



SAHLGRENSKA AKADEMIN

INSTITUTIONEN FÖR  
NEUROVETENSKAP OCH FYSIOLOGI

# BAKGRUNDSBULLERS PÅVERKAN PÅ INLÄRNINGSMÖJLIGHETER I KLASSRUMSLIKA MILJÖER HOS BARN MED OCH UTAN HÖRSELNEDSÄTTNING

En beskrivande litteraturstudie

**Hanna Markkinen**  
**Fanny Svensson**

---

Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Audionomprogrammet, AUD620
Nivå:	Grundnivå
Termin år:	Vt 2018
Handledare:	Håkan Hua
Examinator:	Kim Kähäri
Rapport nr:	



SAHLGRENSKA AKADEMIN

INSTITUTIONEN FÖR  
NEUROVETENSKAP OCH FYSIOLOGI

## Abstrakt

Nyckelord: children, hearing loss, hearing impairment, noise, aircraft noise, speech noise, speech, learning, elementary school, classroom, speech recognition, working memory, reverberation, road traffic

---

- Syfte:** Syftet är att försöka kartlägga hur bakgrundsbuller påverkar förmågan till inläring hos barn med och utan hörselnedsättning i deras lärmiljö.
- Metod:** Arbetet är en beskrivande litteraturstudie. Databaserna PubMed och Cinahl användes för att söka artiklar. Materialet består av 14 artiklar publicerade mellan åren 2008–2016. Då syftet är att undersöka bullers påverkan i lärmiljön valdes artiklar där barnen var mellan 5–15 år.
- Resultat:** Resultaten tyder på att barn både med och utan hörselnedsättning påverkas negativt i sin inläring av bakgrundsbuller, framförallt yngre barn. Barn med hörselnedsättning bearbetar inkommande information mer än deras kontrollgrupp, framförallt när bakgrundsljud förekommer. Barn med hörselnedsättning får mer kognitiv belastning för att kunna förstå innehållet i tal. Resultaten tyder också på att olika slags buller har olika påverkan på barns igenkänning och taluppfattning.
- Konklusion:** Resultaten var relativt enade men det förekom studier där barnen inte påverkades i samma utsträckning av bakgrundsbuller. Det är svårt att dra generella slutsatser om hur barn påverkas av bakgrundsbuller då artiklarna berör olika sorters buller och deras olika påverkan på barns inläring.



SAHLGRENSKA ACADEMY

INSTITUTE OF NEUROSCIENCE AND  
PHYSIOLOGY

# NOISE IMPACT ON LEARNING ABILITIES IN CHILDREN WITH AND WITHOUT HEARING LOSS IN CLASSROOM-LIKE ENVIRONMENTS

A descriptive review of the literature

**Hanna Markkinen**  
**Fanny Svensson**

---

Thesis:	Scientific thesis, 15hp
Program and course:	Programme in Audiology, AUD620
Level:	First Cycle
Semester year:	St 2018
Supervisor:	Håkan Hua
Examiner:	Kim Kähäri
Report no:	



SAHLGRENKA ACADEMY

INSTITUTE OF NEUROSCIENCE AND  
PHYSIOLOGY

## Abstract

Keywords: children, hearing loss, hearing impairment, noise, aircraft noise, speech noise, speech, learning, elementary school, classroom, speech recognition, working memory, reverberation, road traffic

---

- Purpose:** The purpose is to examine the impact of background noise on learning abilities in children with and without hearing loss in their learning environment.
- Method:** The study is a descriptive literature review. The databases PubMed and Cinahl were used to find articles. The material consists of 14 articles published between 2008-2016. The children in the studies were between 5-15 years old as the aim was to examine the impact of noise in a learning environment.
- Result:** The results indicate that children, with and without hearing loss, are negatively affected by noise in their learning environment, especially younger children. Children with hearing loss process incoming information more than their control group, especially when background noise is present. Children with hearing loss have more cognitive load in order to interpret speech. The results also indicate that different kinds of noise have different effects in children's learning abilities.
- Conclusion:** The outcome of results was quite similar, but there were studies where some children were not affected at the same amount by background noise. It was difficult to draw a general conclusion about how children were affected by background noise as the articles investigated different kinds of noise and their different impact on the children's learning abilities.

## *Förord*

*Vi vill tacka Håkan Hua för god handledning samt värdefulla tips och råd under arbetets gång.*

*Vidare vill vi tacka Ann-Kristin Espmark för positiv feedback och tankeväckande frågor och funderingar om arbetet.*

*Och slutligen vill vi tacka varandra för gott samarbete och stöd.*

*Arbetet har fördelats lika mellan författarna.*

## Förkortningslista

AM	Arbetsminne
BHL	Bilateral hörselnedsättning, hörselnedsättning på båda öronen
CE	Centrala exekutiven
dB	Decibel, måtenhet för ljudstyrka
dBA	Decibel (A-vägd), ett mätfilter som tar hänsyn till människans hörselområde
HNS	Hörselnedsättning
LM	Långtidsminne
MMHL	Minimal/lätt hörselnedsättning
MT	Multiple talkers, flera talare
MTC	Multiple talkers with competing comments, flera talare med inflikade kommentarer
NH	Normalhörande
RT	Reverberation time, efterklang
SNR	Signalbrusförhållande
ST	Single talker, en talare
STI	Ett mått på talöverföringskvalitet
UHL	Unilateral hörselnedsättning, hörselnedsättning endast på ett öra

# Innehållsförteckning

<b>1. BAKGRUND</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Buller</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 Efterklangstid .....	2
1.1.2 Konsekvenser av buller .....	2
1.1.3 Svenska riktlinjer för buller inomhus .....	2
<b>1.2 Inläring</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Hörselnedsättning och barn med hörselnedsättning</b> .....	<b>4</b>
1.3.1 Konsekvenser av hörselnedsättning hos barn .....	5
<b>1.4 Tidigare studier</b> .....	<b>6</b>
<b>2. SYFTE</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Specifika frågeställningar</b> .....	<b>6</b>
<b>3. METOD</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabell 1: Inklusionskriterier och exklusionskriterier</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabell 2: Urval av artiklar</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1 Material</b> .....	<b>8</b>
<b>4. RESULTAT</b> .....	<b>9</b>
<b>4.1 Hur påverkas inlärningsförmåga hos normalhörande barn av bakgrundsbuller i klassrumslika miljöer?</b> .....	<b>9</b>
<b>4.2 Hur påverkas inlärningsförmågan hos barn med hörselnedsättning av bakgrundsbuller i klassrumslika miljöer?</b> .....	<b>10</b>
<b>4.3 Har olika typer av buller olika effekter på inläring hos barn?</b> .....	<b>11</b>
<b>5. DISKUSSION</b> .....	<b>12</b>
<b>5.1 Metoddiskussion</b> .....	<b>12</b>
<b>5.2 Resultatdiskussion</b> .....	<b>14</b>
<b>5.3 Hållbar utveckling</b> .....	<b>17</b>
<b>6. KONKLUSION</b> .....	<b>18</b>
<b>7. REFERENSER</b> .....	<b>19</b>
<b>8. BILAGA 1: Sammanställning av material</b> .....	<b>24</b>

# 1. BAKGRUND

## 1.1 Buller

Socialstyrelsen (2008) beskriver ljud som små tryckvariationer i luften och när de når hjärnan tolkas de som ljud. Fysiskt sett är det ingen skillnad mellan ljud och buller utan det är den som upplever ljudet som avgör om det är buller eller inte. Vidare skriver Socialstyrelsen att buller är ljud som människor känner sig besvärade av och det behöver inte vara ett starkt ljud. Buller kan också vara ljud vi tycker om trots att ljudnivån är kraftig. Naturvårdsverket (2017) definierar buller som oönskat ljud. Vidare säger Naturvårdsverket att vad som upplevs som buller är individuellt och kan variera beroende på ljudkvalité, tid på dygnet, vilken aktivitet som utförs vid bullerexponeringen samt längden på exponeringen.

För att en person med hörsel inom normalområdet ska kunna uppfatta tal, som vanligtvis är 65 dBA på 1 meters avstånd bör bakgrundsljudet inte överstiga 35 dB. För grupper som är extra känsliga för dåliga akustiska förhållanden exempelvis barn, personer med hörselnedsättning och personer som inte talar det aktuella språket bör bakgrundsljudet inte överstiga 25 dBA (Socialstyrelsen, 2008). Maximalt bakgrundsljud i undervisningslokaler bör inte överstiga 45 dBA och den ekvivalenta ljudnivån, det vill säga medelljudnivå under en viss tid, bör inte överstiga 30 dBA (Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus FoHMFS 2014:13). World Health Organization (WHO, 1999) rekommenderar att den ekvivalenta bakgrundsnivån i klassrum inte skall överstiga 35 dBA under lektionstid och att efterklangstiden bör ligga vid 0.6 sekunder. Vidare rekommenderar de att barn med hörselnedsättning bör ha svagare bakgrundsljud och kortare efterklangstid för att höra och förstå talat språk.

En term som kan vara bra att känna till i sammanhanget är signalbrusförhållande (SNR). Det är en kvot mellan signal och brus där oftast signalen är tal och bruset är buller. Signalen är det önskade ljudet och bruset det oönskade. För att en normalhörande person ska höra tal på 65 dBA behöver SNR vara minst 15 dBA, det vill säga att talet behöver vara 15 dBA starkare än bruset. För känsliga grupper rekommenderas det att SNR är 30 dBA eller bättre (Socialstyrelsen, 2008). Schafer, Beeler, Ramo, Morais, Monzingo och Algier (2012) anser att barn behöver bättre SNR än vuxna för att uppnå samma taluppfattningsresultat. Werner (2007) hävdar att förhållandet mellan det önskade ljudet och oönskade ljudet behöver vara



5–7 dB mer hos barn än vuxna. De känsliga grupperna, som nämnts tidigare, blir särskilt drabbade av högt bakgrundsbuller och lång efterklangstid (Arbetsmiljöverket, 2013).

### *1.1.1 Efterklangstid*

Efterklangstid, ljudets eko i ett rum, påverkar också taluppfattningen, en lång efterklangstid ger sämre möjlighet att uppfatta tal. Efterklangstid definieras som hur lång tid, i sekunder, det tar för ett ljud att minska 60 dB efter att ljudkällan stängts av. Också rummets storlek, materialet det är byggt av och inredning har påverkan på efterklangstiden. Efterklangstiden kan minskas genom att använda mjuka material som absorberar ljudet och då inte ger ljudet möjlighet att studsas mot hårda ytor. Lång efterklangstid gör att ljudet i rummet långsammare avtar och medverkar till att ljudnivån i rummet ökar. Därigenom maskeras direktljudet från efterkommande ljud. Kombinationen av hög ljudnivå och lång efterklangstid bidrar till ökad lyssningsansträngning och kan påverka förmågan att komma ihåg vad som sagts. I undervisningslokaler rekommenderas efterklangstid på 0.5–0.6 sekunder (Socialstyrelsen, 2008).

### *1.1.2 Konsekvenser av buller*

Buller har inverkan på människans välmående både tillfälligt och långvarigt och ett impulsljud kan tillfälligt ge ökad puls och förhöjt blodtryck (Folkhälsomyndigheten, 2016). Långvarig bullerexponering från flyg- och trafikbuller ökar risken för hjärt- och kärlsjukdomar (Haralabidis et al., 2008). Förutom att buller är störande kan det också påverka möjligheterna till god sömn, sämre återhämtning samt svårigheter att uppfatta tal. Sömnstörning har en negativ effekt på hälsan då det leder bland annat till trötthet, minskad koncentration och prestation. Barn med hörselnedsättning, läs- och skrivsvårigheter, ADHD och barn med annat modersmål än undervisningsspråket är mer känsliga för bullerexponering (Folkhälsomyndigheten, 2016).

### *1.1.3 Svenska riktlinjer för buller inomhus*

I Sverige förekommer det allmänna råd om hur offentliga och privata byggnader ska byggas och planeras för att befolkningen ska ha bra kvalitet i sina boende samt i de lokaler de vanligtvis vistas i. Det är Boverket som i samråd med riksdagen och regeringen tar fram gällande riktlinjer för att få de bästa akustiska förutsättningarna i olika byggnader (Boverket, 2016). Boverket skriver vidare att det förekommer olika sorters buller som nya byggnader

måste anpassas efter innan de ska anläggas. Trafikbuller, där vägtrafik och järnvägstrafik ingår, är en typ av buller som måste tas hänsyn till. En annan typ av trafikbuller kan vara flygplansbuller och med det menas start och landning samt upp till den höjd där ljudnivån berör ljudnivån på marken. Trafik- och flygplansbuller samt industri- och verksamhetsbuller har Boverket allmänna råd till hur byggnader ska planeras och byggas då något av dessa omgivningsbuller förekommer. I Boverkets manual *"Tillämpning av riktvärden för trafikbuller vid planering för och byggande av bostäder"* är riktvärdet för dygnsekvivalent ljudtrycksnivå inomhus för vägtrafik, riktvärdet 30 dBA. Riktvärdet gäller även för undervisningslokaler med stängda dörrar och öppna friskluftsventiler (Boverket, 2004). Det finns dock andra bullerkällor som Boverket inte har några rekommendationer för vid planering av byggnader exempelvis buller från vindkraft och lågfrekventa ljud. Dock skriver Folkhälsomyndigheten (2014) att lågfrekventa ljuds dygnsekvivalentnivån ej får överskrida 41 dB. Lågfrekventa ljud ligger mellan 20 och 200 Hz och de är på grund av sin långa våglängd svåra att dämpa jämfört med högre frekvenser då de lättare tar sig genom golv, väggar och tak och kan uppfattas långt från ljudkällan (Socialstyrelsen, 2008). Detta leder till att lågfrekventa ljud når oss människor mer än vad andra frekvenser gör vilket betyder att störningsgraden blir mer påtaglig (Arbetsmiljöverket, 2013). Det räcker att lågfrekventa ljud är strax över den normala hörröskeln för att de ska ha en negativ inverkan på det fysiska och psykiska välmående (Socialstyrelsen, 2008).

## **1.2 Inlärnin**

Människan tar emot sensorisk information genom sinnen och tolkar den aktivt. För att tolka informationen behöver den kategoriseras och organiseras. Detta sker genom omfattande minnessystem. Minnesfunktionerna är en viktig del i lärandet och för att kunna tillgodogöra sig ny kunskap. De olika minnessystemen utvecklas fram till tonåren. I långtidsminnet (LM) lagras tidigare införskaffad kunskap och erfarenhet. LM består av det explicita minnet, som lagrar fakta såsom huvudstäder och individens personliga upplevelser. Här behövs aktiv framplockning för att kunna använda sig av dessa minnen och erfarenheter. Det implicita minnet kräver inte aktiv framplockning då dessa minnen är överinlärda såsom läsning, multiplikationstabellen och cykling. Arbetsminnet (AM) består av flera komponenter och är den del av minnessystemet som bearbetar och sammankopplar ny och gammal information. AM är begränsad i kapacitet och tid och varierar mellan individer. Detta innebär att inkommande information som inte bearbetas ganska omgående faller bort och kan därmed inte lagras i LM (Reisberg, 2013).

Delar av AM är den fonologiska loopen, visuospatiala skissblocket, episodiska bufferten och centrala exekutiven (CE). CE är den mest komplexa komponenten av AM, den här delen bestämmer vilket stimuli som ska vara i fokus för tillfället och hjälper till att hålla uppmärksamheten på det. Vidare kan CE snabbt byta fokus samt fördela uppmärksamheten mellan två inkommande stimuli om så skulle behövas. Episodiska bufferten är delen som länkar samman de olika komponenterna av AM, den kan hålla representationer från flera dimensioner igång samtidigt men likt andra buffertar är den begränsad i kapacitet. Denna del fungerar även som en brygga mellan AM och LM. Det visuospatiala skissblocket är den del av arbetsminnet som hjälper oss att tolka rumsuppfattning och visuell information. Här sker inläring och tolkning genom beröring, rörelse och syn. Fonologiska loopen hämtar också upp tidigare förankrad ljudinformation från LM för att kunna tolka inkommande ljud och det hjälper också till att förankra nya ljud i LM (Baddeley, 2012). Baddeley, Gathercole och Papagno (1998) menar att fonologiska loopen inte bara har till uppgift att koda av ord från LM utan framförallt att koda in nya ord i LM genom fonologiska representationer. Att tillgodogöra sig nya fonologiska representationer är en viktig del till språkutveckling och kanske den mest viktiga faktorn för ett barns intellektuella utveckling och utbildningsmöjligheter.

### **1.3 Hörselnedsättning och barn med hörselnedsättning**

Enligt WHO (2018) har över 5 % av världens befolkning hörselnedsättning varav 466 miljoner är vuxna och 34 miljoner är barn. Hörselnedsättning graderas i olika grader beroende på hur svår hörselnedsättningen är, lätt, måttlig, svår och grav. WHO (2018) uppskattar att 1.1 miljard unga personer, i åldrarna 12–35 år, har till följd av exponering av buller under fritidsaktiviteter risk att drabbas av hörselnedsättning. Socialstyrelsen (2009) uppskattar att 43 000 i åldern 0–20 år har en lätt hörselnedsättning i Sverige. Svår och måttlig hörselnedsättning uppskattas till 5 000 personer i Sverige. WHO (2018) uppger att den största påverkan av en hörselnedsättning är förmågan att kommunicera med andra människor. Vidare skriver WHO att hörselnedsättning kan bero på olika orsaker. De vanligaste orsakerna är; genetiska, komplikationer vid födseln, miljö, öroninfektioner, användning av specifika läkemedel, bullerexponering, åldrande. Vanligaste orsaken för hörselnedsättning hos barn under 15 år är infektioner såsom påssjuka, mässling och rubella.

### *1.3.1 Konsekvenser av hörselnedsättning hos barn*

Det är viktigt med tidig upptäckt av en hörselnedsättning för att barn ska kunna utvecklas på bästa sätt både språkligt, kognitivt och socialt. Neonatal hörselscreening kan genomföras med otoakustiska emissioner (OAE) eller automatiserad hjärnstamsaudiometri (aABR). Båda metoderna passar bra för nyföddhetscreening (Colella-Santos, Hein, de Souza, do Amaral & Casali, 2014). Vid upptäckt av en hörselnedsättning är det viktigt att påbörja en hörselhabilitering/rehabilitering så tidigt som möjligt för att minska hörselnedsättningens negativa konsekvenser. För att screening verkligen ska göra nytta är det viktigt att det finns en bra handlingsplan när hörselnedsättning är fastställd såsom rätt diagnostik, möjlighet till hjälpmedel och vägledning för familjen (WHO, 2010).

Användning av hjälpmedel såsom hörapparater och cochleaimplantat kan hjälpa personer med hörselnedsättning (WHO, 2007). Enligt Daud, Noor, Rahman, Sidek och Mohamad (2010) är det svårt att upptäcka barns hörselnedsättning utan att göra ett hörseltest. Beteendet hos barnet är subjektivt och ignoreras vanligtvis av lärare och föräldrar. Symptom kan uttrycka sig i mycket upprepning, konstiga svar på instruktioner samt att barnen med hörselnedsättning kan ibland prata för högt och använda förvrängda ord. Vidare skriver Daud et al. (2010) att prevalensen för hörselnedsättning i skolåldern 15 % i Malaysia. Niskar, Kieszak, Holmes, Esteban, Rubin och Brody (1998) bekräftar procentsatsen 15 %, då de fann i sin studie att 14,9 % av de amerikanska barnen mellan sex till nitton år har en låg- eller högfrekvent hörselnedsättning på minst ett öra.

Barn med hörselnedsättning har svårare att behålla koncentrationen och prestationsförmågan blir sämre vilket leder till att barnets inlärningsförmåga försämras. Med en hörselnedsättning är det svårare att höra dagligt tal, framförallt i bullriga miljöer vilket är en orsak till varför personer med hörselnedsättning påverkas mer av buller än personer med hörsel inom normalområdet (Folkhälsomyndigheten, 2016). Daud et al. (2010) påpekar att dålig akademisk prestation är signifikant korrelerat med lätt hörselnedsättning. Enligt WHO (2018) är barn, som inte får sin hörselnedsättning diagnostiserad tidigt, oftast en försening i sin språkutveckling. Vidare skriver WHO att odiagnostiserad hörselnedsättning hos barn kan också ha signifikant negativ påverkan på barns akademiska prestationer.

## 1.4 Tidigare studier

Studien *A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren* av Hygge, Evans och Bullinger (2002) visar på att kapaciteten i AM samt ord- och läsförståelse minskar om barn blir utsatta för flygplansbuller jämfört med barn som inte blir det. Vid flytten av Münchens flygplats undersöktes två grupper av tysktalande, normalhörande barn mellan åtta och tolv år samt två matchade kontrollgrupper.

Kontrollgrupperna var inte, och skulle heller inte bli, utsatta för flygplansbuller. En av grupperna bodde nära den befintliga flygplatsen och var utsatta för flygbuller. Den andra gruppen skulle komma att bo vid den nya flygplatsen och därmed komma att bli utsatta för flygbuller. Grupperna jämfördes med varandra vid tre tillfällen, en gång innan flytten samt ett och två år efter att flygplatsen flyttats. Barnen som blivit utsatta för flygplansbuller presterade sämre i ord- och läsförståelse än sin kontrollgrupp vid första mättillfället för att vid tredje mätningen ligga på samma nivå som sin kontrollgrupp. Vid tredje mätningen av barnen som kom att bo vid den nya flygplatsen presterade dessa barn sämre i ordförståelse men läsförståelsen låg vid samma nivå som kontrollgruppens. Förbättringar i AM sågs hos de elever som inte längre blev utsatta för flygplansbuller redan vid andra mätningen.

Läsförståelsen och långtidsminnet förbättrades hos barnen som inte längre blev exponerade för flygplansbuller men försämrades hos barnen som kom att bo vid den nya flygplatsen och försämringen hade ökat mellan andra och tredje mätningen. Ingen skillnad på AM kunde upptäckas hos barnen som kom att bo vid den nya flygplatsen (Hygge et al., 2002).

Sammanfattningsvis visar denna studie på att barn påverkas negativt av flygplansbuller men påverkan är inte permanent då barnen som inte längre blev utsatta för buller började prestera bättre och förbättringar kunde ses i AM. Med denna bakgrund vill vi i denna beskrivande litteraturstudie kartlägga vilken påverkan buller kan ha på barn med och utan hörselnedsättning i deras lärmiljö.

## 2. SYFTE

Syftet med litteraturstudien är att belysa hur bakgrundsbuller i klassrumslika miljöer påverkar inlärningsförmågan hos normalhörande barn och inlärningsförmågan hos barn med hörselnedsättning.

### 2.1 Specifika frågeställningar

- Hur påverkas inlärningsförmåga hos normalhörande barn av bakgrundsbuller i klassrumslikande miljöer?

- Hur påverkas inlärningsförmågan hos barn med hörselnedsättning av bakgrundsbuller i klassrumslika miljöer?
- Har olika typer av buller olika effekter på inläring hos barn?

### 3. METOD

Tillvägagångssättet för datainsamlingen för denna litteraturstudie har skett genom valda databaser; PubMed och Cinahl samt granskning av artiklarnas referenslistor. Endast originalartiklar har använts i denna litteraturstudie och inkluderar studier mellan åren 2008–2016. Sökningarna har skett med valda sökord som bedömdes vara lämpliga för syftet och frågeställningarna. Kombinationer av sökord har därefter använts för att utöka sökningen. Även bredare sökning där ett sökord i taget har använts för att få en bredare översikt av ämnet. I första urvalet valdes artiklar utifrån titel och sammanfattning som stämde överens med arbetets syfte och frågeställningar. I andra urvalet granskades artiklarna mer ingående och artiklar exkluderas som inte var relevanta för litteraturstudien. I tabell 2 presenteras sökväg och urval. Artiklar exkluderades bland annat där barnen var yngre än fem år och äldre än femton år. I tabell 1 visas de valda inklusionskriterier och exklusionskriterier.

Sökord: *children, hearing loss, hearing impairment, noise, aircraft noise, speech noise, speech, learning, elementary school, classroom, speech recognition, working memory, reverberation, road traffic*

**Tabell 1:** Inklusionskriterier och exklusionskriterier.

Inklusionskriterier	Exklusionskriterier
Originalartiklar	Reviewartiklar
Artiklar publicerade mellan 2008–2018	Artiklar publicerade innan 2008
Barn som är 5–15 år	Barn som är yngre än 5 eller äldre än 15 år
Artiklar skrivna på engelska	Artiklar skrivna på ett annat språk än engelska
Studier som besvarar en eller flera av frågeställningarna	Ej relevanta artiklar för syfte och frågeställningar

**Tabell 2:** Urval av artiklar.

Databas Datum	Sökord	Antal träffar	Första urval	Valda artiklar
Cinahl 2018-02-08	Noise [Thesaurus] AND Children AND "Hearing loss"	88	3	1
PubMed 2018-02-08	Learning [MeSH] AND Noise [MeSH] AND "Hearing impairment" AND Children	98	4	2
PubMed 2018-02-14	Reverberation AND Noise [MeSH] AND "Speech recognition" AND Children	12	1	1
PubMed 2018-02-08	Classroom AND Reverberation	62	5	2
PubMed 2018-02-08	"Aircraft noise" AND Children	95	6	1
PubMed 2018-02-11	"Working memory" [MeSH] AND "Hearing loss" [MeSH] AND Children NOT Deaf NOT Cochlear	14	2	1
PubMed 2018-02-08	"Speech noise" AND "Elementary school"	35	7	3
PubMed 2018-02-08	"Road traffic" AND Children AND Speech [MeSH]	14	3	1
Från valda artiklars referenslistor				2

### 3.1 Material

Materialet (Bilaga 1) består av 14 publicerade artiklar mellan åren 2008–2016 varav fem undersökte inlärningsförmågan hos barn med hörselnedsättning vid bullerexponering. Deltagarantalet i studierna varierade stort, från 21 till 2844 testpersoner. Merparten av studierna har utförts i USA och Europa. Tio av artiklarna är experimentella studier, två fältstudier, en tvärsnittsstudie samt en experimentell fältstudie. Flera av studierna använder sig av standardiserade tester för intelligens, vokabulär, talförståelse och arbetsminnestest med mera. Några av studierna använde sig av samma experimentella miljö och stimuli. De experimentella studierna som handlar om barn med hörselnedsättning har åldersmatchade kontrollgrupper. Några av de artiklar som handlar om normalhörande barn har vuxna som kontrollgrupp medan andra artiklar enbart behandlar normalhörande barn i olika ljudmiljöer. I Bilaga 1 redovisas utvalda artiklar i bokstavsordning efter författarnas efternamn och ger en översikt av artiklarnas syfte, metod, urval, resultat och slutsats. Dessa artiklar är fetmarkerade i referenslista.

## 4. RESULTAT

### 4.1 Hur påverkas inlärningsförmåga hos normalhörande barn av bakgrundsbuller i klassrumslika miljöer?

Majoriteten av studierna som undersöktes tyder på en försämring på inlärningsförmågan hos normalhörande barn när det förekommer bakgrundsbuller (Klatte, Hellbrück, Seidel & Leistner, 2010; Klatte, Lachmann & Meis, 2010; Lewis, Manninen, Valente & Smith, 2014; Lewis, Schmid, O'Leary, Spalding, Heinrichs-Graham & High, 2016; Ljung, Sorqvist & Hygge, 2009; Neuman, Wroblewski, Hajicek & Rubinstein, 2010; Papanikolaou, Skenteris & Piperakis, 2015; Rabelo, Santos, Oliveira & Magalhães, 2014; Valente, Plevinsky, Franco, Heinrichs-Graham & Lewis, 2012). Det finns dock en studie som visade på en förbättring av att återkalla redan inlagrad information från LM när barnen exponerades för kontinuerligt trafikbuller (Matheson et al., 2010). I Matheson et al. (2010) fältstudie undersökte de om flyg- och trafikbuller påverkade olika minnessystem hos barn. Författarna fann att barn som exponeras av kontinuerligt flygbuller i sina hemklassrum inte påverkades på förmågan att återkalla information eller koncept. Däremot fann de att flygplansbuller påverkade igenkänning negativt. Enligt Ljung et al. (2009) och Papanikolaou et al. (2015) har trafikbuller mer negativ påverkan på matematiska prestationer än på läsförståelse. Ljung et al. (2009) menar att det framförallt är läshastigheten som blir påverkad av trafikbuller, inte läsförståelsen.

I studierna av Klatte, Hellbrück, et al. (2010), Lewis et al. (2014), Neuman et al. (2010), Rabelo et al. (2014) och Valente et al. (2012) observerade författarna att efterklangstiden påverkar barns inlärningsförmåga och prestationsförmåga till det negativa. I studien av Klatte, Hellbrück, et al. (2010) presterade klasserna med optimal efterklangstid, kortare än 0.6 sekunder, signifikant bättre än klasserna där efterklangstiden var mer än en sekund. Det var framförallt i de fonologiska bearbetningstesterna, läs och skrivförståelse, där skillnaderna var mest synliga. Gruppen med lång efterklangstid presterade förvånansvärt bättre i läsning än grupperna med kort och mellan efterklangstid men när de sociodemografiska fördelarna togs bort, modersmål och familjens inkomst, så visade det på att det var dessa faktorer som påverkade att läsförståelsen var hög. Liknande resultat kan ses i studien av Rabelo et al. (2014) där klassrummen som hade en ljudnivå under 60 dBA och efterklang under 0.88 sekunder presterade barnen bättre än i klassrum med sämre värden.



Normalhörande barns inlärningsförmåga vid bakgrundsbuller påverkas av hur stor kognitiv process som krävs (Lewis et al., 2014; Valente et al., 2012). I studien av Valente et al. (2012) fick alla barnen över 95 % rätt i ett talförståelsetest som utfördes i en bra akustisk miljö jämfört med 82 % rätt när testet utfördes i en sämre akustisk miljö. Studien tyder på att inlärningsförmågan blir ännu sämre då de är flera personer som talar, diskussion, jämfört med om det är en som talar, lektion, vilket kräver en högre kognitiv process. I studien av Lewis et al. (2014) testades barns förståelse på instruktioner när bakgrundsbuller och efterklang förekommer. Barnen fick instruktioner antingen av en talare (ST), flera talare (MT) eller flera talare men också inflikade kommentarer (MTC) samtidigt som instruktionerna. Studien pekar på att buller och efterklang kan ha en större påverkan på barn när de genomför uppgifter som kräver högre kognitiva processer. Författarna menar då att det var en större skillnad mellan flera talare och flera talaren med inflikade kommentarer än skillnaden mellan en talare och flera talare.

En del av studierna tyder på att ju yngre barnen är desto mer påverkas deras inlärningsförmåga av bakgrundsbuller (Klatte, Lachmann & Meis, 2010; Neuman et al., 2010; Valente et al., 2012). Klatte, Lachmann och Meis (2010) menar att vid tillförande av framförallt bakgrundstal men också klassrumsljud påverkade de yngsta barnens talförståelse mer än de äldre barnens. För att bibehålla en god talförståelse när efterklangstiden är lång krävs högre SNR för de yngre barnen än för de äldre (Neuman et al., 2010). Också Valente et al. (2012) menar att deras resultat tyder på att de yngre barnen har svårare att förstå innehållet i en berättelse när de akustiska förutsättningarna försämras. I studien av Lewis et al. (2014) där barnen följde instruktioner i olika ljudmiljöer och olika antal talare visades inget samband mellan prestation och ålder.

#### **4.2 Hur påverkas inlärningsförmågan hos barn med hörselnedsättning av bakgrundsbuller i klassrumslika miljöer?**

Då det är allmänt känt att barn med hörselnedsättning har mindre ordförråd än sina jämnåriga kontroller ville Stiles, McGregor och Bentler (2012) undersöka om hörselnedsättning påverkade barns AM kapacitet. De kom fram till att en lätt till måttlig hörselnedsättning inte har påverkan för en god utveckling av AM och att det mindre ordförrådet inte beror på svårigheter att koda in nytt material i LM. Pittman och Schuett (2013) teoretiserade att barn med lätt till måttlig hörselnedsättning kan ha svårare att lära sig nya ord jämfört med normalhörande barn på grund av brister i AM och att olika ljudmiljöer påverkar inläringen.

Resultaten tyder enligt författarna på att både barn med hörselnedsättning och barn med hörsel inom normalområdet påverkas likvärdigt av bakgrundsbuller. Författarna upptäckte att de yngre barnen hade svårare att identifiera nonsensord jämfört med de äldre barnen. Enligt författarna tyder detta på att barn med hörselnedsättning har svårare att upptäcka nya ord men att ordförrådets storlek är mer sammankopplat med ålder än till AMs kapacitet. Lewis, Valente och Spalding (2015) säger att även om barn med hörselnedsättning har lätt för att upprepa meningar både i tyst och i lågt bakgrundsbuller har dessa barn svårare att uppfatta innehåll i båda ljudmiljöerna än barn med hörsel inom normalområdet. Lewis et al. (2015) menar att detta tyder på att barn med hörselnedsättning belastar arbetsminnet mer än normalhörande barn i en miljö med bakgrundsbuller. Lewis et al. (2016) säger att när talstimuli uppfattas fel tar det längre tid för barnen att bearbeta den inkommande informationen framförallt då bakgrundsbuller förekommer vilket tyder på mer kognitiv belastning.

Vid undersökningar om bakgrundsbuller påverkar barns möjlighet att göra fler saker samtidigt visar resultaten mot att barnens bearbetningshastighet sjunker av att få två uppgifter istället för en. Framförallt hos barn med hörselnedsättning men de kunde inte upptäcka någon skillnad mellan grupperna av att tillföra bakgrundsbuller hos vare sig barn med hörselnedsättning och normalhörande barn för den sekundära uppgiften. För lyssningsuppgiften sjönk prestationerna för barn med hörselnedsättning signifikant vid jämförelse till normalhörande barn när bakgrundsbuller tillfördes (McFadden & Pittman, 2008).

### **4.3 Har olika typer av buller olika effekter på inläring hos barn?**

Ljung et al. (2009) jämförde i sin studie tolv- och trettonåringars läshastighet, läsförståelse samt matematiska kunskaper i vägtrafikbuller, irrelevant tal och tystnad. Vägtrafikbullret bestod av kontinuerligt trafikbuller, 65 dBA, med segment av lastbilar som passerade och uppmätte topparna till 78 dBA. Det irrelevanta talet bestod av en blandning mellan meningslöst prat och inlagda segment från en konversation mellan ungdomar för att det skulle stämma överens med trafikbullrets ljudstyrka. De kunde urskilja att inget test påverkades av det irrelevanta talet. Däremot påverkades läshastigheten och de matematiska kunskaperna av vägtrafikbullret negativt. Att varken läshastighet, läsförståelse eller matematiska kunskaper påverkades av det irrelevanta talet tror författarna kan bero på att talet inte hade betydelsefullt

innehåll. Författarna menar att det kan vara bullertopparna hos lastbilar som kan vara huvudorsaken till att vägtrafikbuller påverkar barnens inlärningsförmåga.

I Matheson et al. (2010) studie jämfördes kontinuerligt flygplansbuller och kontinuerligt trafikbuller på barn mellan åtta och tolv år. Resultatet överraskade författarna då deras resultat visade att kontinuerligt trafikbuller förbättrade förmågan att återkalla information från LM men påverkade inte igenkänning. Tvärtom påverkade flygplansbuller igenkänning negativt men påverkade inte förmågan att återkalla information från LM. Detta tyder på att påverkan av buller på igenkänning beror på typen av buller som barnen exponeras av.

I studien av Klatte, Lachmann och Meis (2010) menar författarna att i klassrum där vanligen förekommande bakgrundsljud såsom stolskrap, pappersprassel, hostningar med mera påverkade annorlunda än talbuller. Klassrumsljuden hade mer negativ påverkan på taluppfattningen än bakgrundstal men för talförståelsen hade bakgrundstal mer negativ påverkan än klassrumsljud. Detta menar författarna tyder på att det är olika mekanismer som påverkas av de olika bakgrundsljuden. De föreslår att det kan vara så att klassrumsljuden stör ut taluppfattningen på grund av maskering medan bakgrundstal påverkar talförståelsen negativt på grund av att det krävs högre grad av kognitiv bearbetning för att förstå innehållet av den önskade signalen.

Med andra ord är det svårt att se ett tydligt sammanhang mellan hur olika buller påverkar inlärning hos barn. Ytterligare studier där de undersöker skillnader mellan flygplansbuller, trafikbuller, tal, irrelevant tal, lågfrekventa ljud hade behövts för att kunna svara på denna fråga mer utförligt.

## **5. DISKUSSION**

### **5.1 Metoddiskussion**

En litteraturstudie var ett passande val för att undersöka syftet samt svara på de tre frågeställningarna. Vid sökningarna i databaserna PubMed och Cinahl ansågs antalet sökträffar tillräckligt för att genomföra denna litteraturstudie. Det fanns många studier som ansågs vara relevanta för oss men som inte omfattades av våra inklusionskriterier. Valet att endast inkludera studier inom den senaste tioårsperioden gjordes utifrån motiveringen att vi ville undersöka den senaste forskningen vilket också påverkade att vi endast hittade fem relevanta artiklar om barn med hörselnedsättning. Frågeställningarna hade kunnat besvaras av

fler studier med större urval om inte artiklar innan 2008 hade uteslutits. Vad som märktes vid databassökningarna var att det existerade många studier från nittioalet och början på tjugohundratalet som undersökte vårt syfte. Valet att endast ha med studier där barnen var minst fem år grundades i att det var inlärningsförmågan under skolåren som var mest betydelsefull för vår litteraturstudie. Valet av just åldern fem år motiveras av att i vissa länder börjar barnen skolan vid fem års ålder. Det förekom relevanta studier där barnen var under fem år, vilka då exkluderades.

De flesta av studierna, sex stycken, erhöll ett urval över 180 testpersoner, fyra studier hade ett urval mellan 51–100 testpersoner och fyra studier hade upp till 50 testpersoner. De studier där urvalen var större vägde tyngre än urvalen under 50 testpersoner då de generellt ger en större tyngd i de resultat och slutsatserna som författarna beskrev i studierna.

Majoriteten av studierna som granskas i denna litteratursökning är experimentella studier då de flesta av studierna som fanns på ämnet var experimentella. Vi anser också att experimentella studier var de mest lämpliga för att kunna besvara frågeställningarna. Ett par studier i denna litteratursökning var fältstudier vilket också var passande för syftet och de specifika frågeställningarna. Även om de experimentella studierna ger en bra bild av hur olika typer av buller påverkar olika delar av inläringen så ger de inte en helt sann bild av vilka svårigheter barnen kan möta i sina klassrum där ljuden inte är kontrollerbara i samma utsträckning.

Flertalet studier är genomförda i USA med anledning av att de ledande forskarna inom detta ämne arbetar vetenskapligt där. Det var nästan omöjligt att i denna litteraturstudie undvika studier som är publicerade av dessa forskare då de har en sådan betydande roll för ämnet och då studierna är så aktuella för oss.

De flesta av studierna har i förväg granskats och godkänts av minst en etisk kommitté. I en av de avvikande studierna, Neuman et al. (2010), säger författarna att de har haft hjälp av en etisk kommitté för att utforma studien men att som läsare ska vi utgå från att den följer alla etiska riktlinjer. Vi hittar inte något om samtycke från vårdnadshavare eller deltagare i denna studie och tror att det är anledningen till varför författarna vill uppmärksamma att de etiska riktlinjerna inte följts. Dock tror vi inte att det har haft någon inverkan på resultaten och därför har vi valt att ha med denna studie. I övriga artiklar har vårdnadshavare gett sitt samtycke och i flertalet av artiklarna framgår också tydligt att även barnen gett sitt samtycke

till att delta. I de studier där vuxna deltar har de vuxna gett sitt medgivande till att delta. I studien av Papanikolaou et al. (2015) framgår det inte om den i förväg blivit godkänd eller granskad av någon etisk kommitté och vi har utgått från att den inte har blivit det. Däremot har vårdnadshavarna gett samtycke till barnens deltagande i denna studie. Författarna tar upp att studien har flera begränsningar som kan ha påverkat resultatet däribland att undersökningarna utfördes i klassrum där bakgrundsljuden inte var kontrollerbara. Vi valde att granska denna studie för att utöka vårt material om hur barn blir påverkade av trafikbuller i sin inlärningsmiljö.

## **5.2 Resultatdiskussion**

Resultatet av denna litteraturstudie tyder på att barns inlärningsförmåga försämras vid exponering av bakgrundsbuller. Barn med hörselnedsättning bearbetar den inkommande informationen mer än normalhörande barn, framförallt då bakgrundsbuller förekommer vilket tyder på mer kognitiv belastning. Olika typer av bakgrundsbuller tycks påverka igenkänning och taluppfattningen på olika sätt.

Att taluppfattningen och talförståelsen skulle förbättras av att se den aktiva talaren är inte säkert menar Lewis et al. (2015) och Valente et al. (2012). Deras undersökningar visar att barn som tittar sig mer omkring missar mer innehåll än de som försöker lokalisera talaren i mindre grad. Detta beror troligen på att mer kognitiva resurser går åt till att lokalisera talaren istället för att fokusera på att ta till sig innehållet i det som sägs. Valente et al. (2012) säger att det är de yngre barnen som i högre utsträckning försöker att se talaren, jämfört med de äldre barnen och vuxna, presterar sämre i talförståelse och framförallt i diskussionssituationen. Lewis et al. (2015) observerade att barn med lätt hörselnedsättning och normalhörande barn tittade på talaren mindre än hälften av tiden den talade. På gruppnivå skilde inte resultatet mellan gruppen med hörselnedsättning eller mellan åldersgrupperna. När de analyserade data på individnivå såg författarna att de äldre barnen med lätt hörselnedsättning hade ett tittbeteende mer likt den yngre normalhörande barngruppen. Enligt Lewis et al. (2015) tyder detta på att barn med lätt hörselnedsättning håller kvar vid ett högre tittbeteende längre upp i åldrarna. Författarna menar att det kan ha varit svårt, på grund av den snabba replikväxlingen, för deltagarna att lokalisera den aktuella talaren. Diskussionssituation är inte det optimala sättet för dessa barn att ta till sig nya kunskaper då de inte ser talaren. Närmare bestämt, lokalisering av talaren tar kognitiva resurser från förståelsen. Dagens undervisningslokaler är

ofta uppbyggda på så vis att barnen sitter i rader bakom/framför varandra vilket gör att det kan vara svårt att se den som har ordet. Det skulle kunna underlätta för framförallt de yngre och hörselnedsatta barnen i diskussionssituationer, genom att placera alla barnen i en cirkel och vara tydlig med vems tur det är att tala.

Flera av de granskade artiklarna i denna litteraturstudie tyder på att bakgrundsbuller och även efterklang har inverkan på barns studieprestationer (Klatte, Hellbrück, et al., 2010; Klatte, Lachmann & Meis, 2010; Lewis et al., 2014; Neuman et al., 2010; Rabelo et al., 2014; Valente et al., 2012). Ju högre buller och efterklangstid desto mer negativ påverkan har det på barnens prestationer. Matheson et al. (2010) studie visar på att återkallning från LM påverkades positivt av att långvarigt exponeras för trafikbuller, vilket kan tyda på att olika sorters buller påverkar olika delar av minnessystemen på olika sätt. Med anledning av att de i samma undersökning kom fram till att flygplansbuller påverkade igenkänning negativt men inte hade påverkan på återkallning från LM. Författaren menar att det kan vara de höga topparna från lastbilar som stör. Även Klatte, Lachmann och Meis (2010) kom fram till att olika bakgrundsljud påverkar olika delar av inläring. De menar att vanligen förekommande klassrumsljud påverkar taluppfattningen negativt medan bakgrundstal påverkar talförståelsen negativt. Vid granskning av dessa två studier fick det oss att tänka att det kan vara de höga plötsliga topparna i bakgrundsljuden som kan vara det som stör fokus och inlärningsmöjligheterna.

Enligt Klatte, Lachmann och Meis (2010), Neuman et al. (2010) och Valente et al. (2012) är det framförallt de yngre barnen som påverkas negativt av dålig akustik i sina klassrum. Pittman och Schuett (2013) menar också att det är de yngre barnen och barnen med hörselnedsättning som får större svårigheter när lyssningsförhållandena försämras. Detta tror vi kan leda till att barn, både med och utan hörselnedsättning som undervisas i klassrum med dåliga akustiska förutsättningar riskerar att inte få likvärdig utbildning som barn med bättre akustiska förhållanden. Ljudmiljön är en viktig del för att alla barn ska ha möjlighet att nå fullvärdiga skolresultat.

En av artiklarna jämför skillnader i prestation mellan pojkar och flickor när de exponeras av bakgrundsbuller (Papanikolaou et al., 2015). Författarna i den studien kom fram till att pojkar har svårare att prestera än flickor när de exponeras av bakgrundsbuller. I studien studerades 676 barn mellan nio och tio år, dessa barn delades in i grupper beroende av nivån på skolans

externa buller. I skolorna där den lägsta externa bullernivå uppmättes såg författarna ingen skillnad mellan könen. Däremot i skolorna där den externa bullernivån var högre såg författarna en avvikelse mellan flickor och pojkar till pojkarnas nackdel. Författarna tror att detta kan bero på att pojkar vid en högre ljudnivå erhåller en större belastning i minnet än flickor. Eftersom det endast finns en studie om skillnader mellan kön i denna litteraturundersökning har vi inte tillräckligt med data om detta för att kunna dra en slutsats. Det är däremot en aspekt som hade varit intressant att undersöka vidare, dock inte i denna studie.

Att det inte bara är buller som påverkar inläring negativt blir ganska uppenbart när vi läser artiklarna som även tar upp efterklang. Efterklangen påverkar framförallt taluppfattningen negativt då det maskerar direktljudet och eftersom det blir kvar längre i klassrummet leder det till en ökad ljudnivå (Rabelo et al., 2014). Enligt Neuman et al. (2010) behövs bättre SNR ju längre efterklangstiden är för att bibehålla en god taluppfattning. Alla deltagare i deras undersökning påverkades negativt av ökad efterklangstid. Den största påverkan kunde ses hos de yngre barnen som behövde bättre SNR än de äldre barnen och vuxna när efterklangstiden ökade. I studien av Klatte, Hellbrück, et al. (2010) kom de fram till att barnen i lång efterklangstid presterade sämre än barnen i kort efterklangstid framförallt i fonologisk bearbetning. Klatte, Hellbrück, et al. (2010) skriver att bakgrundsljuden inte överskred 39 dB i något av klassrummen när de var tomma. Att bakgrundsnivån i studien av Klatte, Hellbrück, et al. (2010) kan ha varierat mellan klassrummen tror vi kan ha påverkat resultaten då Neuman et al. (2010) skriver att bättre SNR behövs i längre efterklangstid. Så om barnen i klassrummen med kort efterklangstid även hade fördelaktigare SNR kan det ha påverkat deras resultat i en mer positiv riktning. I en tyst miljö där efterklang tillfördes påverkades inte taluppfattningen (Klatte, Lachmann & Meis, 2010). När samma test utfördes med två olika bakgrundsbuller påverkades taluppfattningen negativt i båda ljudmiljöerna när efterklangstiden var lång jämfört med den tysta miljön. Detta bekräftas också av Valente et al. (2012) som kom fram till ett liknande resultat. Dock menar Valente et al. (2012) att deras resultat pekar mot att minskning från 10 dB till 7dB i SNR påverkar taluppfattningen mer negativt än om efterklangstiden förlängs från 0.6 till 1.5 sekunder. Lewis et al. (2015) resultat tyder också på att efterklangstiden har betydelse för taluppfattningen då de flesta deltagarna presterade sämre i buller och efterklang än enbart buller.

Lewis et al. (2014, 2015, 2016) och Valente et al. (2012) studier tyder på att bakgrundsbuller påverkar barnen olika beroende vilken uppgift de utför. I en kognitivt svårare uppgift påverkade bakgrundsbullret mer än vid en lättare kognitiv uppgift. I Lewis et al. (2015) studie undersökte de normalhörande barn och barn med minimal/lätt hörselnedsättning och fann att barn med hörselnedsättning påverkas i större utsträckning än normalhörande. Även i studien av McFadden och Pittman (2008) undersökte de hur normalhörande barn och barn med hörselnedsättning presterade vid olika kognitivt svåra test. Barnen skulle utföra två test, ett primärt och ett sekundärt, först separat och sedan samtidigt. Testen skulle även utföras i buller och tystnad. Båda grupperna presterade lika bra när de utförde testen i tyst miljö. Däremot presterade barnen med hörselnedsättning sämre när SNR försämrades samt att de lade mer fokus på den sekundära uppgiften, som var enklare än den primära. Författarna menar att det kan bero på att barn med hörselnedsättning lägger mer resurser på uppgifter som är lättare, vilket vi anser är helt naturligt men det betyder också att de inte utvecklas i samma fart som normalhörande barn. Detta tyder på att barn med hörselnedsättning presterar ungefär likvärdigt som normalhörande i test som utförs i tyst miljö och som endast utgörs av en primär uppgift. När det tillkommer bakgrundsbuller och svårare uppgifter presterar barnen med hörselnedsättning sämre. Det är just därför vi tror att det kan vara svårt att upptäcka att barn med hörselnedsättning påverkas mer av bakgrundsbuller då barn oftast testas i tyst miljö och med en uppgift. Enligt Lewis et al. (2015) kan det i vissa fall bero på att talaren talar snabbt och barnen hinner inte läsa på läpparna i den mån som de behöver. I skolans miljö är det ofta snabba talarbyten och barnen sitter i ett klassrum där det svårt att se alla elever. Detta kan medföra sämre resultat för barnen med hörselnedsättning även fast de presterar lika bra på vissa uppgifter. Mot den bakgrunden är det viktigt att det sker mer forskning om detta ämne då ungefär 15 % av skolbarnen har en hörselnedsättning (Daud et al., 2010; Niskar et al., 1998).

### **5.3 Hållbar utveckling**

I Sverige har vi lagar som gör det möjligt att delta och bidra till samhället efter ens egna individuella förutsättningar och att resurser ska fördelas efter behov. Detta kan leda till att sociala och ekonomiska orättvisor minskar. Exempelvis får barn i Sverige hörapparater och tillbehör gratis. Lagar som dessa vi har i Sverige finns inte överallt. Även om de skulle finnas är det inte säkert att det finns möjlighet att följa dem i samma utsträckning som i Sverige på grund av exempelvis landets ekonomi. Förenta nationernas barnkonvention (1989) säger att alla barn har lika värde, samma rätt att utvecklas och rätt till gratis grundskoleutbildning.



Enligt WHO (2018) får barn med hörselnedsättning i utvecklingsländer sällan gå i skola, då de inte har tillgång till hörapparater, tillbehör och tekniska hjälpmedel. Produktionen av hörapparater täcker mindre än 3 % av utvecklingsländernas behov. Kostnaderna för hörselvård är alldeles för höga och det finns för få audionomer som arbetar med detta samt bristen på batterier är också hinder i många utvecklingsländer. World Wide Hearing (2014) vars huvudmål är att ge barn och vuxna tillgång till hörapparater i utvecklingsländer de vill integrera barn med hörselnedsättning i utbildningssystem men också i lokalsamhällen. Vi tycker att detta är ett bra initiativ för att minimera de orättvisor som kan uppstå för en individ med hörselnedsättning i ett utvecklingsland. World Wide hearing (2014) säger att anpassning av hörapparater till barn i utvecklingsländer ger barnen en högre livskvalité, större möjlighet till ett socialt sammanhang och större möjlighet att efter utbildningen få ett arbete. Detta fick oss att tänka på mänskliga rättigheter och rättvisefrågor då vi tycker att alla barn, med eller utan hörselnedsättning har rätt till bra undervisning och framförallt rätten att få gå i skolan.

## **6. KONKLUSION**

Studierna visade att:

- En försämring på inlärningsförmågan hos normalhörande barn när det förekommer bakgrundsbuller, framförallt hos yngre barn.
- Barn med hörselnedsättning bearbetar den inkommande informationen mer än normalhörande barn, framförallt då bakgrundsbuller förekommer vilket tyder på mer kognitiv belastning.
- Olika typer av bakgrundsbuller påverkar igenkänning och vanligen förekommande klassrumsbakgrundsljud såsom stolskrap, pappersprassel, hostningar med mera påverkar taluppfattningen annorlunda än om bakgrundsljudet är talbuller.

Trots att majoriteten av studierna tyder på att barns inlärningsförmåga försämras vid bakgrundsbuller förekommer det studier där barnen inte påverkas i samma utsträckning och i en studie till och med förbättras resultatet vid exponering av trafikbuller. Det är svårt att dra generella slutsatser om hur barn påverkas av bakgrundsbuller då artiklarna berör olika sorters buller och deras olika påverkan på barns inläring. Vi skulle vilja se mer forskning där barn, framförallt med hörselnedsättning, utför svårare uppgifter med olika bakgrundsbuller eftersom det är då skillnader verkligen kan upptäckas. Vi skulle även vilja ser mer forskning på hur en längre exponering av buller påverkar inläringen.

## 7. REFERENSER

Arbetsmiljöverket. (2013). *Störande buller i arbetslivet*. Hämtad 2018-02-13 från <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/kunskapssammanstallningar/storande-buller-i-arbetslivet-kunskapssammanstallningar-rap-2013-3.pdf>

Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1-29. doi:10.1146/annurev-psych-120710-100422

Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological review*, 105(1), 158.

Birgitta, B., Thomas, L., & Dietrich, H. S. (1999, April). Guidelines for community noise. In *The WHO Expert Task Force Meeting on Guidelines for Community Noise* (pp. 26-30). Hämtad 2018-02-16 från <http://www.who.int/docstore/peh/noise/Commnoise4.htm>

Boverket. (2004) *Tillämpning av riktvärden för trafikbuller vid planering för och byggande av bostäder*. Hämtad 2018-02-13 från [https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2004/tillampning\\_av\\_riktvarde\\_n\\_for\\_trafikbuller\\_.pdf](https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2004/tillampning_av_riktvarde_n_for_trafikbuller_.pdf)

Boverket. (2016). *Olika typer av buller*. Hämtad 2018-02-12 från <https://www.boverket.se/sv/pbl-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/buller-vid-detaljplanering/olika-typer-av-buller/>

Colella-Santos, M. F., Hein, T. A. D., de Souza, G. L., do Amaral, M. I. R., & Casali, R. L. (2014). Newborn hearing screening and early diagnostic in the NICU. *BioMed research international*, 2014. doi:10.1155/2014/845308

Daud, M. K. M., Noor, R. M., Rahman, N. A., Sidek, D. S., & Mohamad, A. (2010). The effect of mild hearing loss on academic performance in primary school children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 74(1), 67-70. doi:10.1016/j.ijporl.2009.10.013

Folkhälsomyndigheten. (2016). *Hälsoeffekter av buller*. Hämtad 2018-02-12 från <https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/inomhusmiljo-allmanna-lokaler-och-platser/buller/halsoeffekter/>

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus (FoHMFS 2014:13). Stockholm: Folkhälsomyndigheten. Hämtad 2018-02-12 från <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/66c03ed04e244b92a9165705ef3ac3c2/fohmfs-2014-13.pdf>

Haralabidis, A. S., Dimakopoulou, K., Vigna-Taglianti, F., Giampaolo, M., Borgini, A., Dudley, M. L., ... & Velonakis, M. (2008). Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports. *European heart journal*, 29(5), 658-664. doi:10.1093/eurheartj/ehn013.

Hygge, S., Evans, G. W., & Bullinger, M. (2002). A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren. *Psychological science*, 13(5), 469-474. doi:10.1111/1467-9280.00483

**Klatte, M., Hellbrück, J., Seidel, J., & Leistner, P. (2010). Effects of classroom acoustics on performance and well-being in elementary school children: A field study. *Environment and Behavior*, 42(5), 659-692. doi:10.1177/0013916509336813**

**Klatte, M., Lachmann, T., & Meis, M. (2010). Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. *Noise and Health*, 12(49), 270. doi:10.4103/1463-1741.70506**

**Lewis, D. E., Manninen, C. M., Valente, D. L., & Smith, N. A. (2014). Children's understanding of instructions presented in noise and reverberation. *American journal of audiology*, 23(3), 326-336. doi:10.1044/2014\_AJA-14-0020**

Lewis, D., Schmid, K., O'Leary, S., Spalding, J., Heinrichs-Graham, E., & High, R. (2016). Effects of noise on speech recognition and listening effort in children with normal hearing and children with mild bilateral or unilateral hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 59*(5), 1218-1232. doi:10.1044/2016\_JSLHR-H-15-0207

Lewis, D. E., Valente, D. L., & Spalding, J. L. (2015). Effect of minimal/mild hearing loss on children's speech understanding in a simulated classroom. *Ear and hearing, 36*(1), 136-144. doi:10.1097/AUD.0000000000000092

Ljung, R., Sorqvist, P., & Hygge, S. (2009). Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance. *Noise and Health, 11*(45), 194-198. doi:10.4103/1463-1741.56212

Matheson, M., Clark, C., Martin, R., Van Kempen, E., Haines, M., Barrio, I. L., ... & Stansfeld, S. (2010). The effects of road traffic and aircraft noise exposure on children's episodic memory: The RANCH Project. *Noise and Health, 12*(49), 244-254. doi:10.4103/1463-1741.70503

McFadden, B., & Pittman, A. (2008). Effect of minimal hearing loss on children's ability to multitask in quiet and in noise. *Language, speech, and hearing services in schools, 39*(3), 342-351. doi:10.1044/0161-1461(2008/032)

Naturvårdsverket. (2017). *Buller ger ohälsa*. Hämtad 2018-01-12 från <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Buller/>

Neuman, A. C., Wroblewski, M., Hajicek, J., & Rubinstein, A. (2010). Combined effects of noise and reverberation on speech recognition performance of normal-hearing children and adults. *Ear and hearing, 31*(3), 336-344. doi:10.1097/AUD.0b013e3181d3d514

Niskar, A. S., Kieszak, S. M., Holmes, A., Esteban, E., Rubin, C., & Brody, D. J. (1998). Prevalence of hearing loss among children 6 to 19 years of age: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Jama, 279*(14), 1071-1075. doi:10.1001/jama.279.14.1071

**Papanikolaou, M., Skenteris, N., & Piperakis, S. M. (2015). Effect of external classroom noise on schoolchildren's reading and mathematics performance: correlation of noise levels and gender. *International journal of adolescent medicine and health*, 27(1), 25-29. doi:10.1515/ijamh-2014-0006**

**Pittman, A. L., & Schuett, B. C. (2013). Effects of semantic and acoustic context on nonword detection in children with hearing loss. *Ear and Hearing*, 34(2), 213-220. doi:10.1097/AUD.0b013e31826e5006**

**Rabelo, A. T. V., Santos, J. N., Oliveira, R. C., & Magalhães, M. D. C. (2014, October). Effect of classroom acoustics on the speech intelligibility of students. In *CoDAS* (Vol. 26, No. 5, pp. 360-366). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia.**

Reisberg, D. (2013). *Cognition: exploring the science of the mind*. (5th ed., International student ed.) New York: W.W. Norton & Co..

Schafer, E. C., Beeler, S., Ramos, H., Morais, M., Monzingo, J., & Algier, K. (2012). Developmental effects and spatial hearing in young children with normal-hearing sensitivity. *Ear and hearing*, 33(6), e32-e43. doi:10.1097/AUD.0b013e318258c616

Socialstyrelsen. (2008). *Buller höga ljudnivåer och buller inomhus*. Hämtad 2018-01-12 från <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/ad862888cbd54496b6aa8ec71247bd75/buller-hoga-ljudnivaer-inomhus.pdf>

Socialstyrelsen. (2009). *Utveckling inom valda områden -vård vid nedsatt hörsel*. Hämtad 2018-02-09 från <http://www.socialstyrelsen.se/publikationer2009/2009-126-72/Documents/Utveckling%20Vård%20vid%20nedsatt%20hörsel.pdf>

**Stiles, D. J., McGregor, K. K., & Bentler, R. A. (2012). Vocabulary and working memory in children fit with hearing aids. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(1), 154-167. doi:10.1044/1092-4388(2011/11-0021)**

Unicef. (1989). Barnkonventionen. *FN: s konvention om barnets rättigheter*. Unicef Sverige. Hämtad 2018-03-14 från <https://unicef.se/barnkonventionen>

**Valente, D. L., Plevinsky, H. M., Franco, J. M., Heinrichs-Graham, E. C., & Lewis, D. E. (2012). Experimental investigation of the effects of the acoustical conditions in a simulated classroom on speech recognition and learning in children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(1), 232-246. doi:10.1121/1.3662059**

Werner, L. A. (2007). Issues in human auditory development. *Journal of communication disorders*, 40(4), 275-283. doi:10.1016/j.jcomdis.2007.03.004

World Health Organization [WHO]. (2018). *Deafness and hearing loss*. Hämtad 2018-02-09 från <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/>

World Health Organization [WHO]. (2010). *Newborn and infant hearing screening: Current issues and guiding principles for action*. Hämtad 2018-01-12 från [http://www.who.int/blindness/publications/Newborn and Infant Hearing Screening Report.pdf](http://www.who.int/blindness/publications/Newborn_and_Infant_Hearing_Screening_Report.pdf)

World Wide Hearing. (2014). *Impact*. Hämtad 2018-03-14 från <http://www.wwhearing.org/impact>

World Wide Hearing. (2014). *Long-Term vision*. Hämtad 2018-03-15 från <http://www.wwhearing.org/long-term-vision>

## 8. BILAGA 1: Sammanställning av material. Förklaringar av förkortningar återfinns i förkortningslistan.

Publiceringsår Land Författare	Titel	Syfte	Metod Urval	Resultat	Slutsats
2010 Tyskland  Klatte Hellbrück Seidel Leistner	Effects of classroom acoustics on performance and well-being in elementary school children: A field study	Analysera effekterna av RT i klassrum som kan påverka barns lärande och läsförmåga i skolan, irritation på grund av inomhusbuller samt attityder i klassrummet.	Fältstudie N=398 åttaåringar, 17 klassrum. Barnen delades in i tre olika grupper beroende på deras RT i klassrummet. RT1=kortare än 0.6 s. RT2=mellan 0.69–0.92 s. RT3=längre än 1 s. Barnen utförde tester såsom läs, intelligens, fonologiskbearbetning (läs- och skrivförståelse) samt svarade på frågor om buller och attityder.	I lästestet presterade grupp RT3 bättre vilket kan bero på sociodemografiska variabler. I intelligensstestet var det ingen skillnad i resultat. I fonologiska bearbetningstestet presterade grupp RT1 signifikant bättre än de andra även fast RT3 har sociodemografiska variabler till förmån. Resultatet från frågorna om buller fick RT1 klassrummen bättre resultat än de andra och RT3 upplevde sämre attityd från läraren.	Barn presterar sämre när de ska bearbeta fonologiska uppgifter vid längre RT. Permanent bullerexponering i undervisningsmiljöer kan förstöra utvecklingen av auditiva och verbala funktioner vilket är relevanta för läsning och stavning. Lång RT påverkar den psykosociala miljön i klassrummet negativt.
2010 Tyskland  Klatte Lachmann Meis	Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting	Undersöka om RT och bakgrundsljud har inverkan på lyssnandet och talförståelsen hos barn och vuxna samt undersöka upplevd besvärsggrad av bakgrundsljud.	Experimentell studie N=257 barn indelade i två åldersgrupper, medianålder 7 respektive 9 år. Kontrollgrupp vuxna, medianålder 23 år. Alla barnen utförde talförståelsetestet i den rekommenderade ljudmiljön därefter delades barnen in i tre grupper/ålder för att exponeras för tre olika bakgrundsljudmiljöer. De vuxna blev slumpvis indelade i någon av grupperna. Deltagarna fick skatta de besvär de upplevde under de olika ljudmiljöerna.	I talförståelsetestet hade RT ingen påverkan när testet utfördes i det rekommenderade rummet men när testet utfördes med bakgrundsbuller märktes det en tydlig försämring. Det märktes ingen skillnad mellan ålder i den rekommenderade miljön. Däremot i klassrummet med bakgrundsbuller märktes det en åldersskillnad till de yngres nackdel. Trots att försämring skedde i de ogynnsamma ljudförhållandena skattade barnen att de inte upplevde störningar av ökad ljudnivå och RT.	Resultatet ger ytterligare bevis för vikten av god lyssningsmiljö i klassrum och framförallt för de allra minsta barnen. Barn förlorar viktig information från läraren på grund av dåliga akustiska förhållanden i klassrummet, vilket leder till sämre prestationer. Självskattningen av besvärsggrad hos barnen överensstämde inte med vad resultaten visade, vilket tyder på att barnen inte inser hur avbrutna de blir av bakgrundsbuller.

Publikationsår Land Författare	Titel	Syfte	Metod Urval	Resultat	Slutsats
2014 USA  Lewis Manninen Valente Smith	Children's understanding of instructions presented in noise and reverberation	Undersöka barns förmåga att förstå och följa audiovisuella instruktioner som presenteras i buller och RT.	Experimentell studie N=50 NH barn mellan 8–12 år. Via fyra monitorer med högtalare fick barnen instruktioner på att byta plats på de materiella ting de hade framför sig. Instruktionerna presenterades antingen av en talare (ST), flera talare (MT) eller flera talare med inflikade kommentarer (MTC). Testet utfördes i två olika akustiska förhållande, buller och buller + RT, i båda miljöerna var talet på 65 dB och +5 dB SNR. RT var 1.5 s.	I enbart bullermiljön presterade barnen betydligt bäst vid ST, men det var även signifikant bättre mellan MT och MTC. I buller + RT miljön var resultatet i ST och MT förhållande signifikant bättre än MTC. Det var ingen signifikant skillnad mellan ST och MT. Barnen presterar generellt bättre i endast bullermiljön. Resultatet visar ingen korrelation mellan ålder och prestation.	Kombinationen av buller och RT påverkar barnen mer än endast buller även fast det fanns auditiv och visuell information. Kombination av buller och RT kan ha större inverkan på barns förmåga att utföra uppgifter som kräver kognitiva processer på hög nivå.
2016 USA  Lewis Schmid O'Leary Spalding Heinrichs- Graham High	Effects of noise on speech recognition and listening effort in children with normal hearing and children with mild bilateral or unilateral hearing loss	Undersöka effekterna av olika SNR förhållanden samt olika hörselstatus genom taluppfattningstest och uppmätta lyssningsansträngning hos barn med NH, MMHL eller UHL.	Experimentell studie Experiment 1: N=45 NH barn mellan 5–12 år fick i ett ljudisolerat rum lyssna och upprepa olika talstimuli; konsonanter, meningar och ord i tre olika SNR förhållande (-5, 0, +5) där bakgrundsbullret var tal. Experiment 2: N=18 barn, 10 med UHL, 8 MMHL samt kontrollgrupp med NH barn mellan 8–12 år. Utförde samma uppgifter som i experiment 1.	Experiment 1: Antal rätt i återkallelse av stimuli ökade när SNR förbättrades och när barnens ålder ökade. Barnens svarstid minskade när åldern ökade och när svaret de sade var rätt. Experiment 2: NH barn presterade bättre på återkallelse generellt. Interaktionen mellan SNR och antal rätt liknar resultatet i experiment 1.	Buller påverkar taluppfattningen negativt på NH barn och barn med HNS. Andelen rätt svar ger inte en komplett bild av den kognitiva ansträngningen som krävs av barnens taluppfattning. Mer kognitiv bearbetning krävdes vid sämre akustiska förhållanden.
2015 USA  Lewis Valente Spalding	Effects of minimal/mild hearing loss on children's speech understanding in a simulated classroom	Undersöka prestationsförmågan på barn med MMHL jämfört med NH barn genom talförståelsetest och en lyssningsförståelse i ett simulerat klassrum.	Experimentell studie N=18 barn mellan 8–12 år. 10 med BHL, 8 med UH samt en kontrollgrupp med NH barn. I en simulerad klassrumsmiljö fick barnen höra en pjäs via monitorer därefter fick de 18 frågor om vad pjäsen handlade om. Barnen uppmanades också att upprepa 50 meningar som presenterades från slumpmässigt håll.	Ingen signifikant skillnad på resultatet mellan BHL och UHL. Resultatet för talförståelse är generellt bra för båda grupperna, NH och MMHL. Resultatet för lyssningsförståelse presterade de flesta av barnen med MMHL sämre än de NH barnen. I talförståelse presterade barnen likvärdigt. De yngre barnen presterade generellt sämre än de äldre i båda grupperna.	I lättare kognitiva test är det svårt att skilja på resultat mellan de olika grupperna men i mer svårare kognitiva uppgifter (talarna pratar snabbare och är inte lika synliga) presterar barn med MMHL sämre än NH.



Publikationsår Land Författare	Titel	Syfte	Metod Urval	Resultat	Slutsats
2009 Sverige  Ljung Sorqvist Hygge	Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance	Undersöka och jämföra effekterna av vägtrafikbuller och irrelevant tal på barns läsförståelse, läshastighet, grundläggande matematik samt matematiskt resonemang.	Experimentell fältstudie N=187 NH barn mellan 12–13 år. Barnen gick i nio olika klasser som slumpmässigt delades in i tre olika grupper, vägtrafikbuller, irrelevant tal och tyst. Barnen fick utföra fyra olika tester; läsförståelse, matematik, matematiskt resonemangstest samt ordförståelsetest i olika lyssningsmiljöer. I de klassrummen där det skulle förekomma buller placerades en högtalare längst fram i klassrummet.	Läshastigheten påverkades negativt av vägtrafikbuller men inte av irrelevant tal och tystnad. Läsförståelseresultatet var densamma i alla miljöerna. I matematiktestet var det en signifikant försämring mellan tystnad och vägtrafikbuller. I det matematiska resonemangstestet var skillnaderna mycket små och inte signifikanta.	Att inget test påverkades av det irrelevanta talet tror författarna kan berott på att talet inte bar på någon semantisk mening. Buller från enskilda händelser påverkar barns prestation, i denna studie påverkades barnen mest av vägtrafikbuller som bland annat bestod av toppar från förbikörande lastbilar. Höga korta toppar kan vara huvudproblemet med vägtrafikbuller.
2010 Storbritannien Spanien Nederländerna  Matheson Clark Martin Van Kempen Haines Barrio Hygge Stansfeld	The effects of road traffic and aircraft noise exposure on children's episodic memory: The RANCH project	Undersöka om och i sådana fall hur buller påverkar de olika minnessystemen hos barn.	Fältstudie N=2844 barn från 89 olika skolor i Spanien, Storbritannien och Nederländerna. Medelålder 10.5 år. Barnen utförde minnes tester i sina ordinarie klassrum. Skolor valdes utifrån buller från flyg- och trafikbuller. Skolor uteslöts från undersökningen om de förekom annat dominant buller än från flyg- och trafikbuller. Flyg- och trafikbuller analyserades separat. De olika bullren analyserades också med hänsyn till flera bakgrundsfaktorer.	Kontinuerligt flygbuller påverkade inte att återkalla information eller koncept men påverkade igenkänning negativt. Kontinuerligt trafikbuller förbättrade återkallning från LM men ingen påverkan på igenkänning kunde upptäckas. Inget av bullren påverkade möjligheten att komma ihåg framtida händelser och det var heller ingen skillnad mellan länderna.	Flyg- och trafikbuller påverkar olika delar av minnessystemen olika. Negativt samband mellan flygplansbuller och igenkänning. Positivt samband mellan trafikbuller och igenkänning.

Publikationsår Land Författare	Titel	Syfte	Metod Urval	Resultat	Slutsats
2008 USA  McFadden Pittman	Effect of minimal hearing loss on children's ability to multitask in quiet and in noise	Undersöka effekten av MMHL på barnens förmåga att utföra uppgifter i olika akustiska miljöer; tyst och i två olika SNR.	Experimentell studie N=21 barn, 11 barn med NH och 10 barn med MMHL, 8–12 år. Barnens primära uppgift var att kategorisera vanliga ord i tre olika grupper samtidigt som de fyllde i punkt till punkt figurer i ett häfte, sekundära uppgiften, i olika akustiska situationer tyst, 0 SNR och +6 SNR. De primära och sekundära uppgifterna utfördes först separat för att ha ett utgångsläge.	Båda grupperna presterade lika bra på punkt till punkt-testet och kategorisering av ord i det separata testet i tyst miljö. För barnen med MMHL försämrades resultatet för kategoriseringstestet då SNR förhållandet försämrades. När barnen utförde testen samtidigt minskade punkt till punkt frekvensen för båda grupper i alla när SNR försämrades.	Resultatet tyder på att barn generellt inte svarar på en svår lyssningsuppgift samtidigt som de måste lägga resurser på en annan uppgift. Barnen med MMHL kan ha lagt större resurser på punkt till punkt-testet än kategoriseringstestet, troligtvis för att det var en lättare uppgift.
2010 USA  Neuman Wroblewski Hajicek Rubinstein	Combined effects of noise and reverberation on speech recognition performance of normal-hearing children and adults	Undersöka hur kombinationer av ljudnivå och RT påverkar talförståelsen hos NH barn med normal tal- och språkutveckling och jämföra med normalhörande vuxna.	Experimentell studie N=63 barn, 6–12 år uppdelade i åldersgrupper om ett år samt 9 vuxna. Bakgrundsljud och RT mättes upp i klassrummet med och utan absorberer. Därefter spelades tallistor in som motsvarade de olika RT varefter barnen och kontrollgruppen fick lyssna på dessa via högtalare. Genom att minska SNR i de tre RT 0.3, 0.6 och 0.8 s fick de fram vilket det lägsta SNR där det var möjligt att uppfatta 50% rätt.	Resultatet visar på att kunna svara 50% rätt blir svårare med längre RT. Det blir lättare ju äldre barnen är. I RT 0.8 s behöver 6 åriga barn bättre än 15 dB SNR, barn mellan 9–12 år behöver 15 dB SNR och för vuxna räckte det med 8 dB SNR för att klara 95% av orden. Med RT 0.6 s räckte det med 15 dB SNR även för de yngsta barnen.	Resultatet understryker vikten av bra klassrumsakustik och betonar behovet av att maximera SNR i klassrum, särskilt i klassrum som är utformade för yngre barn.
2015 Grekland  Papanikolaou Skenteris Piperakis	Effect of external classroom noise on schoolchildren's reading and mathematics performance: correlation of noise levels and gender	Undersöka effekten av låg-, medel- och högt trafikbuller, samt irrelevant bakgrundsbuller på grundskoleelevers läsprestation och matematiska prestation.	Tvårsnittsstudie N=676 barn, 324 pojkar, 352 flickor mellan 9–10 år. De delades in i tre olika grupper beroende på skolans externa buller, låg (55–66 dB) mellan (67–77 dB) och högnivå buller (72–80 dB). Läsförståelse, ordförståelse och matematiska färdigheter uppmättes med test som var utformat för denna studie.	Resultaten visade en signifikanta skillnader mellan ljudnivån på bakgrundsbullret. Barnen i lågnivåskolor presterade bättre än mellan- och högnivåskolor i både läsförståelse och matematiska färdigheter. I låg-nivåskolor presterade flickorna bättre än pojkar i läsförståelse men inte i de andra testerna. I de andra ljudnivåerna presterade flickorna bättre än pojkarna i alla tester.	Resultaten tyder på att barns skolprestation påverkas av externt bakgrundsbuller samt barns kön. Effekten var starkare på läsning än vad den var på matematiska färdigheter. Att flickor presterade bättre i mellan- och högnivåskolor kan bero på att pojkar vid högre ljudnivå erhåller högre minnesunderskott än flickor. Ytterligare studier krävs.

Publikationsår Land Författare	Titel	Syfte	Metod Urval	Resultat	Slutsats
2013 USA  Pittman Schuett	Effects of semantic and acoustic context on nonword detection in children with hearing loss	Undersöka effekterna av HNS på barns förmåga att upptäcka nonsensord i meningar som varierar i semantik i olika akustiska miljöer.	Experimentell studie N=16 barn med HNS mellan 7–13 år samt en kontrollgrupp med NH barn. Barnen fick lyssna på korta meningar och rapportera antalet nonsensord i varje mening. Hälften av meningarna var grammatiskt och semantiskt korrekt, hälften var grammatiskt korrekt men inte semantiskt korrekt. Meningarna presenterades i tyst, jämnviktsbrus och meningslöst prat som bakgrundsbuller.	De yngre barnen presterade sämre än de äldre och barnen med HNS presterade sämre än de NH barnen i sin åldersgrupp. Resultatet var sämre för nonsens meningarna än för de meningsfulla meningarna. Ingen signifikant skillnad mellan de akustiska förhållandena förutom att de äldre barnen hade lättare att identifiera nonsensord i tyst lyssningsförhållande.	Resultatet tyder på att orsaken till att barn med hörselnedsättning har mindre ordförråd kan vara deras oförmåga till att upptäcka nya ord i en konversation. Resultatet tyder på att barnens upptäckt av nonsensord kan förbättras med åldern i tyst miljö vilket tyder på att bullriga klassrum inte är den optimala platsen att lära sig nya ord i någon ålder.
2014 Brasilien  Rabelo Santos Oliveira Magalhães	Effect of classroom acoustics on the speech intelligibility of students	Utvärdera klassrums ljudegenskaper samt relationen mellan ljudegenskaperna och elevers läsförståelse i dessa.	Experimentell studie N=273 barn, medelålder 9.4 år. 18 klassrum vid nio olika skolor. Den genomsnittliga ljudnivån och RT uppmättes i varje klassrum. Barnen fick lyssna på foneminsikt balanserade enstaviga ord via högtalare i sina klassrum och kryssa i rätt från tre svarsalternativ. STI uppmättes, ett mått på talöverföringskvalitet, där ju närmre resultatet är 1, desto bättre.	Medianen på ekvivalenta ljudnivån i klassrummen var 60 dBA och median RT var 0.88 s. Medianvärdet på STI var 0.65. I klassrum med ljudnivå under 60 dBA och RT under 0.88 s var resultaten på STI signifikant bättre och prestationerna ökade.	Klassrummets akustik, buller och RT, har en direkt påverkan på barns talförståelse. Större intresse bör ägnas åt klassrummets akustik eftersom en ineffektiv kommunikation i klassrum kan få negativa följder för barns inläring.
2012 USA  Stiles McGregor Bentler	Vocabulary and working memory in children fit with hearing aids	Undersöka om barn med lätt till måttlig HNS vokabulär korrelerar med arbetsminnets kapacitet.	Experimentell studie N=18 barn med HNS med oralt språk, anpassade med hörapparater utan frekvenskomprimering samt en kontrollgrupp med NH barn. Barnen utförde visuella och auditiva arbetsminnestest såsom corsi span, ett visuellt korttidsminnestest där testpersonen skall upprepa en viss sekvens i en förutbestämd ordning. Vissa test utfördes i lågt bakgrundsbuller.	Artikulationshastigheten och ordförrådet var lägre hos barn med HNS än hos NH. Corsi span var kortare hos barn med HNS. Båda barngrupperna visade på fördel till auditiv inkodning framför visuell. Bakgrundsbuller påverkade inte resultatet på arbetsminnestesten.	Barn med HNS har sämre artikulationshastighet och kortare corsi span än NH barn. Barn med HNS visade inte ha mer svårigheter med uppmärksamhet eller bearbetning än NH barn. Att inte bakgrundsbuller påverkade arbetsminnet kan bero på att det inte var tillräckligt störande.

Publikationsår Land Författare	Titel	Syfte	Metod Urval	Resultat	Slutsats
2012 USA  Valente Plevinsky Franco Heinrichs- Graham Lewis	Experimental investigation of the effects of the acoustical conditions in a simulated classroom on speech recognition and learning in children	Undersöka NH barns och vuxnas prestationer i olika inlärningsituationer, diskussion och föreläsning, i ett simulerat klassrum med olika akustiska lyssningsmiljöer.	Experimentell studie Experimentet 2: N=60 barn, 8–11 år. Kontrollgrupp vuxna medelålder 25.75 år. I en simulerad klassrumsmiljö mättes förståelse för en historia samt talförståelse i tre olika akustiska miljöer med olika RT (0.6 och 1.5 s) och bakgrundsbuller (SNR +10 och +7 dB). Detta jämfördes med experiment 1 som utförde samma test fast i en bra akustisk miljö.	Experiment 1: alla deltagarna fick över 95% rätt på talförståelsetestet. I förståelsetestet sågs skillnader till vuxnas fördel, samt att barnen presterade sämre i diskussion än när läraren höll i en lektion. Experiment 2: alla deltagarna fick över 82% rätt på talförståelsetestet, resultatet ökade när bakgrundsbullret och RT minskade. I förståelse testet presterade de yngre barnen sämre än de äldre barnen och de vuxna, framförallt i sämre akustiska förhållanden och i diskussion.	Upptäckterna understryker att framförallt yngre barn behöver en bra akustisk miljö för optimal skolprestation. Och att vikten av en bra akustisk miljö beror på uppgiften då förståelsetestet för historien krävde en bättre akustisk miljö än talförståelsetestet.