) eller testpoäng på CLPT ( $p = 0,964$ ). Utifrån anamnesblanketterna framgår att 3 barn har eller har haft kontakt med logoped och specialpedagog i grupp UB motsvarande för grupp MB är 4 barn. Både grupperna hade ett barn med någon form av neuropsykiatrisk diagnos. enligt anamnesblanketten uppgavs 2 barn i grupp UB samt 1 barn i grupp MB ha "lite läs och skrivsvårigheter" men vi bedömer inte detta vara av stor betydelse med tanke på att barnen som medverkar är så pass unga. Avseende hörselscreening var grupperna jämbördiga. Ett mindre antal deltagare accepterades som i hörselscreeningen hade responser över 20db men inte starkare än 30 db på enstaka frekvenser då vi bedömde att störande bakgrundsljud möjligen var orsak till avvikande resultat

Av anamnesblanketter framgick det att ett barn i denna grupp uppgavs ha autismspektrumstörning. Således tyckte vi oss kunna konstatera att vi konstruerat två jämförbara grupper vad gäller dessa tre parametrar.

## 3.2 Material

### 3.2.1 CLPT komplext arbetsminnestest

*Competing Language Processing Task* (CLPT; Gaulin & Campbell, 1994) utvecklades under 90-talet då det fanns behov av ett material som mätte komplex arbetsminneskapacitet hos barn. CLPT översattes till svenska av Pohjanen och Sandberg (1999) och prövades ut på barn med typisk språkutveckling i åldrarna fem, sju och nio år. Testdeltagare bearbetar i CLPT språklig information samtidigt som de lagrar ett antal ord i minnet för återhämtning. Metoden är framtagen för testning av barn från sex år. CLPT innehåller ord som har bedömts vara välkända för barn så unga som sex år vilket är tänkt att motverka eventuella felsvar som följd av bristande språkförståelse (Campbell, 1997; Gaulin & Campbell, 1994).

Utformningen av CLPT ser utifrån Gaulin and Campbell (1994) ut som följer: testdeltagarna får 42 påståenden att ta ställning till som sanna eller falska genom att svara ja eller nej, den så kallade bearbetningsdelen. Hälften av meningarna är sanna och hälften är falska. Påståendena delas upp i två omgångar där varje omgång innehåller block med meningar om ett till sex ord att minnas. Blocken försvåras således gradvis och block sex innehåller slutligen sex meningar. Utöver att bedöma semantisk acceptabilitet ska testdeltagaren efter varje individuellt block upprepa det sista ordet i varje mening. Ökad svårighetsgrad innebär ett ökat antal meningar vilket ger fler ord att minnas.

### 3.2.2 CELF-4 hörförståelse av text

Det hörförståelsetest som används i föreliggande studie är hämtat från *Clinical Evaluation of Language Fundamentals- Fourth edition* (CELF-4; Semel et al, 2003). CELF-4 är ett språkligt testmaterial som administreras individuellt. CELF-4 utformades för att återspegla den kliniska process som innefattar identifikation, utredning och behandling av språkliga svårigheter och språkstörningar hos skolbarn i åldrarna 5:0-12:11 år. Testet utvärderar grad av språklig svårighet och möjliggör riktade rekommendationer vid intervention (Paslawski, 2005)

CELF-4 är den tredje reviderade upplagan av testmaterialet och utformades av Semel et al (2003). CELF-4 hörförståelse av text är det enda svenska testet av sin sort och är utprovat för åldrarna 9-10 samt 11-12. Det finns alltså inget motsvarande test normerat för yngre barn i årskurs 1 och 2. Vi har valt att använda deluppgifterna som är utformade för åldrarna 9-10 vilka utgör tre utav sex deluppgifter i deltestet. Dessa ansågs vara de mest lämpliga för testdeltagarna i studien med tanke på språklig komplexitet. Deltestet bedömer förmåga att upprätthålla uppmärksamhet och koncentration när texter i ökande längd och komplexitet läses upp, logisk förståelse av och förmåga att minnas texter, förmågan att svara på frågor om detaljer och innehåll i texterna, samt förmågan att med kritiskt tänkande kunna dra logiska slutsatser utifrån texterna.

I deltestet hörförståelse i CELF-4 får testdeltagaren en kortare text uppläst för sig. Efteråt får deltagaren svara på fem olika frågor om texten där tre av frågorna är detaljfrågor på innehåll och de sista två är frågor som prövar inferens- och slutledningsförmåga. Det finns angivna svar för vilka testdeltagaren får poäng. Likvärdiga svar ger även poäng och vid osäkerhet antecknas svaret och bedöms i efterhand med hjälp av testmanualen. För respektive ålderskategori läses först en övningstext och därefter tre texter som utgör själva testet. Texten repeteras aldrig men däremot tillåts en repetition av varje enskild fråga. Vid tvetydigt svar, alltså ej vid felsvar, kan frågan "vill du berätta mer?" ställas en gång. Om svaret då blir korrekt anses frågan vara besvarad korrekt och ett poäng ges (Semel et al, 2003).

Testningen med CELF-4 hörförståelse av text utfördes delvis med ett digitaliserat testmaterial. Materialet är inspelat i en ljudisolerad studio på avdelningen för logopedi, foniatri och audiologi vid Lunds universitet. För inspelningen användes en handhållen inspelare (Zoom H2, Zoom corporation, Tokyo, Japan) samt en huvudburen mikrofon (Lectret, HE-747, 44, 1 kHz/16 bit i samplingsfrekvens). Själva texten i deluppgifterna läses upp av en kvinna i 45-50 årsåldern med rikssvensk dialekt och typisk röstkvalitet. Datorprogrammet Adobe Audition CS6 (Adobe Systems, San Jose, Kalifornien, USA) användes för att normalisera inredningsmaterialet till samma decibelvärde (dB). Ljudnivån för uppspelningen sattes till 65 dB SPL. Bakgrundsbabblen utgörs av inspelningar av fyra barn som läser varsin text. De fyra

inspelningarna har sedan lagts ihop och normaliserats, detta gör att det hörs som att texterna läses upp samtidigt i 55 dB SPL i bakgrunden av huvudinspelningen. Relationen mellan de två ljudfilerna anger signal/brusförhållandet (+10 dB SPL).

Vid testningen användes en bärbar dator från Lenovo och testdeltagarna hörde materialet genom Sennheiser HDA 200 hörtelefoner. Hörlurarna är av circumaurala och ljudattenuerande, detta för att maximera isoleringen och utestänga bakgrundsljud. Utrustningen kalibrerades enligt IEC 60.318-2 och ISO 389-8 med en Brüel & Kjaer 2209 ljudnivåmätare med en 4134 mikrofon i en 4153 öronsimulator (IEC 1998, ISO, 2004). För att verifiera ljudtrycksnivån för tal- och bakgrundsljud har en 1000 Hz ton med samma genomsnittliga dB som talsignalen använts.

### **3.3 Procedur**

#### **3.3.1 Rekrytering**

Rekryteringen genomfördes genom mejl, telefonkontakt eller besök på ett antal skolor i Skåne. Det största antalet deltagare rekryterades på en grundskola i Lund där en av testledarna gått sin grundskoleutbildning och därför hade sociala kontakter att nyttja på skolan. Totalt kontaktades fem olika grundskolor i centrala och västra Skåne. Tre skolor accepterade att delta, varav två i Lund och en strax utanför Helsingborg. Totalt delades uppemot 180 deltagarblanketter ut. Av dessa besvarades 102 blanketter varav två valde att tacka nej och 100 av dessa tackade ja. Av de 100 respondenter som tackat ja genomfördes testning på 83 stycken. På grund av tidsbrist testades inte alla 100 elever och 17 av dessa föll alltså bort innan testning. Efter genomförd testning av föll ytterligare fem bort vilket beskrivs mer ingående under rubriken bortfall. Totalt har alltså data från 78 testdeltagare inkluderats i studien.

#### **3.3.2 Inspelning av CELF-4 hörförståelse av text**

Det auditiva stimuli som användes i CELF-4 vid testning av hörförståelse bestod av två förinspelade testmaterial. Det ena materialet bestod endast av en vuxen persons inspelade röst som läste de aktuella testuppgifterna. Det andra materialet bestod av en vuxen persons röst som läste de aktuella testuppgifterna ihoplagda med bakgrundsljud bestående av barnröster. På så vis återskapades en ekologiskt valid ljudkuliss som liknar den i elevens skolmiljö.

Eleverna delades in i två lika stora grupper. Hälften genomförde hörförståelsedelen ur CELF-4 utan bakgrundsljud och hälften genomförde hörförståelsedelen ur CELF-4 med bakgrundsljud. Samtliga elever i båda grupper genomförde arbetsminnestestet CLPT utan bakgrundsljud samt ett hörselscreeningstest. Motbalansering av testordning genomfördes för att säkerställa att testordningen inte inverkar på testresultaten. Detta skedde i ordningen:

1. Hörselscreening, CLPT, CELF-4 utan bakgrundsljud
2. Hörselscreening, CELF-4 utan bakgrundsljud, CLPT
3. Hörselscreening, CLPT, CELF-4 med bakgrundsljud
4. Hörselscreening, CELF-4 med bakgrundsljud, CLPT

Testdeltagare togs in för testning utan speciell ordning, oberoende av kön, ålder eller av anamnestiska uppgifter inlämnad av förälder.

Den totala tidsåtgången per elev och testtillfälle uppgick till cirka 30 minuter där 5-10 minuter veks åt hörselscreening, 10-15 minuter åt hörförståelsedelen av CELF-4 och cirka 10 minuter åt CLPT. Inför testningen fyllde vårdnadshavare i en blankett där medgivande till deltagande gavs. I blanketten angavs även ett antal anamnestiska uppgifter som inkluderade hörselstatus, språkutveckling, flerspråkighet eventuell kontakt med logoped eller specialpedagog samt eventuell neuropsykiatrisk diagnos.

### 3.3.3 Pilottestning

Vi genomförde en pilotstudie med två barn som båda var 6 år och 9 månader gamla för att undersöka om testet av hörförståelse lämpade sig för barn under 9 år. Barnen medverkade i testerna så att hörselscreening genomfördes först, därefter CELF-4 hörförståelse och sist i ordningen genomfördes CLPT. Testningen tog ungefär 40 minuter per forskningsperson och genomfördes i barnens hem och vi tog även chansen att tillfråga barnen efter avslutad testning om hur de upplevde testningen samt vilka uppgifter de fann mer respektive mindre ansträngande. Vi fann att det var lämpligt att gå vidare och använda oss av CELF-4 hörförståelse i vår studie då det bedömdes av oss testledare att barnen kunde medverka på ett adekvat sätt. Detta fastslogs då barnen verkade ta till sig testinstruktioner och gav mestadels adekvata svar.

Syftet med pilottestningen var bland annat att säkerställa att testledarnas genomförande av testproceduren och givande av instruktioner skulle bli så likvärdiga som möjligt och därigenom standardisera tillvägagångssättet för testningen. Med på plats fanns en legitimerad audionom med relevant forskningserfarenhet som gav oss feedback efter genomförd testning. Båda testledare har granskat varandra under pilottestningen och skrivit ett gemensamt protokoll för genomförande av såväl tester som hörselscreening. På det här sättet kan vi säkerställa såväl en standardiserad testprocedur som att forskningspersonerna uppfattar de instruktioner som ges på ett korrekt sätt.

## 3.4 Analys

Programmet *Statistical Package for the Social Sciences* (IBM SPSS Statistics 22) har använts för den statistiska analysen av data. I huvudsak användes icke-parametriska metoder för statistisk analys då underliggande data inte var normalfördelad.

Först utfördes en deskriptiv analys av testdata där medelvärde samt minimumvärde och maximumvärde togs fram för CLPT och CELF-4 hörförståelse. CELF-4 hörförståelse redovisas i tyst villkor och bullervillkor samt uppdelat för deluppgifterna A, B och C. För vår första hypotes användes *Mann Whitney U*-test för att undersöka skillnader mellan tyst villkor och bullervillkor med avseende på testresultat för CELF-4 hörförståelse i sin helhet samt de individuella deluppgifterna av CELF-4 hörförståelse A, B och C. För vår andra hypotes användes Spearman rang-korrelation (*rho*) för att undersöka eventuella samband mellan

testpoäng för det komplexa arbetsminnestestet CLPT och testpoängen för CELF-4 hörförståelse med tyst villkor respektive bullervillkor. Detta gjordes även uppdelat för de tre deluppgifterna i CELF-4. Statistisk signifikans sattes till  $p < 0,05^*$ .

### **3.5 Etiskt övervägande**

Den forskningsetiska kommittén vid Avdelningen för logopedi, och audiologi, Lunds universitet godkände projektplanen som även innehöll informationsbrev till rektorer och föräldrar samt medgivandeblanketter till föräldrar. Före testning blev rektorer och föräldrar informerade om studiens syfte genom informationsbrev. Elever och lärare informerade på plats genom en kort presentation av oss testledare och om studiens innehåll. Samtliga elever och föräldrar blev informerade om att man när som helst kunde avsluta testningen utan särskild anledning. För att kunna medverka i studien krävdes ett skriftligt medgivande av förälder. Medverkande i testningen innebar inga risker för eleven. Allt personligt testmaterial behandlades konfidentiellt genom koder som förvarades separat från personuppgifter. I studien presenteras endast resultat på gruppnivå.

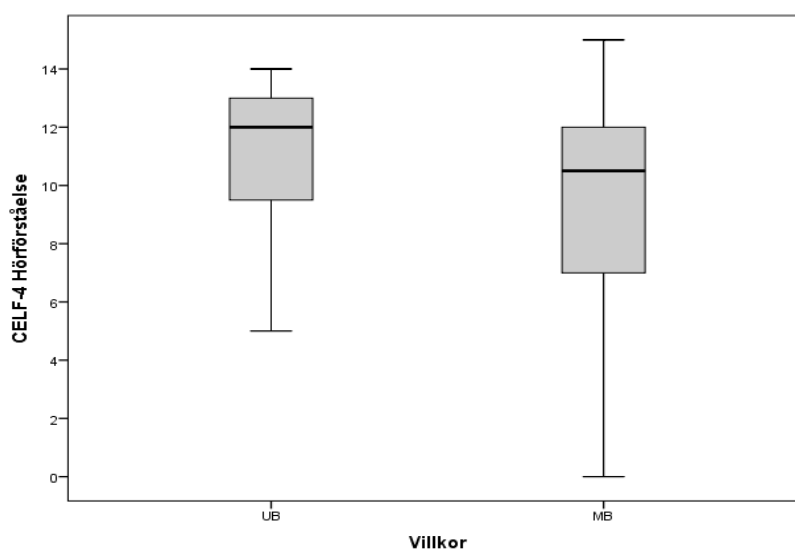
## **4. RESULTAT**

### **4.1 Deskriptiva data**

I tabell 2 redovisas testpoängen för samtliga testdeltagare. Tabellen redovisar testresultat uppdelat för CLPT, CELF-4 med tyst villkor, CELF-4 med buller och den sammanvägda poängen för CELF-4 i båda villkoren. I tabellen utläses medelvärde, min- och maxvärden. Antal deltagare i aktuell grupp (n) anges i tabelltexten. Tabell 1 visar att medelvärdet för CELF-4 MB är lägre än det för CELF-4 UB. Vidare framgår det från min- och maxvärdena för de olika villkoren att spridningen på testpoängen för CELF-4 MB är större än den för CELF-4 UB.

**Tabell 2.** Tabell för testpoäng på CLPT (n=78), CELF-4 UB (n=40), CELF-4 MB (n=38) samt CELF-4 totalpoäng (n=78) för samtliga deltagare. Resultat är redovisade i medelvärde samt standardavvikelse beräknat på totalpoäng och min- och maxvärde. Maxpoängen står angivna inom parentes i varje rad

	Medelvärde	Standardavvikelse	Min	Max
CLPT (maxpoäng 42)	22,8	4,30	14	33
CELF-4 UB (maxpoäng 15)	10,9	2,37	5	14
CELF-4 MB (maxpoäng 15)	9,4	3,77	0	15
CELF-4 TOTAL (maxpoäng 15)	10,2	3,20	0	15



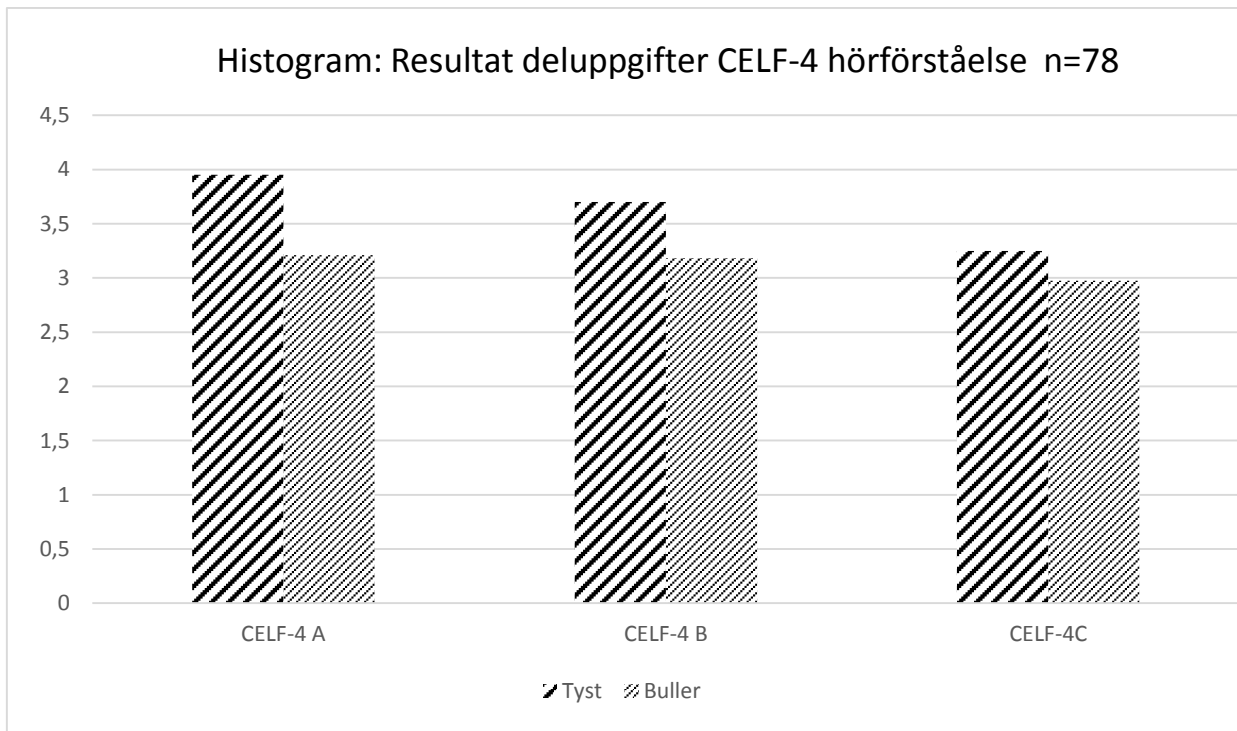
**Figur 1.** Boxplot för testresultat från CELF-4 hörförståelse av text i tyst villkor (UB) samt bullervillkor (MB) (maxpoäng = 15 poäng)

I figur 1 redovisas median och kvartilavstånd samt avståndet mellan den högsta respektive lägsta poängen för CELF-4 hörförståelse uppdelat i UB och MB. En jämförelse av villkoren visar att spridningen är större i bullervillkoret än i det tysta villkoret. Figuren visar inga *outliers* varken för det tysta villkoret eller bullervillkoret.

## 4.2 Skillnader mellan grupperna

Ett *Mann Whitney U*-test visade ingen signifikant skillnad i resultaten för CELF-4 mellan det tysta villkoret (median = 12,  $n = 40$ ) och bullervillkoret (median = 10,5,  $n = 38$ ),  $U = 587$ ,  $p = 0,08$ ,  $r = 0,2$ .

I figur 2 visas histogram över de olika uppgifterna inom hörförståelsedelen av CELF-4 uppdelat i villkoren tyst och buller. Maxpoängen för varje deltest är 5 poäng och av figuren framgår det att det finns en genomgående skillnad mellan villkoren där bullervillkoret innebär lägre poäng men att denna skillnad varierar. Skillnaderna i medelvärde mellan de olika ljudvillkoren blir mindre i takt med att deluppgifterna ökar i svårighetsgrad.



**Figur 2.** Testresultat av CELF-4 hörförståelse av text. Medelvärde uppdelat på deluppgift A, B och C, i tyst villkor ( $n=40$ ) och bullervillkor ( $n=38$ ). (maxpoäng = 5 poäng per deluppgift)

Kompletterande analyser med *Mann Whitney U*-test ger för CELF-4, deluppgift A, en signifikant skillnad mellan tyst villkor (median = 4,  $n = 78$ ) och bullervillkor (median = 3,  $n = 78$ ),  $U = 507$ ,  $p = 0,01$ ,  $r = 0,3$ . För uppgift B finns ingen signifikant skillnad mellan tyst villkor (median = 4,  $n = 78$ ) och bullervillkor (median = 4,  $n = 78$ ),  $U = 682$ ,  $p = 0,4$ ,  $r = 0,1$ . Testet visade inte heller för uppgift C någon signifikant skillnad mellan tyst villkor (median = 3,  $n = 78$ ) och bullervillkor (median = 3,  $n = 78$ ),  $U = 698$ ,  $p = 0,5$ ,  $r = 0,1$ .



### 4.3 Korrelationsberäkningar

Relationen mellan komplex arbetsminneskapacitet (uppmätt genom CLPT) och hörförståelse av text (uppmätt genom CELF-4 deltest hörförståelse av text) undersöktes med en ickeparametrisk korrelationsberäkning (Spearman's rangkorrelation).

CLPT	<i>rho</i>	<i>n</i>
CELF-4 total	0,3**	78
CELF-4 UB	0,4*	40
CELF-4 MB	0,2	38

**Tabell 3.** Korrelationsmatris för CLPT och CELF-4 för samtliga deltagare samt för CELF-4 uppdelat i tyst villkor samt bullervillkor. Korrelationsmatrisen anger Spearman's rangkorrelationskoefficient (*rho*) samt antal testpersoner (*n*). (\* =  $p < 0,05$  och \*\* =  $p < 0,01$ )

Tabell 3 visar korrelationen mellan arbetsminne och hörförståelse av text med och utan buller. Det utläses en signifikant medelstark positiv korrelation mellan resultaten på CLPT och CELF-4 ( $rho = 0,3$ ,  $n = 78$ ,  $p < 0,01$ ). För CLPT och CELF-4 med tyst villkor är korrelationen starkare och även där finns en signifikans ( $rho = 0,4$ ,  $n = 40$ ,  $p < 0,01$ ). Korrelationskoefficienten mellan CLPT och CELF-4 med bullervillkor innebär en svag, ej signifikant, korrelation ( $rho = 0,2$ ,  $n = 38$ ,  $p < 0,18$ ). Resultaten visar alltså en medelstark positiv korrelation mellan arbetsminnesförmåga och hörförståelse av text i det tysta villkoret, men denna korrelation förloras för bullervillkoret (Cohen, 1988).

Relationen mellan CLPT och de olika deluppgifterna i CELF-4, i tyst och i buller, har även den undersökts med Spearman's rangkorrelation (*rho*). Det finns endast en signifikant korrelation mellan CLPT och CELF-4 för uppgift C tyst villkor ( $rho = 0,5$ ,  $n = 40$ ,  $p < 0,01$ ). Vi finner även en medelstark korrelation mellan CLPT och CELF-4 för uppgift B med bullervillkor med ett marginellt signifikant p-värde ( $rho = 0,3$ ,  $n = 38$ ,  $p < 0,06$ ). Övriga villkor och deltest visar ingen signifikant korrelation.

## 5. DISKUSSION

### 5.1 Resultatdiskussion

Föreliggande arbete har undersökt hur buller - i detta fall barnbabbel - påverkar hörförståelse på textnivå och hur sambandet ser ut mellan arbetsminneskapacitet och hörförståelse på textnivå i buller och i tyst miljö. Vi har testat barn i lågstadieåldrar och hoppas kunna bidra med kunskap om hur ljudmiljön i skolan kan påverka barns hörförståelse och i förlängning deras möjligheter till lärande. Till skillnad från andra studier i vår akademiska närhet som har undersökt hörförståelse med någon form av buller (Lyberg-Åhlander et al., 2015a; Lyberg-Åhlander et al., 2015b) har vi bland annat valt att testa hörförståelse på textnivå istället för på satsnivå.

Vår första forskningsfråga gällde huruvida barns hörförståelse på textnivå påverkas av en belastande ljudmiljö där barn exponeras för babbel från barnröster och i så fall i vilken utsträckning detta händer. Det var även fanns även ett syfte att se om det föreligger en skillnad mellan testpoängen för de tre olika deluppgifterna i CELF-4 associerat med svårighetsgrad. Vår hypotes var att barns hörförståelse påverkas negativt av en belastande ljudmiljö. Vår andra fråga gällde huruvida det fanns ett samband mellan resultat på arbetsminnestest och resultatet på hörförståelsetestet. Dessutom ville vi ta reda på hur detta eventuella samband skulle te sig i de två olika ljudmiljöer som används samt i de olika deluppgifterna. Vår hypotes var att vi skulle finna en signifikant korrelation mellan arbetsminneskapacitet och hörförståelse av text samt att denna skulle öka i en belastad ljudmiljö.

En beräkning visar dock att skillnaden i resultaten för CELF-4 hörförståelse mellan det tysta villkoret och bullervillkoret inte var statistiskt signifikant. Det framkommer dock en signifikant skillnad mellan ljudvillkoren i uppgift A. Det är den uppgift där testdeltagarna når högst medelvärde både i tystnad och buller och därför kan antas vara den lättaste av de tre deluppgifterna. Detta resultat indikerar att lättare deluppgifter påverkas mer av buller.

Resultatet överensstämmer tidigare fynd (Lavie, 1995). Det visas inte någon signifikant skillnad för samtliga delar utan bara på uppgiften som kan uppfattas som lättast. I figur 2 utläses även att skillnaderna mellan villkoren avtar med en ökande svårighetsgrad. Lavie redovisar ett samband mellan svårighetsgraden på en uppgift och påverkan av bakgrundsbuller där svåra uppgifter lämnar lite möjlighet att bli störd av distraktorer. I en reviewartikel belyser Lavie (2005) vikten av att veta svårighetsgraden på en testuppgift för att kunna förutse hur mycket en distraktor faktiskt kommer att påverka testresultatet. Lavie beskriver här att det inte räcker att instruera en testperson att ignorera en distraktor. För att bevara fokus krävs det även att testuppgiften är tillräckligt utmanande för testpersonen i fråga för att distraktorn inte ska vara effektiv (Lavie, 2005).

Vår andra frågeställning gällde sambandet mellan arbetsminneskapacitet och hörförståelse av text i de två olika ljudmiljöerna. Vi fick en signifikant ( $p < 0,01^{**}$ ) medelsvag positiv korrelation mellan testresultat på CELF-4 hörförståelse av text och CLPT. Sambandet mellan CLPT och resultat på CELF-4 skulle enligt hypotesen ha stärkts av bullervillkoret. Vi fann en signifikant korrelation mellan resultaten på CLPT och CELF-4 för det tysta villkoret. Dock kunde det inte påvisas någon signifikant korrelation mellan CLPT och CELF-4 i buller.

När vi beräknade korrelationen mellan CLPT och de olika deluppgifterna i CELF-4 hörförståelse fann vi en signifikant korrelation för en av deluppgifterna i tyst villkor och CLPT samt en signifikant korrelation för en av deluppgifterna i buller och CLPT. För det tysta villkoret fann vi en signifikant korrelation mellan CLPT och deluppgift C, vilket var den svåraste deluppgiften.

Vår hypotes om att bullervillkoret borde åstadkommit en signifikant korrelation mellan CLPT och CELF-4 hörförståelse kunde således inte styrkas. Vår teoretiska utgångspunkt är att en belastande ljudmiljö bör öka arbetsminnets betydelse för förståelsen av uppläst text. Vi tänkte oss då att muntlig information som störs av en bullerkälla kräver ökad aktivering och ökad bearbetning på flera språkliga nivåer vilket i sin tur påverkar såväl inlagringsprocessen som kvaliteten hos den inlagrade informationen (Just & Carpenter, 1992; Daneman & Carpenter, 1983).

Utifrån Rönnerbergs ELU-modell (2013) kompenserar arbetsminnesprocesser för brister i ljudsignalen och därmed ökar arbetsminneskapacitetens roll i en belastande ljudmiljö. Detta beror enligt Rönnerberg et al. (2013) på att en maskerad talsignal gör att RAMBPHO inte producerar tillräckligt precisa fonologiska representationer vilket i sin tur ökar användningen av exempelvis semantiska ledtrådar för att skapa mening ur den talade signalen.

Lyberg-Åhlander et al (2015b) undersöker i vilken utsträckning barn med olika starka kognitiva förmågor störs av olika typer av bullerkällor vid testning av satsförståelse. Studien fann att barn med starka kognitiva förmågor fick högre poäng på de lättare uppgifterna vid testning med två typer av bullerkällor samtidigt; dysfonisk röst och babbel. Bland barnen som utsattes för en bullerkälla gynnades de kognitivt starka däremot vid de svårare uppgifterna. Dessa resultat liknar våra fynd. Den signifikanta korrelation vi får fram mellan CLPT och deluppgifterna i CELF-4 hörförståelse är för den svåraste uppgiften och i tyst villkor. Båda resultaten pekar alltså ut arbetsminnets positiva betydelse vid svårare uppgifter i förståelse av talat språk. Samtidigt visar varken Lyberg-Åhlander et al (2015b) eller vår studie på en signifikant korrelation mellan arbetsminne och talförståelse av svårare uppgifter i en belastad ljudmiljö.

En studie som knyter an till våra resultat och till Lavies hypotes (2005) beträffande svårigheten att precisera arbetsminnets inflytande i en belastande ljudmiljö är Macken, Phelps och Jones (2009). Författarna pekar på studier som haft svårigheter att hitta signifikanta samband mellan arbetsminnesprocesser och auditiv bearbetning i buller. Författarna menar att svårigheterna med att hitta dessa samband beror på att påverkan av ovidkommande ljud inte återspeglar en individs arbetsminnessystem. Istället menar Macken et al. att det som reflekteras är ett system för generell audiomotorisk koordination. Detta system griper in och utför en oavsiktlig organisering av ovidkommande auditiva stimuli som arbetsminnets exekutiva resurser inte hinner med att undertrycka. Först senare i bearbetningsprocessen kommer dessa intryck att sorteras bort men när detta sker har distraktionen redan skett. Macken et al. menar att auditiv distraktion är en konsekvens av effektiv förmåga till organisering av auditiva sekvenser och inte en konsekvens av bristande exekutiva resurser i arbetsminnet (Macken et al., 2009).

Macken et al.:s teori om auditiv distraktion (2009) kan jämföras med Lavies review (2005) där författaren pekar på ett antal studier som gjorts med funktionell magnetrontgen för att

undersöka hur perceptuell belastning påverkar neurala processer. Utifrån dessa studier menar Lavie att neurala signaler som uppstår till följd starka distraktorstimuli - som exempelvis ett betydelsefullt ord - minskar starkt eller slås ut helt vid processande av relevanta stimuli med hög perceptuell belastning. I en senare studie fann Forster och Lavie (2009) att hög perceptuell belastning reducerade distraktorpåverkan för samtliga av sina testdeltagare. Slutsatsen är att graden av perceptuell belastning i en uppgift kan förutsäga om individuella skillnader i distraktabilitet kommer att finnas. Detta betyder att perceptuell belastning minskar skillnader mellan olika individer i hur mycket de påverkas av distraktioner. Vi tror att slutsatsen kan vara viktig i relation till våra resultat där skillnaden mellan tyst och buller är störst i de enklaste uppgifterna och där vi vårt enda signifikanta samband mellan CLPT och CELF-4 hörförståelse är för den enklaste uppgiften i en tyst ljudmiljö.

## 5.2 Metoddiskussion

Valet att utföra studien baserat på en mellangrupsdesign togs främst på grund av att vi bedömde oss ha två jämförbara grupper angående kön, ålder och arbetsminnesförmåga. De studier i vår akademiska närhet vilket arbetet har anknytning till och tagit inspiration från använder sig även av mellangrupsdesign. Det finns brister i denna modell då den bygger på att grupperna ska vara jämförbara för att kunna säga något om hur bullervillkoret påverkar hörförståelsen. I studien undersökte vi endast arbetsminne som kognitiv förmåga samt beräknade jämvikt angående kön och ålder för testdeltagarna. Vi hade även anamnestiska frågor angående logopedkontakt, specialpedagogkontakt och förekomst av läs och skrivsvårigheter samt flerspråkighet. Vi testade däremot inte andra kognitiva förmågor vilka har betydelse för språkutveckling och hörförståelse så som ickeverbal intelligens. Andra parametrar som har betydelse för barns utveckling är socioekonomisk status och föräldrarnas utbildningsnivå, detta undersöktes inte heller i studien.

För att säkerställa adekvat hörsel för samtliga testdeltagare utfördes hörselscreening (Almqvist, 2004). Även om anamnesformuläret behandlar hörsel kan det senaste hörseltestet blivit inaktuellt eller också kan det föreligga en tillfällig hörselnedsättning på grund av exempelvis otit. Eftersom ett av våra inklusionskriterier är normal hörsel anser vi att det är av stor vikt att en standardiserad hörselscreening utförs i samband med testningen trots att detta ökar testförfarandes totala tidsåtgång. Hörselscreeningen genomfördes utan problem då instruktionerna var lätta för testpersonerna att ta till sig och många kände igen testförfarandet sedan tidigare.

För att undersöka arbetsminneskapaciteten hos våra testdeltagare har vi använt oss av CLPT som är vida spritt och används av såväl forskare som kliniker. CLPT är utvecklat för barn från sex års ålder och uppåt (Gaulin & Campbell 1994) Testet är översatt till svenska och utprovat på barn med typisk språkutveckling, i åldrarna fem, sju och nio år. (Pohjanen & Sandberg, 1999). I regel förelåg inga problem för testpersonerna att ta till sig instruktionerna. Som testledare bedömer vi dock att instruktionerna som ges för den engelskspråkiga versionen är tydligare och att det svenska bedömningsinstrumentet därför eventuellt skulle tjäna på en nyöversättning av instruktionerna.

Vi valde att använda hörförståelsedelen av CELF-4 eftersom det är ett av få test som mäter hörförståelse på textnivå som finns på svenska. Användningen av CELF-4 börjat bli utbrett bland logopedier i Sverige och det är därför kliniskt relevant att studera testets användbarhet så väl i allmänhet som för de åldrar vi undersökt, samt hur ljudmiljön kan påverka testet. Spridningen av resultaten för CELF-4 hörförståelse i det tysta villkoret ligger mellan 30 - 98,5 procent vilket indikerar att svårighetsgraden på testet inte är för hög för den undersökta åldersgruppen.

För att säkra validiteten när vi använde CELF-4 hörförståelse använde vi oss av två förinspelade testmaterial som utgör våra två olika ljudvillkor där villkoret med buller består av barnröster som läser upp berättelser. Vi använder oss av just ett sådant bakgrundsljud för att det bidrar till vår studies ekologiska validitet i meningen att ljudkulissen överensstämmer med elevers skolmiljö. Vi är dock medvetna om att denna ljudkuliss brister i ekologisk validitet då rösten i vårt bullervillkor är opåverkad av bakgrundsljudet. Den s.k. Lombardeffekten innebär att buller medför en omedveten påverkan på röstläget hos en individ genom ökad intensitet, höjd grundton och minskat röstomfång (Brumm & Zollinger, 2011). För att öka den ekologiska validiteten hos CELF-4 hörförståelse i buller borde en inspelning genomföras där en sådan röstpåverkan äger rum.

Efter att ha använt oss av CELF-4 hörförståelse ser vi några möjliga förbättringspunkter. En av deluppgifterna i CELF-4 hörförståelse är centrerad kring ett engelskt låneord - *gokart* - som enligt oss inte är tillräckligt allmängiltigt för att användas i ett test för språkförståelse på textnivå. Risken finns att denna deluppgift i dagsläget snarare specifikt testar ordförståelse än förmågan att förstå text. Som testledare såg vi hur ett antal deltagare hängde upp sig på just detta ord och uppfattade detta som ett hinder för dessa barn att ta till sig resten av innehållet i berättelsen. Enligt *construction and integration*-modellen (Kintsch, 1988) innebär det sista steget i textförståelse att integrera tidigare förvärvat omvärldskunskap med informationen i texten för att dra slutsatser och komma till insikter om sammanhang. Det är problematiskt att CELF-4 hörförståelse inte kontrollerar för denna djupgående och viktiga aspekt av hörförståelse.

Vidare, vid ofullständigt svar i CELF-4 hörförståelse är det enligt protokollet godkänt att ställa frågan *Vill du berätta mer?* Vi fann ofta att frågan inte gav någon önskad effekt då deltagaren sällan förstod att vi var ute efter ytterligare information. Deltagarna svarade ofta nej på frågan. Vi upplever alltså att den förutbestämda följdfrågan inte är tillräckligt direkt för att plocka fram information som eleven inte delger på första frågan. Ett exempel på när en riktad fråga hade varit användbar är på deluppgift A fråga 2 som lyder *Vilka vill Micke bjuda på sin födelsedag?* Texten berättar att Micke vill åka med fem av sina bästa vänner. Rätt svar är *fem vänner*. Många testdeltagare svarar *sina bästa vänner* på frågan vilket ej är ett korrekt svar enligt manualen. I detta fall tror vi att en följdfråga som lyder *hur många av sina vänner ville Micke bjuda?* på ett bättre sätt hade utrett om barnet kvarhållit informationen som ges i texten än den förutbestämda följdfrågan.

Som ett led i förståelse av berättelser dras automatiskt olika typer av inferenser vilket är nödvändigt för att skapa sig en dynamisk förståelse. Efter att tagit del av en berättelse är det svårt för en läsare att särskilja meningar som ordagrant uttrycks i berättelsen från meningar som snarlikt beskriver samma sak (Bishop, 1997). Detta kopplar vi till denna uppgift där barnet har dragit en inferens om att Micke inte vill bjuda hela klassen utan bara sina bästa kompisar. Vi

tror att en mer riktad fråga hade kunnat vara mer effektiv för att få fram mer detaljerade svar när detta efterfrågas av testet.

### **5.3 Implikationer för framtida forskning**

Klassrum och logopedmottagningar är två av många platser där barn får språklig information som ska bearbetas, minnas och integreras med annan kunskap. På platser där detta sker är miljön sällan helt tyst. Hur buller påverkar språkförståelse hos barn är därför ett relevant område att utforska vidare i syfte att förstå i vilken utsträckning och under vilka villkor barns lärande kan främjas.

I studien fanns en korrelation mellan test av komplext arbetsminne och hörförståelse av text i tyst villkor men inte i bullervillkor. Detta är intressant för framtida studier att fortsätta utforska i syfte att befästa vilken roll arbetsminneskapacitet spelar för hörförståelse och hur olika ljudmiljöer påverkar detta.

För att på bästa sätt undersöka huruvida en bullerfaktor påverkar hörförståelse hade liknande studier dragit fördel av att bygga på en inomgruppsdesign där samtliga testdeltagare får ta del av båda villkor så att resultat mellan de olika villkoren på bästa sätt kan jämföras med varandra.

I syftet att utreda språkliga svårigheter och sambandet mellan arbetsminne och hörförståelse ligger det i fältets intresse att reliabla och valida test utvecklas. Hänsyn behöver tas till externa faktorer som lärarens eller logopedens röstkvalitet, till ljudmiljön i övrigt samt även till barns förkunskaper och till könsbias och kulturell bias.

### **5.4 Slutsatser**

Att arbetsminne är en kognitiv funktion som behövs för språklig bearbetning är fast teoretiskt förankrat (Just & Carpenter 1992). Det är även det faktum att buller är en belastande faktor för språklig och kognitiv bearbetning (Rönnerberg et al., 2013). Forskningen är däremot inte entydig gällande i vilken utsträckning arbetsminne korrelerar med t.ex. hörförståelse hos barn och vilket samband som föreligger i olika kognitiva belastningsgrader och bullervillkor. Vi har genom denna studie själva fått en glimt av hur komplexa dessa samband kan vara. Vidare forskning krävs för att praktiska rekommendationer ska kunna ges angående språkbedömning och optimal lärandemiljö i skolan.

## REFERENSER

- Almqvist, Bengt. (2004). *Handbok i hörselmätning*. Bromma: SAME och C-A Tegner AB
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford: OUP.
- Beaman, C. P., & Jones, D. M. (1998). Irrelevant sound disrupts order information in free recall as in serial recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 51(3), 615-636. doi: 10.1080/713755774.
- Bishop, D.V.M. (2003). *Test for Reception of Grammar-2*. London: Pearson.
- Bishop, D. (1997). *Uncommon Understanding (Classic Edition): Development and disorders of language comprehension in children*. New York: Psychology Press.
- Brumm, H. & Zollinger, S. A. (2011) The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research. *Behaviour* 148: 1173-1198.
- Campbell, T., Dollaghan, C., Needleman, H., & Janosky, J. (1997). Reducing Bias in Language Assessment Processing-Dependent Measures. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(3), 519-525. doi: 10.1044/jslhr.4003.519.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Craik, F. I., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 11(6), 671-684. doi:10.1016/S0022-5371(72)80001-X.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19(4), 450-466. doi: 10.1016/S0022-5371(80)90312-6.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1983). Individual differences in integrating information between and within sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 9, 561-583.
- Forster, S., & Lavie, N. (2009). Harnessing the wandering mind: The role of perceptual load. *Cognition*, 111(3), 345-355. doi:10.1016/j.cognition.2009.02.006.
- Gaulin, C. A., & Campbell, T. F. (1994). Procedure for assessing verbal working memory in normal school-age children: Some preliminary data. *Perceptual and motor skills*, 79(1), 55-64. doi: 10.2466/pms.1994.79.1.55.
- Hygge, S. (2003). Classroom experiments on the effects of different noise sources and sound levels on long-term recall and recognition in children. *Applied Cognitive Psychology*, 17 (8), 895-914. doi: 10.1002/acp.926.
- Håkansson, G., & Hansson, K. (2007). Grammatisk utveckling. Fonologi: grammatik, lexikon. Nettelbladt, U. & Salameh, E-K. (red.), *Språkutveckling och språkstörning hos barn I*, (s.135-169). Lund: Studentlitteratur.

IEC 60318-2. (1998). Electroacoustics: Simulators of human head and ear. Part 2: An interim acoustic coupler for the calibration of audiometric earphones in the extended high-frequency range. Geneva: International Electrotechnical Commission.

ISO 389-8. (2004). Acoustics: Reference zero for the calibration of audiometric equipment. Part 8: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and circumaural earphones. Geneva: International Organization for Standardization.

Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological review*, 99(1), 122. doi:10.1037/0033-295X.99.1.122.

Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model. *Psychological review*, 95(2), 163. doi: 10.1037/0033-295X.95.2.163.

Kjellberg, A., Ljung, R., & Hallman, D. (2008). Recall of words heard in noise. *Applied Cognitive Psychology*, 22(8), 1088-1098. doi: 10.1002/acp.1422.

Macken, W.J., Fiona G. Phelps, F.G., & Jones, D.M. (2009). What causes auditory distraction? *Psychonomic Bulletin & Review*, 2009, 16 (1), 139-144. doi: 10.3758/PBR.16.1.139

Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(3), 451. doi:10.1037/0096-1523.21.3.451.

Lavie, N. (2005). Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 75–82. doi: 10.1016/j.tics.2004.12.004.

Ljung, R. (2010). Room acoustics and cognitive load when listening to speech. (Diss.), Luleå: Luleå Tekniska universitet.

Lyberg-Åhlander, V., Haake, M., Brännström, J., Schötz, S., & Sahlén, B. (2015). Does the speaker's voice quality influence children's performance on a language comprehension test? *International journal of speech-language pathology*, 17(1), 63-73. doi: 10.3109/17549507.2014.898098.

Lyberg-Åhlander, V., Holm, L., Kastberg, T., Haake, M., Brännström, K. J., & Sahlén, B. (2015). Are children with stronger cognitive capacity more or less disturbed by classroom noise and dysphonic teachers. *International Journal of Speech-Language Pathology*. doi:10.3109/17549507.2015.1024172.

Nettelblatt, U. & Salameh, E-K. (2007). Generell språkutveckling. Nettelblatt, U. & Salameh, E-K. (red.), *Språkutveckling och språkstörning hos barn D.1*, 13-32. Lund: Studentlitteratur.

Nettelblatt, U. & Salameh, E-K. (2013). *Språkutveckling och språkstörning hos barn. D.2*. Lund: Studentlitteratur.

Nyberg, L. (2009). *Kognitiv neurovetenskap: studier av sambandet mellan hjärnaktivitet och mentala processer*. (2., [utökade] uppl.) Lund: Studentlitteratur.



- Oh, E. L., Wightman, F., & Lutfi, R. A. (2001). Children's detection of pure-tone signals with random multitone maskers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *109*(6), 2888-2895. doi: 10.1121/1.1371764
- Paslawski, T. (2005). The Clinical Evaluation of Language Fundamentals, (CELF-4) A Review. *Canadian Journal of School Psychology*, *20*(1-2), 129-134. doi: 10.1177/0829573506295465
- Pohjanen, A., & Sandberg, M. (1999). Arbetsminnet hos svenska fem-, sju- och nioåriga barn med normal språkutveckling (Magisteruppsats, Lunds Universitet, Institutionen för logopedi, foniatry och audiologi).
- Rönnerberg, J., Lunner, T., Zekveld, A., Sörqvist, P., Danielsson, H., Lyxell, B., ... & Rudner, M. (2013). The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. *Frontiers in systems neuroscience*, *7*.doi: 10.3389/fnsys.2013.00031.
- Salame', P., & Baddeley, A. D. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *21*, 150-164. doi: 10.1016/S0022-5371(82)90521-7.
- Sandberg, P. (2014). Cognitive training in young and old adults: Transfer, long-term effects, and predictors of gain (Doctoral dissertation, Umeå University, department of psychology).
- Semel-Mintz, E., Wiig, E., Secord, W.(2003). *Clinical Evaluation of Language Fundamentals* (Psychological Corporation, San Antonio, TX), 4th ed.
- Shield, B. M., & Dockrell, J. E. (2003). The effects of noise on children at school: a review. *Building Acoustics*, *10*(2), 97-116.doi: 10.1260/13510100376896596.

## **TACK**

Tack till vår handledare Birgitta Sahlén för konstruktiv och utvecklade handledning när vi behövt det som mest och till Magnus Haake som varit en vägledare i statistikens djungler. Heike von Lochow och Tobias Kastberg får ett stort tack från oss för sin hjälpsamhet. Vi vill även tacka alla rektorer, lärare och föräldrar som har tagit sig tiden att engagera sig i vårt arbete och godkänt barnens medverkande. Självklart är vi allra mest tacksamma för alla elever som har medverkat i vår testning och därigenom möjliggjort vår studie! Sist men inte minst vill vi tacka männen i våra liv för det stöd de gett under studiens gång.

## INFORMATIONSBREV TILL REKTORER

Hej!

Vi är två logopedstudenter som läser vårt sista år på logopedutbildningen i Lund. Under vårterminen skriver vi vårt magisterarbete och till det söker vi testpersoner. Logopeder utreder bland annat barns språkliga förmåga när misstanke om språkliga svårigheter föreligger. En viktig del i den språkliga förmågan är hörförståelse, det vill säga hur väl ett barn kan tolka och förstå muntlig information. Denna förmåga är avgörande i skolsituationen då mycket av lärarens instruktioner ges muntligt och då språket är det kanske viktigaste verktyget för att tillgodogöra sig kunskap.

En faktor som kan påverka hur väl ett barn tillgodogör sig muntlig information är ljudmiljön. Vår studie kommer att undersöka i vilken grad barns hörförståelse påverkas av bakgrundsljud i form av barnröster. Detta återskapar en ljudmiljö som påminner om barnets skolmiljö. Utöver detta tittar vi närmare på i vilken grad arbetsminne samvarierar med ett barns förmåga att förstå muntlig språklig information som ges i en distraherande ljudmiljö. För att testa hörförståelse kommer vi att använda oss av testet CELF - *Clinical Evaluation Language Form*. När vi testar arbetsminnesförmåga använder vi oss av CLPT - *Competing Language Processing Test*.

För att kunna genomföra vår undersökning behöver vi som sagt testdeltagare. Därför söker vi nu ditt tillstånd för att kontakta lärare på din skola för att undersöka möjligheten att testa barn i deras klasser. Testningen kommer att ta ungefär 40 minuter per elev och genomförs individuellt genom att barnet får lyssna på texter i hörlurar. Vi är intresserade av elever i år 1 och 2. Vid positivt svar kommer vi att ta kontakt med lärare och föräldrar. Resultaten kommer att redovisas på gruppnivå och ingen elev kommer kunna identifieras i vår uppsats. Däremot kan elevens lärare få ta del av det individuella testresultatet ifall vårdnadshavare så önskar.

Vårt magisterarbete är en del av ett större forskningsprojekt som tar upp frågor om hörförståelse och kognitiva förmågor i relation till distraktioner i skolmiljön så som exempelvis hes röst eller bakgrundsljud. Om det finns intresse från skolan kommer vi mer än gärna ut till er och presenterar resultat från det forskningsprojekt vi deltar i och berättar allmänt om hörförståelse och hur den påverkas av lärarens röst, ljudmiljön i skolan och arbetsminnesförmåga.

Vi hoppas att ni är intresserade av att delta. Hör gärna av er med frågor!  
Med vänlig hälsning,

Logopedstudenter:

Carl Durnberger, 0700-013120 [carl.durnberger.686@student.lu.se](mailto:carl.durnberger.686@student.lu.se)

Amie Jow, 0762-647333 [amie.jow.144@student.lu.se](mailto:amie.jow.144@student.lu.se)

Handledare:

Birgitta Sahlén [birgitta.sahlen@med.lu.se](mailto:birgitta.sahlen@med.lu.se)

Leg. logoped, Professor, Avdelningen för logopedi, foniatri och audiologi, Lunds universitet

## INFORMATIONSBREV TILL VÅRDNADSHAVARE

Hej!

Vi är två logopedstudenter som läser vårt sista år på logopedutbildningen i Lund. Under vårterminen skriver vi vårt magisterarbete och till det söker vi testpersoner. Som logoped utreder man barns språk när det finns misstanke om språkliga svårigheter. En viktig del i den språkliga förmågan är hörförståelse; alltså hur ett barn tolkar och förstår muntlig information. Denna förmåga är avgörande i skolsituationen eftersom mycket av lärarens instruktioner ges muntligt.

En av de faktorer som påverkar hur väl ett barn förstår vad läraren säger är ljudmiljön i klassrummet. Vi kommer att utföra en studie på barn med typisk språkutveckling för att undersöka bakgrundsljuds påverkan på deras hörförståelse. Bakgrundsljudet kommer att bestå av barnröster, vilket skapar en ljudmiljö som påminner om barnets skolmiljö. Vi tittar även på hur barnets minnesförmåga hjälper i svårare ljudmiljöer. Hörförståelsetestet kommer att utföras med en inspelning via hörlurar. Testningen beräknas ta ca 40 minuter och kommer att schemaläggas i samråd med klassläraren så att skolarbetet blir påverkat så lite som möjligt.

Deltagande i studien är helt frivilligt och deltagandet kan närsomhelst avbrytas. Ditt barns testresultat kommer att hanteras anonymt genom att varje deltagare tilldelas en sifferkod. Ingen individ kommer alltså kunna identifieras och resultaten redovisas på gruppnivå. Ingen ekonomisk ersättning kommer att utgå.

Ifall ni som vårdnadshavare önskar kan vi låta barnets lärare ta del av ert barns individuella testresultat.

Testningen kommer att äga rum under februari och mars månad.

För att ditt barn ska kunna delta i studien behöver den bifogade svarsblanketten lämnas till skolan.

Med vänliga hälsningar,

Logopedstudenter:

Carl Dürnberger, 0700-013120 [carl.durnberger.686@student.lu.se](mailto:carl.durnberger.686@student.lu.se)

Amie Jow, 0762-647333 [amie.jow.144@student.lu.se](mailto:amie.jow.144@student.lu.se)

Handledare:

Birgitta Sahlén [birgitta.sahlen@med.lu.se](mailto:birgitta.sahlen@med.lu.se)

Leg. logoped, Professor, Avdelningen för logopedi, foniatri och audiologi, Lunds universitet

**Var god kryssa i ett av tre följande alternativ:**

Vi lämnar härmed vårt tillstånd till att vårt barn får delta i studien och att vårt barns individuella testresultat kan delges till berörd lärare. \_\_\_\_\_

Vi lämnar härmed vårt tillstånd till att vårt barn får delta i studien men EJ till att vårt barns individuella testresultat delges till berörd lärare. \_\_\_\_\_

Vi lämnar EJ tillstånd till att vårt barn får delta i studien. \_\_\_\_\_

Vi har läst igenom informationen och projektledarna har förklarat målsättningen med undersökningen. Vi är medvetna om att vi när som helst kan avbryta deltagandet och att resultaten kommer att behandlas anonymt i vår studie.

Vi lämnar härmed vårt tillstånd att mitt barns aidentifierade information kan användas i vetenskapliga publikationer och forskningsstudier som bedrivs parallellt med med magisteruppsatsen. \_\_\_\_\_

**Har ert barn normal hörsel?**

Ja                      Nej

**Har ert barn läs- och skrivsvårigheter?**

Ja                      Nej

**Har ert barn haft eller har för närvarande kontakt med logoped alternativt speciallärare?**

Ja                      Nej

**Har ert barn något av följande diagnoser; språkstörning, ADHD, autismspektrumstörning? Om ja, ange vilken:**

\_\_\_\_\_

**Om ert barn talar fler språk än svenska:**

**Hur gammalt var ert barn när det började i svenskspråkig förskola?**

\_\_\_\_\_

**Har tiden i förskolan varit sammanhängande eller har barnet varit hemma när det exempelvis tillkommit syskon?**

\_\_\_\_\_

Förälders namn \_\_\_\_\_

Telefonnummer \_\_\_\_\_

Barnets namn \_\_\_\_\_

Barnets födelsedatum \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Förälders namnteckning      Ort och datum

\_\_\_\_\_

Förälders namnteckning      Ort och datum