

God ljudmiljö i förskola

– samband mellan ljudmiljö, hälsa och
välbefinnande före och efter åtgärdsprogram



Kerstin Persson Waye

Agneta Agge

Fredric Lindström

Marie Hult

Rapport nr 2: 2011

Enheten för Arbets- och miljömedicin

Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa



Enheten för Arbets- och miljömedicin:

Kerstin Persson Waye

Agneta Agge

Fredric Lindström

White Arkitekter AB, Stockholm:

Marie Hult

Omslagsbild: Bild på ett matrum från en av förskoleavdelningarna före och efter intervention

Samtliga rapporter finns att hämta som pdf fil på

www.amm.se/soundenvironment

Övriga rapporter från detta projekt

- God ljudmiljö i skola – samband mellan ljudmiljö, hälsa och välbefinnande före och efter åtgärdsprogram (rapport nr 3: 2011)
- God ljudmiljö i förskola och skola – Krav på rum, bygg- och inredningsprodukter för minskat buller (rapport nr 4: 2011)
- God ljudmiljö i förskola – beskrivning av rumsakustik före och efter åtgärdsprogram (rapport nr 6: 2011)
- God ljudmiljö i skola – beskrivning av rumsakustik före och efter åtgärdsprogram (rapport nr 7: 2011)

Enheten för Arbets- och miljömedicin
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa
Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet
Box 414, 405 30 Göteborg ISBN 978-91-978916-5-3

Telefon: 031-786 6300
E-post: amm@amm.gu.se
Hemsida: www.amm.se

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	5
1 INLEDNING	8
2 SYFTE	10
3 METOD	10
3.1 Metodutveckling och analys.....	10
3.1.1 <i>Individuell bullerexponering varierar utifrån vilken mätmetod som används</i>	<i>10</i>
3.1.2 <i>Mätning av barns upplevelser och hälsa</i>	<i>11</i>
3.1.3 <i>Mätningar av föräldrars och personals reaktioner.....</i>	<i>11</i>
3.1.4 <i>Utveckling av metoder för att mäta röstpåverkan</i>	<i>12</i>
3.1.5 <i>Jämförelse av röstmätningar under normal aktivitet och under standardiserade förhållanden</i>	<i>12</i>
3.1.6 <i>Jämförelse mellan två olika bärbara metoder.....</i>	<i>13</i>
3.1.7 <i>Mätning av röst med bärbar utrustning och accelerometersensor under förskolans normala verksamhet.....</i>	<i>13</i>
3.2 Materialval och urvalskriterier	16
3.2.1 <i>Utfall av kontakter och frågeformulär.....</i>	<i>16</i>
3.2.2 <i>Vilka interventioner har gjorts.....</i>	<i>17</i>
3.3 Studier utförda före och efter det att interventioner av den fysiska miljön genomförts.....	18
3.3.1 <i>Studieområden och design</i>	<i>18</i>
3.3.2 <i>Formulär</i>	<i>20</i>
3.4 Studiepopulation.....	21
3.5 Stationära ljudnivåmätningar	24
3.6 Personburna ljudnivåmätningar	25
3.7 Personburna röstmätningar	27
3.8 Statistiska metoder	27
4 RESULTAT	28
4.1 Personal	28
4.1.1 <i>Organisatoriska och psykosociala faktorer.....</i>	<i>28</i>
4.1.2 <i>Fysiska faktorer i innemiljön</i>	<i>31</i>
4.1.3 <i>Samband mellan hälsa och arbetsmiljö.....</i>	<i>36</i>
4.2 Föräldrars rapportering av barns trivsel och hälsa.....	39
4.2.1 <i>I förskolan</i>	<i>39</i>
4.2.2 <i>Hemma</i>	<i>43</i>
4.3 Barn.....	44
4.3.1 <i>Ljudmiljön i förskolan.....</i>	<i>44</i>
4.3.2 <i>Hälsa</i>	<i>45</i>
4.4 Rumsakustik.....	46
4.5 Ljudnivåmätningar	47
4.5.1 <i>Resultat från personburna mätningar</i>	<i>47</i>
4.5.2 <i>Resultat från stationära mätningar.....</i>	<i>50</i>
4.6 Röstmätningar.....	53
4.6.1 <i>Talfrekvens i buller.....</i>	<i>53</i>
4.6.2 <i>Fördelning av grundtonsfrekvens</i>	<i>54</i>
4.7 Förskollärares röstbeteende i relation till bullerexponering	54
5 SLUTSATSER.....	58
6 TACK TILL	61
7 REFERENSER	61

SAMMANFATTNING

Höga ljudnivåer är ett vanligt förekommande problem i förskolor och skolor. I Mölndals stad planerades en rad åtgärder för att minska ljudnivåerna i förskolor och skolor och vi fick tillfälle att vetenskapligt utvärdera effekterna av dessa åtgärder. Utvärderingen avsåg effekter på barns och personals hälsa och välbefinnande samt inverkan på ljudnivåer och rumsakustik. Denna rapport beskriver studier gjorda i förskolan. Flertalet mätmetoder som använts har utvecklats eller vidareutvecklats inom projektet. Studierna var upplagda som före-efter-studier eller interventionsstudier i totalt sju förskolor där åtgärder vidtogs för att förbättra ljudmiljön. Som kontroller valdes tre likvärdiga förskolor där inga åtgärder vidtogs. För att erhålla en större referenspopulation av personal gjordes dessutom enkätundersökningar i 60 slumpmässigt utvalda förskolor vid två tillfällen med 6 månaders intervall. Ljudnivåmätningar (personburna dosimetrar samt stationära mätningar) enkätundersökningar bland personal och föräldrar samt intervjuer bland barn gjordes 1 månad före interventionen samt 3 månader efter interventionen. Ytterligare en enkät besvarades av personalen 9 månader efter interventionen. Totalt deltog 16 personal, 63 barn, 59 föräldrar före interventionen och 16 personal, 59 barn och 49 föräldrar efter interventionen. I referenspopulationen av personal deltog 171 vid första och 128 vid andra enkättillfället. I kontrollförskolorna gjordes ljudnivåmätningar samt enkätundersökning bland föräldrar vid motsvarande tidpunkter som för interventionsförskolorna. Här deltog 24 föräldrar vid första och 26 föräldrar vid andra enkättillfället. Påverkan på röst analyserades genom personburna röstmätningar på 24 barn och 24 personal vid två tillfällen.

Ljudmiljön på förskolan upplevdes störande och medförde bland annat att kommunikation försvårades. Resultaten visade att 69% av personalen hade svårt att uppfatta samtal 25 % av arbetstiden eller mera och drygt 70% behövde ofta ta i med rösten för att höras. Besvär av buller varje vecka angavs av 73% bland personalen före interventionen och nära 70% angav att graden av störning var hög. Dessa andelar sänktes till 30% respektive 50%, 3 månader efter interventionen och ytterligare till 21 % respektive 36%, 9 månader efter interventionen. Dessa sänkningar var statistiskt säkerställda. Motsvarande förändring av frekvens samt grad av bullerstörning kunde inte ses hos referensgruppen.

De ljudkällor som var mest störande var gap och skrik, slammer vid måltid, samtal och prat samt skrap från bord och stolar. Andelen störda av gap och skrik samt slammer vid måltid sänktes signifikant efter interventionen från 100% till 65% samt från 62% till 17%. Före interventionen var 0% nöjda med ljudmiljön och även om denna andel ökade till nära 20% efter interventionen, finns det således en stor andel som anser att mer finns att göra för att förbättra ljudmiljön. Förutom buller upplevdes signifikanta förbättringar av belysning och estetik.

Starka, höga ljud hördes av mer än 50% av barnen ”ofta/jätteofta”, och så många som 61% av barnen hörde arga, skrikande ljud ofta/jätteofta. Interventionen medförde ingen skillnad i hur ofta barnen hörde dessa ljud, däremot sjönk andelen barn som ofta/jätteofta hörde skärande och rivande ljud från 36% till 20% efter interventionen. före.

Nära 60% av barnen kunde känna i sin kropp när de hörde starka, höga ljud; arga, skrikande ljud; och skärande, rivande ljud. Flertalet barn eller drygt 70% använde sig av olika strategier för att hantera mycket ljud i förskolan, de går undan, håller för öronen eller säger till fröken. Föräldrarna inom interventionsgruppen upplevde att ljudnivån var något lägre efter interventionen.

Besvären trötthet och ljudtrötthet/ trött i öronen i anslutning till arbetet angavs av 93% respektive 80% bland personalen. Rapporteringen av trötthet förändrades endast i mindre omfattning före respektive efter interventionen medan andelen som rapporterade ljudtrötthet/trött i öronen sänktes signifikant från 80% före interventionen till 54%, nio månader efter interventionen. Jämfört med referenspopulationen rapporterade personalen vid de åtgärdade förskolorna signifikant mindre och i storleksordningen 34-40% mindre besvär av symptomen: huvudvärk, ljudtrötthet och spänd efter jämfört med före interventionen.

Barnens hälsa ansågs av flertalet föräldrar som gott eller mycket gott. Av de symptom som föräldrar rapporterade hos sina barn ansågs trötthet till stora delar bero på situationen i förskolan. Andelen föräldrar som upplevde att deras barn pratade med hög röst ofta/alltid var hög och mellan 46-58% vid första enkäten till 65-77% vid andra enkäten. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan kontrollförskolan och interventionsförskolans föräldrar och tendensen till högre rapportering vid andra tillfället förekom hos båda grupperna. Någon förbättring av barnens hälsa rapporterad av föräldrarna kunde inte påvisas i de förskolor där åtgärder gjorts för att förbättra ljudmiljön. Barnen upplevde också en tendens till att fröken ropar och skriker mindre ofta efter interventionen.

De personburna mätningarna visade att såväl barn som personal exponeras för mycket höga ljudnivåer under vistelse inomhus och att dessa nivåer inte förändrades av interventionen. Barn exponeras i medeltal för 85dB A-vägd ekvivalent ljudnivå (LpAeq) respektive 117-118 dB A-vägda maximala ljudtrycksnivåer (LpAmax). Barnens exponering var signifikant högre än personalens vilka i medeltal exponerades för 77dB LpAeq och 108 dB LpAmax. Resultaten från ljudnivåmätningarna visade att nivån i matrum och lekrum sjönk signifikant och att sänkningen i medeltal uppgick till 1-3 dB LpAeq. Detta betyder att ljudnivåerna sänktes från 69dB till 68dB i matrum, samt 72dB till 69dB i lekrum men att ljudnivåerna fortfarande är höga. I kontrollförskolorna var ljudnivån oförändrad.

Buller i förskolan är ett problem i många kommuner. Denna studie visar att buller i förskolan är ett väsentligt arbetsmiljöproblem och folkhälsoproblem även i Mölndals stad. Förekomsten av besvär, tydligast i form av trötthet och ljudtrötthet har en tydlig koppling till exponering för starka och störande ljud och en sänkning av ljudnivåerna och en ökad andel återhämtningstid med lägre ljudnivå är en viktig åtgärd för en bättre miljö. Sänkningen av ljudnivån var relativt modest i matrum dock var personalens upplevelse av ljudmiljön väsentligen förbättrad. Detta kan förklaras av att ljudmiljön nu upplevs som mera behagligt och mindre störande vilket inte framgår av en ekvivalent ljudnivå. För barnen är det tydligt att de både är medvetna om hur ofta för dem obehagliga ljud förekommer, att de om möjligt försöker att undvika dem samt att de

upplever dessa ljud såväl fysiskt som emotionellt. Även om upplevelsen av starka höga och arga skrikande ljud i stort var oförändrat hög efter interventionen var frekvens och upplevelse av skärande och rivande ljud minskad. Det finns även tecken på minskad förekomst av magont efter interventionen.

1 INLEDNING

I förskolor och skolor har man konstaterat ökade problem med buller - så även Mölndals stad. Höga ljudnivåer i dessa miljöer är ett multifaktoriellt problem, som bör angripas från olika håll. Barnens och personalens röststyrka påverkas bland annat av vilka aktiviteter som pågår, vilken pedagogik som används, av individernas psykosociala situation och stämningen i gruppen, hur stora barngrupperna är, av bakgrundsbuller från exempelvis ventilation och trafik och av de akustiska egenskaperna i rummet och dess inredning. Rummets arkitektoniska gestaltning med form, färg och belysning kan också medverka till att skapa olika stämningslägen, t ex zoner som är mer rofyllda, och som inbjuder till att sänka rösten och vila öronen.

Mölndals stads fastighetsavdelning, Samfast, har sedan flera år tillbaka, ett pågående arbete för att förbättra akustiken i särskilt utsatta rum i förskolor och skolor. Med fastighetsförvaltare Bo Ljungberg som idéspruta och genomförare har ett antal innovativa, tekniska åtgärder vidtagits för att sänka efterklangstider och ljudnivåer. Åtgärderna omfattade främst ändringar i ytskikt samt i fast och lös inredning.

Mölndals stad ville få detta utvärderat på ett vetenskapligt sätt innan man gick vidare med åtgärder i fler byggnader och innan man spred erfarenheter till andra. Man ville också få fram mer nyanserade funktionskrav för ljudförhållanden, som kan användas för olika rumstyper vid ny- och ombyggnad av förskolor och skolor. Kontakt togs med Marie Hult, White arkitekter AB, för att få till stånd ett sådant utvärderingsprojekt. I samarbete med Kerstin Persson Wayne vid Arbets- och miljömedicin, Göteborgs universitet, kom så två projekt igång under 2005/2006 med tvärfacklig inriktning och med fältstudier förlagda till förskolor och skolor i Mölndals stad.

Det ena projektet, som hade stöd från Formas (Dnr 2005-24-4644-28) och Västra Götaland (Dnr MN-00105-2004) hade titeln "Hur uppnås god ljudmiljö i förskolor och skolor – utvärdering av ljud- och miljöaspekter". Det projektet syftade till att utveckla mätmetoder för och mäta fysiska och upplevelsemässiga förändringar av åtgärder för att minska buller i förskolor och skolor i Mölndals stad. Projektet syftade även till att utvärdera och dokumentera de ljudmässiga kvaliteterna på testade lösningar, utvärdera och dokumentera andra miljöaspekter som god luftkvalitet, ekologisk hållbarhet samt arkitektonisk gestaltning. Det senare har skett i samverkan med projektet Materialkrav (se nedan). Projektet har genomförts som en interventionsstudie, d.v.s. genom ljudmätningar och enkäter före och efter genomförande av åtgärder som syftade till att åstadkomma en förbättrad ljudmiljö. Projektledare var Kerstin Persson Wayne.

Det andra projektet, "Bullerdämpande åtgärder i förskolor och skolor", med kortnamnet "Materialkrav" fick stöd från Stiftelsen för arkitekturforskning, ARQ. Det hade inriktning på kravspecifikationer, åtgärder och val av bygg- och inredningsprodukter för

god ljudmiljö. Projektledare för detta var Marie Hult, White arkitekter. Samarbetet mellan de två projekten har varit nära och skett med fokus på den gemensamma frågeställningen: Hur uppnås god ljudmiljö i förskolor och skolor?

Projektet har resulterat i följande rapporter:

God ljudmiljö i förskola - Samband mellan ljudmiljö, hälsa och välbefinnande före och efter åtgärdsprogram.

Redovisar de före- och efterstudier som Arbets- och miljömedicin vid Göteborgs Universitet utfört i förskolor. Det gäller enkäter om upplevd miljö till personal och föräldrar, intervjuer med förskolebarn samt mätningar av ljudnivåer med full verksamhet i lokalerna. Här redovisas också den metodutveckling som prövats i projektet vad gäller att mäta röstläge, röststyrka hos barn och personal mm. (Rapport nr 2: 2011).

God ljudmiljö i skola – Samband mellan ljudmiljö, hälsa och välbefinnande före och efter åtgärdsprogram.

Redovisar motsvarande studier som rapport nr 2: 2011, gjorda i skolmiljö. (Rapport nr 3: 2011).

God ljudmiljö i förskola och skola - Krav på rum, bygg- och inredningsprodukter för minskat buller.

Avser att ge råd om hur man kan skapa goda ljudmiljöer i förskolor och skolor, med erfarenheter från Mölndals stad. Den riktar sig till berörda arkitekter och andra projektörer, personal i förskolor och skolor, kommunpolitiker, tjänstemän på fastighetskontor och privata företag som ansvarar för barnomsorg och utbildningsverksamhet. (Rapport nr 4: 2011).

God ljudmiljö i förskola - Beskrivning av rumsakustik före och efter åtgärdsprogram.

Redovisar de akustiska mätningar i tomma rum i förskolor som utförts av Pontus Larsson, då anställd vid institutionen för teknisk akustik vid Chalmers, numera Snöhöjdens Konsult HB. I rapporten diskuteras också relevansen av olika akustiska mätmetoder, som underlag för kriteriesättning. (Rapport nr 6: 2011).

God ljudmiljö i skola - Beskrivning av rumsakustik före och efter åtgärdsprogram.

Redovisar motsvarande studier som rapport nr 6: 2011, gjorda i skolmiljö. (Rapport nr 7: 2011).

Bo Ljungberg, Samfast, Mölndals stad, har svarat för verkställande av de ljuddämpande åtgärderna och Agneta Agge från Arbets- och miljömedicin har arbetat med fältstudiearbetet. Samarbete etablerades också med institutionen för tekniskt akustik vid Chalmers, genom Pontus Larsson, som stått för de rumsakustiska mätningarna före och efter åtgärder. I en förstudie för urval av lämpliga material medverkade produktdesigner

Sigrid Strömgren, då som elev på HDK. Fotografier i denna rapport är tagna av fotograf Elin Grape och Agneta Agge.

Förutom ovan nämnda finansiärer har Mölndals stad stött studien genom arbetsinsatser. Till projektet har funnits en referensgrupp, som består av Bo Ljungberg, Samfast och rektorerna Ingela Borén och Johan Berntsson. Vi tackar referensgruppens medlemmar, som villigt försett oss med data och förberett personal och föräldrar på enkäter och mätningar ute i klassrum och förskoleavdelningar. Vi tackar också de materialföretag som försett oss med information om och prover av sina produkter. Slutligen tackar vi barn, föräldrar och anställda på förskolorna och skolorna, som låtit sig intervjuas, bära utrustningar och fylla i formulär. Utan alla dessa personers insatser skulle studien inte ha varit möjlig.

2 SYFTE

Övergripande syftade projektet till att förbättra innemiljö och hälsa genom bullerbekämpning i förskolor och skolor.

Detta har åstadkommit genom att vi:

Genomfört en vetenskapligt upplagd ”före-efter-studie” (interventionsstudie) för utvärdering av olika tekniska åtgärder (förändringar av rummen och dess inredning) vilka syftat till att minska buller i förskolor och skolor.

Mänt effekterna av åtgärderna både med fysikaliska ljudmätningar och med metoder för att fånga barns och personals upplevelser och påverkan av ljudmiljön.

Utvärderat och dokumenterat de ljudmässiga kvaliteterna på testade lösningar, utvärderat och dokumenterat miljö- och hälsoaspekter inför materialval.

Med detta material som underlag sammanställs specifikationer med lämpliga ljudkrav för olika rumstyper samt förslag på fabrikat-neutrala prestandakrav för olika typer av ljuddämpande tillägg/produkter och lösningar. Syftet har varit att ta fram en vägledande exempelsamling som kan underlätta för förvaltare, byggare, beställare samt arkitekter vid ny- och ombyggnad av skolor och förskolor samt andra liknande verksamheter.

3 METOD

3.1 Metodutveckling och analys

3.1.1 Individuell bullerexponering varierar utifrån vilken mätmetod som används

Befintligt mätmaterial från 103 förskolor har analyserats inför överväganden av mätmetod av bullerexponering [1]. Mätningar utfördes med utrustning från

Brüel&Kjaer dosimeter/logger 4443. Mikrofonen placerades företrädesvis på personalens axel, men jämförelser gjordes även med stationär placering (hängande från tak). Vid sex mättillfällen gjordes dessutom mätningar där dosimetrar bars av personal och barn samtidigt.

Personalburna dosimetrar uppvisade nivåer i genomsnitt på 77 dB LpAeq 1h (95%KI:76.8-78.0), vilket var upp till 5 dBA högre jämfört med stationära mätningar. Analysen av de sex dubbelmätningarna bland personal och barn visade att barnen i fem fall av sex exponerades för högre nivåer än personalen. Den genomsnittliga skillnaden var 5.9 dB, sd=5.0 (variationer 0-13 dB).

Slutsats: Analysen visar att de tre sätten att mäta ljudexponering på förskola (dosimeter på barn respektive personal, samt stationär mätare) visar på relativt stora skillnader i nivåer. En metod kan därför inte ersätta samtliga. Skillnaden mellan stationär och personburen är rimlig med tanke på att den stationära metoden mäter på större avstånd från ljudkällorna (barn och personal). Den stationära metoden kan dock vara ett viktigt komplement för att ge en bild av ljudnivån i det aktuella rummet som mäts, samt kan användas vid jämförelser med andra studier.

3.1.2 Mätning av barns upplevelser och hälsa

Utveckling av barnformulär

För att utveckla ett formulär genomfördes fokusgruppsintervjuer med 36 barn (4-6 år) på fem strategiskt utvalda förskolor [2, 3]. Intervjuerna utfördes av specialpedagog tränad i fokusgruppsintervjumetodik. Intervjuerna analyserades med ”grounded theory”. Ljudens påverkan på barnen upplevdes fysiskt och emotionellt. Obehagliga ljud kändes i kroppens olika delar, samt beskrevs med starka emotionella uttryck. Starka, skärande och arga/gråtande ljud undveks av barnen, de gick ut, gick till annat rum och/eller höll för öronen.

Sammanfattningsvis visade studien att även små barns erfarenheter, upplevelser och reaktioner kunde fångas in med denna metodik. Barnens upplevelse beskrevs i modellen som att ”leva i okontrollerbar ljudmiljö” och tecken fanns på olika undvikande beteenden och/eller uppgivenhet.

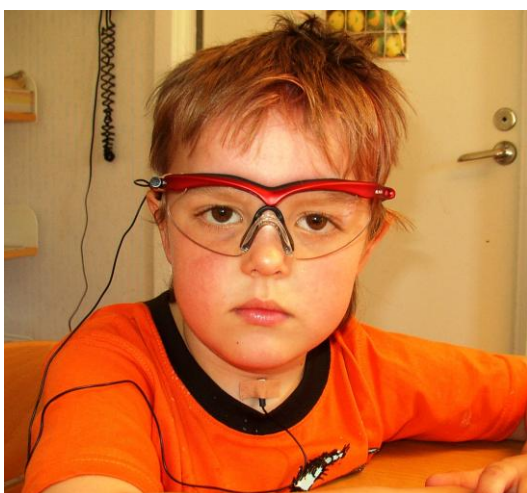
Utifrån erhållen kunskap utvecklades ett formulär med skalor där såväl fysiska som emotionella uttryck kunde beskrivas.

3.1.3 Mätningar av föräldrars och personals reaktioner

Ett föräldrarformulär samt två personalformulär (ett grundformulär samt ett som besvaras varje morgon och eftermiddag har tagits fram och prövats).

3.1.4 Utveckling av metoder för att mäta röstpåverkan

Inom metodutvecklingen har tre stycken olika metoder implementerats och jämförts; 1) Kontrollerad inspelning av standardfraser i förskolan, 2) Mätning av röst med hjälp av bärbar utrustning och binuaralmikrofon under förskolans normala verksamhet, 3) Mätning av röst med hjälp av bärbar utrustning och accelerometersensor under förskolans normala verksamhet. Den sistnämnda metoden har visats vara den enda som ger korrekta mätvärden vid användning i förskolemiljön och den metoden har i huvudsak använts i fortsatta studier. Resultat från gjorda mätningar visar att kontaktmikrofonen tolereras av barnen (figur 1).



Figur 1. Bild på barn med röstmikrofon och accelerometer

3.1.5 Jämförelse av röstmätningar under normal aktivitet och under standardiserade förhållanden

I denna studie mättes grundtonsfrekvens (F_0) i rösten, en vedertagen mätparameter vid objektiva mätningar av röstbeteende. I studien jämfördes F_0 -värden som erhöles från röstaktivitet i verksamheten med värden som erhöles genom att försökspersonerna fick uttala standardfraser i en kontrollerad miljö i direkt anslutning till verksamheten. Fyra stycken mätningar gjordes över dagen. Det visade sig vara en signifikant skillnad mellan de olika metoderna där de bärbara mätningarna gav ca 30Hz högre F_0 värde, dvs en förhållandevis stor skillnad. Resultatet av studien visar alltså att bärbar utrustning är nödvändig för att kunna mäta förskollärares röstbeteende.

Skillnaden mellan metoderna visas i tabell 1, för detaljer se [4].

Tabell 1. Skillnad mellan mätningar i en kontrollerad miljö och i arbetsmiljön

	Kontrollerad miljö		Bärbar utrustning	
	F_0 (Hz)	SD	F_0 (Hz)	SD
Vuxna (n=9)	218	17	252	22
Barn (n=11)	273	28	296	28
Båda grupperna (n=20)	247	36	275	32

3.1.6 Jämförelse mellan två olika bärbara metoder

I denna studie jämfördes två olika metoder för att med bärbar utrustning mäta röstparametrarna F_0 (Hz) och ljudtrycksnivå (dB). Ur ett användarperspektiv skiljer sig metoderna så till vida att i den ena metoden har man en mikrofon fäst vid vardera örat (så kallad binaural inspelning), medan i den andra metoden har man en mikrofon fäst vid örat och en kontaktmikrofon (accelerometer) fäst vid halsen. I denna studie deltog 5 kvinnor och 6 män, som bar de två olika typerna av mätutrustning under sin lunch. Utrustningen med accelerometer visade sig ge mer korrekta mätresultat. I tabell 2 visas skillnaden mellan de två metoderna där man jämför *sensitivitet* (P_s) och *falsk-detektionrate* (P_f). Tabellen visar att accelerometer metoden har lägre falsk-detektionrate. För detaljer se [4].

Tabell 2. Sensitivitet (P_s) och falsk detektionrate (P_f) för binaural- och accelerometer-metoderna

	Binaural		Accelerometer	
	P_f	P_s	P_f	P_s
Kvinnor (medel)	0,055	0,994	0,004	>0,999
SD	0,032	0,004	0,003	<0,001
Män (medel)	0,083	0,994	0,005	0,999
SD	0,051	0,003	0,003	0,002
Total	0,070	0,994	0,005	>0,999
SD	0,044	0,004	0,003	0,001

3.1.7 Mätning av röst med bärbar utrustning och accelerometersensor under förskolans normala verksamhet

I denna studie undersöktes hur stor del av uppmätt buller som utgjordes av den egna rösten. I studien jämfördes mätningar när man mätte den totala ljudnivån med mätmikrofon placerad vid försökspersonens ena öra med mätningar när man tog hänsyn till den egna röstens bidrag. Studien baserar sig på mätningar under 2 timmar på

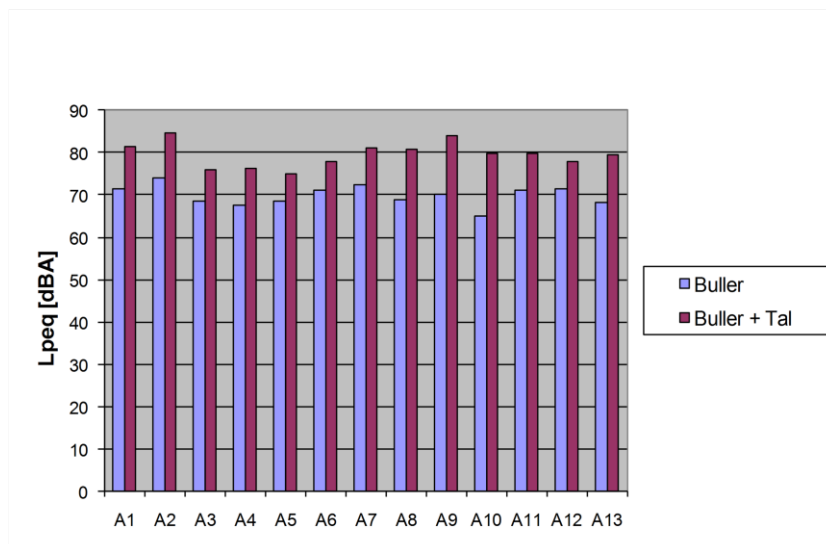
förmiddagen och 2 timmar på eftermiddagen utförda på 16 barn och 13 personal. Röstens bidrag till bullerdosen redovisas i tabell 3.

Av tabellen framgår att om ljudnivån beräknas inklusive röstens bidrag ger detta totala mätvärden som ligger ca 10 dBA högre jämfört med om röstens bidrag dras ifrån den totala bullerdosen. I miljöer med hög grad av kommunikation bör man vara medveten om detta för att få adekvata mätvärden. Det innebär också att eventuella förändringar av en miljö som innebär att den allmänna bullernivån sänks, riskerar att inte kunna detekteras om röstvolymen hos dosimeterbärare är densamma. Preliminära analyser indikerar att effekter av exempelvis akustiska åtgärder ger en förändring av bakgrundsmiljön, men att det krävs metoder som kan bortse från den egna röstens påverkan för att kunna detektera detta.

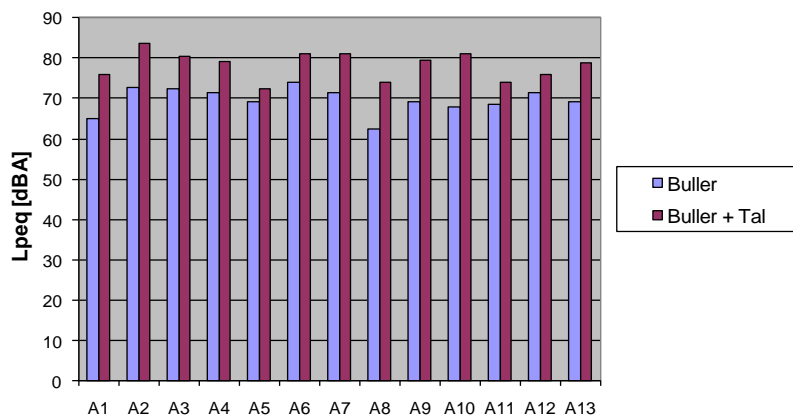
Resultaten sammanfattas i tabell 3 och individuella värden visas i figurerna 2-5. För detaljer se [5].

Tabell 3. Ljudnivåer med och utan röstens bidrag

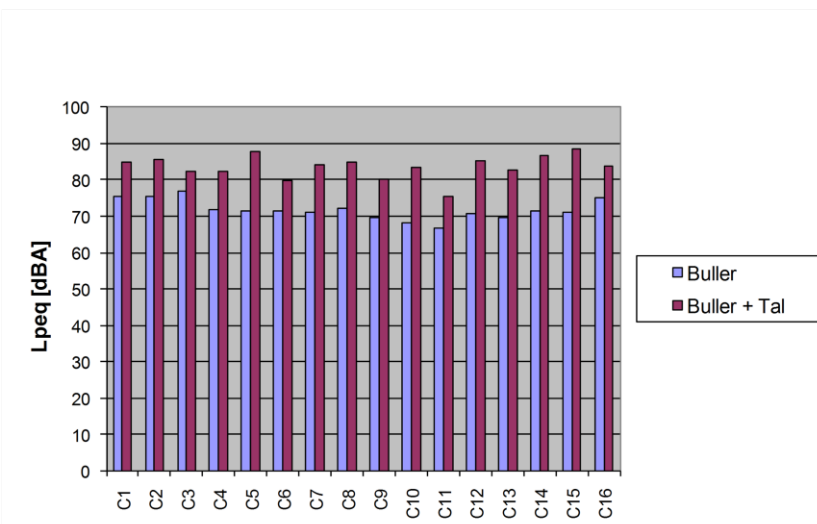
	Buller (dB LpAeq)	Buller + eget tal (dB LpAeq)	Skillnad (dB LpAeq)
Total	71,2±1,0	82,2±1,4	11,0±1,3
Barn (n=16)	72,2±1,5	84,6±1,4	12,4±1,7
Personal (n=13)	70,0±1,2	79,3±1,5	9,3±1,7



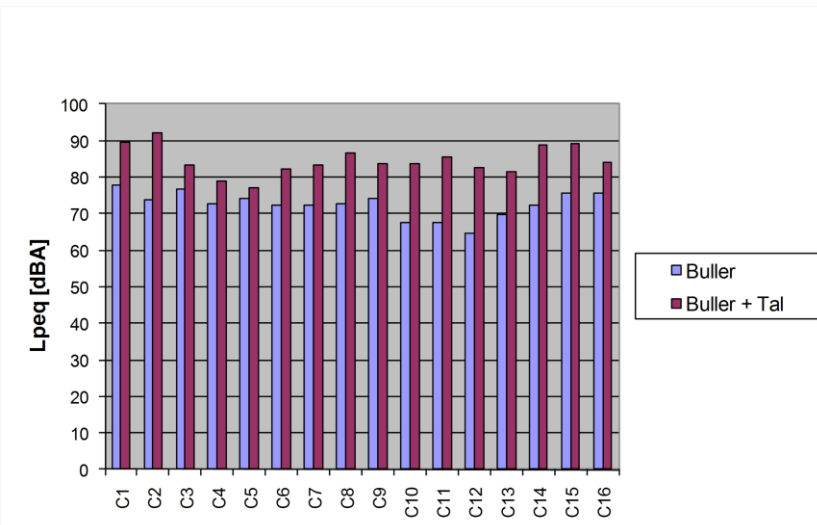
Figur 2. Mätning med och utan egen rösts påverkan, personal, förmiddag



Figur 3. Mätning med och utan egen rösts påverkan, personal, eftermiddag



Figur 4. Mätning med och utan egen rösts påverkan, barn, förmiddag



Figur 5. Mätning med och utan egen rösts påverkan, barn, eftermiddag

3.2 Materialval och urvalskriterier

Materialval och utfall beskrivs utförligt i rapport nr 4: 2011. Inför val av lämpliga material för förskole- och skolmiljö, beaktades särskilt följande urvalskriterier.

- ✓ *Akustiska egenskaper:* redovisning av ljudabsorbtion, dämpning av momentana trum/stegljud, dämpning av slammer/skrapljud, diffunderar/sprider ljud, minskning av överföring av ljud samt övrigt.
- ✓ *Miljö- och hälsoegenskaper:* lukt, dammsamling, rengörbarhet, innehåll av farliga ämnen, klassning enligt Milabs och Byggd Miljös databas (nuvarande Byggvarubedömning). Dessutom användes klassning enligt andra märkningssystem som Svanen, EU blomman, Blue Engel, Danska och Finska inneklimatmärkning, Astma och allergiförbundet, U.S. Green Building Council.
- ✓ *Kostnader:* investeringskostnad, livscykelkostnad, kostnad jämförelse med likvärdiga produkter
- ✓ *Rengörningsmetod:* tvättbarhet, rengörningsintervall, rengörningsmedel
- ✓ *Re-cirkulation:* återvinning, återanvändning, deponering, förbränning, farligt avfall
- ✓ *Brandklassning*

Ett 50-tal företag verksamma inom produktgrupperna: takabsorbenter, väggabsorbenter, golv, skärmvägg, textil, möbler och möbeltillbehör kontaktades. Svenska företag kontaktades per telefon med en kort sammanfattning av projektet. De företag som blev intresserade fick sedan ett uppföljande mer utförligt informationsbrev via e-post (Rapport nr4: 2011) samt ett frågeformulär som de ombads besvara. Europeiska företag kontaktades enbart via e-post med ett informationsbrev och frågeformulär på engelska. Totalt skickades 47 frågeformulär, varav 34 inom Norden och 13 till övriga Europa (Rapport nr 4: 2011).

3.2.1 Utfall av kontakter och frågeformulär

Av dessa 47 företag besvarade 22 frågeformuläret och gick vidare till urvalsprocessen. Ett antal av företagen har bidragit med flera produkter. Totala mängden produkter var 55st. Sökning av företag och urvalsprocessen beskrivs i sin helhet i rapport nr 4: 2011.

Urval av bullerdämpande produkter gjordes därefter i augusti 2006. I detta möte medverkade Bo Ljungberg, Sigrid Strömberg, Marie Hult, Kerstin Persson Waye. Samråd hölls därefter med Pontus Larsson.

Vid urvalet av produkter togs hänsyn till ovan nämnda urvalskriterier. När två produkter hade likvärdiga akustiska egenskaper valdes den produkt som uppfyllde flest av de övriga kriterierna. Av 55 möjliga produkter valdes 22. Bo Ljungberg skötte därefter kontakter med leverantörer och processen vid ombyggnationen.

3.2.2 Vilka interventioner har gjorts

Före åtgärderna hade de flesta förskoleavdelningarna plast- eller linoleummattor från 1970-talet, gamla, delvis trasiga akustikplattor och äldre lysrör utan möjlighet att dimma belysningen och som dessutom inte var så energieffektiva. Väggar hade ofta träpanel (typ pärlspont) som stötskydd cirka en meter upp från golv och bestod sedan av målad glasfiberväv på gipsskiva. Bord och stolar var inte alltid försedda med möbeltassar och bordsskivor och matvagnar hade hårda ytor som slamrade mot bestick.

Åtgärderna omfattade byte av innertak (till ljudabsorbenter klass A), i lekhallarna även absorbenter på delar av väggar. Golvbeläggning byttes till PVC plastmatta med ljuddämpande skumbaksida. Alla väggar försågs med väggplastmatta med ljuddämpande skumbaksida en meter upp (se figur 7 och 8). Stolarna varierar, oftast TripTrap, ibland Brio Exona stålårsstolar och vanliga vuxenstolar av trä. Alla stolar försågs med passande ljuddämpande tassor. Nya armaturer i taken där de i vissa fall har försetts med dimmer. Ventilationens funktion gicks igenom och vid behov byttes don. Alla förskolor hade redan före studiens start fått nya och akustiskt mjuka ytor på matborden (Tapiflex) (se figur 6).



Figur 6. Matbord med ny akustisk yta (Tapiflex)



Figur 7. Matrum före och efter intervention



Figur 8. Lekhall efter intervention

3.3 Studier utförda före och efter det att interventioner av den fysiska miljön genomförts

3.3.1 Studieområden och design

Alla studier har utförts inom Mölndals stad. Arbetet har skett i samråd och efter återkommande avstämning med rektorer, personal samt Mölndals stads fastighetsförvaltning Samfast, förvaltare Bo Ljungberg. Huvudstudien föregicks av en pilotstudie i en avdelning där formulär och metodik i övrigt prövades. Totalt har 7 förskoleavdelningar studerats före (tillfälle I) och efter (tillfälle II och III) det att olika fysiska åtgärder vidtagits. Dessutom har tre avdelningar studerats där inga åtgärder vidtagits (tabell 4). Dessa kontrollavdelningar jämförs med de avdelningar där åtgärder vidtas för att säkerställa att ljudnivåernas förändring mellan de olika tillfällena inte var slumpmässiga. Undersökningstillfällena för dessa avdelningar refereras för jämförbarhet

på samma sätt som interventionsgruppen (tillfälle I och II) trots att inga åtgärder vidtagits där. För att erhålla en större referenspopulation valdes slumpmässigt 75 förskoleavdelningar där hälften hade renoverats före våren 2007 och hälften inte genomgått någon renovering.

Tabell 4. Studiedesign

Förskole- avdelning	HT06	VT07	HT07	VT08	HT08
i1	Före (I) ↓	Efter 3 mån (II)	Efter 9 mån (III)		
i2	Före (I)	Efter 3 mån (II)	Efter 9 mån (III)		
i3	Före (I) ↓	Efter 3 mån (II)	Efter 9 mån (III)		
i4			Före (I) ↓	Efter 3 mån (II)	Efter 9 mån (III)
i5			Före (I)	Efter 3 mån (II)	Efter 9 mån (III)
i6			Före (I) ↓	Efter 3 mån (II)	Efter 9 mån (III)
i7			Före (I)	Efter 3 mån (II)	Efter 9 mån (III)
k1			I (Ljudmätn)	II (Ljudmätn)	
k2			I (Ljudmätn)	II (Ljudmätn)	
k3			I (Ljudmätn)	II (Ljudmätn)	
Referensgrupp		I	II		

Förklaringar: Tidpunkt för intervention (i) anges med fet pil. "Före" (I) betecknar mätningar ca 1 månad före intervention. "Efter" (II) betecknar mätningar gjorda ca 3 månader efter intervention. Vid "Före" och "Efter" görs mätningar av röst, rumsakustik, ljudexponering samt subjektiv respons. "Efter 9 mån" (III) betecknar mätningar 9 månader efter intervention (endast personalformulär). "k" betyder kontroll

Fältarbetet har skett under sep, okt, nov och feb, mar, apr för att säkerställa likvärdig årstidspåverkan med avseende på trötthet, utevistelse mm. Inom förskolan begränsades uppföljningsperioden för barnen till 4 månader, eftersom 5- till 6-åringarna sedan flyttar från förskola till skola. Vid dessa tillfällen har formulär till personal och föräldrar distribuerats och barn intervjuats. Barnformuläret har använts i intervjuer utförda med hjälp av specialpedagog och forskningslaborant i 7 avdelningar med totalt 63 barn (4-6 år) före renovering och 59 barn efter renovering och den praktiska användningen har fungerat väl. Specialpedagogen intervjuade de tre första avdelningarna och gav sedan instruktioner till den som övertog ansvaret, genom att vederbörande fick vara med på ett par intervjuer och därefter fick göra en intervju självständigt då specialpedagogen var närvarande.

Röstmätningar har gjorts på två barn och en personal under två dagar (se 3.7) Vidare mättes ljud dels personburet och dels med mikrofon i olika rum se 3.5 och 3.6.

3.3.2 *Formulär*

Personal

Personal inom interventionsgruppen besvarade ett arbetsmiljöformulär vid tre tillfällen medan personal inom kontrollgruppen och referensgruppen besvarade formuläret vid två tillfällen. Till interventions- och kontrollgruppen delades arbetsmiljöformuläret ut i samband med ljudmätningarna. Till referensgruppen sändes formuläret per post till hemadress, vilket även gjordes vid tillfälle III till interventionsgruppen.

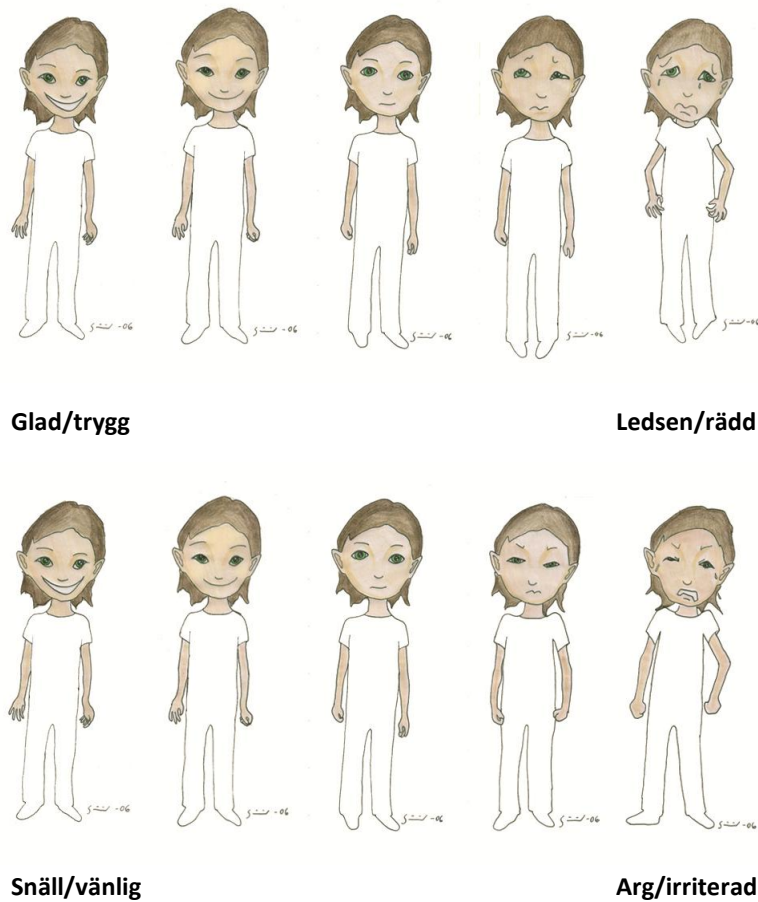
Personal inom interventionsgruppen och kontrollgruppen besvarade även i samband med ljudnivåmätningarna under fyra till fem dagar ett formulär på morgonen och eftermiddagen (varje-dag formulär).

Arbetsmiljöformuläret innehåller frågor om den fysiska miljön (buller, värme, luftkvalitet mfl) den psykosociala miljön (arbetsledning, kontroll, stress mfl) specifika frågor om upplevelse av ljud och ljudkällor samt frågor om hälsa (symptom/besvär, sjukdomar samt sjukfrånvaro) [6]. Det har eftersträvats i personal- och föräldrarformulär att infoga frågor för vilka ett stort referensmaterial finns, Barnhälsoenkäten (Nationella samt Västra Götalandsregionens Miljömedicinska enhet (VMC)), Örebroenkäterna MM 040,075 samt vårt eget referensmaterial från arbetsmiljöer, n=670 (FAS 2001-2558) har använts.

Barn

Barnformuläret användes av den som intervjuade barnen. Intervjuaren började med att fråga barnet om de ville vara med på intervjun och satte sig därefter med ett barn i taget i ett enskilt rum ostört från de andra barnen. Barnen fick själva välja var de ville sitta och sedan ställdes frågorna i tur och ordning medan barnet fick vara med och titta i formuläret, som var utformat för att tilltala barnen. Barnen fick var sitt diplom efter intervjun.

Formuläret innehöll 21 frågor. Inledningsvis ställdes frågor om ålder, kön, vilka färger de ville ha på sin avdelning och hur fina de tyckte att matrummet och lekhallen var. Hur man kände sig när man hörde olika ljud besvarades genom att peka på skalor med unisex barnfigurer med tydliga kroppsspråk (glad/trygg – ledsen/rädd, snäll/vänlig – arg/irriterad) (figur 9). Var det kändes i kroppen beskrevs genom att peka på en helkroppsbild av ett barn. Frekvens av hur ofta de hörde olika ljud från andra barn beskrevs på skalor med grafiska figurer uttryckande frekvens och styrka. Dessutom efterfrågas hur barnet mår med avseende på magont, huvudvärk, hes samt välbefinnande (glad – ledsen).



Figur 9. Exempel på skalor använda i barnformuläret uttryckande hur man känner sig när man hör olika ljud

Föräldrar

Föräldrarformuläret skickades eller delades ut på förskolan till föräldrar till barn som var 4-6 år. Samma föräldrar före som efter intervention fick formulär och det var samma formulär både före och efter intervention.

Föräldrarformuläret innehåller frågor om barnets hälsa (allmänna hälsotillstånd, olika symptoms påverkan på sömn, sjukdomar, heshet, påverkan på rösten, hörsel, olika besvär och om de kan relateras till förskolemiljön), förskolan (innemiljön, ljudnivån på barnen, påverkan av beteendet och trivsel) och hemma (hur barnet har mått de sista månaderna efter skolan, som trötthet, svårt att somna och trött på morgonen).

3.4 Studiepopulation

Källpopulationen, giltigt bortfall (föräldrarledighet, sjukfrånvaro, tjänstledighet mm) samt svar för samtliga som tillfrågats att besvara formuläret visas i tabell 5.

Tabell 5. Studiepopulation för förskola

	Tillfälle I				Tillfälle II			
	Käll- population	Giltigt bortfall	Svar	Deltagar- frekvens (%)	Käll- population	Giltigt bortfall	Svar	Deltagar- frekvens (%)
Personal Referens	242	2	171	71	195	13	128	70
Personal, Intervention	23	2	16	90	25	9	16	100
Barn Intervention, intervjuer	67	3	63	98	62	2	59	98
Föräldrar Intervention	66	0	59	89	64	3	49	80
Föräldrar, Kontroll	29	1	24	86	29	1	26	93
Totalt	427	8	333	-	375	28	278	-

I tabell 6 redovisas antalet barn för alla undersökta avdelningar både för interventionsgruppen och kontrollgruppen vid tillfälle I och II uppdelat på veckodagarna.

Tabell 6. Antal barn per veckodag vid tillfälle I och II indelat i olika avdelningar för förskolan samt tillfälle I och II för kontrollgruppen. Dessutom redovisas medelvärdet för varje veckodag samt medelvärdet/vecka för varje avdelning och klass. (k=kontroll, i=intervention)

Avd	Mån		Tis		Ons		Tors		Fre		Medel	
	Före	Efter	Före	Efter	Före	Efter	Före	Efter	Före	Efter	Före	Efter
Kl 8:30- 14:00												
i1	10	-	16	20	14	17	16	17	11	15	13	17
i2	19	13	17	19	17	18	20	19	19	16	18	18
i3	15	17	19	16	15	15	17	15	11	13	15	15
i4	15	13	17	18	17	17	19	11	13	9	16	14
i5	14	13	20	17	17	12	14	15	19	14	17	15
i6	15	9	13	10	13	8	14	15	14	12	14	11
i7	13	16	15	15	15	13	14	-	13	-	14	15
Medel (SD)	14 (2,70)	14 (2,81)	17 (2,36)	16 (3,31)	15 (1,62)	14 (3,55)	16 (2,50)	15 (2,66)	14 (3,40)	13 (2,48)	15 (1,83)	15 (2,24)
k1	-	13	20	20	19	20	17	15	-	-	19	17
k2	-	-	15	14	12	12	12	14	-	12	13	13
k3	-	15	21	13	18	15	17	20	-	20	19	17
Medel (SD)	-	14 (1,41)	19 (3,21)	16 (3,79)	16 (3,79)	16 (4,04)	15 (2,89)	16 (3,21)	-	16 (5,66)	17 (3,27)	16 (2,01)

Tabell 7 är en beskrivning av studiepopulationen vid tillfälle I, II och III för interventionsgruppen och referensgruppen. Den beskriver kön, ålder, utbildning, arbetstid och hur länge de arbetat inom förskola.

Tab 7. Beskrivning av studiepopulationen personal i förskola vid tillfälle I, II och III och för referensgruppen vid tillfälle I och II

Variabel	Tillfälle I (%)	Tillfälle II (%)	Tillfälle III (%)	Referensgr, tillfälle I (%)	Referensgr, tillfälle II (%)
Kön	<i>n</i> =16	<i>n</i> =16	<i>n</i> =13	<i>n</i> =171	<i>n</i> =128
Kvinnor	100	100	100	97	95
		<i>Frågan inte med</i>			
Ålder	<i>n</i> =15	<i>n</i> =16	<i>n</i> =13	<i>n</i> =171	<i>n</i> =127
20-29	20	-	8	23	18
30-39	20	-	15	23	18
40-49	47	-	62	26	32
50-59	13	-	15	24	27
60-69	0	-	0	4	6
		<i>Frågan inte med</i>			
Utbildning	<i>n</i> =16	<i>n</i> =16	<i>n</i> =13	<i>n</i> =171	<i>n</i> =127
9-årig grundskola	0	-	0	2	0
Barnskötarexamen	38	-	38	26	28
Gymnasium	-	-	-	9	9
Universitetsexamen	6	-	6	9	11
Förskollärarexamen	56	-	56	49	50
Annan utbildning	-	-	-	5	2
Arbetstid, antal år	<i>n</i> =16	<i>n</i> =16	<i>n</i> =13	<i>n</i> =171	<i>n</i> =127
Heltid	81	75	77	64	61
Deltid	19	25	23	36	39
Arbetsår (median)	11 (1-34)	-	14 (4-35)	14 (1-38)	17 (1-38)

I interventionsgruppen var 100% kvinnor och den största andelen var mellan 40 och 49 år både före och efter interventionen. Övervägande andel (56%) hade utbildning som förskollärare medan 38% var barnskötare och 6% hade universitetsutbildning. Före interventionen arbetade 81% heltid och 19% deltid, medan efter interventionen arbetade 75% heltid och 25% deltid. Nio månader efter interventionen var fördelningen i stort sett lika som vid tillfälle I. I referensgruppen var huvuddelen kvinnor, åldersmässigt var de relativt jämnt fördelade över 20-59 år, och liksom för interventionsgruppen var flertalet utbildade till förskollärare.

I tabell 8 visas kön och ålder för studiepopulationen barn.

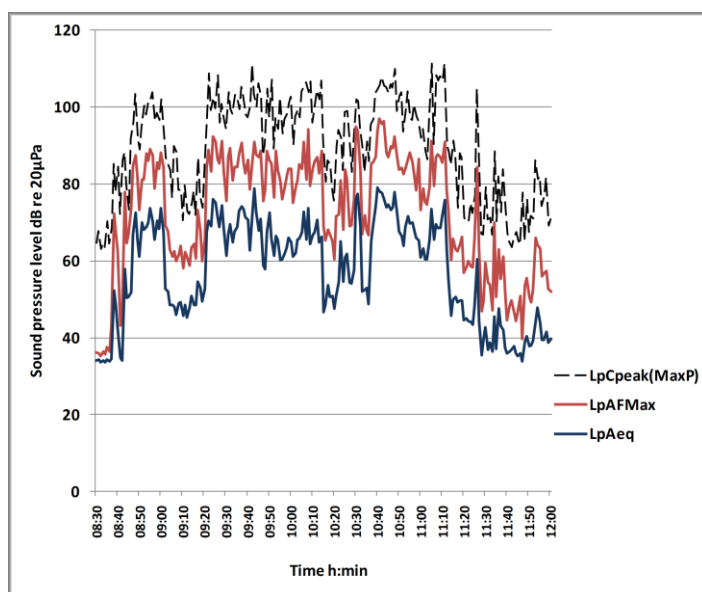
Tabell 8. Beskrivning av studiepopulationen barn

	Tillfälle I (n=63)	Tillfälle II (n=59)
Kön (% pojkar)	51	52
Ålder, mån (medel och range)	58 (39-70)	63 (51-74)

Föräldrarformuläret fylldes till övervägande del i av mamman till barnet, 80,5% vid tillfälle I och 78,7% vid tillfälle II. Både mamma och pappa medverkade vid ifyllandet av formuläret i 3,7% (tillfälle I) och 1,3% av fallen (tillfälle II).

3.5 Stationära ljudnivåmätningar

Figur 10 visar hur nivåerna förändras under en förmiddag i ett av avdelningarnas byggrum.



Figur 10. Stationära mätningar, förmiddag i ett byggrum

De stationära mätningarna utfördes med hjälp av en ljudnivåmätare och ljudanalysator, B&K 2260, och en tillhörande 1/2 tums mätmikrofon. Ljudnivåmätarens inställning var fast, mätintervall 30-110 dB. Mätdata sparades som loggade mätningar vilket innebär att mätinstrumentet automatiskt lagrar mätvärdena LpAeq, LpAmax, LpAmin och LpCpeak samt linjär ekvivalent ljudtrycksnivå i 1/3 oktavband var 60:e sekund under mätperioden. Instrumentet kalibrerades med en akustisk kalibrator, typ B&K 4231, före start av mätning och efter stopp av mätning i varje rum. Varannan eftermiddag gjordes nerladdning av data från den stationära mätaren till en bärbar dator och ett externt datorminne.

I förskolorna gjordes mätningar totalt under en veckas tid varav normalt två dagar i lekhall, två dagar i matrum, samt en dag i byggrum. Mikrofonen hängdes 50 cm från taket i en lämplig position för att representera exponeringen i rummet. Den mätte kontinuerligt från kl 05:00-16:00, således i 11 timmar i fyra till fem dagar. Personalen fick ett protokoll där de skulle anteckna hur många barn som varit närvarande förmiddag och eftermiddag varje dag som ljudmätningarna pågick.

Ljudmiljön på förskolorna uppvisar en stor variation av ljudnivåer. Denna variation är i stort sett slumpmässig och kan inte enkelt korrigeras för då den samvarierar med: antalet barn som är i rummet för tillfället, antalet barn i de andra närliggande rummen, vilka aktiviteter som äger rum och vilken typ av barn som är närvarande, om det är tysta eller högljudda barn.

För att hantera denna typ av mätdata utgick vi från standarder som behandlar mätningar av oregelbundna ljudkällor som trafik eller olika arbetsmiljörelaterade ljudkällor t ex NT ACOU 115 (Measurement of occupational noise exposure of workers – Part II: Engineering method). Vi valde en mätperiod under dagen där det var störst sannolikhet att det aktuella rummet skulle innehålla aktivitet från barn och personal. För byggrum och lekhall kl 08.30-11.30 och för matrum kl 11.30-12.30 samt 14.15-15.00. Dessa två mätperioder för matrum analyserades som en period. Inom dessa tidsperioder gjordes logaritmisk summering av ljudnivåerna minut för minut tills den kumulativa summan avvek mindre än 0,5dB från den föregående summan. Inom denna tidsperiod skulle således teoretiskt ett stabilt värde uppnås. För att simulera en slumpmässig start/stopp av mätningarna beräknas 15 sådana tidsperioder med en minuts förskjutning. Tiden som fordrades för att erhålla ett stabilt värde estimerades utifrån medelvärdet av de 15 tidsperioderna plus 95% konfidensintervall av data baserat på students t-fördelning. I vårt fall blev de så erhållna tidsperioderna 17 minuter för lekhall, 18 minuter för byggrum och 22 minuter matrum. Varje sådan tidsperiod ger ett mätvärde som används för att beskriva ljudmiljön i det rummet under en period. Normalt kan därmed varje byggrum/lekhall beskrivas utifrån ca 10 mätvärden varje mättdag och varje matrum beskrivas utifrån ca 5 mätvärden varje mättdag.

I analysen valde vi härutöver de mätvärden vars nivåer överskred 50 percentilen av mätvärdena. Detta gjordes för att endast välja tidsperioder med aktivitet.

3.6 Personburna ljudnivåmätningar

Vid de personburna mätningarna har dosimetrar, Spark 705+, använts. Dessa var programmerade att logga ljudtrycksnivåer (LpAeq, LpAmin, LpAmax) var 30:e sekund. Gain sattes till 30dB, vilket gav mätintervallet 43-113dB.

Personalen fäste mikrofonen på axeln i enlighet med skriftlig och muntlig instruktion och instrumentet fästes på fickan eller skärpet beroende på det klädesplagg som användes. Batterierna byttes varannan dag.

I förskolan bars dosimeter normalt av två barn och två personal per dag under tiden 06:30-16:00. Personalen fick protokoll där de skulle notera när de satte på sig dosimetern och när de tog av sig den vid dagens slut, varje gång de avvek från avdelningens lokaler, som t ex rast, planering eller utelek och även anteckna de perioder

som de var ute med barnen. När vädret tillät bar personalen dosimetrarna även utomhus och antecknade i så fall detta i protokollet.

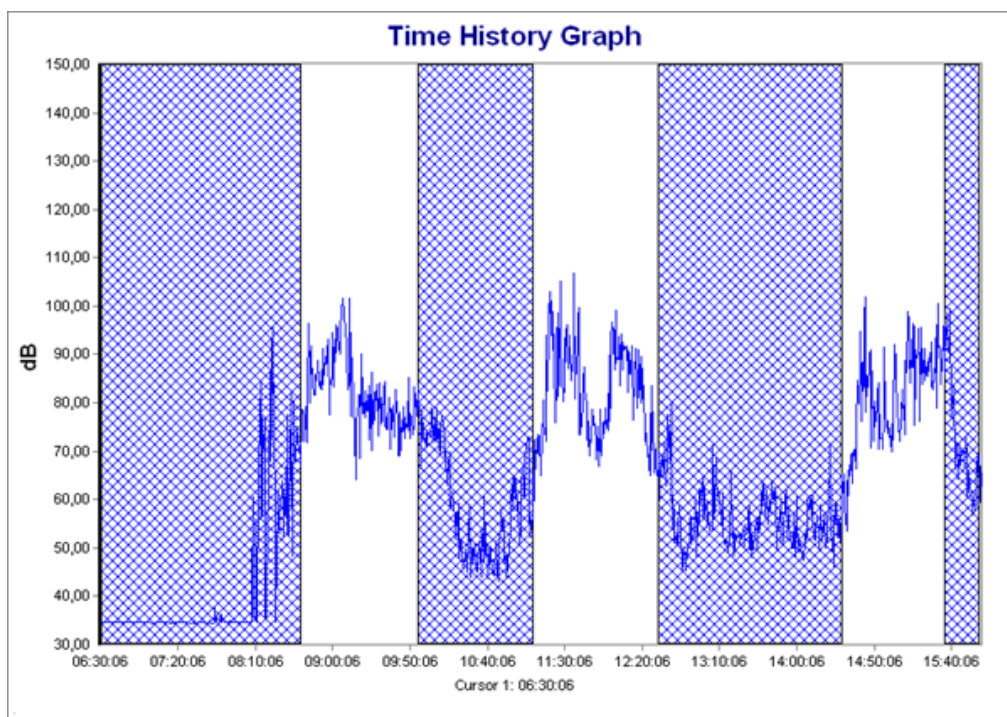
Barnens dosimetrar var exakt likadant programmerade. Vi hade låtit sy upp västar till barnen för att de skulle kunna leka obehindrat när de bar dosimetrarna. På framsidan av västarna finns en ficka för själva dosimetern och sedan löper kabeln på insidan och ut genom ett sprund på axeln, där mikrofonen kunde fästas i en hank. De var bandkantade i olika färger (figur 11). Personalen antecknade i ett protokoll vilka barn som burit dosimetrar, vilken dosimeter, datum och tid. Barnen använde dosimetrarna endast inomhus.



Figur 11. Personburna mätningar för barn och personal

Vid analys av personalens mätningar användes endast de tidsintervall när de hade vistats med barnen på avdelningen. För barnen analyserades endast de mättider som fanns antecknade i protokollet.

I figur 12 visar hur de ekvivalenta ljudnivåerna kan se ut under en dag på förskolan, både vid aktivitet och när inga barn är i rummet.



Figur 12. Personburen dosimeter på barn. En dag på förskolan där de omarkerade områdena visar barnens ekvivalenta ljudtrycksnivåer under aktivitet vid tillfälle I

De redigerade mätningarna för personal och barn användes för analys. För varje dosimeter erhöles ett ljudnivåvärde per dag och för varje avdelning erhöles således två sådana värden per dag. Vid beskrivning av varje avdelnings dag eller veckovärde beräknades ett logaritmiskt medelvärde - dvs varje värde räknades om till Pascal vars medelvärde sedan räknades om till decibel. Från varje avdelnings medelvärde räknades ett aritmetiskt medelvärde ut för alla avdelningarna totalt.

3.7 Personburna röstmätningar

För totalt 24 barn och 24 personal användes personburen röstdosimeter för att mäta upp ljudnivåer och röstparametrar. Barn och personal bar röstdosimetern under ca 2 timmar på förmiddagen och ca 2 timmar på eftermiddagen. Mikrofonen som mätte ljudnivåerna applicerades vid barnet/personalens högra öra och en kontaktmikrofon (accelerometer) applicerades på halsens framsida. Med hjälp av kontaktmikrofonen kunde vi mäta röstparametrarna: röststyrka och grundtönsfrekvens och även mäta bullernivåer där man räknade bort bidraget från den egna rösten.

3.8 Statistiska metoder

Föräldrar och barn besvarade frågeformulär vid två tillfällen medan personal i interventionsgruppen besvarade frågeformuläret vid tre tillfällen och personal inom kontroll- och referensgruppen besvarade formuläret två gånger. Till följd av detta testas

skillnader mellan interventionsgrupp och referensgrupp vid tillfälle I och tillfälle II. Vid analysen slås kontroll- och referensgrupp samman till en referensgrupp.

I analysen beräknades en differens mellan tillfälle I och II för varje individ. Den nya differensvariabeln visar om respondenten har fått det bättre eller sämre vid tillfälle II. I flertalet fall indikerar en negativ differens på en försämring och en positiv differens på en förbättring mellan tillfällena. χ^2 -test används för att kontrollera om det finns signifikanta skillnader mellan andelen som fått det bättre i interventions- respektive i referensgruppen. Andelen förbättrade i respektive grupp åskådliggörs i fyrfältstabeller. Om mer än 20 % av de förväntade frekvenserna i tabellen understiger 5 används Fischers exakta test istället för χ^2 -test.

Inom respektive undersökningsgrupp görs jämförelser mellan de olika tillfällena med hjälp av Friedmans test. Flera frågor redovisas enbart med beskrivande statistik, antingen i absoluta tal eller i procentuella andelar. Tvåsidigt t-test med signifikansnivån 5 % har använts för att jämföra ljudnivåerna mellan de olika grupperna och mellan tillfälle I och II. Vid beräkningarna görs t-test om stickproven består av mindre än 30 observationer, t-fördelningen approximeras med normalfördelning när antalet observationer ökar. Skattningar av medelvärdes- eller proportionsdifferensen mellan tillfälle I och II görs, med 95 % konfidensintervall. I tabeller markeras signifikansnivå även med *; där *=p<0,05, **=p<0,01 och ***=p<0,001.

4 RESULTAT

4.1 Personal

4.1.1 Organisatoriska och psykosociala faktorer

Övervägande andel av personalen trivs ganska bra till mycket bra på arbetet (tabell 9).

Inga signifikanta skillnader kunde ses mellan interventionsgrupp och referensgrupp eller mellan undersökningstillfällena.

Tabell 9. Svar på frågan "Hur trivs du på ditt arbete" i andelar vid tillfälle I, II och III och för referensgruppen vid tillfälle I och II

Hur trivs du med ditt arbete?	Tillfälle I (n=16)	Tillfälle II (n=16)	Tillfälle III (n=14)	Referensgr, tillfälle I (n=171)	Referensgr, tillfälle II (n=127)
Mycket bra	37,5	37,5	28,6	45,6	46,5
Bra	0	0	42,9	35,1	31,5
Ganska bra	50,0	50,0	28,6	12,3	15,7
Acceptabelt	6,3	12,5	0	4,7	3,9
Ganska dåligt	6,3	0	0	1,2	2,4
Dåligt	0	0	0	0	0
Mycket dåligt	0	0	0	1,2	0

I tabell 10 redovisas personalens beskrivning av sin arbetsituation.

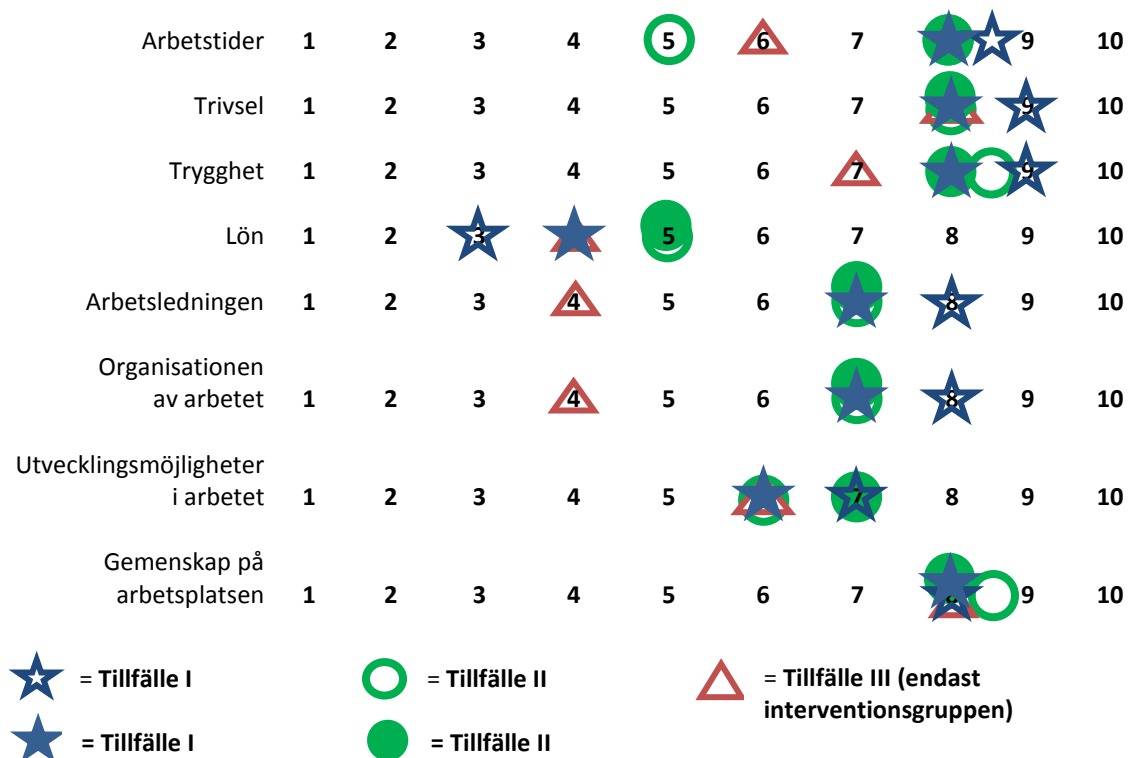
Tabell 10. Beskrivning av arbetsituationen uttryckt i andelar

Ofta+ alltid/ nästan alltid	Tillfälle I (n=16)	Tillfälle II (n=16)	Tillfälle III (n=13)	Referensgr, tillfälle I (n=170)	Referensgr, tillfälle II (n=128)
Frihet att bestämma hur mitt arbete ska utföras	86,7#	87,5	64,5	84,1	81,0
Har för mycket att göra	87,5	50	38,5	-	-
Upplever ofta stress	37,5	43,8	53,8	43,5	36,8
Mår dåligt av stress på arbetet	37,5	31,3	30,8	30,0	24,8

n=15

En stor andel av personalen uppger att de har frihet att bestämma hur arbetet skall utföras. Dock uppger en förhållandevis stor andel av personalen att de ofta upplever stress. Ungefär en tredjedel av personalen mår dåligt av stress.

Inom interventionsgruppen och referensgruppen analyserades eventuella förändringar av organisatoriska och psykosociala faktorer på arbetet (figur 12).



Figur 13. Medianvärden av hur nöjda personalen är med sina arbetsförhållanden vid de olika mättillfällena. 1=inte alls nöjd och 10=mycket nöjd. Ofyllda symboler är interventionsgruppen och fyllda är referens- och kontrollgruppen

Som framgår av figur 13 var personalens tillfredsställelse med flertalet faktorer likartade för interventionsgruppen och referensgruppen. Flertalet faktorer skattades även likartat vid de tre tillfällena för interventionsgruppen. Störst variation finns för variablerna arbetstider, arbetsledning, och organisation av arbetet. Vid tillfälle III var man mindre nöjd med arbetsledning och organisation av arbetet (Friedmans test $\chi^2=9,90$; $p<0,01$ respektive $\chi^2=6,35$; $p<0,05$). Skillnaden i hur nöjd man var med arbetstider mellan tillfällena var inte signifikant. Den enda säkerställda skillnaden mellan tillfälle I och II fanns för i hur nöjd man var med arbetstiderna där man var signifikant mindre nöjd vid tillfälle II ($z= - 2,930$, $p<0,01$).

På frågan om det finns några förändringar i arbetsmiljön som Du tycker borde genomföras lämnade 22st av förskolepersonalen följande kommentarer vid tillfälle I (personal inom intervention och kontrollgrupp). De flesta ville ha minskat antal barn i grupperna, medan 12st ville att lokalerna skulle bullersaneras. Endast fyra kommentarer rörde andra arbetsmiljöfrågor.

En sammanfattning av kommentarerna:

- Mindre barngrupper
- Färre barn i gruppen eller större lokaler och fler personal
- Bullersanering på alla förskolor
- Renovering och ljuddämpning

- *Ljudnivån*
- *Rektor mer lyhörd*
- *Bättre kommunikation i arbetslaget*
- *Staket ut mot trafikerad gata*

4.1.2 Fysiska faktorer i innemiljön

I tabell 11 redovisas andelen personal som uppgav besvär ”de tre senaste månaderna” av olika innemiljöfaktorer ofta/varje vecka.

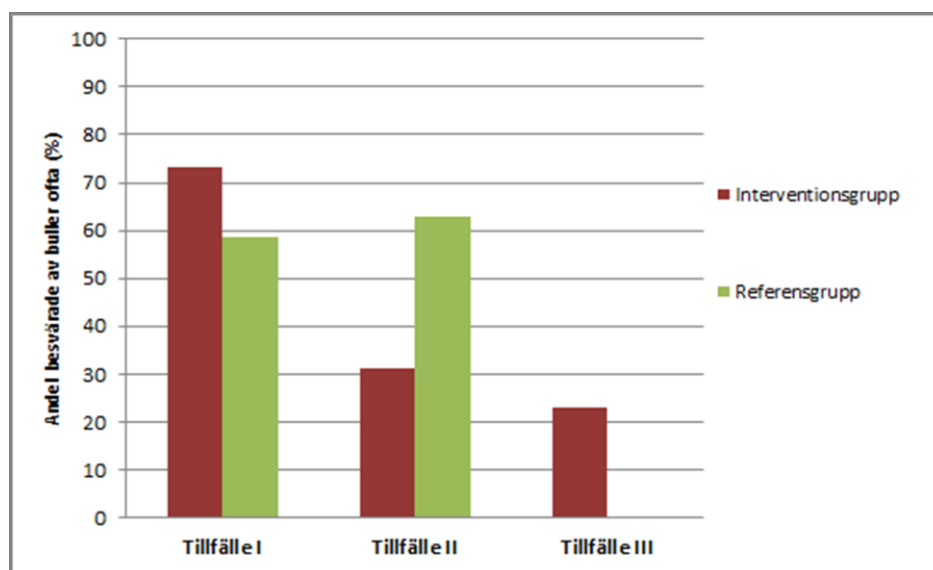
Tabell 11. Beskrivning av faktorer som påverkar inomhusmiljön. Redovisas som andelar

<i>Ofta/varje vecka</i>	<i>Tillfälle I (n=14-16)</i>	<i>Tillfälle II (n=16)</i>	<i>Tillfälle III (n=13-14)</i>	<i>Referens- grupp, tillfälle I (n=166-170)</i>	<i>Referens- grupp, tillfälle II (n=123-127)</i>
Drag	0	0	7,1	5,4	15,9
Hög rumstemperatur	18,8	12,5	0	17,3	7,9
Låg rumstemperatur	12,5	6,3	7,1	14,3	18,3
Instängd luft*	37,5	6,3	7,1	47,3	37,0
Torr luft	37,5	6,3	7,1	38,1	26,0
Obehaglig lukt*	14,3	6,3	7,1	19,5	20,5
Statisk elektricitet	6,7	0	0	5,3	6,3
Buller***	73,3	31,3	21,4	58,7	63,0
Belysning	12,5	6,3	15,4	11,8	15,9
Damm**	37,5	25,0	28,6	47,3	63,4

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Jämfört med referenspopulationen kunde signifikanta skillnader ses mellan tillfälle I och tillfälle II i interventionsgruppens rapportering av besvär av fyra fysiska faktorer i miljön. Instängd luft, obehaglig lukt, buller och damm rapporterades i mindre omfattning vid tillfälle II av interventionsgruppen (Fishers exakta test, $p < 0,05$; $p < 0,05$; $p < 0,001$; och $p < 0,05$ respektive).

Såväl frekvens av bullerstörning som grad av bullerstörning efterfrågades. I figur 14 redovisas andelen som besvärades ofta (varje vecka) av buller, i de olika grupperna samt vid de tre tillfällena.



Figur 14. Andelar av dem som är besvärade av buller ofta (varje vecka) vid tillfälle I, II, III för interventionsgruppen, tillfälle I och II för referensgruppen

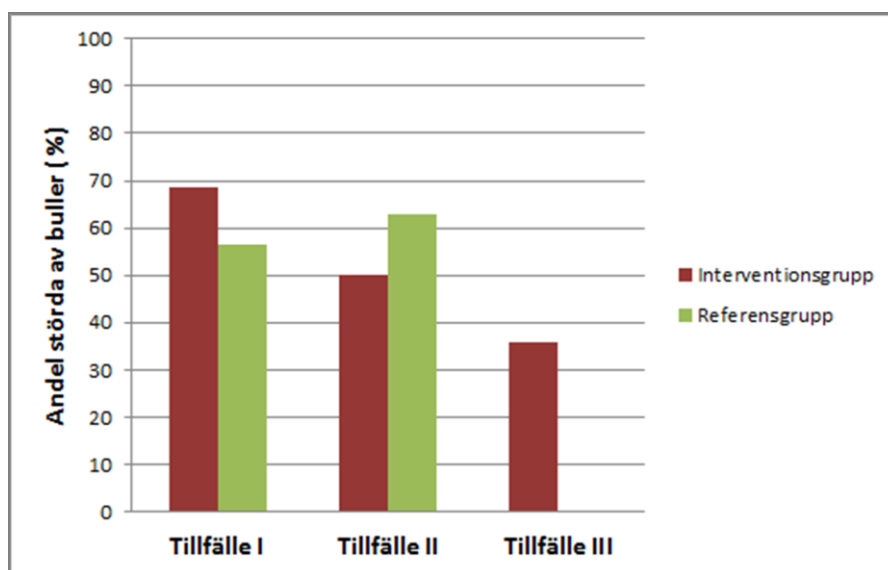
Andelen som stördes av buller ”ofta” var över 50% för båda grupperna före interventionen. Efter interventionen sjönk andelen som stördes ofta i interventionsgruppen till 30 procentenheter och vid tillfälle III var andelen störda ofta så låg som 21,4%. Denna sänkning var signifikant (Chi-sq= 11,29; p<0,01). Motsvarande sänkning kunde inte ses inom referensgruppen där andelen störda vid tillfälle I var likvärdig med tillfälle II (54,6% resp 61,5 %).

Graden av bullerstörning beskrivs i tabell 12, där störningen graderades från inte alls störd till oerhört störd.

Tabell 12. Grad av störning av buller på arbetsplatsen uttryckt i antal och andelar för tillfälle I, II och III

	Tillfälle I (n=16)		Tillfälle II (n=16)		Tillfälle III (n=14)	
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)
Inte alls	2	12,5	4	25,0	3	21,4
Störs något	3	18,8	4	25,0	6	42,9
Störs ganska mycket	3	18,8	6	37,5	3	21,4
Störs mycket	4	25,0	2	12,5	2	14,3
Störs oerhört	4	25,0	0	-	0	-

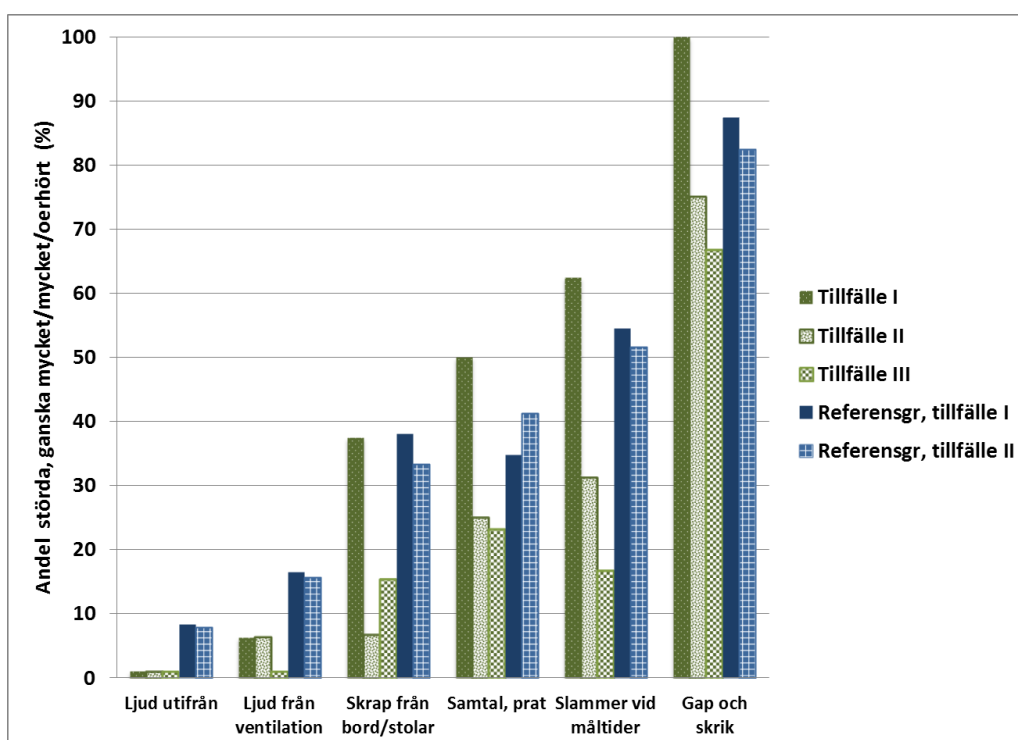
Andelen störda av buller i interventionsgruppen samt referenspopulationen vid de olika tillfällena visas i figur 15.



Figur 15. Andelen ganska mycket, mycket eller oerhört störda av buller i interventionsgruppen samt referensgruppen vid de tre tillfällena

Som framgår av tabell 12 och figur 14 sjönk andelen störda från tillfälle I till tillfälle II och III i interventionsgruppen från 69% (I), 50% (II) till 36% (III). Denna sänkning var statistiskt säkerställd (Friedmans test $\chi^2=10,56$; $p<0,01$). Vidare fann vi att en större andel rapporterade att störningen var lägre vid tillfälle II jämfört med tillfälle I i interventionsgruppen jämfört med referenspopulationen. (Fishers exakta test, $p<0,01$).

Ljud från gap och skrik följt av slammer vid måltider och samtal, prat var de ljudkällor som störde flest personer (figur 16).



Figur 16. Andelen störda av olika ljudkällor för interventionsgruppen och referensgruppen vid de olika mättillfällena

I figur 16 framgår även att andelen störda av olika ljudkällor i interventionsgruppen minskar från tillfälle I, till II och III. En större andel rapporterade att störningen av slammer vid måltider samt gap och skrik var signifikant lägre vid tillfälle II jämfört med tillfälle I i interventionsgruppen jämfört med referenspopulationen (Fishers exakta test =5,40, $p < 0,05$; samt 11,14, $p < 0,001$ respektive).

På frågan om man ansåg att det var några barn eller barngrupper som var särskilt påverkade av buller svarade personalen:

- *Alla barn påverkas av buller*
- *Barn som har koncentrationssvårigheter har det extra jobbigt*
- *Barn som har extra behov av avskildhet eller som själva är väldigt aktiva i leken, kan lätt bli uppjagade av för mycket buller/ljud*
- *"Stora" barn höjer rösten för att överrösta varandra, vilket resulterar i att barnen skriker till varandra trots att de sitter nära*
- *Barnen dras med i högljuddheten och blir likadana själva*
- *Pojkar hörs ofta mest*

I tabell 13 redovisas personalens uppfattning om vilka möjligheter som finns att förbättra ljudmiljön.

Tabell 13. Personalens uppfattning av möjligheter till förbättring av ljudmiljön. Svaren redovisas i andelar

	Tillfälle I (n=16)	Tillfälle II (n=16)	Tillfälle III (n=13)
Jag är nöjd med ljudmiljön som den är	0	18,8	15,4
Stora/ganska stora möjligheter till förbättring	62,6	25	15,4
Vissa/inga eller små möjligheter till förbättring	18,8	37,5	53,9
Vet inte	18,8	18,8	15,4

Av tabell 13 kan ses att fler är nöjda med ljudmiljön som den är efter interventionen, dock är denna andel förhållandevis liten och mindre än 20%. Detta tyder på att det fortfarande anses finnas mycket att göra för att förbättra ljudmiljön. Skillnaderna mellan tillfällena var inte statistiskt signifikanta. Svaren på frågan har din arbetsmiljö blivit bättre, sämre eller oförändrad med avseende på belysning, värme, kyla/drag, buller och estetik beskrivs i tabell 14.

Tabell 14. Beskrivning av arbetsmiljön efter intervention. Svaren redovisas i antal och andelar

	Blivit mkt förbättrad+ ganska mkt förbättrad		Blivit något förbättrad		Ingen förändring		Blivit något försämrad		Blivit ganska mkt försämrad+ mkt försämrad		Differens (95% KI)
	<i>Antal</i>	<i>Andel (%)</i>	<i>Antal</i>	<i>Andel (%)</i>	<i>Antal</i>	<i>Andel (%)</i>	<i>Antal</i>	<i>Andel (%)</i>	<i>Antal</i>	<i>Andel (%)</i>	
Belysning (n=16)	11	68,8	3	18,8	0	-	1	6,3	1	6,3	1,7*** (0,96-2,54)
Värme (n=16)	5	31,3	1	6,3	10	62,5	0	-	0	-	0,81* (0,19-1,43)
Kyla/drag (n=15)	5	33,3	0	-	10	66,7	0	-	0	-	0,80* (0,13-1,47)
Buller (n=15)	8	53,3	6	40,0	1	6,7	0	-	0	-	1,8*** (1,24-2,36)
Estetik (n=16)	13	81,3	1	6,3	1	6,3	1	6,3	0	-	2,06*** (1,43-2,69)

Samtliga fysiska faktorer i miljön upplevdes som förbättrade vid tillfälle II jämfört med tillfälle I. Buller, belysning samt estetik var de som bedömdes förbättrade av flest personer.

Efter renoveringen frågade vi också om åtgärderna motsvarade förväntningarna vad gäller ljudmiljön och det estetiska i lokalerna (tabell 15). Som framgår motsvarade åtgärderna i stort sett eller helt förväntningarna hos flertalet.

Tabell 15. Motsvarar åtgärderna vid renoveringen vad du förväntade dig? Redovisas i antal som svarat

n=16	<i>Hade inga förväntningar</i>				
	<i>Inte alls</i>	<i>I viss mån</i>	<i>I stort sett</i>	<i>Helt</i>	
Ljudmiljömässigt	0	2	7	4	3
Visuellt/estetiskt	0	0	7	5	4

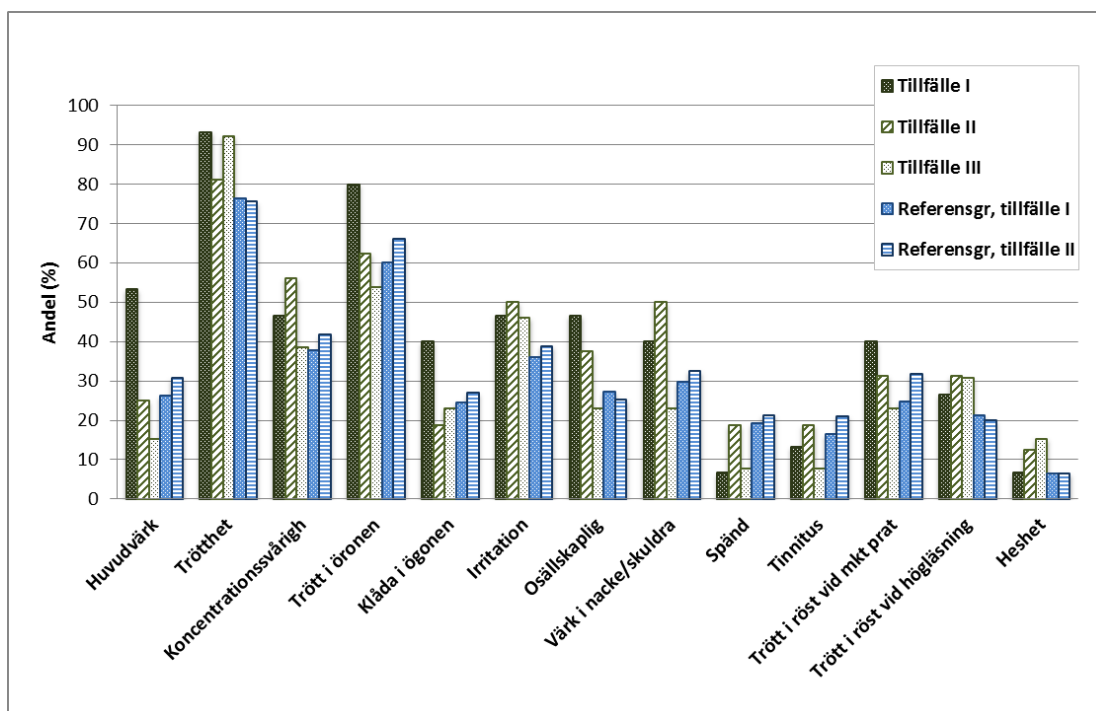
4.1.3 Samband mellan hälsa och arbetsmiljö

I tabell 16 anges andel som rapporterat symptom eller besvär under eller efter arbetet någon gång per vecka eller oftare.

Tab 16. Symptom eller besvär under eller efter arbetet, någon gång varje vecka, flera gånger varje vecka och varje dag, redovisat i antal och andelar

<i>Symptom/besvär</i>	<i>Tillfälle I (n=15)</i>		<i>Tillfälle II (n=16)</i>		<i>Tillfälle III (n=13)</i>	
	<i>Antal</i>	<i>Andel (%)</i>	<i>Antal</i>	<i>Andel (%)</i>	<i>Antal</i>	<i>Andel (%)</i>
Huvudvärk	8	53,3	4	25,0	2	15,4
Trötthet	14	93,3	13	81,3	12	92,4
Koncentrations-svårigheter	7	46,7	9	56,3	5	38,5
Trött i öronen	12	80,0	10	62,5	7	53,9
Klåda, sveda, irritation i ögonen	7	46,7	3	18,8	3	23,1
Irritation, ilska	7	46,7	8	50,1	6	46,2
Osällskaplig/vill bli lämnad ifred	7	46,7	6	37,6	3	23,1
Värk i nacke/skuldra	6	40,0	8	50,1	3	23,1
Spänd/olustig utan påtaglig anledning	1	6,7	3	18,8	1	7,7
Tinnitus	2	13,3	3	18,8	1	7,7
Trött i röst och hals i samband med mycket pratande	6	40,0	5	31,3	3	23,1
Trött i röst och hals i samband med högläsning	4	26,6	5	31,3	4	30,8
Heshet utan att vara förkyld	1	6,7	2	12,5	2	15,4

Symptomen trötthet, trött i öronen rapporterades i mycket hög utsträckning förekomma flera gånger varje vecka eller oftare (över 80%) vid tillfälle I. Ingen förändring mellan tillfällena kunde ses för trötthet däremot kunde en signifikant skillnad ses mellan tillfällena för trött i öronen (Friedmans test $\chi=6,4$, $p<0.05$). Övriga symptom var inte signifikant skilda inom gruppen mellan de olika tillfällena.



Figur 17. Andelen som rapporterade olika besvär någon gång varje vecka eller oftare, i interventionspopulationen mätt vid tillfälle I, II och III samt andelen besvär i referensgruppen vid tillfälle I och II i Mölndals stads förskolor

I figur 17 redovisas förekomst av symptomen rapporterade av interventionsgruppen tillsammans med förekomst av symptom från referensgruppen. Det kan för flera symptom ses ett mönster där andelen som rapporterar besvär varje vecka eller oftare initialt är högre i interventionspopulationen för att efter interventionen minska något. Efter interventionen var andelen besvär ungefär lika i flertalet fall jämfört med referenspopulationen.

Andelen som rapporterade en förändring av besvär från tillfälle I till II var signifikant skild mellan interventionsgruppen och referenspopulationen för besvären: huvudvärk, trött i öronen samt spänd. Se tabell 17.

Tabell 17. Besvär som skilde sig signifikant åt mellan interventions- och referensgruppen. Procent som rapporterade bättre vid tillfälle II jämfört med tillfälle I samt antal inom parentes

% Bättre	Interventionsgrupp	Referensgrupp	Signifikansvärde #
Huvudvärk	50% (7)	17% (22)	p=0,008 **
Trött i öronen	57% (8)	23% (30)	p=0,010 **
Spänd	57% (8)	18% (23)	p=0,002 **

Fishers exakta test

Inga skillnader före och efter interventionen kunde ses i röststrängning eller röstbesvär (tabell 18).

Tabell 18. Besvär som rapporteras någon gång varje vecka, flera gånger varje vecka eller varje dag

	Tillfälle I (n= 15-17)		Tillfälle II (n=15- 16)		Tillfälle III (n=14)		Referensgr Tillfälle I (n=169-171)		Referensgr Tillfälle II (n=124-125)	
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)
Hur ofta man måste ta i med rösten för att höras?	12	71	11	73	13	93	124	72	88	70
Händer det att rösten inte håller hela arbetsdagen utan att man är förkyld?	1	7	1	6	0	-	4	2	7	6

Mer än 70% av personalen behövde ta i med rösten för att höras någon gång varje vecka eller oftare.

I tabell 19 kan ses att mindre än hälften av personalen hade gjort en hörselundersökning de senaste fem åren.

Tabell 19. Andelar och antal som svarat ja på hörselrelaterade frågor

	Tillfälle I (n=16)		Tillfälle II (n=16)		Tillfälle III (n=13)	
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)
Har du gjort hörselundersökning senaste 5 åren?	7	43,8	Frågan ej ställd	-	4	30,8
Har du hörselnedsättning/skada?	3	18,8	Frågan ej ställd	-	1	7,7
Besvär att uppfatta tal i en miljö där många talar samtidigt	8	50	10	66,7	9#	69,2#

frågan formulerad: svårighet att uppfatta tal på arbetet i en miljö där många talar samtidigt

4.2 Föräldrars rapportering av barns trivsel och hälsa

4.2.1 I förskolan

Flertalet barn eller över 90 % trivdes på förskolan oftast eller alltid enligt föräldrarnas bedömning. Inga skillnader mellan grupper eller över tid kunde ses. Det kan dock noteras att 6 barn vid tillfälle I, trivdes aldrig eller bara ibland i interventionsgruppen men att det endast var ett barn som bara trivdes ibland vid tillfälle II. I kontrollgruppen trivdes samtliga oftast eller alltid (tabell 20).

Tabell 20. Trivs ditt barn på förskolan uttryckt i antal och andelar vid tillfälle I och II för interventions- och kontrollgruppen

	Tillfälle I (n=59)		Tillfälle II (n=49)		Kontrollgrupp, tillfälle I (n=24)		Kontrollgrupp, tillfälle II (n=26)	
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)
Aldrig	2	3,4	0	-	0	-	0	-
Ibland	4	6,8	1	2,0	0	-	0	-
Oftast	19	32,2	18	36,7	17	70,8	15	57,7
Alltid	34	57,6	30	61,2	7	29,2	11	42,3

I tabell 21 redovisas föräldrarnas bedömning av barnens hälsa.

Tabell 21. Hur bedömer du ditt barns allmänna hälsotillstånd vid tillfälle I och II uttryckt i antal och andelar

	Tillfälle I (n=59)		Tillfälle II (n=48)		Kontrollgrupp, tillfälle I (n=24)		Kontrollgrupp, tillfälle II (n=26)	
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)
Mycket gott	42	71,2	23	47,9	12	50,0	6	23,1
Gott	16	27,1	18	37,5	8	33,3	13	50,0
Någorlunda	1	1,7	6	12,5	4	16,7	6	23,1
Dåligt	0	-	1	2,1	0	-	1	3,8

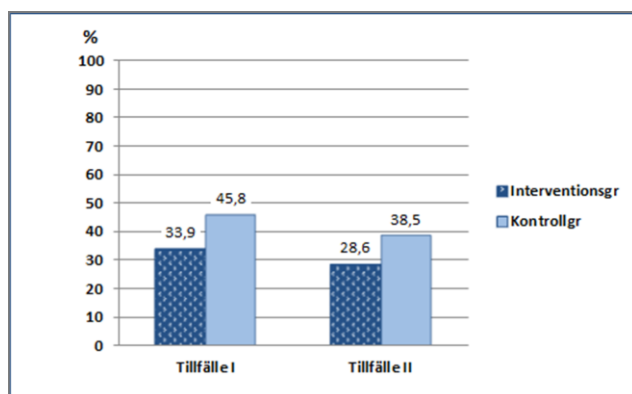
En övervägande andel av föräldrarna bedömde sina barns hälsotillstånd som mycket gott eller gott. Både i interventionsgruppen och i kontrollgruppen bedömdes barnens hälsotillstånd vara gott av fler föräldrar vid tillfälle I jämfört med tillfälle II och inga signifikanta skillnader mellan grupperna kunde ses.

Barnens dagliga aktiviteter ansågs av föräldrarna mest påverkas av symptomen magont/illamående 16,7 resp 10,6% (vid tillfälle I och II), svårt att somna 11,3 resp 10,6% samt trötthet 14 resp 20,8%. På frågan vad föräldrarna tror symptomen kan bero var svaren relativt jämnt fördelade på alternativen: barnets sjukdom, situationen på

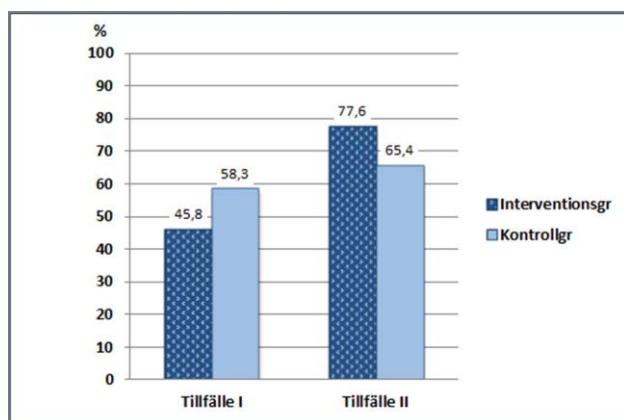
förskolan, hem och familjesituationen och annat/vet ej. Trötthet rapporterades dock bero på situationen på förskolan i fem fall och i kombination med hem och familjesituationen samt annat i ytterligare två fall vid tillfälle I. Totalt ansågs således situationen i förskolan utgöra bidragande orsak till trötthet i 87,5% av fallen. Vid tillfälle två angavs trötthet bero på situationen på förskolan i fyra fall samt i kombination med hem och familjesituationen i ett fall, totalt utgörande 50% av fallen.

Ungefär 40% av barnen hade undersökt sin hörsel vid tillfälle I. Andelen som undersökt hörseln skilde sig inte åt mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen. Andelen barn med hörselnedsättning var 2% vid tillfälle I och II. Endast ett barn hade klagat över öronsus (tinnitus) de 3 senaste månaderna.

Andelen föräldrar som upplevde att deras barn pratar med hög röst (ofta/alltid) samt andelen som bett sina barn sänka ljudnivån på TV, dator eller musik, ibland eller så gott som dagligen de senaste 3 månaderna, redovisas i figur 18 och 19 för interventionsgrupp och kontrollgrupp för tillfälle I och II.

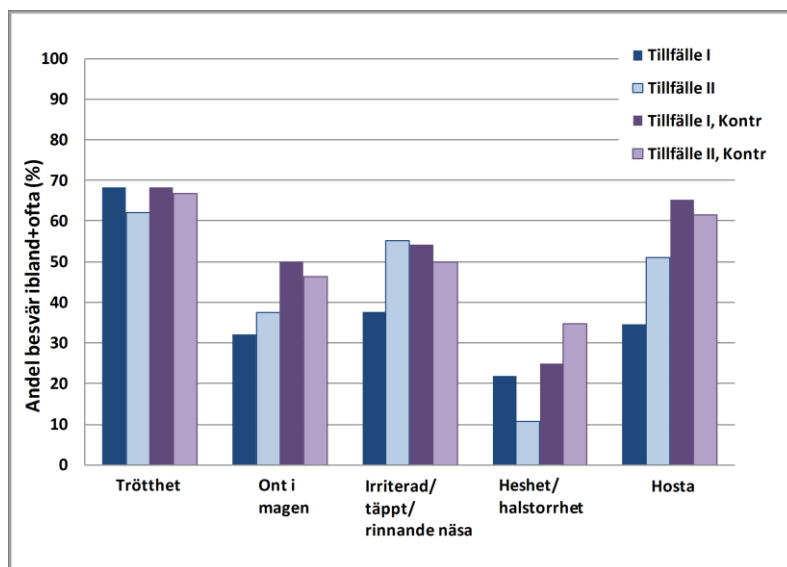


Figur 18. Andelen föräldrar som upplevde att deras barn pratar med hög röst ofta eller alltid



Figur 19. Andelen föräldrar som bett sitt barn att sänka ljudnivån på TV, dator eller musik, ibland/så gott som dagligen, i interventions- och kontrollgruppen

Inga signifikanta skillnader kunde påvisas mellan grupper eller tillfällena. Andelen föräldrar som rapporterar att barnen pratar med hög röst ofta/alltid är dock hög. Likaså är andelen föräldrar som ber sina barn att sänka ljudnivån hög.



Figur 20. Föräldrars rapportering av de mest frekventa besvären hos sina barn. Antalet barn inom interventionsgruppen var vid tillfälle I 54-57st och vid tillfälle II 45-49st. Inom kontrollgruppen var antalet barn 22-24st vid tillfälle I och 24-26st vid tillfälle II.

I figur 20 visas föräldrars rapportering av de mest frekventa besvären.

Inga signifikanta skillnader i rapporterad frekvens av symptom vid tillfälle I och II kunde ses inom interventionsgruppen. Signifikanta skillnader mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen kunde ses i frekvensen av de symptom som redovisas i tabell 22 vid tillfälle I och II.

Tabell 22. Besvär som skilde sig signifikant åt mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen. Procent som rapporterade bättre vid tillfälle II jämfört med tillfälle I samt antal inom parentes

% Bättre	Interventionsgrupp	Kontrollgrupp	Signifikansvärde #
Irriterad, täppt, rinnande näsa	2,2 (1)	34,8 (8)	14,05 ***
Hosta	4,3 (2)	23 (30)	5,609 *
Torr eller rodnad hud i ansiktet	57 (8)	17 (23)	8,52 ***

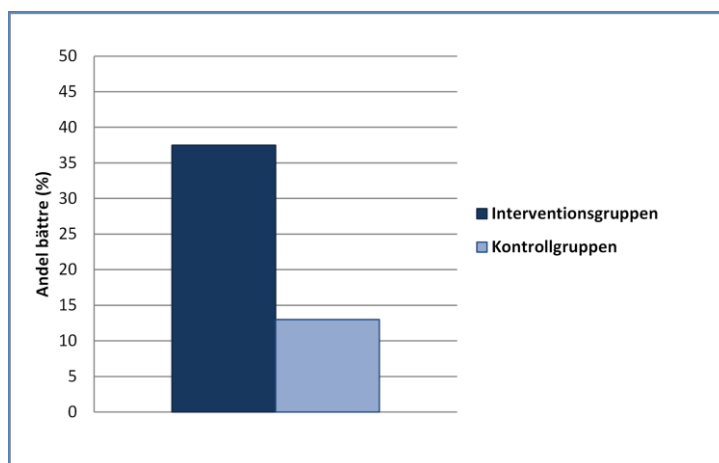
Friedmans test

Av barnens symptom var trötthet det symptom som flest föräldrar tror beror på förskolemiljön. En förhållandevis stor andel av de som har huvudvärk, irriterad, täppt eller rinnande näsa samt heshet tros även bero på förskolemiljön, se tabell 23.

Tabell 23. Andelen föräldrar som svarat ja på frågan om de tror att barnens besvär beror på förskolemiljön

	Tillfälle I		Tillfälle II		Kontrollgrupp, tillfälle I		Kontrollgrupp, tillfälle II	
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)
Trötthet	27	69,2	10	50,0	10	71,4	9	64,3
Huvudvärk	1	20,0	2	40,0	1	14,3	3	33,3
Klåda, sveda, irritation i ögonen	1	11,1	0	-	0	-	2	28,6
Irriterad, täppt eller rinnande näsa	7	35,0	7	35,0	5	55,6	5	55,6
Heshet, halstorrhet	7	46,7	2	40,0	3	60	5	62,5
Hosta	4	23,5	3	15,8	5	50	5	41,7
Torr eller rodnad hud i ansiktet	1	20,0	1	16,7	0	-	0	-
Fjällning	1	14,3	0	-	0	-	0	-
Torr kliande hud på händerna	0	-	1	33,3	0	-	2	50,0
Ont i magen	3	15,8	4	26,7	1	9,1	2	25

Innemiljön upplevdes bättre av föräldrarna vid tillfälle II jämfört med tillfälle I. En signifikant högre andel rapporterade att innemiljön var bättre (37,5%) inom interventionsgruppen jämfört med 13% i kontrollgruppen ($\chi^2=4,465$; $p<0,05$) (figur 21).



Figur 21. Föräldrars upplevelse av innemiljön. Andelen som angav bättre innemiljö vid tillfälle II jämfört med tillfälle I

På frågan om hur föräldrarna upplevde ljudnivån på förskolan var skillnaden mellan tillfälle I och II för interventionsgruppen jämförbar med motsvarande förändring inom kontrollgruppen. Dock upplevde föräldrarnas inom interventionsgruppen att ljudnivån var något lägre vid tillfälle II (parad t-test; medel I=6,3 vs medel II=5,8 ; $z=2,027$; $p<0,043$).

Andelen föräldrar som tycker att buller i förskolan påverkar sitt barns beteende ganska mycket, mycket eller oerhört mycket redovisas i tabell 24. Bland de föräldrar som svarat ja på frågan om påverkan av beteende svarade flera föräldrar att buller i förskolan leder till att barn pratar med högt röstläge, samt blir trötta. Inga signifikanta skillnader kunde ses mellan tillfällena eller grupper (tabell 24).

Tabell 24. Påverkar buller i förskolan mitt barn

	Tillfälle I (n=59)		Tillfälle II (n=49)		Kontrollgrupp, tillfälle I (n=25)		Kontrollgrupp, tillfälle II (n=26)	
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)
Buller i förskolan påverkar mitt barns beteende (ganska mkt/mycket/oerhört mkt)	28	47,5	18	37,5	10	43,5	12	46,2
Pratar med högt röstläge	35	59,3	28	57,1	13	52,0	12	48,0
Trötthet	22	37,3	17	34,7	8	32,0	7	28,0
Otåliga/rastlösa	4	6,8	9	18,4	2	8,0	4	15,4
Koncentrations-svårigheter	2	3,4	3	6,1	2	8,0	0	-

4.2.2 Hemma

Svaren på frågan ”Hur har ditt barn mått under de senaste månaderna, när ni kommer hem efter en dag på förskola” visas i tabell 25. Som framgår är fördelningen mellan tillfälle I och II likartade.

Tabell 25. ”Hur har ditt barn mått de senaste månaderna efter en dag på förskolan” uttryckt i antal och andelar vid tillfälle I och II för interventionsgruppen

	Tillfälle I (n=59)				Tillfälle II (n=49)			
	Sällan/aldrig+ någon/några ggr/månad		Någon/några ggr/vecka+ varje dag/ nästan varje dag		Sällan/aldrig+ någon/några ggr/månad		Någon/några ggr/vecka+ varje dag/ nästan varje dag	
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)
Trött em	31	52,5	28	47,5	29	59,2	20	40,8
Gå och lägga sig	50	84,7	9	15,3	46	93,9	3	6,1
Svårt att somna	51	86,4	8	13,6	42	85,7	7	14,3
Trött på morgonen	46	83,6	9	16,4	38	77,6	11	22,4

4.3 Barn

4.3.1 Ljudmiljön i förskolan

Hur ofta barnen hörde starka, höga ljud, arga, skrikande ljud och skärande, rivande ljud och tycker de då att det känns i kroppen redovisas i tabell 26.

Tabell 26. Barnens reaktioner på ljud i förskolan vid tillfälle I och II

Hur ofta hör du? (% ofta/jätteofta)	Tillfälle I	Tillfälle II	Signifikansvärde
	Andel (%) (antal)	Andel (%) (antal)	
Starka, höga ljud	55,4 (31)	51,8 (29)	E S
Arga skrikande ljud	61,0 (37)	57,1 (32)	E S
Skärande rivande ljud	36,4 (20)	20,0 (11)	Q=5,40; p=0,02#
När du hör känns det då i dig eller din kropp? (% ja)			
Starka, höga ljud	58,5 (31)	69,8 (37)	E S
Arga skrikande ljud	56,1 (32)	63,2 (36)	E S
Skärande rivande ljud	55,3 (26)	59,6 (28)	E S

Cochrans test

Vi frågade också hur barnen kände sig när de hörde de olika ljuden. De kunde då peka på de olika figurer som visas i figur 8 och som beskrev hur de kände sig på en skala från glada/trygga till ledsna/rädda och snäll/vänlig till arg/irriterad (tabell 27).

Tabell 27. Hur barnen känner sig när de hör olika ljud i förskolan

Hur känner du dig när du hör: Skala: glad/trygg - ledsen/rädd (median)	Tillfälle I	Tillfälle II	Signifikansvärde
Starka, höga ljud	2,0	3,0	E S
Arga skrikande ljud	1,5	2,0	E S
Skärande rivande ljud	3,0	2,0	E S
Hur känner du dig när du hör: Skala: Snäll/vänlig - arg/irriterad (median)			
Starka, höga ljud	3,0	3,0	E S
Arga skrikande ljud	2,0	3,0	E S
Skärande rivande ljud	3,0	3,0	E S

Friedmans test

Barnen fick också tala om vad de gjorde när det var mycket ljud i rummet och hur ofta. Gick de undan, höll de för öronen och/eller sa de till fröken. Frågorna ”måste du ta i med rösten för att höras” och ”upplever du att fröken/läraren ropar eller skriker när de pratar med dig eller de andra barnen” beskrivs i samma tabell (28).

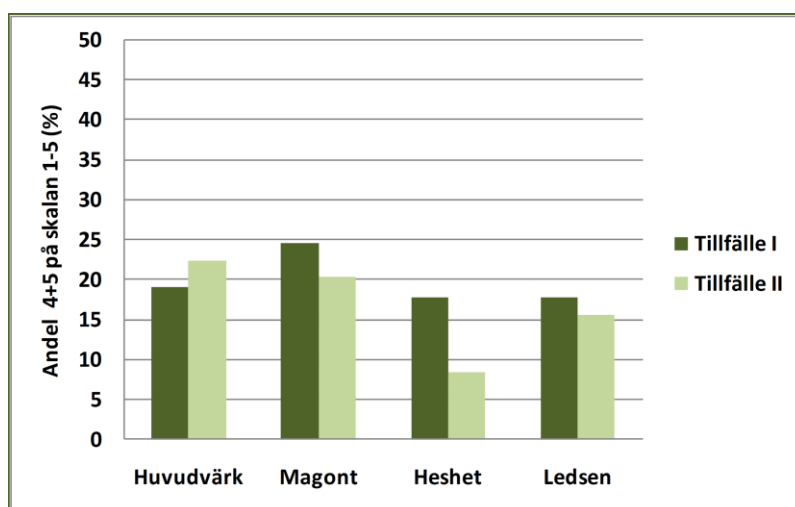
Tabell 28. Vad barnen gör när de hör olika ljud i förskolan

När det är mycket ljud (N=65)	Tillfälle I	Tillfälle II	Signifikansvärde #
Går undan (% ja)	70,2	66,7	E S
Hur ofta går du undan Nästan aldrig - alltid (median)	3,0	4,0	E S
Håller för öronen (%ja)	77,2	68,4	E S
Hur ofta håller du för öronen Nästan aldrig - alltid (median)	4,0	3,0	E S
Säger till fröken (% ja)	71,9	64,9	E S
Hur ofta säger du till fröken Nästan aldrig - alltid (median)	3,0	4,0	E S
Måste Du ta i med rösten för att höras Nästan aldrig - alltid (median)	3,0	4,5	E S
Upplever Du att fröken/läraren ropar eller skriker när dom pratar Nästan aldrig - alltid (median)	3,0	2,0	$\chi^2=3,125$; $p=0,07$

Friedmans test

4.3.2 Hälsa

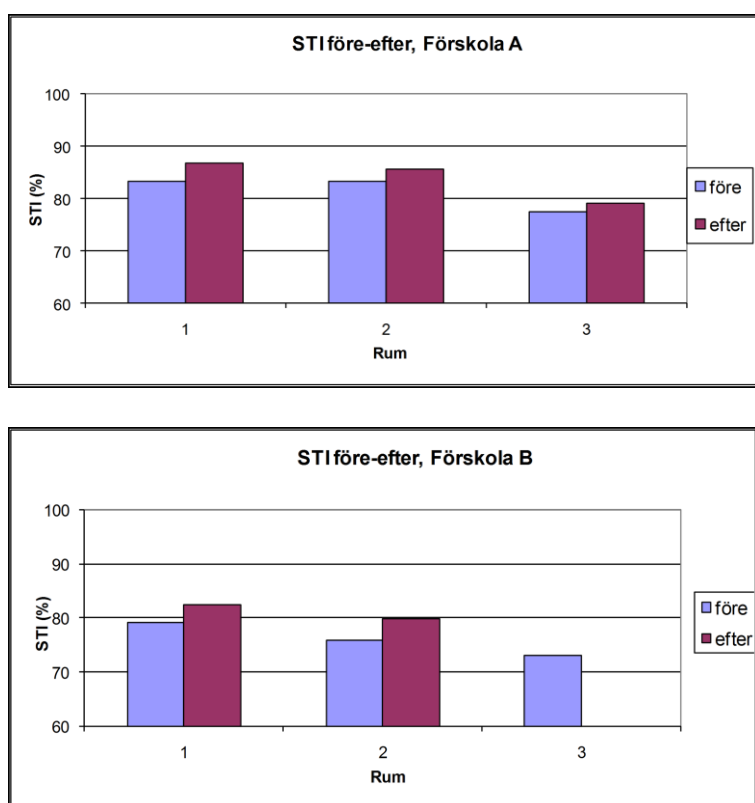
Barnens svar på hälsofrågorna ”har du haft ont i huvudet”, ”har du haft ont magen”, ”har du varit hes” besvarades med att peka på en 5-gradig skala från aldrig till ofta. På frågan ”hur har du känt dig de senaste dagarna”, kunde de svara på genom att peka på olika figurer som uttryckte glad – ledsen. Flertalet barn angav aldrig på frågorna om symptom och angav 1 motsvarande glad på skalan från glad till ledsen. En mindre andel angav 4 eller 5 på skalorna, denna andel redovisas i figur 22.



Figur 22. Andel som angav 4 eller 5 på skalan 1-5, på frågor om hälsa och välbefinnande vid tillfälle I (mörkgröna staplar) och II (ljusgröna staplar).

4.4 Rumsakustik

Olika rumsakustiska mått som efterklangstid, talinterferens och trumljud har mätts i tre avdelningar före och efter åtgärd. Undersökningarna visar att efterklangstiden överlag minskats i och med att akustikundertak satts in, med den största effekten i frekvensområdet 250-500 Hz. Samtliga uppmätta rum hade en god efterklangstid före åtgärderna eller i storleksordningen 0,5- 0,6 s. Minskningen uppgår i storleksordningen till 0,1 s. Ökningen av absorptionsarean har även lett till en minskad diffusitet, d v s ett ökat Interaural-cross-korrelationsvärde (IACC). I allmänhet är det önskvärt att ha en hög grad av diffusitet för att ljudet/ musiken ska "omsluta" lyssnaren. I vanliga rum som förskolerum är det oklart huruvida man vill ha högt eller lågt IACC eller om IACC är användbart överhuvudtaget. En viss förbättring i taluppfattbarhet (Speech Transmission Index; STI) kan ses i flertalet rum se figur 23. Ett STI på 75-100% motsvarar högsta taluppfattbarhet, "excellent", varvid samtliga rum får anses ha mycket god taluppfattbarhet även före åtgärder.



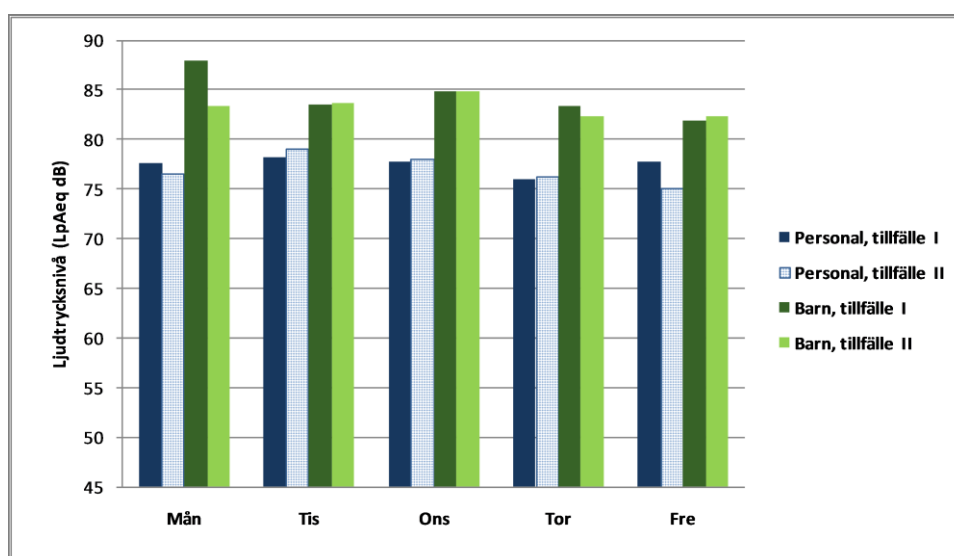
Figur 23. Förändringen av taluppfattbarhet mätt som STI, i olika rum på två förskolor före och efter åtgärder

En generell iakttagelse är att samtliga mått före åtgärder var inom godtagbara nivåer, och att man genom åtgärderna uppnådde ytterligare något bättre förhållanden. Se [7] för utförligare redovisning.

4.5 Ljudnivåmätningar

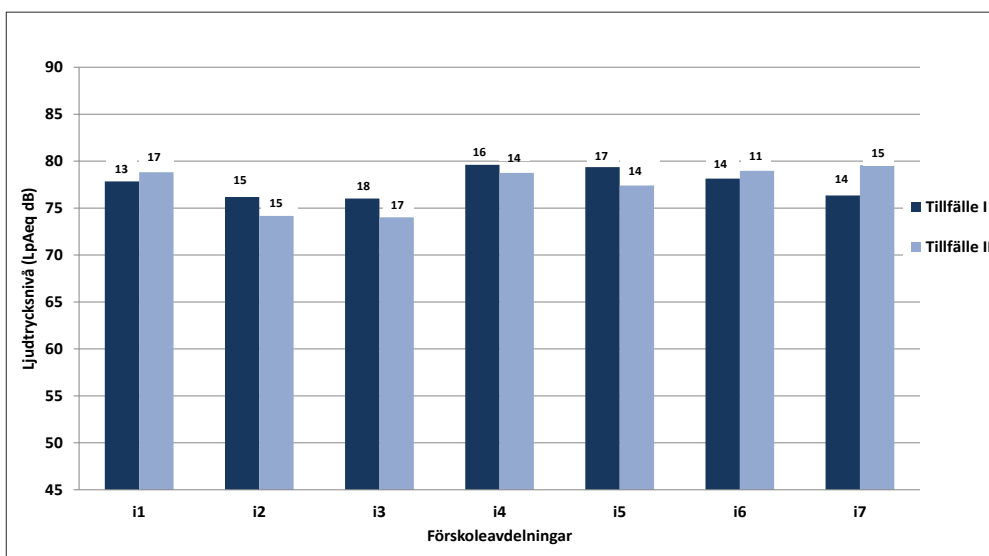
4.5.1 Resultat från personburna mätningar

I figur 24 visas medelvärden för den ekvivalenta ljudtrycksnivån (L_{pAeq} dB) från personburna mätningar på personal och barn före och efter intervention jämfört med de olika veckodagarna.



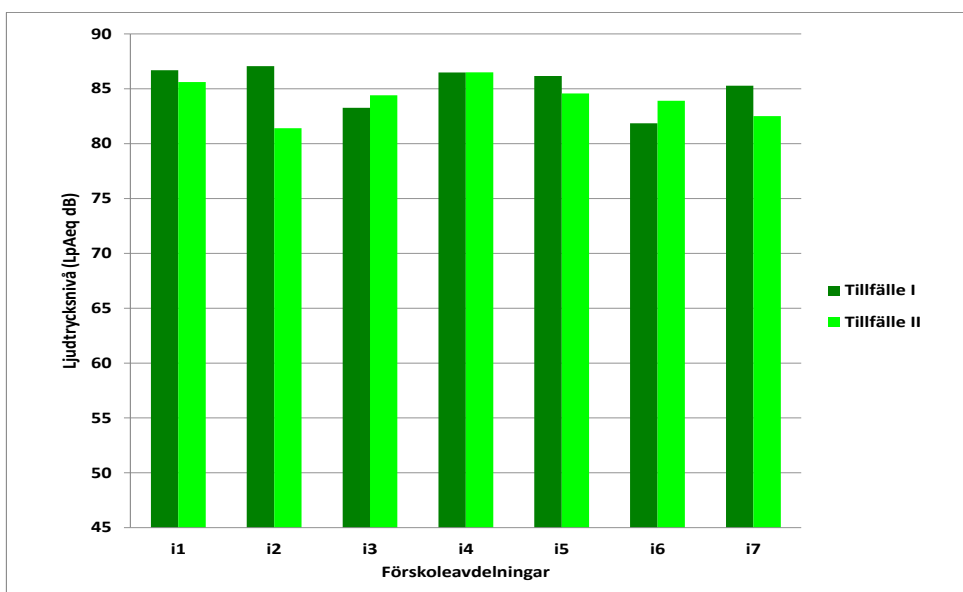
Figur 24. Geometriskt medelvärde av ljudtrycksnivån med standardavvikelse från personburna mätningar på personal och barn vid tillfälle I och II jämfört med de olika veckodagarna, L_{pAeq} dB

Som framgår är medelvärdet av skillnaden mellan veckodagar liten. I figur 25 redovisas de ekvivalenta ljudtrycksnivåerna (L_{pAeq} dB) före och efter intervention för respektive avdelning från personburna mätningar på personal. Antalet barn för varje avdelning är angivet ovanför staplarna.



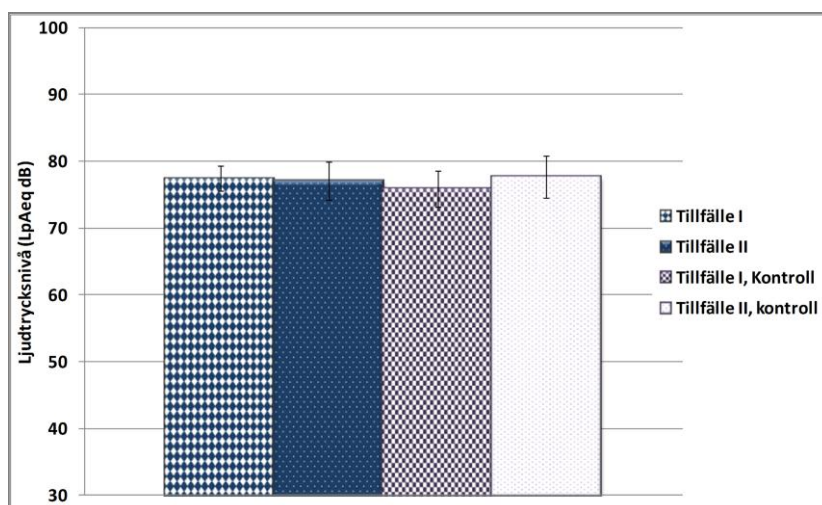
Figur 25. Jämförelse av ljudtrycksnivån för personburna mätningar på personal på de olika avdelningarna vid tillfälle I och II, uttryckta i geometriska medelvärden för den ekvivalenta nivån (LpAeq dB). För varje stapel är antalet barn angivet

I figur 26 redovisas ljudtrycksnivåerna som geometriska medelvärden för personburna mätningar på barn för de olika avdelningarna i interventionsgruppen vid tillfälle I och II.



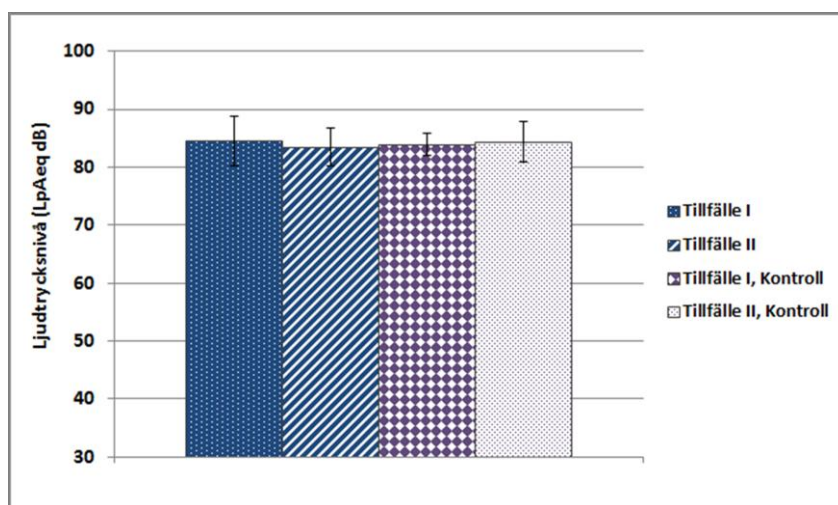
Figur 26. Jämförelse av ljudtrycksnivån för personburna mätningar på barn på de olika avdelningarna vid tillfälle I och II, uttryckt i geometriska medelvärden för den ekvivalenta nivån (LpAeq dB)

Geometriska medelvärden och standardavvikelser (SD) av ljudtrycksnivåerna för personburna mätningar på personal vid tillfälle I och II för interventions- och kontrollgruppen visas i figur 27.



Figur 27. Ljudtrycksnivåerna för personburna mätningar för personal vid tillfälle I och II för

Ljudtrycksnivåernas geometriska medelvärde och standardavvikelse (SD) för personburna mätningar hos barn vid tillfälle I och II för interventionsgruppen visas i figur 28.



Figur 28. Ljudtrycksnivåerna för personburna mätningar för barn vid tillfälle I och II för interventions- och kontrollgruppen

I tabell 29 visas medelvärde och 95 % konfidensintervall av personburna mätningar före och efter intervention av den ekvivalenta och maximala ljudnivån. Mätvärdena representerar tid som vistas inomhus under dagen (T_i) för sju förskolor med mätningar under fyra till fem dagar och där två barn och två personal mättes per dag., Totalt blir detta 61 mätningar per barn och 66 mätningar per personal före intervention och 55 mätningar per barn och 66 mätningar per personal efter intervention. Mätningar i kontrollgruppen består av 18 mätningar per barn och 18 mätningar per personal från tre avdelningar vid tillfälle I och 20 mätningar per barn och 23 mätningar per personal vid tillfälle II. Differensen anger skillnaderna i ljudnivå mellan barnen och personalen.

I analysen har medelvärdet använts från två dosimetrar per dag under fem dagar och avdelning och vi har använt 31 observationer för att räkna 95% konfidensintervall.

Tabell 29. Medelvärden av personburna mätningar för barn och personal för de ekvivalenta (L_{pAeq} dB) och maximala nivåerna (L_{pAFmax} dB). Differensen av barn och personalmätningar med konfidensintervall för interventionsgruppen och kontrollgruppen vid tillfälle I och tillfälle II

		L_{pAeq} Ti dB			L_{pAFmax} dB		
		Barn (95% KI)	Personal (95% KI)	Diff. (95% KI)	Barn (95% KI)	Personal (95% KI)	Diff. (95% KI)
Intervent.- grupp	Tillfälle I	85 (83,0-86,0)	77 (76,8-78,1)	7,0 (5,4-8,6)	118 (116,4-119,0)	109 (107,4-109,8)	9,1 (7,2-10,9)
	Tillfälle II	83 (82,2-84,6)	77 (76,1-78,1)	6,4 (4,8-7,9)	117 (116,0-118,4)	108 (106,8-109,6)	9,1 (7,2-10,9)
	Tillfälle I	84 (82,8-85,2)	76 (74,1-77,7)	8,1 (5,7-10,4)	118 (117,1-119,9)	109 (106,7-110,9)	9,6 (6,9-12,4)
Kontroll- grupp	Tillfälle I	84 (82,3-86,5)	78 (75,8-79,6)	6,7 (3,7-9,8)	118 (115,8-119,8)	108 (106,5-110,1)	9,5 (6,6-12,4)
	Tillfälle II						

Tabellen visar att både barn och personal exponeras för höga ljudnivåer, där barnens ekvivalenta och maximala nivåer ligger vid och över arbetsmiljöverkets gränsvärden för undvikande av hörselskadligt buller vid 8 timmars daglig vistelse. För barn och personal bidrar dock även den egna rösten till de höga ljudnivåerna. Barnen har signifikant högre värden än personalen vid samtliga mättillfällen i båda grupperna (t-test, $p < 0.001$). Differensen mellan barns och personalens dos uppgår till mellan 6 och 8 dB L_{pAeq} och mellan 9-10 dB L_{pAFmax} . Mätningarna visar endast på marginella förändringar av ljudnivåer efter jämfört med före intervention.

4.5.2 Resultat från stationära mätningar

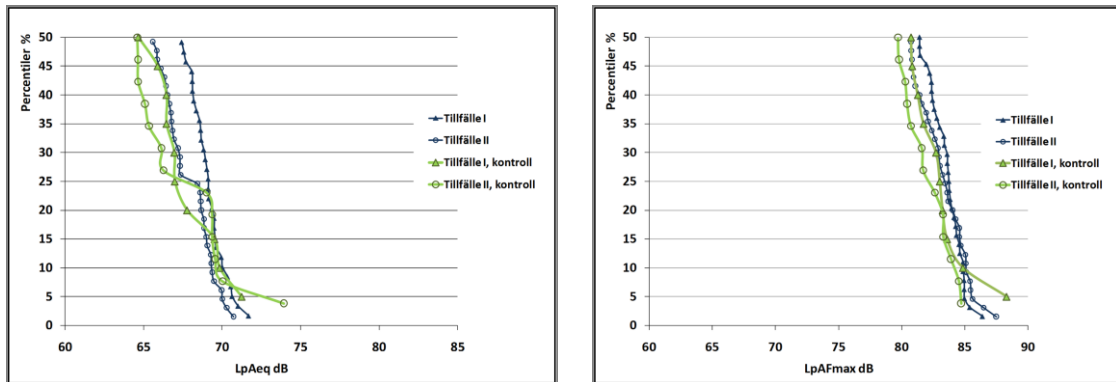
De aritmetiska medelvärdena för den A-vägda ekvivalenta och den maximala ljudtrycksnivån presenteras för respektive rum i tabell 30. Medelvärdena visas för tillfälle I och II samt differensen mellan tillfällena med 95% konfidensintervall uppdelat på interventions- och kontrollgrupp. Byggrum saknar mätvärden i kontrollgruppen.

Tabell 30. Aritmetiskt medelvärde för den A-vägda ekvivalenta ljudtrycksnivån som överskreds 50 % av tiden eller mindre

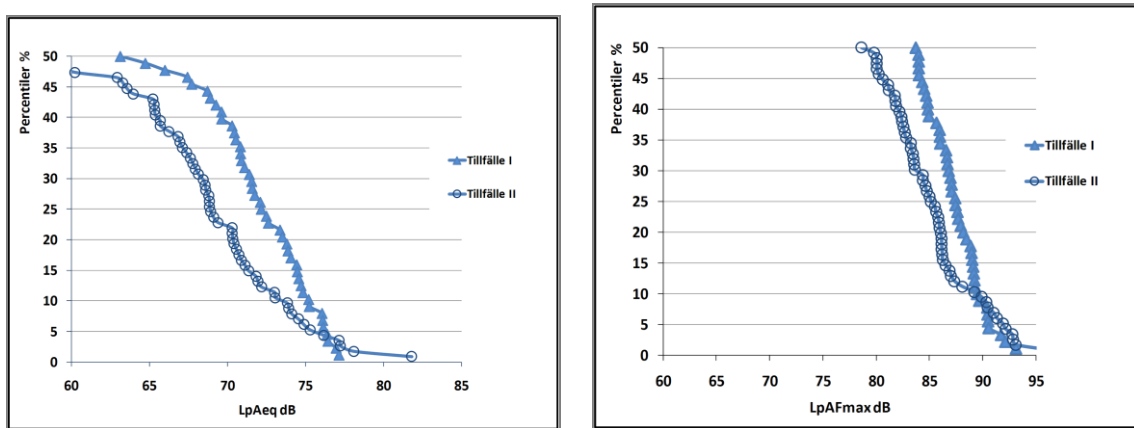
		LpAeq dB			LpAFmax dB		
		Tillfälle I	Tillfälle II	Differens (95%KI)	Tillfälle I	Tillfälle II	Differens (95%KI)
Interventions- grupp	Matrum	69	68	1,2 (0,6-1,8)	84	83	0,3 (-0,5-1,1)
	Lekhall	69	66	3,75 (-0,8-7,6)	87	83	4,57(0,7-8,4)
	Byggrum	72	69	2,9 (1,3-4,5)	87	85	2,03 (0,8-3,3)
Kontrollgrupp	Matrum	68	68	0,04 (-2,1-2,2)	83	82	1,00 (-0,8-2,8)
	Lekhall	67	67	0,30 (-2,7-3,4)	83	83	-0,11 (-2,7-2,5)
	Byggrum	-	-	-	-	-	-

I interventionsgruppen kan ses en signifikant sänkning av den A-vägda ekvivalenta ljudnivån vid tillfälle II i matrum (t-test, $p < 0.001$) och byggrum (t-test, $p < 0.001$). Den maximala ljudtrycksnivån har sänkts i lekhall (t-test, $p < 0.001$) och i byggrum (t-test, $p < 0.001$). I kontrollgruppen har inga sänkningar av ljudnivån kunnat påvisas. Även om sänkningen av den uppmätta ljudnivån är signifikant och sannolikt påtaglig i lekhallen samt märkbar i byggrummet, så leder inte åtgärderna till någon väsentlig förbättring av ljudnivån överlag.

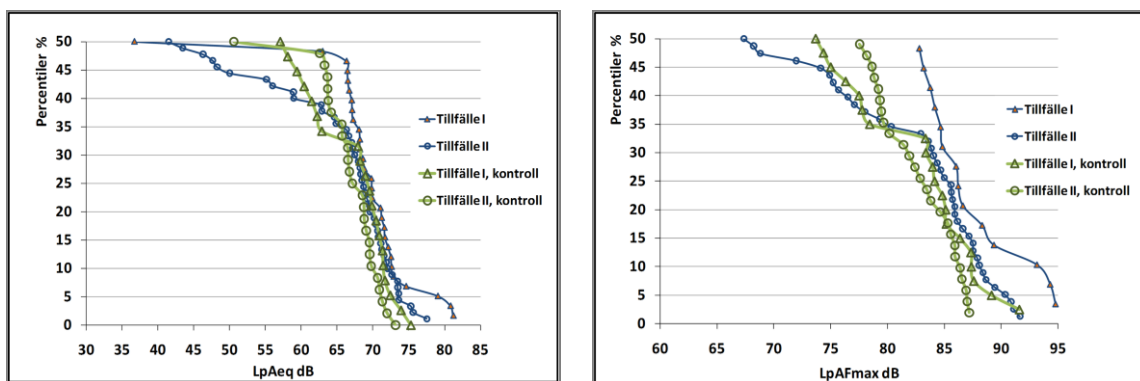
I figur 29 till 31 visas den kumulativa fördelningen av ljudnivåer för varje rum, vid tillfälle I och II för interventionsgruppen och kontrollgrupperna.



Figur 29. Matrum, L_{pAeq} dB (vänster) och L_{pAFmax} dB (höger)



Figur 30. Byggrum, L_{pAeq} dB (vänster) och, L_{pAFmax} dB (höger)



Figur 31. Lekhall, L_{pAeq} dB (vänster) och L_{pAFmax} dB (höger)

4.6 Röstmätningar

4.6.1 Talfrekvens i buller

Resultaten baserar sig på mätningar av 10 vuxna och 10 barn. I studien mättes hur ofta barn och vuxna pratar. Studien visar att förskolelärarna i snitt pratar (fonerar) 22% av tiden och barnen 16% av tiden. Detta kan jämföras med tidigare studier av kontorsarbetare [8] som pratar 7% av tiden, förskollärare är således mycket röstaktiva. Mätningarna sammanfattas i tabell 31. Individuella värden visas i figur 32. Studien visar också att barnen är mest röstaktiva i bullrig miljö, se tabell 32. Detta kan förklaras av att det är barnens röster som utgör en stor del av bullret, men kan kanske också ses som en indikation på den omtalade bullerspiralen, dvs att om ett barn pratar med hög röst så svarar de andra barnen med att också höja sin röst.

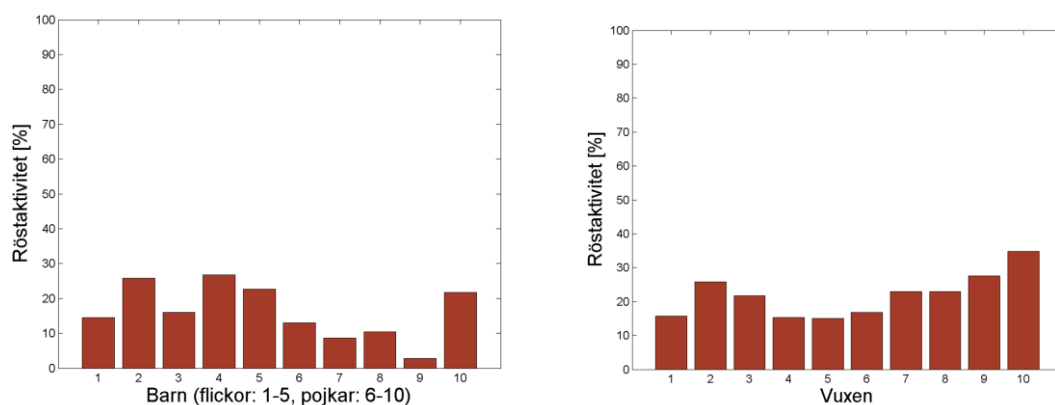
Tabell 31. Medel, standardavvikelse (SD), maxvärde (Max), och minvärde (Min) av fonationstid för barn och vuxna

%	Barn	Vuxna
Medel (SD)	16 (7,9)	22 (6,4)
Min - Max	3 - 27	15 - 34

Tabell 32. Fonationstidsdistribution (%) utifrån bullerexponering

	Barn	Vuxna
>75dBA	27	8
70-75 dBA	41	28
<70 dBA	32	64

Figur 32 visar fördelningen av taltid för de 10 barn och 10 vuxna som ingick i studien.



Figur 32. Fonationstid (%) för individer, barn (vänster) och vuxna (höger)

4.6.2 Fördelning av grundtonsfrekvens

I den jämförande studien mellan bärbara mätningar och mätningar i kontrollerad miljö undersöktes också grundtonsfrekvensens (F0) fördelning över dagen. En ökning av grundton anses indikera att man använt rösten. En intressant observation är att för gruppen som helhet steg F0 över dagen, vilket ligger i linje med den relativt stora röst användningen hos förskollärare och barn, men under lunch sjönk grundtonsfrekvensen. Orsaken till detta är inte känd och kan bero på samverkan mellan flera faktorer, exempelvis röstvila, avslappning, fuktning av stämbanden i samband med lunch, etc. I tabell 33 sammanfattas förändringarna i grundton mellan morgon, före lunch, efter lunch, eftermiddag, för detaljer se [9].

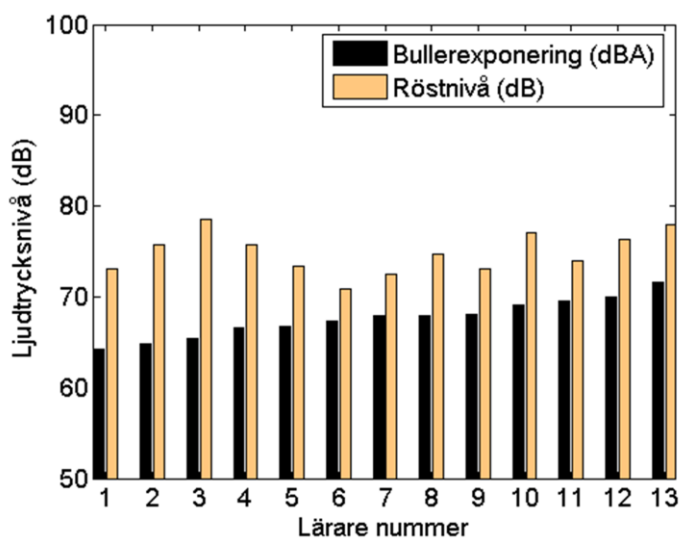
Tabell 33. Skillnad i medel F0 mellan olika tider under dagen (W1-morgon, W2-före lunch, W3-efter lunch, W4-eftermiddag)

	W2-W1	W3-W2	W4-W3	W4-W1
Differens (Hz)	24	-20	13	17
p-värde (t-test)	0,001	<0,001	0,014	0,001

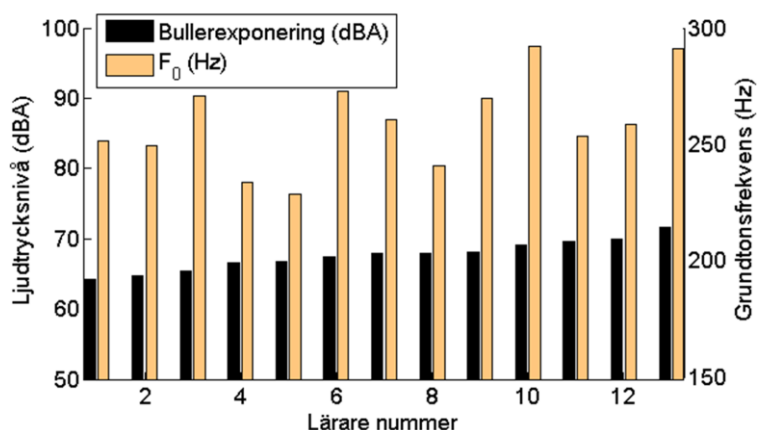
4.7 Förskollärares röstbeteende i relation till bullerexponering

Denna undersökning baserar sig på parallella mätningar av bullerexponering och röstparametrarna grundtonsfrekvens (F0) och röststyrka (SPL) utförda på 13 förskollärare under ca 3-4 timmar per lärare. Undersökningen visar att det finns inget klart samband mellan röst användning och bullerexponering. Detta illustreras i figurerna 33 och 34, där bullernivåerna visas i stigande ordning, men röststyrka eller grundtonsfrekvens uppvisar ingen korresponderande stigning. Skillnaden är stor mellan den lärare där korrelationen mellan röststyrka och bullerexponering är högst respektive

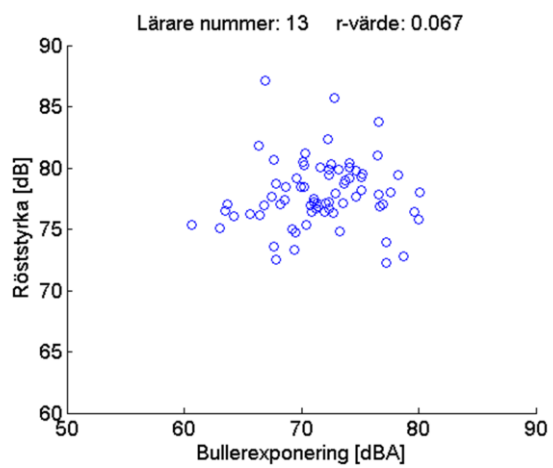
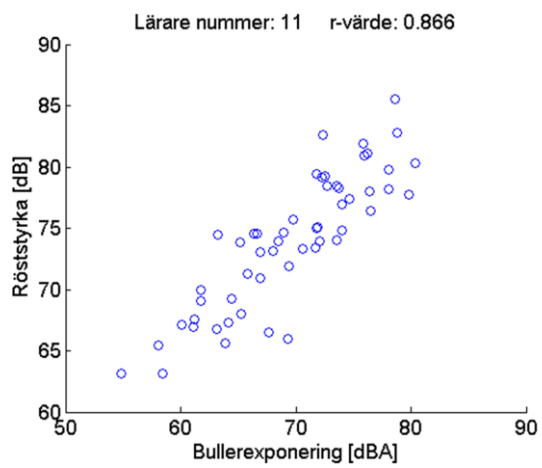
lägst och motsvarar en skillnad i korrelationskoefficient på 0,87 vs 0,067 (jämför figur 35). En detaljstudie av lärarnas röstbeteende visade att vissa lärare pratar med en röst som ligger klart över bullernivån, medan andra lärare inte höjer sin röst högre än en viss nivå även om bullret går upp, se figur 36. Detaljstudien visade att vissa lärare pratar med en röst som ligger klart över bullernivån, att vissa lärare inte sänker sin rösthöjd när bullret sjunker. Medan andra lärare gör det, se figur 35. Vilken av dessa kategorier som löper störst risk för att drabbas av röstproblem är fortfarande en öppen forskningsfråga, för detaljer se [10].



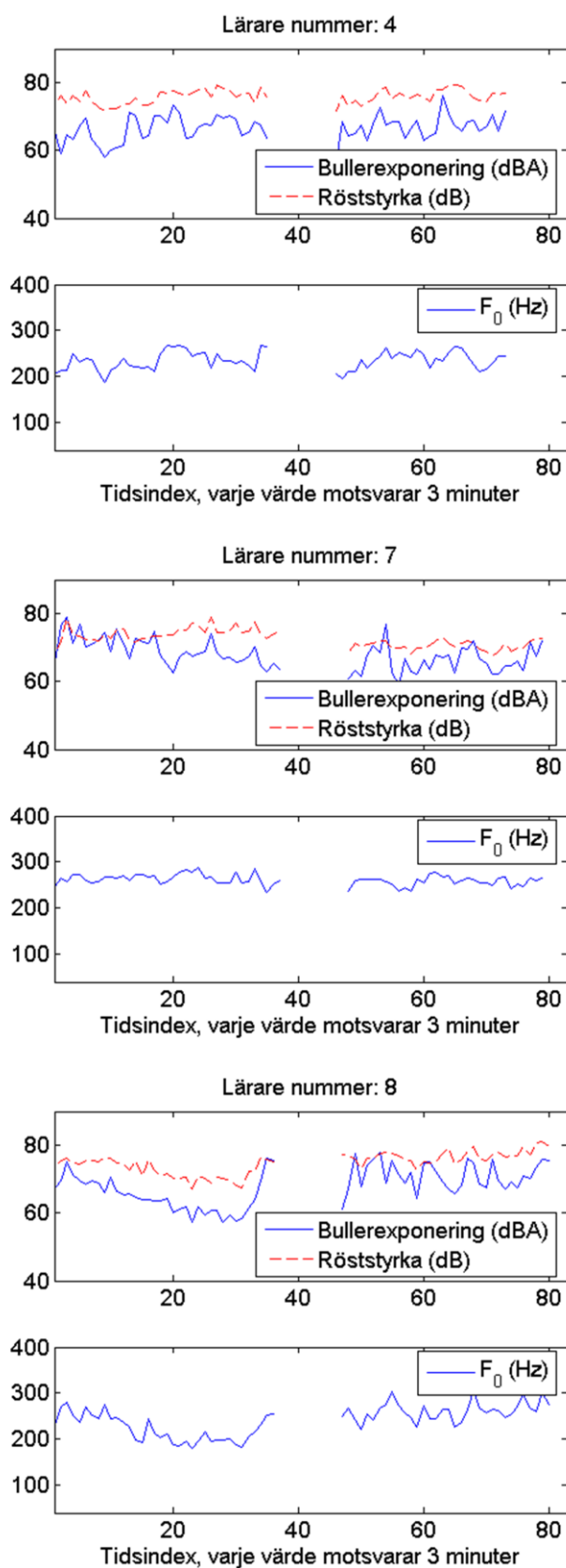
Figur 33. Medelvärde av bullerexponering under dagen och röststyrka för enskilda lärare



Figur 34. Medelvärde av bullerexponering under dagen och grundtonsfrekvens för enskilda lärare



Figur 35. Samband mellan röststyrka och bullerexponering för lärare nummer 11 och 13



Figur 36. Ljudtrycksnivå dBA, röstljudtrycksnivå dB och F_0 Hz för lärare 4, 7 och 8

5 SLUTSATSER

Förskolor utgör en av Sveriges största arbetsplatser där omkring 403 000 barn och 75 000 vuxna dagligen vistas. I tidigare studier har visats att personal och barn på förskolor är utsatta för höga ljudnivåer och under många timmar per dag [11]. Bland de problem som i vetenskapliga studier tidigare relaterats till personals exponering för höga bullernivåer på förskola kan nämnas ökad rapportering av örontrötthet, allmän trötthet, slitenhet, subjektiv stress samt röstproblem [6, 12].

Denna studie bekräftar bilden av att personal och barn på förskola exponeras för höga ljudnivåer, att personal rapporterar en hög förekomst av symptom tydligast i form av trötthet och ljudtrötthet, men ger även svar på vad som sker när åtgärder vidtas för att förbättra ljudmiljön. Studien undersöker även hur barn upplever och beskriver sin ljudmiljö samt hur de påverkas av en förändrad ljudmiljö. Projektet har skett i nära samverkan mellan arkitektur, produktdesign, akustik, förvaltning och personal inom skola och förskola och arbets- och miljömedicin. Denna unika kombination av olika professioner inom universitet, företag och kommun har väsentligt gynnat projektet och bidrar till att resultaten kan föras ut och omsättas på ett relevant sätt.

Resultaten visar att personalens störning av ljud initialt var mycket hög och att denna minskade signifikant efter det att ljuddämpande åtgärder vidtagits. Dessutom kvarstod minskningen nio månader efter åtgärderna. Att förändringen var stabil tyder på att vi inte mäter en så kallad förväntanseffekt, vilket ofta ses vid förändringar. Störningen minskade dessutom specifikt för de bullerkällor som dämpades av åtgärderna medan ljud utifrån och från ventilation var oförändrad. Resultatet stärks av att mätningar under samma tidsperiod hos referensgruppen visade på en oförändrad bullerstörning. Bland de förskolor som ingick i interventionsgruppen kunde en statistiskt säkerställd sänkning påvisas av ljudnivån i matrum och lektrum efter åtgärderna. Motsvarande förändring av ljudnivåerna över tid kunde inte ses i kontrollförskolorna. Sänkningen kan tyckas vara relativt modest med 1-3 dBA, där 1-2 dB anses vara gränsen för vad man kan uppfatta och där 3dB motsvarar så mycket som ett halverat ljudtryck. Sänkningen motsvarar i stort vad som kan förväntas av de åtgärder som utfördes i form av ökad absorption i väggar och tak. Ur ett hälsoperspektiv får en sänkning med 1-3 dBA anses vara liten med tanke på att ljudnivåerna före åtgärd var mycket höga. Ur ett hörselskadeperspektiv innebär dock en förändring av en ekvivalent ljudnivå på 3dBA att man kan vistas i denna miljö dubbelt så lång tid utan riskökning för utvecklande av hörselnedsättning. Det är framförallt viktigt att notera att personalens upplevelse av ljudmiljön väsentligt förbättrades efter åtgärderna och störningen minskade med så mycket som 34 procent. Detta tyder på att ljudmiljön nu upplevs som betydligt mera behaglig och mindre störande, och att interventionen förutom sänkningen av ljudtryck positivt har påverkat ljudmiljön kvalitativt.

Inom interventionsgruppen fanns även en statistisk säkerställd minskning av rapporterad ljudtrötthet efter åtgärderna. Jämfört med referensgruppen rapporterade interventionsgruppen även signifikant minskad frekvens av symptomen huvudvärk, spänd och ljudtrötthet. För dessa symptom angav mer än hälften inom interventionsgruppen en förbättring jämfört med en knapp femtedel bland referensgruppen. Detta visar på ett samband mellan åtgärderna och förbättrad hälsa.

Effekter på barn av buller i förskolemiljö är tidigare mindre väl dokumenterade. Undersökningar bland något äldre barn, 12-åringar i Västra Götaland visar att obehag av buller (framförallt från andra barn) i skolan eller fritids rapporteras som den största orsaken till störning och så många som vart fjärde barn upplevde obehag av sådant buller flera gånger i veckan [13]. Barn som stördes av dessa ljud hade även ett något sämre allmänt hälsotillstånd än andra barn. Det är sedan tidigare känt att barn är en riskgrupp för försämrad taluppfattning i miljöer med hög bakgrundsnivå vilket kan göra att barn får en sämre språkinläring [14, 15]. Barn med annat modersmål än svenska samt med hörselnedsättning är speciellt känsliga. Andra dokumenterade besvär av buller är läs- och skrivförmåga, uppmärksamhet och inläring se översikt [16, 17] samt en uttalad risk för akuta och kroniska röstbesvär [18]. Det har även framförts att barn skulle vara en riskgrupp för bullerinducerad hörselskada men kunskapsläget är ofullständigt.

I den här studien fann vi att fler än hälften av barnen hörde: starka, höga ljud ”ofta/jätteofta”, och att ännu fler hörde arga, skrikande ljud ofta/jätteofta. Reaktion som barnen beskriver är fysisk och emotionell och kan liknas vid det som vuxna anger som störning, obehag eller irritation. Interventionen medförde ingen skillnad i hur ofta barnen hörde starka, höga ljud eller skrikande, arga ljud. Detta är i överensstämmelse med att vi inte heller såg någon förändring av uppmätta personburna ljudnivåmätningar före och efter interventionerna och beror sannolikt på att de dominerande ljuden av starka och skrikande ljud från andra barn når barnen direkt utan att påtagligt påverkas av dämpade reflexer från absorbenter. Däremot minskade andelen barn som ofta/jätteofta hörde skärande och rivande ljud från 36% till 20% efter interventionen. Denna förändring av kvalitativa aspekter hos ljudet av åtgärder är mycket intressant och har enligt vår kunskap inte tidigare visats. De skärande, rivande ljuden härrör sannolikt från interaktionsljud som uppkommer när man t ex drar en stol över ett golv, använder kniv och gaffel på en tallrik, eller drar en tallrik eller glas över en bordskiva. Dessa ljud har förändrats efter interventionen genom att interaktion mellan golv och stol har förändrats genom de nya materialen på golv och stoltassar och dels genom införandet av absorbenter som leder till att en mindre del av ljuden reflekteras.

Vår undersökning visar liksom [11] att ljudnivåerna påverkas väsentligt av vald mätmetod. Mätningar med mikrofonen placerad hängande i rummet ger generellt lägre ljudnivåer, vilket främst beror på tre faktorer: 1) den stationära mätaren registrerar nivån i ett rum och nivån är beroende av hur många barn som vistas där samtidigt, medan den personburna mätaren alltid följer barnet eller personalen. 2) Mikrofonen på den stationära mätaren hänger från tak och således på ett något större avstånd från barnet. 3) Den individuella dosen påverkas av barnens och personalens egna röster, och detta är sannolikt den största orsaken till skillnaderna mellan nivåer. Uppskattningar av talets bidrag vid olika taltid och bakgrundsnivåer har gjorts i parallella försök [19]. Beräkningar utifrån resultaten visar att bidraget av det egna talet till den sammanlagda exponeringen, som förväntat, var väsentligt vid bakgrundsnivåer mellan 45 till 65 dBA, men att ett relativt stort bidrag av rösten ges även vid högre bakgrundsnivåer som 70 dB LpAeq. Vid eget tal under 50% av tiden uppskattas bidraget till 5dB och vid eget tal under 20% av tiden uppskattas bidraget till 3dB. Hur dessa resultat relaterar till en verklig situation återstår att undersöka eftersom barnens röster kan vara både starka och

högfrekventa. Utförda mätningar med binaural mikrofon och stämbandsaccelerometer kommer att ge oss möjlighet att separera röstbidraget för beräkning av den totala dosen vilket i vissa fall kan vara önskvärt.

De uppmätta ljudnivåerna är sammanfattningsvis mycket höga och de personburna mätningarna kan jämföras med de gränsvärden som finns inom arbetslivet där 8 timmars ekvivalenta ljudnivåer på 85dBA och maximala ljudtrycksnivåer på 115 dBA inte får överskridas [20]. Dessa gränsvärden är avsedda att förebygga hörselskada vid långvarig exponering motsvarande den yrkesverksamma delen av arbetslivet. Syftet med vår studie var inte att göra en exakt kartläggning av hörselskaderisker, då vi till skillnad från en sådan kartläggning endast valde att mäta ljudnivåer vid vistelse inomhus. Dock visar vår studie att det i vissa fall kan vara berättigat att även inkludera en riskbedömning av hörselskaderisker inom förskolemiljön. För detta talar inte bara ljudnivåer utan även den höga besvärshänsynen av hörselrelaterade besvär som rapporteras av personalen.

Vid kommunikation i miljöer med höga bakgrundsnivåer måste man anstränga rösten för att göra sig hörd. När ett barn pratar med stark röst så är det lätt att ett annat barn svarar med att också höja sin röst, vilket leder till en ökning av den totala ljudnivån, den så kallade bullerspiralen. Vi kunde i vår studie se att såväl lärare som barn var relativt röstaktiva och att barnen var mer röstaktiva i bullrig miljö. För både barn och lärare ökade grundtonsfrekvensen under dagen - rösten blev gällare. Medan en ökning av grundtonsfrekvens indikerar en röstbelastning [21-23] är kopplingen mellan att prata med högt tonläge och kroniska röstbesvär inte entydigt. Studier har visat såväl samband [24] som avsaknad av samband [21, 22].

Den genomgång av material och möbler som gjordes inför interventionsstudien gav oss erfarenheten att ljudprestanda ofta är otillräckligt redovisade och det är dessutom svårt att jämföra likvärdiga produkter då dessa inte alltid testas och/eller redovisas på samma sätt. För att arkitekter, inköpare, förvaltare och brukare med flera skall kunna välja ett material med bra akustiska egenskaper är detta en förutsättning. Vi saknar även ett helhetstänkande kring utrustning i förskolor och skolor vad gäller hur olika ytskikt låter när de möter varandra. Det vore relevant att ta fram både standardiserade laboriemätmetoder och fältmätningmetoder med vilka man skulle kunna ”samtesta” ljudnivåer som uppstår när olika ytor (byggnadens ytskikt, ytskikt på möbler, leksaker, porslin, bestick mm) möter varandra, t.ex. stolar mot golv, bordsytor och matvagnar mot bestick, tallrikar och glas samt leksaker mot golv och väggars nederkant. Dessa tankar utvecklas vidare i rapport nr4: 2011 [25].

Projektet visar sammanfattningsvis att ett systematiskt arbete med möbler och inredning kan leda till en sänkt ljudnivå och en väsentligt förbättrad och hälsosammare ljudmiljö. Ljudnivåerna är dock fortfarande alltför höga för att betraktas som en god ljudmiljö för barn och personal. En god rumsakustik behöver således kombineras med pedagogiska och organisatoriska åtgärder för att nå fram till en god ljudmiljö.

6 TACK TILL

Forskningsrådet för Arbetsliv och Socialvetenskap (FAS), Forskningsrådet för Miljö, Areella näringar och Samhällsbyggande (FORMAS), Västra Götalandsregionen (VGR), Vetenskapsrådet, Miljönämnden, Stiftelsen för arkitekturforskning.

7 REFERENSER

- [1] Barregård L. PM 2006-12-28. Västra Götalands Miljömedicinska Centrum 2006.
- [2] **Dellve L., Samuelson L., Persson Waye K.** (2011). Preschool children's experience and understanding of their preschool soundscape. *Qualitative Research in Psychology* (In press).
- [3] **Persson Waye K., Agge A., Samuelsson L., Dellve L.** (2006). Methods for assessing preschool children's perception and experience of their soundscape. Congress and exposition of noise control engineering Inter-Noise; 2006 3-6 December; Honolulu, Hawaii, USA; p. 8.
- [4] **Lindstrom F., Ren K., Li H., Persson Waye K.** (2009). Comparison of two methods of voice activity detection in field studies. *J Speech Lang Hear Res.* Dec;52(6):1658-63.
- [5] **Borgh M., Lindström F., Persson Waye K., Claesson I.** (2008). The effect of own voice on noise dosimeter measurements. A field study in a day-care center environment, including adults and children. The 2008 Congress and Exposition of Noise Control Engineering, Inter Noise; 2008; Shanghai, China; p. 6 pages.
- [6] **Nielsen K., Persson Waye K.** (2010). En kartläggning av ljudmiljön och personhälsa i Stenungsunds förskoleklasser och årskurserna 1-3. Göteborg; 2010 5 mars 2010. Report No.: 132.
- [7] **Larsson P.** (2011). God ljudmiljö i förskola - Beskrivning av rumsakustik före och efter åtgärdsprogram. Rapport nr 6: 2011, Enheten för Arbets- och Miljömedicin, Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa.
- [8] **Masuda T., Ikeda Y., Manako H., Komiyama, S.** (1993). Analysis of vocal abuse: fluctuations in phonation time and intensity in 4 groups of speakers. *Acta Oto-Laryngologica.* 113(4):547-52.
- [9] **Lindstrom F., Ohlsson A.C., Sjöholm J., Persson Waye K.** (2010). Mean F0 values obtained through standard phrase pronunciation compared with values obtained from the normal work environment: a study on teacher and child voices performed in a preschool environment. *J Voice.* May;24(3):319-23.
- [10] **Lindstrom F., Persson Waye K., Sodersten M., Mc Allister A., Ternstrom S.** (2009). Observations of the Relationship Between Noise Exposure and Preschool Teacher Voice Usage in Day-Care Center Environments. *J Voice* (In press). Feb 18.
- [11] **Bertilsson A., Hageus A.-C., Sandqvist Y., Skagelin K., Björkman M., Barregård L.** (2003). Rapport från ljudnivåmätningar på förskolor och skolor i Lidköping och Skara kommun 2000-2003: Lidköpings kommun, Skaras kommun och Västra Götalandsektionens Miljömedicinska centrum; 2003.
- [12] **Landström U., Nordström B., Stenudd A., Åström L.** (2003). Effekter av barngruppers storlek på buller och upplevelser bland personal inom förskolan: Arbetslivsinstitutet; 2003. Report No.: 6.
- [13] **Wastensson G., Andersson E., Barregård L.** (2006). Barns Miljö & Hälsa i Västra Götaland. Göteborg; 2006.

- [14] **Landström U., Arlinger S., Hygge S., Johansson Ö., Kjellberg A., Persson Waye K.** (1999). Störande buller: Arbete och hälsa, Arbetslivsinstitutet; 1999. Report No.: 1999:27.
- [15] **Stansfeld S., Berglund B., Clark C., Lopez-Barrio I., Fischer P., Ohrström E., Haines M., Head J. Hygge S.** (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *The Lancet*.365(9475):1942-49.
- [16] **Evans G.W.** (2006). Child development and the physical environment. *Annual review of psychology*.57:423-51.
- [17] **Evans G.W., Lepore S.J.** (1993). Nonauditory effects of noise on children: a critical review. *Child Environ*.10:31-51.
- [18] **Mc Allister A.** (1997). Acoustic, perceptual and physiological studies of ten-year-old children's voices. Stockholm: KI, Huddinge sjukhus och KTH.
- [19] **Ryherd S., Kleiner M., Persson Waye K.** (2011). Influence of a Wearer's Voice on Noise Dosimeter Measurements *Journal of Acoustical Society of America* (submitted).
- [20] AFS 2005:16. Arbetsmiljöverkets författningssamling; Buller. Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna.
- [21] **Laukkanen A.M., Kankare E.** (2006). Vocal loading-related changes in male teachers' voices before and after a working day. *Folia Phoniatr Logop*.58:229-39.
- [22] **Lehto L., Laaksonen L., Vilkmä E., Alku P.** (2006). Occupational voice complaints and objective acoustic measurements-do they correlate? *Logoped Phoniatr Vocol*.31:147-52.
- [23] **Rantala L., Vilkmä E., Bloigu R.** (2002). Voice changes during work: subjective complaints and objective measurements for female primary and secondary schoolteachers. *J Voice*. Sep;16(3):344-55.
- [24] **Laukkanen A.M., Ilomäki I., Leppänen K., Vilkmä E.** (2008). Acoustic Measures and Self-reports of Vocal Fatigue by Female Teachers. *Journal of Voice*.22(3):283-89.
- [25] **Hult M., Agge A., Larsson P., Persson Waye K.** (2011). God ljudmiljö i förskola och skola - Krav på rum, bygg- och inredningsprodukter för minskat buller. Rapport nr 4: 2011, Enheten för Arbets- och Miljömedicin, Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa.