

# Akustikförsök

Forskarfredag 2010



Kerstin Persson Waye

Rapport nr 8: 2011

Enheten för Arbets- och miljömedicin  
Avdelningen för Samhällsmedicin och folkhälsa



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Sahlgrenska akademien

## **Enheten för Arbets- och miljömedicin:**

Kerstin Persson Waye

## **Initiativ till projektet har tagits av**

### **Vetenskap & Allmänhet:**

Lotta Tomasson

Projektledare för ForskarFredag i Sverige

## **Genomförs med stöd av:**

- EU-kommissionen (Researchers' Night; Forskarfredag)
- Stiftelsen för Strategisk Forskning
- Vetenskapsrådet
- VINNOVA
- FAS

Rapporten finns att hämta som pdf fil på:

[www.amm.se/soundenvironment](http://www.amm.se/soundenvironment)

Enheten för Arbets- och miljömedicin  
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa  
Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet  
Box 414, 405 30 Göteborg  
ISBN 978-91-86863-01-2

Telefon: 031-786 6300  
E-post: [amm@amm.gu.se](mailto:amm@amm.gu.se)  
Hemsida: [www.amm.se](http://www.amm.se)

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. BAKGRUND.....	3
2. METOD.....	3
2.1 Lyssningstest.....	3
2.2 Utförande av försöket.....	4
2.3 Formulär.....	5
2.4 Deltagare.....	5
2.5 Analys.....	5
3. RESULTAT.....	6
3.1 Svar på lyssningstestet.....	6
3.2 Grupper som är extra känsliga för buller under tal.....	9
3.3 Analys av klassrummets betydelse.....	10
3.4 Elevers rapportering av ljudmiljön.....	12
3.5 Sambandet mellan elevers beskrivning av ljudmiljön och lyssningstestets svar.....	14
4. SLUTSATSER.....	16
5. TACK TILL.....	17
6. REFERENSER.....	17



## 1. BAKGRUND

Hur väl vi hör tal i ett klassrum avgörs dels av nivån på bakgrundsljudet i förhållande till talarens röst, så kallad signal till brusnivå ( $SNR$ )<sup>1</sup>, dels av hur ljudet beter sig i rummet, t.ex. studsar, sprids eller absorberas. Ljudets medelnivå vid normalt tal är ca 60 dB på en meters avstånd från talaren. Ökar bakgrundsljudnivån så höjer vi rösten och om vi skriker kan röststyrkan nå ca 85 dBA. ”Signal till brusnivån”, det vill säga skillnaden mellan talarens röst och bakgrundsljudnivån, bör vara minst 10-15 dB i en situation där vi lär oss nya saker.

Förutom förhållandet mellan bakgrundsnivå och tal har även rumsegenskaper betydelse för hur vi uppfattar tal. Av stor betydelse är om och hur ljudet reflekteras och/eller absorberas ett rum. Är flera av rummets ytor akustiskt hårda (som kakel, klinkers, målad gips) studsar ljudet och det direkta ljudet från den som talar kommer att störas eller maskeras av eko från reflekterat ljud. Rummets form och möblering kan även ha stor betydelse för hur bra man uppfattar tal.

För barn och ungdomar under ca 15 år är det särskilt viktigt att ”signal till brusförhållandet”<sup>1</sup> är tillräckligt stort och att efterklangstiden<sup>2</sup> är kort eftersom de inte uppnått full talmognad än. Även för personer med hörselnedsättning och för dem som lyssnar till ett annat språk än sitt modersmål är detta extra viktigt.

Förutom den direkta effekten av att inte höra vad som sägs, pågår forskning som visar att vi även kan minnas innehållet sämre när vi lyssnar på en text i en miljö med dåligt signal till brusförhållande och/eller lång efterklangstid [1-3].

De huvudsakliga frågor som ställdes i ForskarFredags akustikförsök var:

- 1) Finns det stora *skillnader* i hur väl tal kan uppfattas mellan olika klasser och klassrum i Sverige?
- 2) Kan vi utifrån beskrivningen av klassrummet göra en bedömning av hur väl klassrummet lämpar sig för att uppfatta tal mätt med *talförståelsetestet*?
- 3) Finns det ett *samband* mellan den subjektiva, *egna upplevelsen* av hur det normalt är att tala, lyssna och arbeta i klassrummet och *med talförståelsetestet*?

## 2. METOD

### 2.1 Lyssningstest

ForskarFredags akustikförsök gick ut på att simulera en undervisningssituation genom att spela upp ljudfiler och låta eleverna notera det innehåll de uppfattar. Uppspelningen av meningarna gjordes med dator eller MP3-spelare och den högtalarutrustning som fanns i

---

<sup>1</sup> Förhållandet mellan signalen (*talet*) och bruset (*bullret*). Om talets ljudnivå är 65 dBA och bruset är 71dBA är signal till brusförhållandet -6.

<sup>2</sup> Efterklangstiden är en indikator på hur ljudet reflekteras i ett rum. Efterklangstid är den tid i sekunder som det tar för ljudnivån att sjunka 60 dB efter det att ljudkällan upphört.

skolan. Uppspelningen gjordes från den plats i klassrummet där läraren vanligtvis befinner sig när han/hon undervisar (vid kateder eller ”svarta tavlan”). Ljudfilerna är delar av ett standardiserat talförståelsetest [4] där vi lagt till ett brus, bakgrundsljud, för att simulera en undervisningssituation med bakgrundsbuller. Talförståelsetestet kan ses som ett test av hur väl tal kan uppfattas i klassrummet.

Talförståelsen mäts i hur stor andel av de talade orden eleverna uppfattar. Försöket hade två svårighetsgrader, där brusnivån var starkare eller svagare i förhållande till talet. Testet gjordes under en lektion där eleverna först informerades om syftet med lyssningstestet och hur formuläret skulle fyllas i. De fick inledningsvis höra tio meningar utan brus, samtidigt som de fick fylla i ett testprotokoll.

Nedan visas protokollet med de ord som bildar olika varianter av meningar som lästes upp i två brusförhållanden i talförståelsetestet.

<input type="checkbox"/>	Britta	<input type="checkbox"/>	flyttar	<input type="checkbox"/>	åtta/8	<input type="checkbox"/>	svarta	<input type="checkbox"/>	ringar
<input type="checkbox"/>	Elsa	<input type="checkbox"/>	gav	<input type="checkbox"/>	sex/6	<input type="checkbox"/>	nya	<input type="checkbox"/>	vantar
<input type="checkbox"/>	Peter	<input type="checkbox"/>	köpte	<input type="checkbox"/>	sju/7	<input type="checkbox"/>	ljusa	<input type="checkbox"/>	skålar
<input type="checkbox"/>	Karin	<input type="checkbox"/>	ägde	<input type="checkbox"/>	fyra/4	<input type="checkbox"/>	vackra	<input type="checkbox"/>	knappar
<input type="checkbox"/>	Bosse	<input type="checkbox"/>	visar	<input type="checkbox"/>	tre/3	<input type="checkbox"/>	lätta	<input type="checkbox"/>	dukar
<input type="checkbox"/>	Anna	<input type="checkbox"/>	höll	<input type="checkbox"/>	två/2	<input type="checkbox"/>	mörka	<input type="checkbox"/>	korgar
<input type="checkbox"/>	Jonas	<input type="checkbox"/>	lånar	<input type="checkbox"/>	elva/11	<input type="checkbox"/>	hela	<input type="checkbox"/>	lådor
<input type="checkbox"/>	Svante	<input type="checkbox"/>	tog	<input type="checkbox"/>	arton/18	<input type="checkbox"/>	gamla	<input type="checkbox"/>	bollar
<input type="checkbox"/>	Gustav	<input type="checkbox"/>	ser	<input type="checkbox"/>	nio/9	<input type="checkbox"/>	fina	<input type="checkbox"/>	pennor
<input type="checkbox"/>	Märta	<input type="checkbox"/>	har	<input type="checkbox"/>	tolv/12	<input type="checkbox"/>	stora	<input type="checkbox"/>	mössor

**Figur 1.** Protokoll med de ord som bildar meningar i talförståelsetestet (Hagermans meningar)

## 2.2 Utförande av försöket

Klassen delades upp i två grupper. I den ena gruppen satt eleverna *nära* (men alla lika långt ifrån) högtalaren, på ett avstånd om ett par meter. Den andra gruppen elever var placerade *långt ifrån* högtalarna men inte ända ut i hörnen av klassrummet. En övningsljudfil spelades inledningsvis upp och läraren försäkrade sig om att alla förstått vad de förväntades göra i testet.

Fyra ljudfiler om vardera tio olika meningar spelades sedan upp. Ljudfilerna A1 och B1 hade signal till brusförhållande av -3 dB (lite buller) medan ljudfilerna A2 och B2 hade signal till brusförhållande på -6 dB (mycket buller). Efter två ljudfiler om vardera tio meningar (A1 och A2) bytte eleverna plats. De elever som suttit nära högtalaren satte sig långt ifrån och tvärt om. Därefter spelades de två andra ljudfilerna (B1 och B2) upp.

Eleverna fick bara höra varje ljudfil en gång. Tiden för uppspelning av meningarna var utprovad av en testklass så att eleverna skulle hinna med att kryssa i protokollet mellan varje mening. Efter försöket redovisade läraren de rätta svaren och eleverna rättade varandras formulär.

Båda delarna av testet (som genomfördes sittande nära respektive långt ifrån högtalarna) bestod således av 20 meningar – 10 presenterade i lite buller och 10 i mycket buller. En elev kunde ha mellan 0 och 50 riktiga svar i varje kategori (de fyra rutorna), se exempel i tabell 1.

**Tabell 1.** Exempel på en elevs svar från lyssningstestet

	Antal rätta ord i lite buller	Antal rätta ord i mycket buller
Nära högtalaren	33	20
Långt ifrån högtalaren	30	17

Svaren för hela klassen rapporterades sedan in via ett webbaserat formulär på ForskarFredags hemsida.

### 2.3 Formulär

Eleverna fyllde även i ett formulär med frågor om hur de upplever ljud, ljudmiljö och akustik i klassrummet. Lärare ombads också att besvara frågor om klassen och klassrummets utformning samt förekomst av absorbenter och inredning.

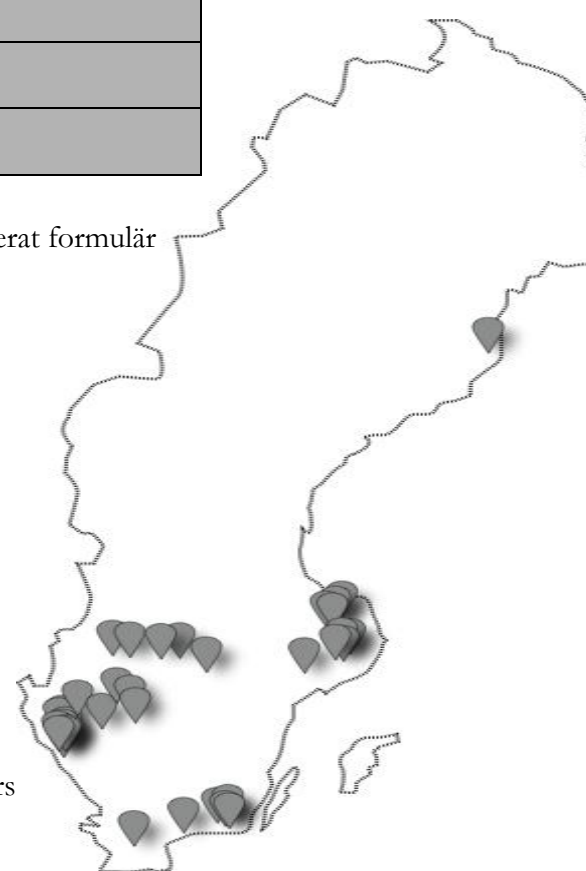
### 2.4 Deltagare

Totalt deltog 59 klasser i årskurs 7, 8, 9 samt gymnasiet årskurs 1-3 från 38 skolor i Sverige (se figur 2).

Antalet elever som deltog var 1135, 49,6% flickor och 49,4% pojkar. Av eleverna hade 179 (15,8%) inte svenska som modersmål, 48 (4%) hade nedsatt hörsel och 4 hade hörselhjälpmedel.

### 2.5 Analys

Resultaten har redovisats som antal svar per klass. I analysen har antalet svar relateras till antalet elever per klass så att resultaten ska kunna jämföras mellan klasser. Detta ger inga svar på variationen inom klassen utan enbart en uppfattning om andelen rätta svar, rapporterade besvär o. dyl. per klass. Analys av statistisk signifikans gjordes med envägs



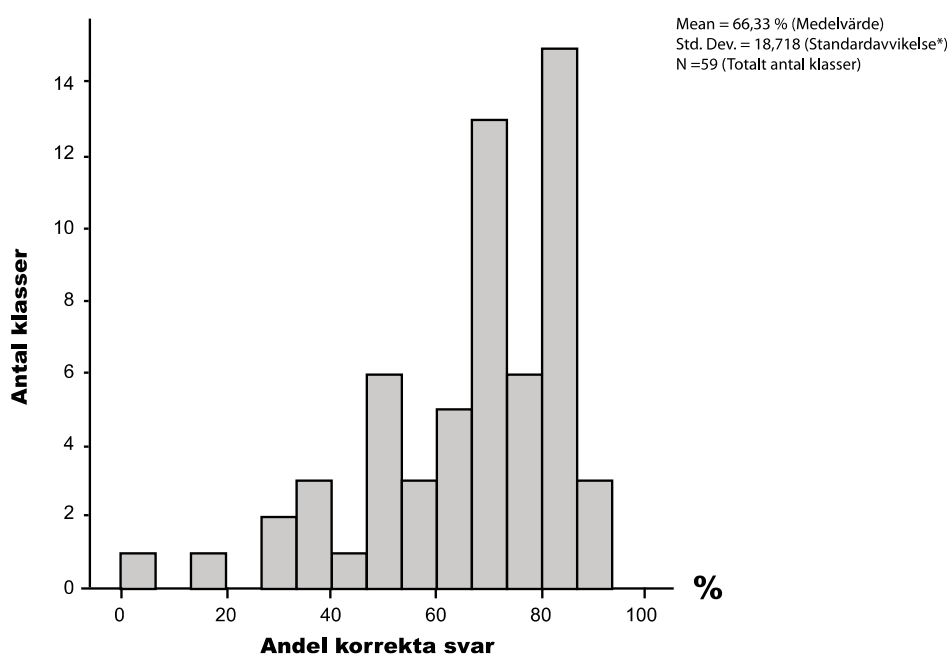
**Figur 2.** Sverigekarta med de medverkande skolornas spridning i landet.

ANOVA, när data var numeriska och antogs vara normalfördelade eller med icke parametriska tester som Mann Whitney U-tes, när data var skattade med ordinalskala och/eller inte kunde antas vara normalfördelade.

### 3. RESULTAT

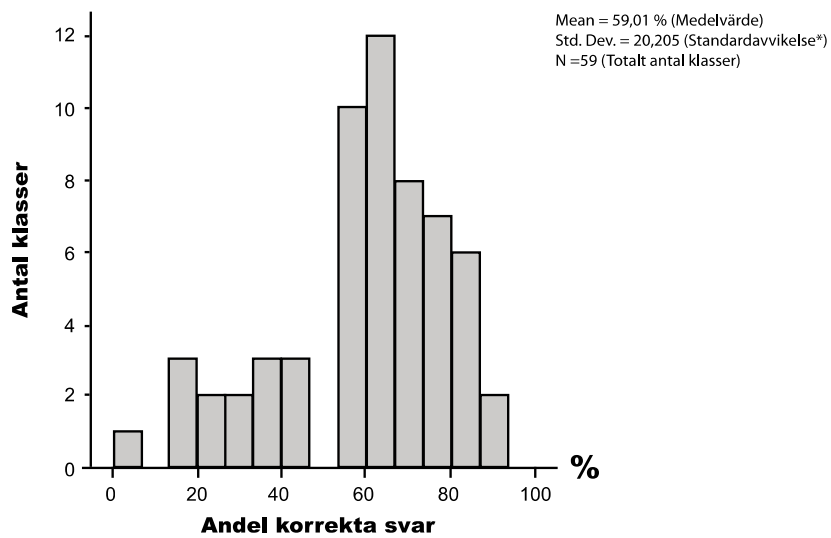
#### 3.1 Svar på lyssningstestet

Figur 3 och 4 visar ett histogram med fördelningen av andelen rätta svar vid lite buller för avstånden nära respektive långt ifrån ljudkällan. Av histogrammen framgår också hur spridningen ser ut mellan klasserna.



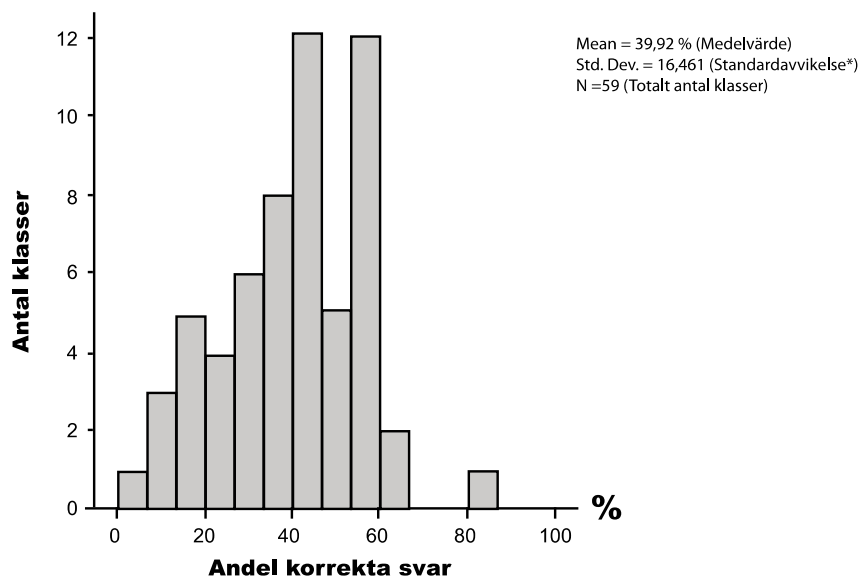
*Figur 3. Andel rätta svar under lite buller sittande nära ljudkällan*



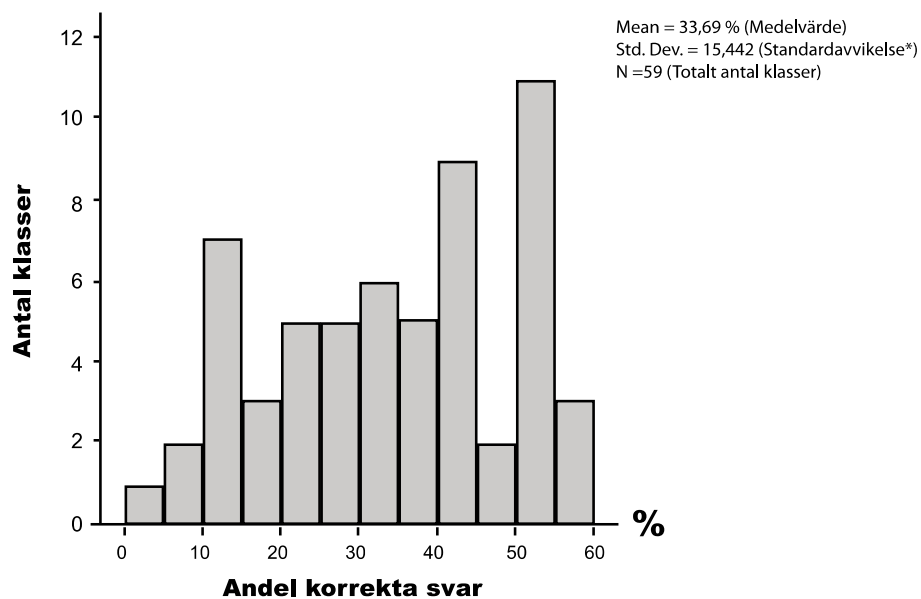


*Figur 4. Andel rätta svar under lite buller sittande långt ifrån ljudkällan.*

Figur 5 och 6 visar motsvarande fördelning av andelen rätta svar vid mycket buller för avstånden nära och långt ifrån ljudkällan.

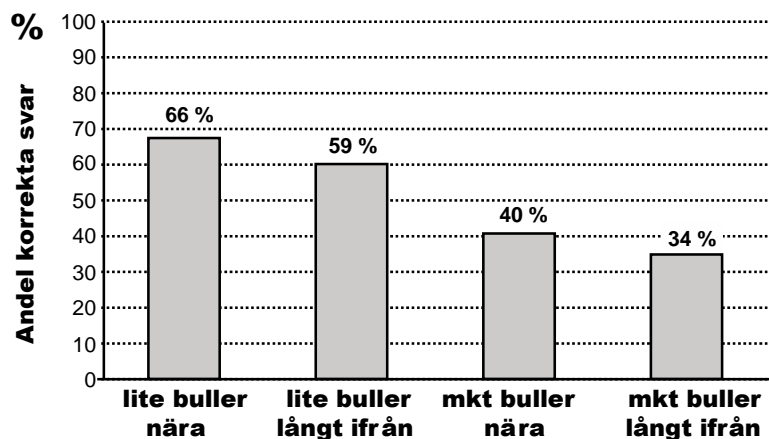


*Figur 5. Andel rätta svar under mycket buller nära ljudkällan*

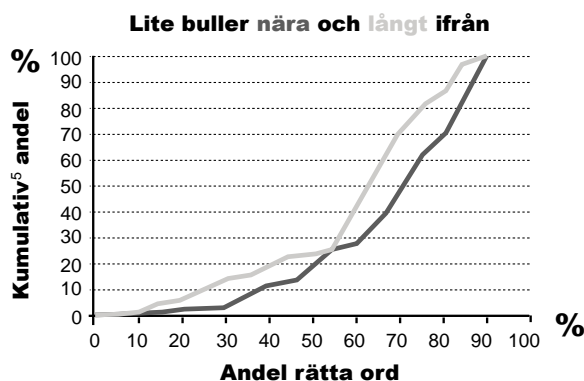


Figur 6. Andel rätta svar under mycket buller långt ifrån ljudkällan

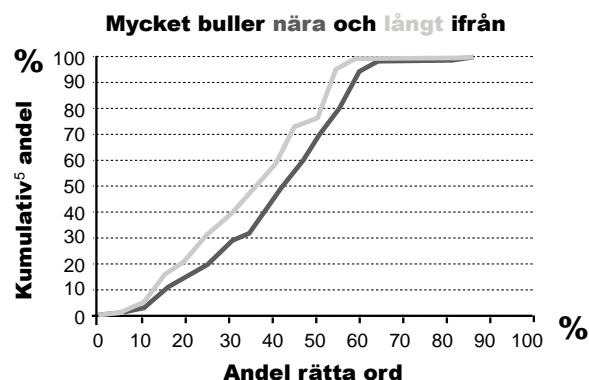
I figur 7 visas medelvärdet av taluppfattbarheten uppdelat på de fyra olika lyssningsförutsättningarna. I medeltal kunde eleverna rätt uppfatta 66% av orden i lite buller nära ljudkällan och bara 40% av orden i mycket buller nära ljudkällan. Att sitta nära den som talar hade ganska marginell betydelse – taluppfattbarheten var 6-7% sämre på längre avstånd, oavsett om det var mycket eller lite buller.



Figur 7. Medelvärde av andelen rätta ord vid de olika lyssningsbetingelserna



**Figur 8.** Kumulativa distributionen av andelen rätta svar/ord vid lite buller. Ljus kurva anger svar på långt avstånd från högtalare



**Figur 9.** Kumulativa distributionen av andelen rätta svar/ord vid mycket buller. Ljus kurva anger svar på långt avstånd från högtalare

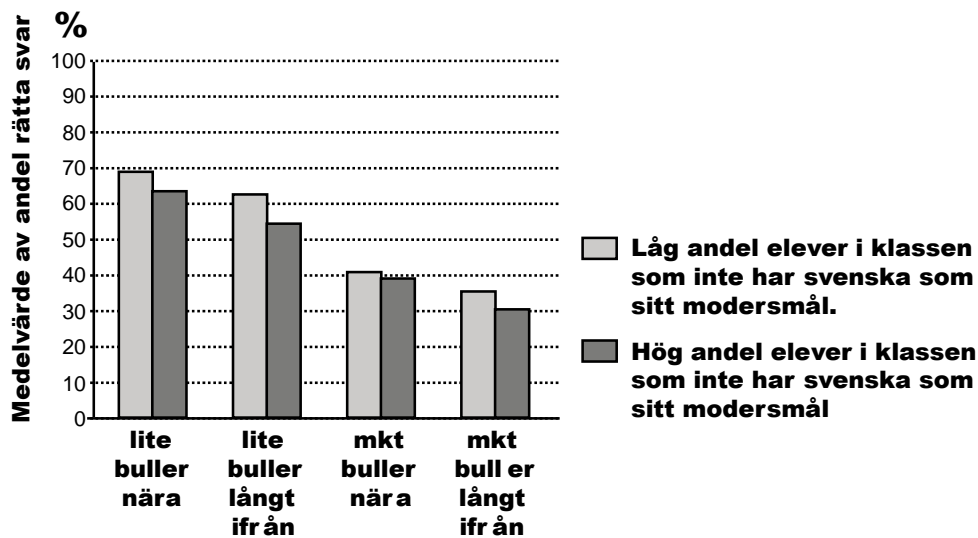
Av figurerna framgår att i lite buller och nära ljudkällan hade 20% av eleverna 50% talförståelse eller lägre och ca 60% hade 75% talförståelse eller lägre. På långt avstånd hade 24% av eleverna 50% talförståelse eller lägre och 80% hade 75% talförståelse eller lägre.

Med mycket buller och nära ljudkällan hade ca 70% av eleverna som mest 50% talförståelse och inga elever hade mer än 63% talförståelse. På långt avstånd och mycket buller hade 75% av eleverna som mest 50% talförståelse, inga elever hade mer än 57% talförståelse.

### 3.2 Grupper som är extra känsliga för buller under tal

Bland klasserna som deltog i försöket hade 35 klasser eller 61% en eller flera elever med annat modersmål än svenska. Utfallet av ett talförståelseförsök kan variera mycket beroende på om försöket görs på personens modersmål eller ett annat språk. Det är lättare att uppfatta och förstå tal på sitt modersmål, vilket många upplevt utomlands. Det är särskilt viktigt att de akustiska förutsättningarna är bra i klassrum där undervisning sker i främmande språk (eller svenska för invandrare) och i klasser med många elever med särskilda behov.

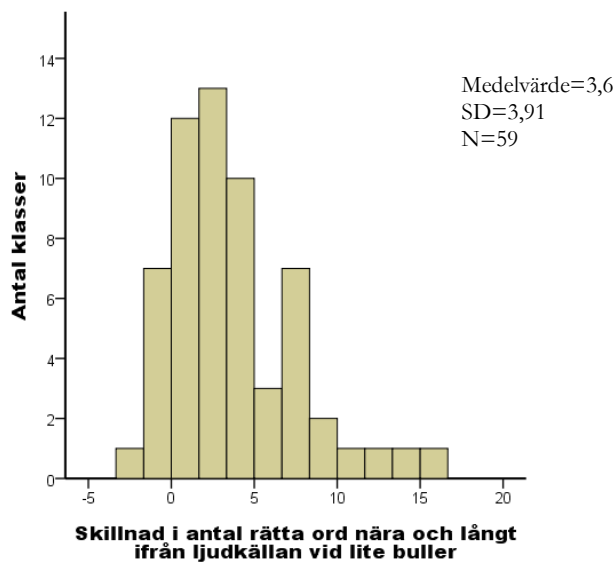
Fördelningen av elever som inte hade svenska som modersmål i klasserna var från 1 elev (4,3%) till 21 elever (100%), med medianvärdet 1 elev per klass. Vi delade in dessa klasser i två grupper, utifrån fördelningen kring medianvärdet: lägre än medianvärdet klassificerades som låg andel, och högre än medianvärdet klassificerades som hög andel. Antalet klasser i de två grupperna var 29. Medelvärden för de båda grupperna vad avser taluppfattbarhet visas i figur 10. Genomgående var andelen rätta svar något lägre i klasser med högre andel elever med annat modersmål än svenska, men skillnaderna var inte statistiskt säkerställda.



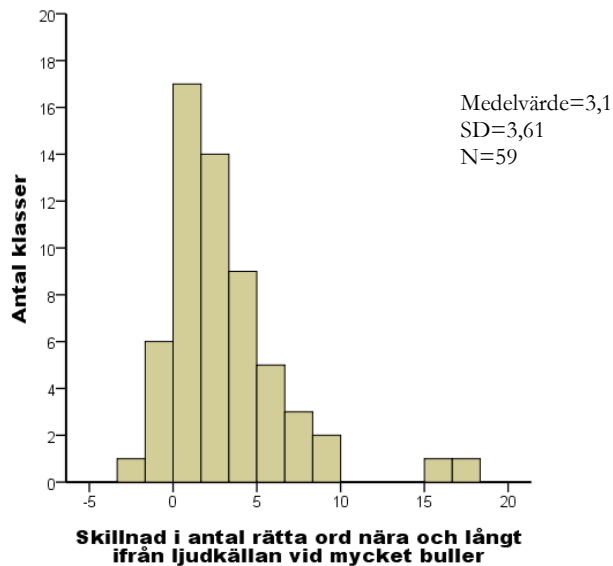
**Figur 10.** Medelvärdet av andelen rätta svar för klasser med låg andel elever som inte har svenska som modersmål och för klasser med hög andel elever som inte har svenska som modersmål. (Låg andel  $\leq$  medianvärdet 1, Hög andel  $>$  medianvärdet 1)

### 3.3 Analys av klassrummets betydelse

Figur 11 och 12 visar skillnaden mellan antalet rätta ord per medelelev för varje klass, nära och långt ifrån ljudkällan, vid lite och vid mycket buller.



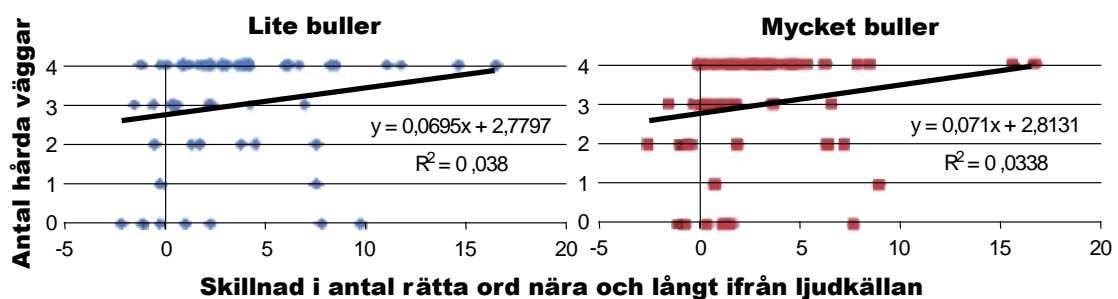
**Figur 11.** Skillnaden mellan antalet rätta ord nära och antal rätta ord långt ifrån ljudkällan vid lite buller



**Figur 12.** Skillnaden mellan antalet rätta ord nära och antal rätta ord långt ifrån ljudkällan vid mycket buller

Differensen eller skillnaden mellan antalet rätta ord nära och långt ifrån, skulle kunna ge en indikation på klassrummets inverkan på taluppfattbarheten. Hypotesen var att faktorer som antalet hårda väggar eller klassrummets längd och bredd skulle kunna försämra taluppfattbarheten, vilket skulle visa sig som en större skillnad mellan antalet rätta ord nära och antalet rätta ord långt ifrån ljudkällan. Om sambandet fanns, skulle vi om vi ritade upp detta i en graf få ett positivt samband mellan rummets inverkan och differensen, det vill säga ju större påverkan av rummet, desto större skillnad i antal rätta ord nära och på långt avstånd. Vi kan till exempel använda antalet hårda väggar som en indikator på efterklangstid, ju fler hårda väggar ju längre efterklangstid och ju större påverkan skulle rummet ha på uppfattningen av orden.

Vi kunde se ett svagt positivt samband mellan skillnaden i antal rätta ord nära och långt ifrån ljudkällan och antalet ”hårda väggar”, men som framgår av figur 13 var spridningen stor. Sannolikt spelar även andra faktorer in som till exempel typ av undertak och antalet hyllor på väggarna.

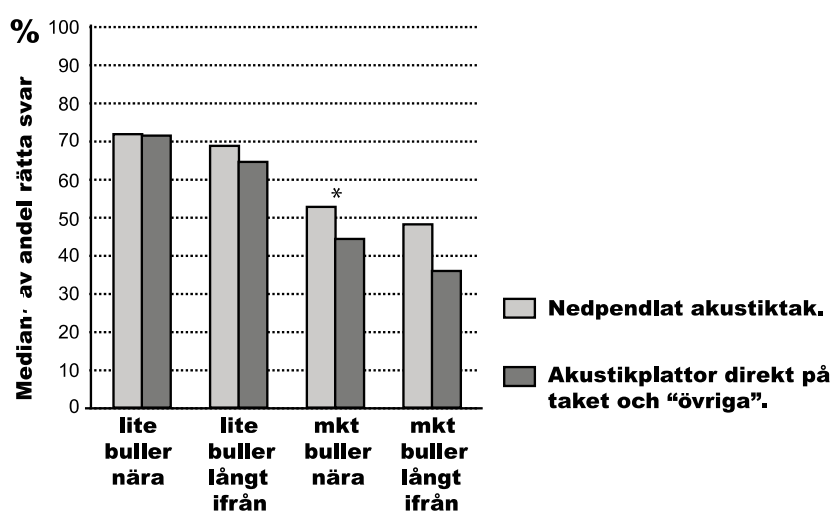


**Figur 13.** Sambandet mellan antal hårda väggar i klassrummet och skillnaden i rätta ord nära och långt ifrån ljudkällan. Figuren till vänster under lite buller och till höger under mycket buller

Vi kunde inte se något samband mellan lokalens längd eller bredd och försämrad taluppfattbarhet

Analys gjordes därefter av taluppfattbarhet i förhållande till lärarens uppgifter om typ av innertak. Sex klasser hade uppgivit ”vet inte”, dessa exkluderades i analysen. Nedpendlat akustiktak uppgavs finnas i 13 klassrum medan akustikplattor direktmonterade på tak uppgavs i 31 klassrum och i 5 uppgavs ”övrigt”. I analysen jämfördes nedpendlat akustiktak med direktmonterade akustikplattor och ”övrigt”.

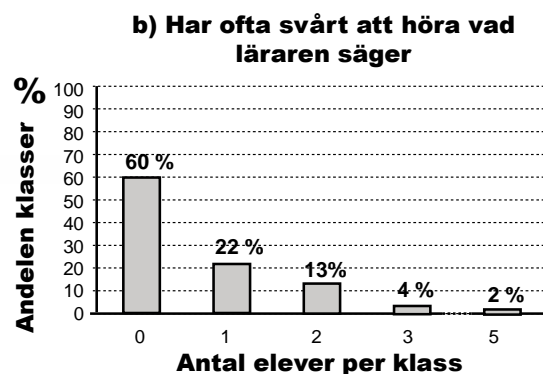
Som framgår av figur 14 tyder resultaten på att taluppfattbarheten var bättre i klassrum med nedpendlat akustiktak vid mycket buller. Skillnaden var statistiskt signifikant vid lyssningsbetingelsen nära (Mann Whitney U-test  $Z=-2,067$ ;  $p<0,05$ ), medan skillnaden vid mycket buller långt ifrån inte var statistiskt säkerställd (Mann Whitney U-test  $Z=-1,447$ ;  $p=0,148$ ). Som framgår av figurerna fanns ingen skillnad i taluppfattbarhet mellan klassrummen vid lite buller nära ljudkällan. Detta talar för att det inte var andra variabler, som till exempel socio-ekonomiska faktorer, som skilde sig mellan klasserna indelade efter typ av akustiktak och som kunde ha en avgörande påverkan på taluppfattbarheten.



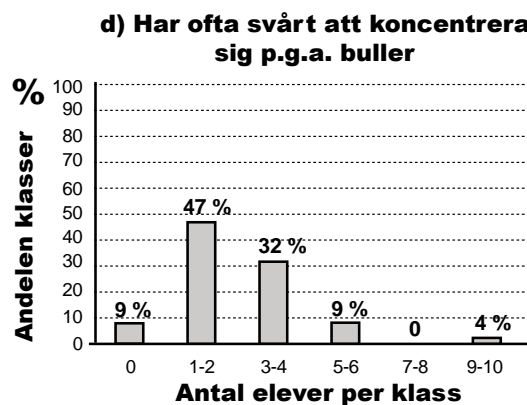
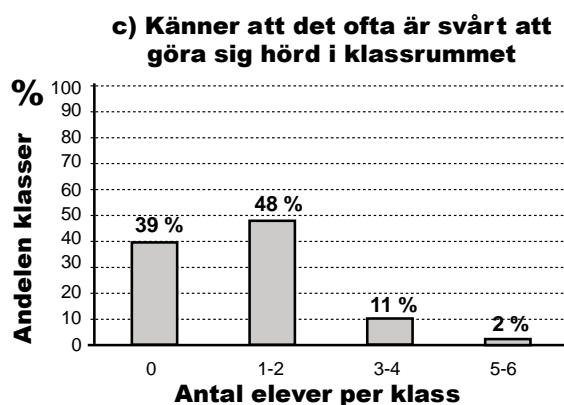
**Figur 14.** Medianvärdet av andelen rätta svar i klassrum med akustikplattor direkt på tak + övriga samt i klassrum med nedpendlat akustiktak (\*  $p<0,05$ ).

### 3.4 Elevers rapportering av ljudmiljön

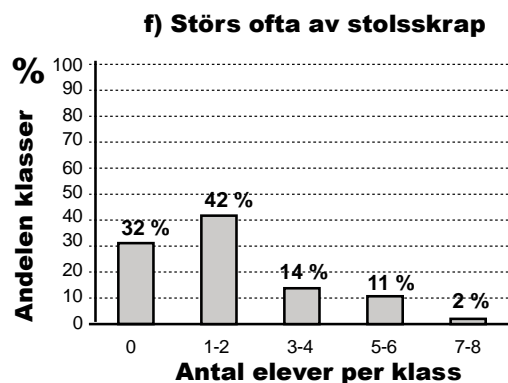
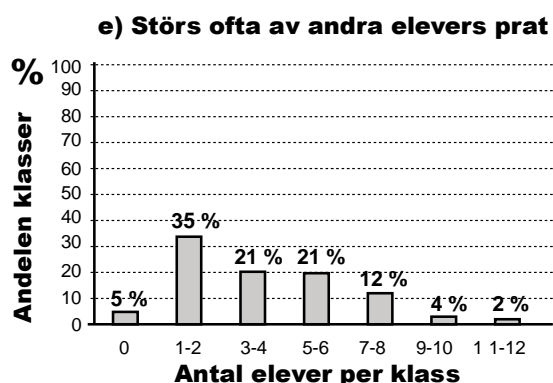
Figur 15a till j. redovisar procentuell andel klasser med antal elever per klass som rapporterat att de ofta upplever besvär och störningar relaterat till buller.



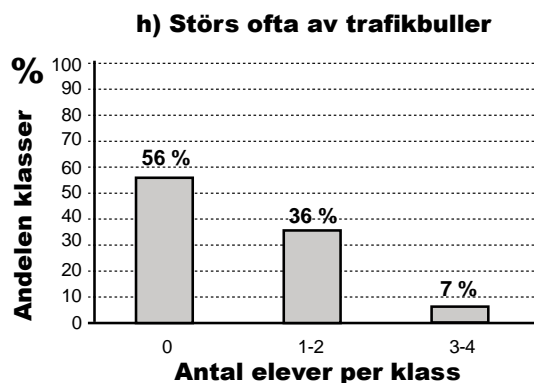
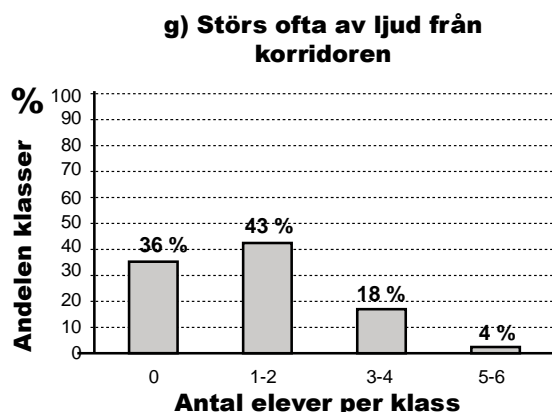
Som framgår av figur 15a och b har 51% respektive 40% av klasserna någon eller några elever som ofta har svårt att höra vad andra elever eller läraren säger.



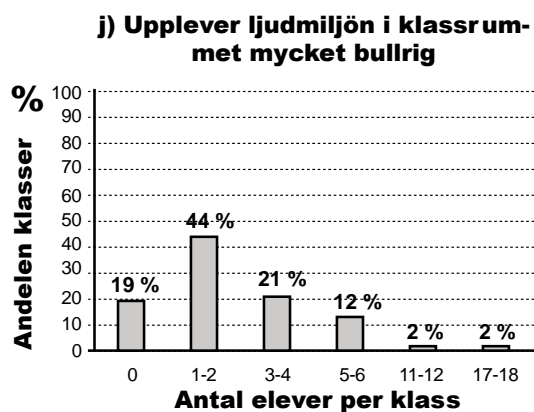
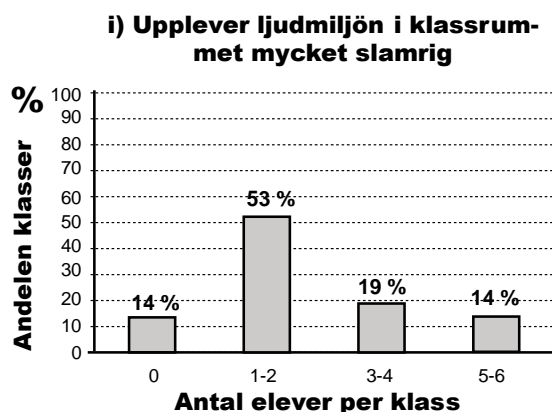
Att det känns svårt att göra sig hörd upplever ”ofta” någon eller några elever i 61% av klasserna, se figur 15c. Anmärkningsvärt är att det i så gott som varje klass som deltog eller 91% av klasserna var någon eller några elever som upplever att de ofta har svårt att koncentrera sig på grund av buller, se figur 15d.



I likhet med resultaten från koncentrationspåverkan av buller, (figur 15d), störs någon eller några elever ofta av andra elevers prat i så gott som varje klass som deltog eller 95% av klasserna, se figur 15e.



Ljud från stolskrap och ljud från korridoren stör någon eller några elever i 68% respektive 64% av klasserna. Trafikbuller stör i mindre omfattning, 44% av klasserna hade någon eller några elever som ofta stördes.



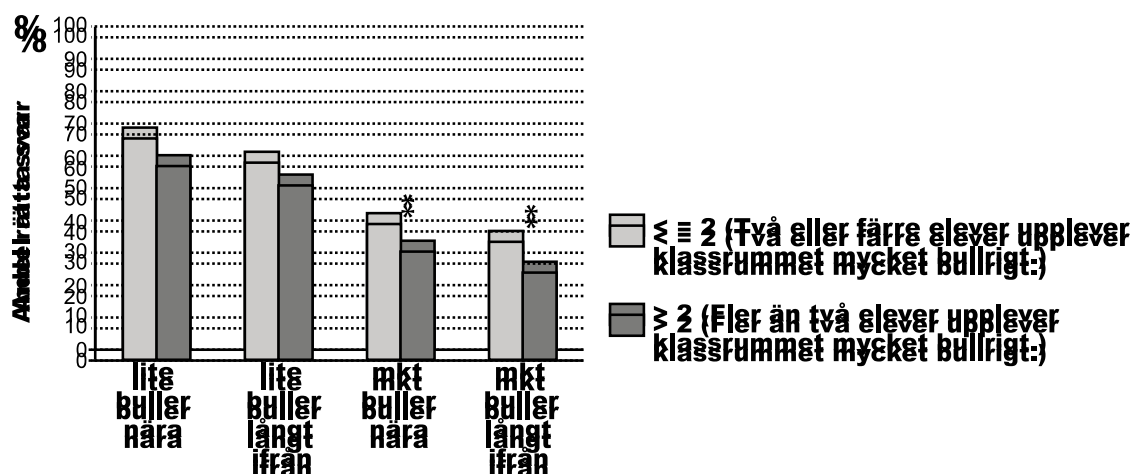
I 53% av klassrummen upplever 1-2 elever att ljudmiljön är mycket slamrig och det är bara i 14% av klassrummen som ingen tycker att ljudmiljön är mycket slamrig, se figur 15i. Mycket bullrig tycker 1-2 elever att ljudmiljön är i 44% av klassrummen och i 37% av klasserna anger 3 eller fler elever att klassrummet är mycket bullrigt, se figur 15j.

### 3.5 Sambandet mellan elevers beskrivning av ljudmiljön och lyssningstestets svar

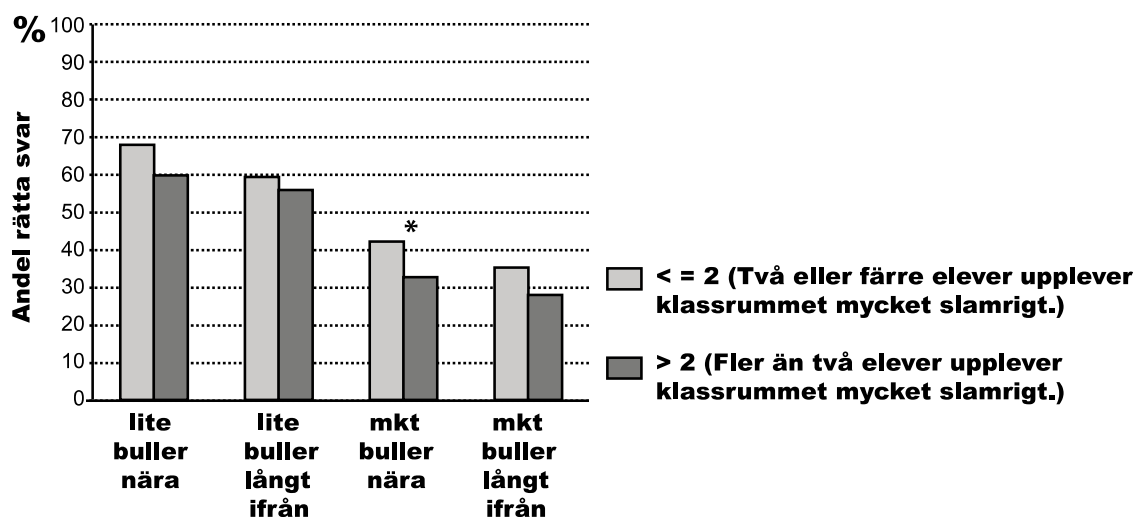
”Slamrigt” och ”bullrigt” skulle kunna vara en indikation på att lokalerna är akustiskt hårda vilket kan påverka taluppfattbarheten. ”Bullrigt” skulle också kunna vara en indikation på att ljudnivån i övrigt från olika källor var hög. Vi analyserade de klasser där fler än 2 elever angivit mycket slamrigt (19 klasser) respektive mycket bullrigt (21 klasser) för att se om andelen uppfattade ord skilde sig åt jämfört med klasser där 2 eller färre elever angivit att ljudmiljön var slamrig (38) respektive bullrig (36), se figur 16a och b.



Som framgår av dessa figurer är andelen uppfattade ord generellt högre i de klasser där färre än två elever angivit att ljudmiljön i klassrummen var mycket slamrig respektive mycket bullrig. Signifikanta skillnader fanns för bullrigt under lyssningsbetingelsen mycket buller nära ljudkällan ( $F=4,40$ ,  $p<0,05$ ) och mycket buller långt ifrån ljudkällan ( $F=4,93$ ;  $p<0,05$ ). Signifikanta skillnader fanns även för slamrigt för mycket buller nära ljudkällan ( $F=4,93$ ;  $p<0,05$ ) medan lyssningsbetingelsen mycket buller långt ifrån ljudkällan inte nådde statistisk signifikans ( $F=2,74$ ;  $p=0,104$ ).



Figur 16a. Andelen rätt uppfattade ord för de olika lyssningsbetingelserna för klasser uppdelade utifrån antalet elever (färre än eller lika med 2 respektive fler än 2) som angivit att de upplever klassrummet mycket bullrigt



Figur 16b. Andelen rätt uppfattade ord för de olika lyssningsbetingelserna för klasser uppdelade utifrån antalet elever (färre än eller lika med 2 respektive fler än 2) som angav att de upplever klassrummet mycket slamrigt

Vi kunde även se statistiskt säkerställda samband mellan andelen elever som uppgivit att klassrummet var slamrigt och andelen rätta svar vid samtliga förhållanden ( $r_s=-0,27-0,30$ ;  $p<0,05$ ). Dessa samband innebär att ju större andel av klassen som angav att de tyckte att

ljudmiljön var slamrig, desto färre rätta svar hade klassen i talförståelsetestet. Motsvarande statistiska samband var svagare för beskrivningen av ljudmiljön som bullrig.

#### 4. SLUTSATSER

Resultaten bygger på data från mer än 1 000 elever vars svar dock är redovisade klassvis. 59 klasser från 38 olika skolor deltog i försöket. Slutsatser om variation och generaliserbarhet måste därför göras med försiktighet och resultaten ses som en indikation på intressanta resultat som är värda att följa upp i större studier.

Medelvärden av taluppfattbarheten i *lite* buller var ca 66% och 40% i *mycket* buller. Att sitta nära den som talar hade en ganska marginell betydelse då taluppfattbarheten endast var 6-7% sämre på längre avstånd. Signal till brusförhållande var -3dB respektive -6dB vilket är betydligt sämre än önskvärt. 10-15 dB bör signal till brusnivån vara i en situation där vi lär oss nya saker.

Resultaten är giltiga för det test som användes. Svaren kan dock påverkas av flera saker, bland annat uppspelningsutrustningens kvalitet och barnens motivation att delta. Resultaten bör ändå få oss att fundera på hur signal till brusnivån är i klassrummen. Generellt kan sägas att talets nivå vid avspänt tal ligger vid 55-60 dBA. När bakgrundsljudnivån ökar höjer man rösten med ca 10 dB och som mest med ca 20 dB. Vår talljudnivå vid ansträngd röst är därmed kring 70 dBA. Om ljudnivån i klassen ligger vid 65-70 dBA som ekvivalent ljudnivå vilket uppmätts i flera undersökningar [5, 6] är risken att signal till brusförhållandena kan bli för låga och att taluppfattbarheten påverkas negativt även i en vanlig undervisningssituation. Vid sådana förhållanden kan dessutom läraren få röstbesvär om han/hon ofta tvingas tala med ansträngd röst.

Värt att lägga märke till är att det var en relativt stor spridning mellan klassernas resultat. Vid till exempel mycket buller och nära ljudkällan hade 20% av eleverna 25% talförståelse eller lägre och 20% hade mer än 55% talförståelse. En del av denna variation kan förklaras med att klasser med elever som inte har svenska som modersmål kan förväntas ha sämre taluppfattbarhet. Vi kunde dock inte se någon signifikant skillnad mellan klassernas resultat baserade på andelen elever som inte hade svenska som modersmål. En mindre variation kan sannolikt även tillskrivas vad som betecknas som "nära" och "långt" avstånd, vilket kan vara en skillnad mellan klasserna. Vi såg att taluppfattbarheten påverkades relativt lite av klassrummets storlek eller antalet hårda respektive mjuka väggar. Däremot tycks det som om innertaket är av betydelse. Nedpendlat akustiktak tycks ge bättre taluppfattbarhet, och denna effekt var som mest tydlig vid mycket buller. Andra faktorer inverkan kan inte uteslutas och bör studeras i större studier. Att inga skillnader sågs mellan klasserna nära ljudkällan vid lite buller tyder dock på att det inte fanns viktiga skillnader mellan grupperna som väsentligen inverkade på taluppfattbarheten. Dessa resultat är också helt i linje med resultaten i den danska motsvarigheten till denna studie: <http://www.formidling.dk/sw8502.asp>.

Intressant nog gav elevernas beskrivning av ljudmiljön i klassrummet den bästa indikationen på taluppfattbarhet. Det är möjligt att deras beskrivning innehåller både en indikation på klassrummets akustiska hårdhet (vilket i sig kan försämra taluppfattbarheten) och på hur slamrigt/bullrigt det kan vara i klassrummet av andra skäl än enbart rumsakustiken. I det senare fallet är frågan om en sådan ljudmiljö under längre tid leder till att elevernas taluppfattbarhet generellt försämras?

Om elevernas rapportering kan generaliseras till en större grupp behöver den tas på allvar på flera sätt. Så många som 40% av klasserna hade någon eller några elever som ofta har svårt att höra vad läraren säger. Om vi tolkar data lite mer försiktigt och enbart tar med klasserna med två eller flera elever som har svårt att höra vad läraren eller andra elever säger så var andelen 19 respektive 24%. Om man ofta har svårt att höra vad läraren eller andra elever säger kan man fundera på hur mycket av den talade undervisningen som eleven kan tillgodogöra sig. Dessutom blir en sådan situation mycket tröttande för dessa elever.

Anmärkningsvärt är också att det i så gott som varje klass var någon eller några elever som ofta hade svårt att koncentrera sig på grund av buller och i ungefär lika många klasser var det någon/några som ofta var störda av andra elevers prat. Även om antalet barn som drabbas i varje klass oftast inte är stort så är problemet för de berörda barnen sannolikt mycket besvärande.

En god ljudmiljö är viktig för alla elever, men speciellt för dem som är under 15 år, liksom för hörselskadade, dem med annat modersmål än svenska och elever med särskilda behov.

## 5. TACK TILL

Tekn audionom Lennart Magnusson för konstruktion av talförståelsetestet, Agneta Agge för noggrann assistans och Kim Kähäri för värdefulla kommentarer. Tack också till pilottestklasser och lärare på LM Engströms gymnasium i Göteborg samt FAS, Forskningsrådet för Arbetsliv och Socialvetenskap, som bidragit ekonomiskt.

## 6. REFERENSER

- [1] **Kjellberg A., Ljung R., Hallman D.** (2008). Recall of words heard in noise. *Applied Cognitive Psychology*.22(8):1088-98.
- [2] **Ljung R., Kjellberg A.** (2009). Long reverberation time decreases recall of spoken information. *Building Acoustics*.16:301-12.
- [3] **Ljung R., Sörqvist P., Kjellberg A., et al.** (2009). Poor Listening Conditions Impair Memory for Intelligible Lectures: Implications for Acoustic Classroom Standards. *Building Acoustics*.16(3):257-65.
- [4] **Hagerman B.** (1982). Sentences for testing speech intelligibility in noise. *Scandinavian Audiology*.11:79-87.
- [5] **Shield B.M., Dockrell J.E.** (2008). The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children. *The Journal of the Acoustical Society of America*. Jan;123(1):133-44.

[6] **Persson Waye K., Agge A., Lindström F., et al.** (2011). God ljudmiljö i skola - Samband mellan ljudmiljö, hälsa och välbefinnande före och efter åtgärdsprogram: Rapport nr , 2011, Arbets- och miljömedicin.