

Mastergradsoppgave

Eldrid Guddal Mathiesen

Lydnivå i barnehager

Lydnivået i Bø kommunes og
PBLs barnehager
Effekter av støy og mulige tiltak



Høgskolen i Telemark

Fakultet for allmennvitenskapelige fag



Masteroppgave i Natur-, helse- og miljøvern

Eldrid Guddal Mathiesen

Lydnivå i barnehager

Lydnivået i Bø kommunes og PBLs barnehager
Effekter av støy og mulige tiltak

2013

PBL=Private barnehagers landsforbund

Høgskolen i Telemark
Avdeling for allmennvitenskapelige fag
Institutt for natur-, helse- og miljøvern fag
Hallvard Eikas plass
3800 Bø i Telemark

<http://www.hit.no>

© 2013 Eldrid Guddal Mathiesen

Sammendrag

Lydnivået i norske og europeiske barnehager viser seg i stadig flere undersøkelser å ligge for høyt i forhold til anbefalte grenseverdier. Konsekvensene for de ansatte er en overhyppighet av hørselskader og støyrelaterte helseplager, og høyt sykefravær. Barna blir skadelidende ved at kommunikasjon blir vanskeliggjort, trivselen redusert og hørselsrelaterte plager oppstår. Barnas kognitive evner påvirkes også av etterklangstid og daglig støyeksponeringsnivå.

Formålene med denne masteroppgaven var å dokumentere lydnivået i Bø kommunes og Private Barnehagers Landsforbunds (PBL) barnehager og å se på hvilke tiltak som kan virke støydempende. Oppgaven består av lydnivåmålinger over to arbeidsdager ved hver av de 19 barnehageavdelingene i Bø kommune. Mellom første og andre heldagsmåling fikk alle ansatte og ledere i barnehagene tilbud om å delta på et kveldskurs med fokus på lydlære, støy og tiltak mot støy. For å få et inntrykk av de akustiske forholdene ble etterklangstid målt i hovedrommene til hver barnehageavdeling. Oppgaven inkluderer også lydnivåmålinger fra 245 av PBLs barnehageavdelinger.

Gjennomsnittlig daglig støyeksponeringsnivå var 78,3 dB i Bø kommunes barnehager og 79,5 dB i PBLs barnehager. Det var store variasjoner avdelingene i mellom men samtlige lå over nivået der støyreducerende tiltak anbefales. Rundt 40 % av avdelingene hadde så høye lydnivåer at hørselvern anbefales for å unngå hørselskader. Impulslyd (PeakC) lå mellom 121 og 135 dB i Bø og 115 og 144 dB i PBLs barnehager. Rundt 30 % av de ansatte ble utsatt for impulslyder over det som defineres som hørselsskadelig nivå.

Etterklangstiden lå stort sett innenfor gjeldende krav, men ansatte ved flere avdelinger uttrykte likevel ønske om bedre akustiske forhold. Mest tilfredse var ansatte der etterklangstiden lå under den strengeste grenseverdien (0,4 T) ved alle lydfrekvenser. De fleste barnehagene vil oppleve positive effekter på etterklangstid og lydnivå ved enkle støyabsorberende tiltak.

Blant organisatoriske tiltak ble det funnet størst støyreducerende effekt ved å dele barna inn i mindre grupper, og det ble funnet en signifikant sammenheng mellom lydnivå og antall barn. Støykurset førte ikke til en signifikant nedgang i lydnivå, noe som ble forklart med lavt oppmøte og mangel på oppfølging. Ved iverksettelse av lyddempende tiltak av organisatorisk art er det vesentlig at barnehagenes ansatte og eiere har en felles bevissthet og fokus på støy over tid. Det er også viktig at barna inkluderes i planene for bedre lyd miljø.

Abstract

Noise exposures in Norwegian and European preschools are reported to exceed the recommended occupational limits. Some consequences for the employees are hearing impairments and various physical and psychological health issues. The children experience reduced well-being, communication problems, and impaired cognitive performance.

The aims of this master thesis was to determine the noise levels in preschools in Bø in Telemark and preschools connected to Private Barnehagers Landsforbund (PBL - an organization for privately owned preschools) and to assess different noise reducing measures.

Noise levels were measured in 19 preschool departments in the municipality of Bø. At each department new measurements were conducted when the preschool employees had attended an evening class on noise and measures to reduce the noise level. Also included in this thesis are 245 noise level measurements from PBL.

The average equivalent noise level was 78.3 dB in preschools in Bø and 79.5 dB in the PBL preschools. Peak levels varied from 115 to 144 dB in both groups. The equivalent and Peak values exceeded the levels considered to cause health issues and impair hearing at 40 % of the preschool departments.

Reverberation times were mostly within the occupational limits. However, the employees were only satisfied with the acoustic conditions when all frequencies had equally low reverberation times, below 0.4 T. Many of the preschools will benefit from simple acoustic absorption measures.

There was a significant correlation between the number of children present and the equivalent sound level in the preschools in Bø. The employees also experienced that separating the children into smaller groups reduced the noise levels. Other organisational noise reducing measures did not give significant improvement. An important element for success in reducing noise levels, is to have both owners and employees committed to the same plan, and to involve the children.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	4
Innholdsfortegnelse	5
Forord.....	7
Sentrale støyfaglige uttrykk	8
1 Innledning.....	10
1.1 Kumulativ støybelastning.....	10
1.2 Støybelastning for barn og ansatte i barnehager	11
1.2.1 Høyt lydnivå i barnehager	11
1.2.2 Effekter av støy på hørsel og helse	12
1.2.3 Pedagogisk virksomhet i støyende omgivelser	13
1.3 Lyd og støy.....	15
1.3.1 Lydtrykk, frekvens og støy	15
1.3.2 Lombard-effekten.....	17
1.3.3 Etterklangstid	17
1.4 Lydnivåmålinger og metodevalg.....	18
1.5 Tiltak for å redusere lydnivået	19
1.6 Lover, forskrifter og standarder.....	20
1.6.1 Hva lovverket sier om støy.....	20
1.6.2 Aktuelle forskrifter	20
1.6.3 Norsk og Internasjonal Standard.....	21
1.7 Støyklasser og grenseverdier	22
2 Mål og problemstillinger	23
3 Metoder.....	24
3.1 Kartlegging av lydnivå	24
3.1.1 Målinger i barnehager i Bø kommune.....	24
3.1.2 Lydnivåmålinger fra PBL.....	25
3.2 Etterklangsmålinger i barnehagene i Bø kommune.....	26
3.3 Støykurs i Bø kommune	27
3.4 Bearbeiding og analyser av data.....	28
4 Resultater	29
4.1 Lydnivå i Bø kommunes barnehager	29
4.1.1 Ekvivalent lydnivå.....	29

4.1.2	Peak-verdi – toppverdi av lydtrykknivå.....	32
4.1.3	Eksempler fra to barnehageavdelinger	33
4.1.4	Etterklangstid	37
4.1.5	Lydnivå sett i sammenheng med noen variabler	39
4.2	Lydnivå i PBLs barnehager	40
4.2.1	Ekvivalent lydnivå.....	40
4.2.2	Peak-verdi – toppverdi av lydtrykknivå.....	41
4.2.3	Lydnivå og noen variabler	42
4.3	Bø og PBL.....	43
5	Diskusjon	44
5.1	Høye lydnivå i barnehager i Bø kommune	44
5.1.1	Lydnivå i forhold til grenseverdier	44
5.1.2	Etterklangstid	45
5.1.3	Variabler som kan påvirke lydnivået	46
5.2	Høye lydnivå i private barnehager i Norge.....	49
5.2.1	PBLs barnehager	49
5.3	Refleksjoner rundt metodevalg.....	49
5.4	Tiltak.....	51
5.4.1	Generelt.....	51
5.4.2	Fysiske tiltak	52
5.4.3	Pedagogiske og organisatoriske tiltak.....	53
6	Konklusjon	56
7	Referanser	57

Forord

Dette er en 60 studiepoengs masteroppgave utført ved Institutt for natur-, helse- og miljøvern (INHM), Høgskolen i Telemark.

Masteroppgaven er utformet med tanke på at den skal kunne være et verktøy for barnehagens ledere, ansatte og eiere. Mest interessant i så måte er kapittel 5 som inneholder forslag til fysiske og organisatoriske støydempende tiltak.

Gjennomføring av oppgaven var avhengig av velvilje fra barnehagene i Bø kommune og tidligere barnehagekonsulent Beate Darrud. Tusen takk for innsatsen til Beate, styreere og alle dosimeterbærere! Takk til Private Barnehagers Landsforbunds Bedriftshelsetjeneste for disposisjonsrett til deler av deres støydata fra flere medlemsbarnehager.

Mange takk til veileder Tore Hagen, leder ved Miljøhygienisk avdeling Notodden, for opplæring i målemetoder, utlån av utstyr og nødvendig hjelp til etterklangsmålinger og støykurs. En stor takk til veileder Live Semb Vestgarden, 1. amanuensis ved INHM, som alltid har døra åpen for spørsmål av alle slag og som er svært god på gode tilbakemeldinger! Takk til venner og kollegaer for hyggelige kaffipauser og gode råd.

Ikke minst en stor takk til familien min som har strekt seg langt for en mykere innspurt i masterarbeidet og som ser frem til et større nærvær, mentalt og fysisk. Til slutt, takk til Kita for eksepsjonelt god avkobling fra arbeidet med denne oppgaven.

Langkåshaugen, Bø i Telemark 25. november 2013

Eldrid Guddal Mathiesen

Sentrale støyfaglige uttrykk

Definisjonene under er hentet fra: *Forskrift om vern mot støy på arbeidsplassen § 4 (FOR-2006-04-26-456)*, *Acoustic Glossary (Gracey & Associates 2013)*, *Dosimeter og Blaze manual (Larson-Davis 2009)*, *Praktisk Støyreduksjon (Fjerdingstad 2013)* og *Internasjonal standard (1999:1990)*.

A-veid lyd: Standard frekvensvekting av lydtryknivå som simulerer det menneskelige øres respons på ulike frekvenser. Et A-veifilter dekker frekvenser fra 20 Hz til 20 kHz og bygger på isofoner (likelydskurver) (se figur 2).

C-veid lyd: Standard frekvensvekting av lydtryknivå der de målte frekvensene veies mer likt enn ved A-veid lyd. C-veifilter brukes ved høye lydtryknivå og ved Peak-målinger. En C-veid lydmåling gir et godt bilde av den støybelastningen kroppen utsettes for, også de frekvenser vi ikke hører.

dB, desibel: Logaritmisk måleskala som er velegnet i akustikken der man sammenligner målestørrelser med svært store variasjoner. Lydtryknivå oppgis i dB.

Ekvivalent lydtryknivå: dB-verdi som er ekvivalent til det varierende lydtryknivået over en måleperiode T. I praksis et gjennomsnitt av lydenergien for alle enkeltmålinger over måleperioden, som kan være en arbeidsdag.

Etterklangstid: Den tiden T det tar fra en lydkilde er slått av til lydtryknivået har falt med 60 dB. Etterklangstid måles i sekund og viser i hvor stor grad lyden reflekteres i et lukket rom.

Frekvens: Måles i Hertz (Hz) og er definert som antall svingninger (lufttrykksvariasjoner) per sekund (Miljøstatus.no 2013).

Grenseverdier: Støyeksponeringsverdier som anses som skadelige og som ikke skal overskrides

$L_{EX,1h}$: A-veid ekvivalentnivå for den mest støybelastede timen i løpet av en arbeidsdag.

$L_{EX,8h}$, daglig støyeksponeringsnivå: A-veid ekvivalentnivå for all støybelastning en arbeidsdag, normalisert til 8 timers dag.

L, lydtryknivå: Trykkvariasjoner rundt atmosfæretrykket, måles i pascal (Pa).

L_{max} : Maks-verdi av det ekvivalente lydtryknivå, uttrykt i dBA

L_{min}: Minimumsverdi av det ekvivalente lydtrykknivå, uttrykt i dBA.

L_{pAeq,T} (L_{eqA}), A-veid ekvivalent lydtrykknivå: En ekvivalent verdi (gjennomsnitt) av det varierende A-veide lydtrykknivået over et tidsrom T.

L_{pC,peak} (PeakC) toppverdi av lydtrykknivå: Det høyest observerte C-veide lydtrykknivået målt innen et gitt tidsintervall.

Tiltaksverdier: Støyeksponeringsverdier som krever at tiltak settes i verk for å redusere støybelastningen

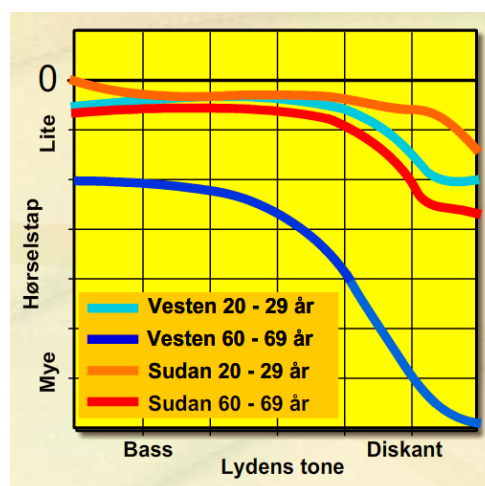
1 Innledning

1.1 Kumulativ støybelastning

Vi utsettes for mye lyd som påvirker helse og hørsel, og støykildene er mange. Allerede fra vi er barn utsettes vi for høye lydnivåer, både privat og gjennom barnehage og skole. Den kumulerte støybelastningen gjennom livet bidrar til redusert hørsel med alderen.

Forskning viser at befolkningen i industriland er mest utsatt for hørselsskader og at støy fra trafikken og på arbeidsplassen er vesentlige faktorer (Eurostat 2004, Miljøverndepartementet 2007, Gugliermetti, Aureli et al. 2010). Veitrafikk, industri og naboer rangeres som de verste støykildene (Inneklima.com 2013). Den markante reduksjonen i hørsel blant vestlige 60-åringer (figur 1) forklares med miljø; livslang støypåvirkning, kosthold og sigarettøking (Fjerdingstad 2013). Mye tyder også på at kurven for vestlige 20-åringer er i ferd med å forverres (Hørselshemmedes Landsforbund 2013c). Redusert hørsel er et problem blant stadig yngre mennesker og forklaringen ligger i økt støybelastning i barne- og ungdomsår.

Hørselshemmedes landsforbund (HLF) anslår at en av fire vil slite med hørselsproblemer innen 2020 (nrk.no/hordaland 2012). En av ti MP3-brukere i EU står i fare for å få varige hørselsskader av bruken (Rydzynski 2008). Miljøverndepartementet anslår at en halv million nordmenn er plaget av støy og har utarbeidet *Handlingsplan mot støy*, hvor det settes som mål å redusere støyplagen med 10 % innen 2020 (Miljøverndepartementet 2007).



Figur 1. Redusert hørsel blant mennesker i to aldersgrupper, fra vesten og Sudan (Fjerdingstad 2013).

De tradisjonelt støyende virksomhetene, industriarbeidsplassene, har etter hvert blitt moderniserte og fått mindre støyende utstyr. I tillegg har det over tid vært fokus på støy og HMS (helse, miljø og sikkerhet) slik at støydempende tiltak har blitt iverksatt og bruk av hørselvern mer utbredt (Arbetsmiljøverket 2013). Samtidig øker støybelastningen på arbeidsplasser innen utdanning og helse, som i barnehager. Konsekvensene er uspesifikke plager som irritasjon, stress og tretthet, i tillegg til de hørselsrelaterte skadene (European Agency for Safety and Health at Work 2002).

1.2 Støybelastning for barn og ansatte i barnehager

1.2.1 Høyt lydnivå i barnehager

Støy blir av ansatte vurdert som den mest belastende miljøfaktoren ved HMS-gjennomganger i norske og svenske barnehager (Stabell 2012, Sjodin, Kjellberg et al. 2012a). Flere undersøkelser viser et lydnivå i norske barnehager som ligger over anbefalte tiltaks- og grenseverdier (Solberg 2009, Størkson, Alvheim 2010, Stabell 2012). Rundt 20 % av barnehageansatte føler seg plaget av sterk støy (Norsk støyforening 2013), og 75 % blir utsatt for skadelig støy daglig (Arbeidstilsynet 2005). Barnas stemmer og aktiviteter ble vurdert som de mest belastende støykildene, mens kollegers stemmebruk kom på tredje plass, i en undersøkelse blant 100 barnehageansatte (Sjodin, Kjellberg et al. 2012a).

Barnas reaksjoner på støy kan være vanskelige å vurdere da de ikke kan gi tilbakemeldinger på samme måte som voksne. De fleste undersøkelser av lydnivå i barnehage og skole er også gjort med bakgrunn i ansattes arbeidsforhold og Arbeidsmiljøloven (LOV-2005-06-17-62). Barns ører er mer følsomme og de hører bedre ved de høye frekvensene enn voksne (Norsk støyforening 2013). De kan være plaget av lyder som vi nesten ikke hører, i tillegg til de lyder vi plages av. Mange barnehagebarn utsettes for en støybelastning som tilsvarer å stå ved en tungt trafikkert vei, åtte-timers dager fem dager i uken. Det er bekymringsfullt at vi utsettes for så høye lydnivå i så ung alder.

I 64 private barnehager ble det funnet et gjennomsnittlig daglig støyeksponeringsnivå på over 80 dBA (Stabell 2012). Dette lydnivået gir hørselskader og støyrelaterte plager, og Arbeidstilsynet og barnehageeiere må ta ansvar, mener HLF (Nrk.no/nordland 2012). Ved en industriarbeidsplass ville dette lydnivået ført til bruk av hørselvern (Hørselshemmedes

landsforbund 2013b). Flere større forskningsprosjekter konkluderer med at lydnivået i barnehagene er for høyt (Garding 1980, Siebert 1989, Klatte, Lachmann et al. 2010b, Sjodin 2012 , Gerhardsson and Nilsson 2013).

1.2.2 Effekter av støy på hørsel og helse

I EU har 7 % av arbeidstakere en arbeidsrelatert hørselsskade (Eurostat 2004) og hørseltap grunnet støy er den vanligste meldte yrkesskaden (European Agency for Safety and Health at Work 2002). I Norge utgjør hørselskader rundt halvparten av innmeldte yrkessykdommer (Arbeidstilsynet 2012).

Myndighetene har satt 85 $L_{EX,8h}$ og 130 dBC Peak (toppverdi av lydtryknivå) som grenseverdier for hva som er hørselskadelige lydnivåer for en arbeidsdag og ved impulslyd. ISO (det internasjonale standardiseringsbyrået) regner med at opp mot 15 % av befolkningen vil kunne få hørselskader ved regelmessig eksponering av støy, selv om grenseverdien på 85 dBA er overholdt (ISO 1999:2013).

I en undersøkelse over 10 år av 6000 ansatte i en industribedrift ble det funnet en større grad av hørseltap for ansatte som var utsatt for lavere lydnivå enn 85 $L_{EX,8h}$, enn for de utsatt for høyere lydnivå (Arlinger 2013). Årsaken var sannsynligvis bedre rutiner ved bruk av hørselvern for sistnevnte. Andre har kommet frem til samme konklusjon og mener at grenseverdien ikke er streng nok (Seixas, Goldman et al. 2005, Chung, Chu et al. 2012).

Dagens grenseverdier ble foreslått av en ekspertgruppe i 1978 (Wergeland 2011). De mente at grensen burde være 80 $L_{EX,8h}$ for å sikre alle mot hørselstap. Det ble for dyrt å etterleve for bedriftene, så ved lydnivå mellom 80 og 85 dB skulle det i stedet være regelmessige hørselskontroller, slik at de mest sårbare kunne bli omplassert før skaden var kommet for langt.

I tillegg til lydnivå er også eksponeringstid og hviletid vesentlig for om man utvikler hørselskader (Arbeidstilsynet 2005). En skade kan oppstå etter mange års belastning eller mer akutt som følge av ekstrem impulslyd. Så mye som 80 % av støyrelaterte hørselskader kan skyldes impulslyd (Fjerdingstad 2013).

Vi hører best ved høye frekvenser, 1-5 kHz, men det er også her vi først får redusert hørsel, hovedsakelig forårsaket av lyd i høye frekvenser (Arbeidstilsynet 2005, Fjerdingstad 2013). En begynnende hørselskade kan merkes som tinnitus, redusert taleforståelse og ved at evnen

til å høre høyfrekvente toner blir svekket (Arbeidstilsynet 2012). Temporært hørselstap i 1-2 dager, med eller uten tinnitus, inntreffer alltid før permanent hørselstap (Arlinger 2013).

Unntaket er hørselstap som følge av impulslyd.

Svenske studier konstaterte hørselsnedsettelse hos en fjerdedel av 380 undersøkte barnehageansatte og tinnitus blant 12 prosent av 7-åringer (Nrk.no/nordland 2012, DN.se 2013). Høyt støynivå er påvist å påvirke barn og ansattes stemmer og barnas tale forståelse (Sala, Airo et al. 2002, McAllister, Granqvist et al. 2009, Simoes-Zenari, Bitar et al. 2012)

En undersøkelse utført av WHO viser at støy forårsaker andre sykdommer enn de rent hørselsrelaterte (Coghlan 2007). Støy kan skape kronisk stress som igjen kan forårsake hodepine, høyt blodtrykk, hjerteinfarkt og immunsvekkelser (Coghlan 2007). Lydtretthet og overfølsomhet for lyd er også en utbredt følge av mye støy (L'Espérance, Boudreau et al. 2006, Arbeidstilsynet 2012). Mange har da behov for pauser fra støyen, og for å ha det helt stille rundt seg etter jobb.

Høyt lydnivå forringer arbeidssituasjoner og er en viktig årsak til både akutt og kronisk stress (Sjodin, Kjellberg et al. 2012e). Av 100 svenske barnehageansatte var 30 % utbrente, og med høyt stressnivå også etter arbeidstid (Sjodin, Kjellberg et al. 2012b). I flere svenske barnehager er det funnet klare sammenhenger mellom lydnivå og henholdsvis tretthet og ulike fysiske plager blant ansatte (Söderberg, Landstrom et al. 2001, Landstrom, Nordstrom et al. 2003). Det er grunn til å tro at barna har like sterke reaksjoner på støy som de voksne, om enn med noe andre utslag (Sjodin, Kjellberg et al. 2012e).

Blant 283 lærere i København ble det funnet signifikante sammenhenger mellom lang etterklangstid og høyt lydnivå og henholdsvis mangel på energi, motivasjon, tilfredshet på jobb og ønske om å slutte i jobben (Kristiansen, Persson et al. 2013). En norsk undersøkelse viser at sykefravær i barnehager ligger opp mot 20 % (Utdanningsforbundet 2012). Av årsaker nevnes bl.a. lav bemanning, høyt arbeidspress, støy og stress.

1.2.3 Pedagogisk virksomhet i støyende omgivelser

Barnehager er pedagogiske institusjoner der barn fra 0 til 6 år skal ta til seg lærdom, informasjon og veiledning, hovedsakelig muntlig. I denne aldersgruppen har barna en utvikling fra ikke å kunne prate til å skulle være skolemodne og svært mye skjer med språkutviklingen.

Omfattende undersøkelser viser at økt bakgrunnsstøy og etterklang reduserer evnen til å tolke tale og til å forstå, lagre og utføre muntlige beskjeder (Klatte, Meis et al. 2007, Heinrich, Schneider et al. 2008, Seland 2009, Klatte, Lachmann et al. 2010b). Også konsentrasjon, hukommelse og trivsel blir påvirket negativt (Inneklima.com 2013). Konstant høyt lydnivå påvirker språkutviklingen og barns evner til å gjenkjenne ord og bokstaver, og ved skolealder leseferdigheter (Klatte, Bergström et al. 2013). En WHO-undersøkelse konkluderte med at barn opplever redusert læring ved lydnivå over 55 dB (Coghlan 2007), i barnehager er det sjelden under 70 dB.

Barn har større problemer med taleforståelse enn voksne ved samme bakgrunnsstøy eller etterklangstid (Klatte, Lachmann et al. 2010b). Spesielt får fremmedspråklige og barn med lærevansker eller funksjonsskader problemer. Yngre barn har ikke fullt utviklede kognitive evner og trenger bedre akustiske forhold enn eldre barn og voksne for å forstå setninger og informasjon (Johnson 2000, Wroblewski, Lewis et al. 2012). Barns evne til å identifisere konsonanter i miljø med bakgrunnsstøy og lang etterklang når ikke voksen-nivå før sent i tenårene, mens evnen til å identifisere vokaler utvikles tidligere (Johnson 2000). I München ble det funnet at elevenes kognitive evner og langtidshukommelse ble redusert med 25 % ved åpning av ny flyplass i nærheten av skolen (Hygge, Evans et al. 2002). Tilsvarende ble det en bedring på 25 % for elever ved skoler som lå ved den gamle flyplassen.

Alle typer bakgrunnsstøy skaper problemer for barn og voksne med en form for hørselshemming (Hørselshemmedes landsforbund, Utdanningsforbundet 2012). For barn og ansatte med redusert hørsel er det ekstra viktig at lydforholdene er gode, det gjelder akustiske forhold og lydnivå. Å dele barna i små grupper har vist seg å være et effektivt tiltak (Mørk 2011). Svaksynte og blinde er avhengige av å orientere seg etter hørsel, noe som vanskeliggjøres i støyende omgivelser (Morbech 2012).

Barnehageansatte med påvist høyt stressnivå hadde en større grad av over-kommunikasjon frem og tilbake med barna ved overganger mellom aktiviteter og ved måltider (Sjodin, Kjellberg et al. 2012e). Dette i en slik grad at mas ble en kilde til mer stress og støy, og førte til en mindre pedagogisk riktig håndtering av barna. Et forhold er at barna rett og slett ikke hører beskjeder, og mister viktig informasjon (Inneklima.com 2013)

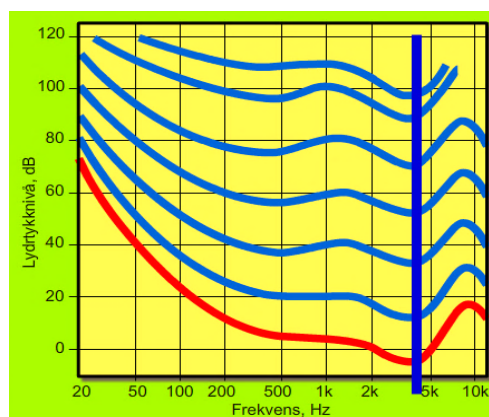
1.3 Lyd og støy

1.3.1 Lydtrykk, frekvens og støy

Lydtrykk er variasjoner over og under atmosfæretrykket, forårsaket av lydbølger (Fjerdingstad 2013). Høreterskelen er $20 \mu\text{Pa}$ (0 dB) mens smerteterskelen er rundt 20 Pa (120 dB), altså en million ganger sterkere. Øret er et fintfølede instrument og ved høreterskelen er bevegelsen på trommehinnen bare på størrelse med et molekyl.

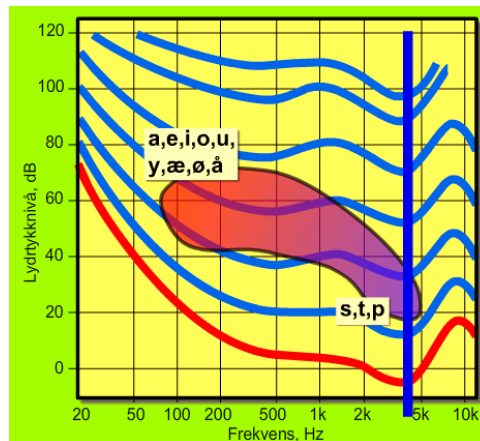
Det store spennet i lydtrykk målt i Pascal gjør det mest praktisk å oppgi lydtrykknivå i den logaritmiske skalaen desibel, dB. En dobling av lydenergi tilsvarer en økning på 3 dB, mens en dobling av lyden, slik vi oppfatter den, tilsvarer 10 dB (Fjerdingstad 2013). To lydkilder som hver produserer 75 dB blir altså til sammen 78 dB.

Frekvens er et uttrykk for tonesvingninger eller lengden på lydbølgene, definert som lydtrykkvariasjoner per sekund (Fjerdingstad 2013). Mennesker hører frekvenser mellom 20 Hz og 20 kHz. Lave frekvenser er basslyd mens høye frekvenser er diskant. Vi hører best ved frekvenser fra 1-5 kHz og dårligst ved lave frekvenser (figur 2). En lydstyrke på 80 dB ved 20 Hz høres like sterk ut som 20 dB ved 1000 Hz. Likelydskurvene danner grunnlaget for A- og C-veiefilteret benyttet ved henholdsvis ekvivalent- og peak-målinger.



Figur 2: Isofoner, likelydskurver, som viser menneskers hørselsnivå ved ulike frekvenser (Fjerdingstad 2013).

Stemmevolum og frekvenser er tilpasset likelydskurvene for hørsel (Fjerdingstad 2013). Det har vist seg at konsonantene, spesielt s, t og p, er vesentlige for taleforståelsen, og ligger i et frekvensområde vi har god hørsel (figur 3). Vokalene derimot krever høyere volum for å bli hørt.



Figur 3: Normale frekvens- og volumområder for menneskestemmer (Fjerdingstad 2013).

I barnehager består den samlede lydproduksjonen hovedsakelig av barn og ansattes stemmer og aktiviteter; tale, sang, gråt, rop og lek. I tillegg bidrar telefon, radio og tekniske installasjoner som ventilasjonsanlegg og varmepumpe. Eksterne kilder som trafikk kan i mange tilfeller sørge for forstyrrelser både ute og inne. Lydeksponeringen innendørs er tredelt; direkte lyd, reflektert lyd og strukturlyd (i bygningsdeler) (Hellberg 2001). Samme lydproduksjon føles derfor mer belastende innendørs enn utendørs.

Lyd som produseres i en barnehage blir ofte referert til som støy og defineres vanligvis som uønsket lyd (Arbeidstilsynet 2012, Fjerdingstad 2013). Støy er enhver lyd, uavhengig av styrke, som har uønskede fysiske eller psykiske effekter på en person (Bistrup 2003). For mange er uønsket lyd den bakgrunnsstøyen vi har rundt oss til enhver tid, som trafikkstøy, varmepumper, ventilasjonsanlegg, og andre lyder vi ikke kan kontrollere. Støy blir ikke definert som skadelig før lydnivået blir over hhv 85 $L_{EX,8h}$ og 130 dBC Peak (FOR-2011-12-06-1358, Arbeidstilsynet 2012). En vanlig samtale kan ligge på rundt 60 dB, mens et rop når opp i 80-90 dB.

1.3.2 Lombard-effekten

Hvis man antar at alle barna i en avdeling produserer like mye lyd vil en dobling av antall barn gi en dobling i lydenergi, altså en økning på 3 dB. Sjødin fant at en dobling av antall barn førte til en økning på 4 dB og forklarer det med Lombard-effekten (Sjodin 2012). Lombard-effekten er å øke stemmevolum i takt med økende bakgrunnsstøy (Ryherd 2008). Ryherd og Giguère (Giguère, Laroche et al. 2006) har begge funnet verdier for Lombardfunksjonen som varierer fra 0,6 til 0,2 dB per dB økning av bakgrunnsstøy, fra 45 dB til 75 dB. Når bakgrunnsstøyen øker, synker talebidraget til det totale lydnivået. Det er imidlertid store individuelle variasjoner blant førskolelærere, når det gjelder i hvilken grad stemmevolum øker ved økende bakgrunnsstøy (Lindstrom, Waye et al. 2011). Lombard-effekten var høyere ved «babbel» (stemmer i en kantine) og enn ved hvit støy (likt lydnivå ved alle frekvenser) i bakgrunnen.

1.3.3 Etterklangstid

Akustikk omhandler graden av lyd som reflekteres tilbake fra overflatene i et rom (Fjerdingsstad 2013, Hellberg 2002). Etterklangstid er tiden, T (sek), fra en lydkilde er slått av til lydtryknivået har falt med 60 dB. Glatte flater som vinduer kan reflektere lyden på samme måten som et speil reflekterer deg, mens porøse flater absorberer mye av lyden.

I en barnehage med mange lydkilder er det vesentlig å få dempet lyden raskt. Lang etterklangstid kan gi så dårlige lydforhold at det blir det umulig å føre vanlige samtaler ved mange mennesker i et rom (Utbult 2011). Lang etterklangstid hadde en signifikant påvirkning på tale-forståelse og korttidsminne blant nesten 500 barn (Klatte, Hellbruck et al. 2010a).

Akustiker Yvet Martin mener at grenseverdien for eldre bygg (0,6 T) er for høy og at man bør prøve å komme ned på 0,3 til 0,4 T i barnehageavdelinger og klasserom (Jonassen 2012). For å oppnå det må akustiske tiltak utføres riktig. En vanlig feil ved montering av støyabsorberende plater er at de ikke monteres i hele taket og dermed får en sterkt redusert effekt (L'Espérance, Boudreau et al. 2006). Pålimte plater i tak og på vegg har en begrenset effekt for demping av etterklangstid, de vil bare dempe høyere frekvenser, der konsonantene plasserer seg (Utbult 2011). Blir bare konsonantene dempet kan vi oppleve en «vokalgrøt» der vi hører konsonantene dårlig og får problemer med taleforståelse. For å unngå det, monteres de støyabsorberende platene med 10 til 20 cm avstand til taket (Fjerdingsstad 2013), eller man bruker tykke plater som demper alle frekvenser godt (Hellberg 2002).

1.4 Lydnivåmålinger og metodevalg

Det er mange faktorer som kan påvirke resultatet ved lydnivåmålinger i omgivelser med middels lydnivå (40 – 80 dB) (Sjodin 2012d). Grunnet mulig stemmebidrag fra bærer, har det vært usikkerhet knyttet til bruk av personbårne dosimetre under slike forhold. De fleste tester av målemetoder er utført i svært støyende omgivelser, som industriarbeidsplasser. Under slike forhold har ikke talebidraget blitt vurdert til å påvirke målingene (Ryherd 2008).

I Sverige er det utført studier av bærers påvirkning på lydnivåmålinger, og på mikrofonplassering ved ulike typer og nivåer av bakgrunnsstøy (Ryherd 2008, Sjodin 2012d). Nivået på bakgrunnsstøyen påvirket bærers stemmebidrag, og bidraget sank ved økende bakgrunnsstøy. Ryherds studie støtter bruk av personbårne dosimetre til lydnivåmålinger i omgivelser med middels lydnivå. Plassering av mikrofon på bakhodet ga lavest bidrag fra bærers stemme (2 dBA) (Sjodin 2012d). Alternativene som ble målt var plassering over øret og på skulderen, med mikrofonen pekende frem (hhv 6 dBA og 12 dBA). Sjodin målte ved kontinuerlig tale fra bærer.

Personbårne dosimetre er benyttet i flere kartlegginger av lydnivå i barnehager. I Norge bl.a. i PBL-BHT sine støy målinger i private barnehager (Stabell 2012) og Modum kommunes kartlegging av støy i barnehager (Solberg 2009). Modum kommune har valgt å justere ned alle resultater med 2 dB, for å korrigere for differansen mellom stasjonære og personbårne lydnivåmålere. Bergen kommune har kun brukt stasjonære lydnivåmålere i sine undersøkelser og mener stemmen til bærer vil overdøve støyen i arbeidslokalet ved bruk av bærbare lydnivåmålere (Størkson, Alvheim 2010). Lydenergien halveres ved en dobling av avstand mellom lydkilde og måler (Solberg 2009, Fjerdingsstad 2013), og lyd utendørs og ved aktiviteter i andre rom blir ikke registrert.

Forskrifter og standarder er ikke enstydige. Forskrift om vern mot støy på arbeidsplassen (FOR-2006-04-26-456) sier i paragraf 7: *For arbeidsforhold i gruppene I og II skal støy fra egen aktivitet ikke inngå i vurderingen...* I NS 4815 står det imidlertid (punkt 9): *Slike lydbidrag som sannsynligvis vil oppstå ved den aktuelle arbeidsplassen, bør imidlertid måles, ...Her er inkludert tale mellom personer under målingen (4815-1 2006).* Standarden definerer støyeksponering slik; *all lyd personens øre eksponeres for i løpet av en bestemt tidsperiode i den faktiske situasjonen.* Både forskriften og standarden gir inntrykk av å gjelde arbeidsplasser der støyen produseres av maskiner og dermed kan skrues av. I barnehager er barn og ansattes stemmer og aktiviteter de største lydkildene.

1.5 Tiltak for å redusere lydnivået

Arbeidsgiver har ansvaret for å informere sine ansatte om lydforhold, gi nødvendig opplæring om støy og sette i verk lyddempende tiltak der grenseverdier er overskredet (FOR-2006-04-26-456). Men både verneombud, styrer, avdelingsledere og ansatte må ta sin del av ansvaret for at dagene skal bli roligere, og det bør skje i samarbeid med barn og foreldre (Stabell 2012, Utdanningsforbundet 2012, Sjodin, Kjellberg et al. 2012c). De barnehageansatte mener det er behov for økt bemanning, mindre barnegrupper, god romtilgang og tydelig ledelse for å redusere lydnivået (Utdanningsforbundet 2012). I tillegg må det være en bevisst og kontinuerlig fokus på støy og man må ha gode rutiner og prosedyrer.

De siste årene har det blitt bygget basebarnehager med store fellesrom som skal gi åpne og fleksible løsninger med plass til flere barn (Seland 2009). Base-løsninger har ofte vist seg å gi utslag i økte lydnivåer og det har blitt iverksatt tiltak i form av absorberende plater og skillevegger for å dempe lyden. Det er viktig at akustiske forhold vurderes i planleggingsfasen av nye barnehager (Seland 2009).

Mange studier har vist at lydabsorberende tiltak også fører til signifikante reduksjoner i lydnivå (Maxwell and Evans 2000, L'Espérance, Boudreau et al. 2006, Gerhardsson and Nilsson 2013, Haakensen 2013). I en canadisk studie ble etterklangstiden halvert, barn og ansatte endret oppførsel, og gjennomsnittlig ekvivalentnivå ble redusert med 7 dB (L'Espérance, Boudreau et al. 2006). Det har vært lettere å se signifikante effekter av akustiske tiltak enn av organisatoriske tiltak (Sjodin, Kjellberg et al. 2012c). Grunnen til det kan være at de organisatoriske krever større innsats og fokus fra alle ansatte.

Små grupper produserer mindre lyd (Størkson, Alvheim 2010, Sjodin 2012), og de fleste barnehager ønsker seg muligheten til å dele i mindre grupper. Med lav grunnbemanning og høyt sykefravær føler ansatte at det kan være vanskelig å få til (Utdanningsforbundet 2012). For barn og ansatte med redusert hørsel har det vist seg at å dele barna i små grupper, er et effektivt tiltak for å bedre kommunikasjon og redusere støy (Mørk 2011). Fagkonsulent Gunn Heidi Saltnes i Volin barnehage skaffet seg gode erfaringer med støyreduksjon ved å måtte tilrettelegge en barnehage for et hørselshemmet barn (Haakensen 2013). Saltnes sier at kunnskap om sansene våre må integreres i barnehagens pedagogiske virksomhet, og både barn og ansatte må involveres i det støyforebyggende arbeidet. Dette er viktig for at barna skal forstå nye regler og tiltak.

For arbeidsgiver kan det lønne seg å sette i verk lyddepnende tiltak. En rekke internasjonale bedrifter har funnet at støyreduksjon gir svært god effekt på sykefravær og «turnover» (Fjerdingstad 2013). Hver 5 dB reduksjon i lydnivå ga 2 % reduksjon i fravær og 10 % reduksjon i «turnover».

1.6 Lover, forskrifter og standarder

1.6.1 Hva lovverket sier om støy

Barnehageloven sier at barnehager skal være et trygt sted der ferdigheter og kunnskap skal utvikles (LOV 2005-06-17-64). I denne oppgaven blir det fokusert på lover, forskrifter og standarder som er viktige i forhold til støy på arbeidsplassen, og da i første rekke barnehage og skole.

1.6.1.1 Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern (Arbeidsmiljøloven)

Arbeidsmiljøloven (LOV 2005-06-17-62) har som formål å: *...sikre et arbeidsmiljø som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger, ...* Aktuelle for denne oppgaven er kapitlene 3, 4 og 5 som bl.a. omhandler Krav til det fysiske arbeidsmiljøet (§ 4-4).

1.6.1.2 Lov om folkehelsearbeid (Folkehelseloven).

Folkehelseloven (LOV 2011-06-24-29) danner lovgrunlaget for Miljørettet helsevern. *Miljørettet helsevern omfatter de faktorer i miljøet som til enhver tid direkte eller indirekte kan ha innvirkning på helsen* (§ 8). Kommunen har ansvar for å føre tilsyn med disse faktorene.

1.6.2 Aktuelle forskrifter

1.6.2.1 Forskrift om vern mot støy på arbeidsplassen (Støyforskriften)

Støyforskriften (FOR 2006-04-26-456) angir tiltaksgrenser og grenseverdier for støybelastning på arbeidsplassen. Den omhandler også arbeidsgivers ansvar til å foreta risikovurderinger og støymålinger, og til å iverksette tiltak og helseundersøkelser. Støyreducerende tiltak omtales i § 10.

1.6.2.2 Forskrift om tiltaks- og grenseverdier

Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (FOR 2011-12-06-1358) omhandler tiltaksverdier og grenseverdier for støyeksposering (§ 1-4). Her defineres daglig støyeksposerings nivå til å gjelde all støy på arbeidsplassen.

1.6.2.3 Forskrift om miljørettet helsevern

Forskrift om miljørettet helsevern (FOR 2003-04-25-486) skal *sikre befolkningen mot faktorer i miljøet....som kan ha negativ innvirkning på helsen*. § 9a omhandler støy.

1.6.2.4 Forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler

Forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler (FOR 1995-12-01-928) har som formål å sikre gode helse- og miljømessige forhold i barnehager og skoler. Virkeområder er planlegging, tilrettelegging og drift av barnehager m.v., § 21 omhandler lydforhold.

1.6.2.5 Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (Arbeidsplassforskriften)

Arbeidsplassforskriften (FOR 2011-12-06-1356) har som formål å: *Sikre at arbeidstakernes sikkerhet, helse og velferd ivaretas ved at arbeidsplasser og arbeidslokaler tilrettelegges....*

1.6.3 Norsk og Internasjonal Standard

NS 4815-1: Måling av yrkesmessig eksponering av støy for arbeidstakere, del 1, forenklet metode (NS 4815-1 2006). Standarden omhandler metoder for å bestemme hørselskadelig støyeksposering på arbeidsplassen.

NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger. Lydklasser for ulike bygningstyper (NS 8175 2012). Standarden angir grenseverdier for ulike lydkilder og deler grenseverdiene inni fire lydklasser. Bruksformål av bygningen avgjør klasse og dermed grenseverdier.

NS-EN ISO 3382-2:2008 Akustikk. Måling av romakustiske parametere (NS-EN ISO 3382-2 2008). Standarden beskriver måleprosedyre og nødvendig utstyr for måling av etterklangstid i vanlige rom.

1.7 Støyklasser og grenseverdier

Grenseverdier for støy er støyeksponeringsverdier som ikke skal overskrides. De er fastsatt i Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier (§ 2-2) (FOR 2011-12-06-1358):

Daglig støyeksponeringsnivå, $L_{EX,8h}$: 85 dB

Toppverdi av lydtryknivå, PeakC: 130 dB

Tiltaksverdier for støyeksponering er støyeksponeringsverdier som er så høye at tiltak må settes i verk for å redusere støybelastningen. Tiltaksverdier for støyeksponering bestemmes av Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier (§ 2-1) (FOR 2011-12-06-1358) og deles i tre grupper:

gruppe I: Nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold er $L_{EX,1} = 55$ dB

gruppe II: Nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold er $L_{EX,1} = 70$ dB

gruppe III: Nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold er $L_{EX,8h} = 80$ dB

Barnehager plasseres gruppe II; *arbeidsforhold hvor det er viktig å føre samtale...* (FOR 2006-04-26-456).

Siden det nesten ikke blir gjort målinger under $70 L_{EX,8h}$ i barnehager, har det blitt diskutert om ikke de burde høre til gruppe III med tiltaksgrense $80 L_{EX,8h}$ (Solberg 2009, Stabell 2012). Definisjonen av gruppe III; *arbeidsforhold med støyende maskiner og utstyr...*, gir ikke inntrykk av å gjelde for en pedagogisk virksomhet. Dette er arbeidsplasser der ansatte har mulighet til å benytte hørselvern, slå av eller gå bort fra lyden.

Grenseverdier for etterklangstid er fastsatt i Lydforhold i bygninger (NS 8175:2012). Kapittel 3.2 definerer lydklasser A til D. Oppholdsrom i barnehagene bør ligge innenfor grenseverdiene i lydklasse C; *tilfredsstillende lydforhold*, eller bedre. Gjeldende fra juni 2012 er grenseverdien i lydklasse C $0,4 T$ (s). I rom høyere enn en etasje gjelder $T_h = 0,16xh$ (h =gjennomsnittlig takhøyde). For eldre bygninger gjelder gammel grenseverdi på $0,6 T$ (NS 8175:2008, revidert og erstattet av NS 8175:2012).

2 Mål og problemstillinger

Hovedmålet med denne oppgaven var å dokumentere lydnivået i barnehager i Bø kommune og barnehager knyttet til PBL. Jeg ville også se på hvilke tiltak som kan iverksettes for å redusere støybelastningen, hvorav gjennomføring av støykurs for de barnehageansatte var et tiltak som ble studert.

Følgende problemstillinger ble formulert:

- Hvordan er lydnivå og etterklangstid i barnehagene i Bø i forhold til:
 - hva lovverket krever og anbefaler?
 - hva som gir gode arbeidsforhold for barn og voksne?
 - hva som er helse- eller hørselskadelig?
- Hvordan er lydnivået i PBLs barnehager i forhold til de samme punktene som nevnt over?
- Hva påvirker lydnivået i en barnehagehverdag?
- Hvilke effekter har fysiske og organisatoriske tiltak i forhold til støyreduksjon?

3 Metoder

3.1 Kartlegging av lydnivå

3.1.1 Målinger i barnehager i Bø kommune

Det ble foretatt lydnivåmålinger i henhold til standard (NS 4815-1 2006) i alle barnehager i Bø kommune. Langtidsmålinger av lydnivå ble utført i januar og februar 2013 ved alle 19 avdelingene i totalt seks barnehager. Etter støykurs ble alle avdelingene målt på nytt i april og mai 2013. For å få et best mulig bilde av støysituasjonen ble det valgt dager med relativt normal rytme. Undertegnede var ikke til stede mer enn ti til femten minutter morgen og ettermiddag for å informere om bruk av dosimeter og skjema og for å svare på spørsmål.

Dosimeterbærer var en ansatt med midtvakt og måletiden var vanligvis kl. 9-16. Midtvakt ble valgt for å dekke den tidsperioden der de fleste barna var tilstede og for å få en så uniform dag som mulig for bærerene. Om mulig var det samme bærer første og andre målerunde for å unngå variasjoner i lydnivå som følge av egen stemmebruk. Dosimeterets mikrofon ble festet på skulderen, pekende bakover, og nær øret for å gi et best mulig bilde av støybelastningen. Det ble understreket at mikrofonen ikke måtte komme for nær munnen og egenprodusert lyd, og at den ikke burde utsettes for slag f.eks. ved påkledning. Dosimeteret ble hovedsakelig montert og demontert henholdsvis før og etter programmert registreringstid, for å unngå at evt. slag på mikrofonen ble registrert.

Lydnivå ble kartlagt ved bruk av Larson Davis Spark 703+ personlig støydosimeter (Larson-Davis 2009). Dosimeteret ble kalibrert før og etter hver måling med Brüel & Kjær akustisk kalibrator Type 4230, innstilt på 94 dB og 1000 Hz. Dosimeter og akustisk kalibrator oppfyller kravene gitt i IEC 61672-1, klasse 1 (IEC 61672-1 2002). Innstillinger, kalibreringer, lagring og bearbeidelse av måledata ble gjort i støyprogrammet Blaze (Davis 2009, Versjon 6.01), kobling til dosimeter ved bruk av infrarød usb-kommunikasjon.

Det ble logget A-vektet ekvivalent lydnivå hvert halvminutt, med responstid Fast (125 ms). Den uavhengige Peak-detektoren, C-vektet med responstid 40 μ s, logget den høyeste registrerte Peak-verdien hvert halvminutt.

Bærer av dosimeteret fylte ut et skjema gjennom hele arbeidsdagen. Skjemaet inneholdt fakta som klokkeslett, hovedaktivitet og antall barn og voksne til stede til enhver tid. I tillegg ble

det notert spesielle hendelser som kunne gi utslag på målingene. Utetid og vær ble også registrert.

Måleresultatet kan avvike med $\leq 0,5$ dB ved svært lave eller høye temperaturer (-10 til + 50) (Larson-Davis 2009). I dette studiet ble det ikke tatt hensyn til eventuelle avvik grunnet temperatur da dosimeteret kun i korte perioder ble utsatt for minusgrader. Sterk vind kan produsere støy og gi målefeil, men det var ikke sterk vind de dagene dosimeteret ble benyttet utendørs.

I seks av avdelingene ble høyeste registrerte Peak-verdi målt under montering eller demontering av mikrofon og dosimeter. De verdiene ble forkastet og erstattet med nest-høyeste verdi.

Det ble notert ned hovedtrekk ved rom og materialbruk i barnehagene. Det var bl.a. av interesse om avdelingene har muligheter til å dele barnegruppa på ulike rom, og hvilke materialer som var brukt på tak, vegger og gulv med tanke på etterklangstid.

3.1.2 Lydnivåmålinger fra PBL

Etter avtale med PBLs Bedriftshelsetjeneste, ved daglig leder Arne Myrland, fikk jeg tilgang til lydnivå-data fra 245 barnehageavdelinger. Det dreier seg om målinger utført med personbårne dosimetre, i henhold til NS 4815-1, fra juni 2011 til ut desember 2012. Datasettet overlapper delvis med det som danner grunnlaget for PBLs rapport (Stabell 2012).

3.2 Etterklangsmålinger i barnehagene i Bø kommune

Etterklangsmålinger i barnehagene i Bø kommune er utført i henhold til internasjonal og norsk standard (NS-EN ISO 3382-2:2008, NS 8175:2012). Målingene ble utført i hovedrommet til hver barnehageavdeling ved bruk av lydmåler NOR 118, forsterker NOR 280 og høyttaler NOR 250, alt fra Norsonic (figur 4).

Det ble benyttet avbrutt støymetode, presisjonsmetoden, i henhold til pkt. 3.2, 4.3.1 og 4.3.4 (3382-2:2008 2008). Metoden benyttes der målenøyaktigheten skal være høy, 2,5 % i 1/1 oktavbånd. Lydmåler ble stilt inn på etterklangsmåling og på 1/1 oktavbånd-filter (Tore Hagen, pers med).

For hvert hovedrom ble det kjørt tre måleserier, dvs. tre ulike høyttaler-plasseringer, hvorav en i et hjørne. Hver serie hadde fire avlesninger rundt høyttaler. De målte lydfrekvensene 125, 250, 500, 1000 og 2000 Hz, sendes ut med lik lydstyrke = hvit lyd. Når så lyden avbrytes blir etterklangstiden målt samtidig for de fem lydfrekvensene. Samlet per rom ble det 60 avlesninger som danner grunnlaget for en gjennomsnittsverdi. Etterklangstiden T måles i antall sekunder det tar for lydenergien å reduseres med 60 dB etter at lyden er avbrutt.

På plantegninger over barnehagene ble det markert måleposisjoner for høyttalerplassering. Det ble utført en enkel registrering av støydempende plater, møbler og tekstiler.



Figur 4: NOR 250 høyttaler sørger for å spre lyden i flere retninger.

3.3 Støykurs i Bø kommune

Det ble gjennomført støykurs for styrere og barnehageansatte i samarbeid med virksomhetsleder Tore Hagen ved Miljøhygienisk avdeling på Notodden. Tore Hagen har mange års erfaring med å formidle kunnskap om lydlære, støy og støyrelaterte plager, bl.a. som foreleser ved Høgskolen i Telemark.

PBLs bedriftshelsetjeneste og Bergen kommune har etter kurs og bevisstgjøring av barnehageansatte registrert en reduksjon i lydnivå i en del av sine barnehager (Stabell 2012) (Størkson, Alvheim 2010). Vi hadde tilgang til hovedtrekkene i disse kursene og tok utgangspunkt i det. Støykurset ble planlagt ut fra at alle barnehageansatte i kommunen skulle delta, slik at alle ville sitte inne med samme kunnskap og bli mer bevisste på støy i sin arbeidsdag. Av økonomiske årsaker stilte det kun to til tre fra hver barnehage, unntatt barnehage II som stilte med flertallet av sine ansatte. De måtte få overtidspålegg for å møte utenom vanlig arbeidstid.

Kurskveldene, over tre timer, ble i grove trekk lagt opp som følger: Tore Hagen innledet med en forelesning om lydnivå, støy, hørselskader og helseplager knyttet til støy. EGM gikk så gjennom $L_{EX,8h}$ -verdier, Peak-verdier og etterklangsverdier, fra første målerunde. De ble sammenlignet med hva som er registrert i andre undersøkelser og med grenseverdier og tiltaksverdier. Siste del av kurset var gruppearbeid, der de ansatte skulle prøve å bli enige om hvilke tiltak – fysiske, organisatoriske og pedagogiske- som best kunne redusere lydnivået i barnehagen. Deler av kurset er vist i vedlegg 1.

3.4 Bearbeiding og analyser av data

Resultatet fra lydnivåmålinger ble lagret og bearbeidet i støydata-behandlingsprogrammet Blaze (Davis 2009, Versjon 6.01). I dette programmet ligger innstillinger av dosimeter og alle detaljer fra målingene. Registreringene gjennom en hel arbeidsdag vises i grafer med bl.a. ekvivalent- og Peak-målinger.

Det ble kjørt deskriptive tester på alle datasett og de ble funnet å være tilnærmet normalfordelte (med ett unntak) (Shapiro-Wilks-test). Det er i denne oppgaven i hovedsak benyttet parametriske tester; parvis t-test og lineær regresjonsanalyse i tillegg til deskriptiv statistikk. Der datasettene er ulikt store, og i ett tilfelle der de er svært små, er det benyttet Mann-Whitney-test.

Veiledning i bruk av statistiske analyser ble funnet i *Using Statistics to understand the Environment* (Wheather 2000). Alle statistiske beregninger er utført i det Excel-baserte programmet Analyse-it og støydata-behandlingsprogrammet Blaze (Davis 2009, Versjon 6.01). Det er også laget grafer og figurer i Excel.

Det ble utført færre statistiske analyser på PBL-datasettet siden jeg ikke hadde tilgang til samme opplysninger som for Bø-datasettet.

4 Resultater

4.1 Lydnivå i Bø kommunes barnehager

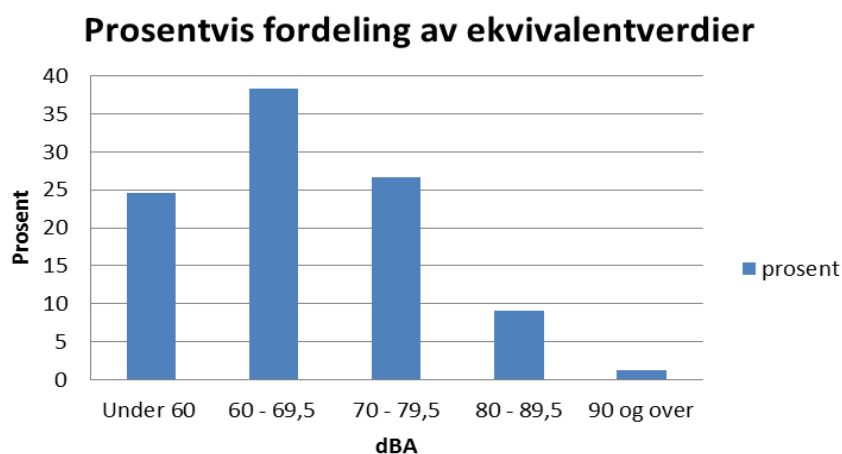
4.1.1 Ekvivalent lydnivå

Daglig støyeksoneringsnivå (ekvivalentnivå) i de 19 barnehageavdelingene var 78,3 $L_{EX,8h}$ (tabell 1). Høyest ekvivalent lydnivå var 83,1 $L_{EX,8h}$ og lavest 72,4 $L_{EX,8h}$. Det var en differanse på rundt 1 dB både på gjennomsnittlig, max og min ekvivalentverdier mellom første og andre målerunde.

Tabell 1. Oversikt over gjennomsnittlige ekvivalentverdier i barnehageavdelinger i Bø. Tabellen viser samlet resultat ($n=38$) og resultat før 1) og etter 2) støykurs ($n=19$).

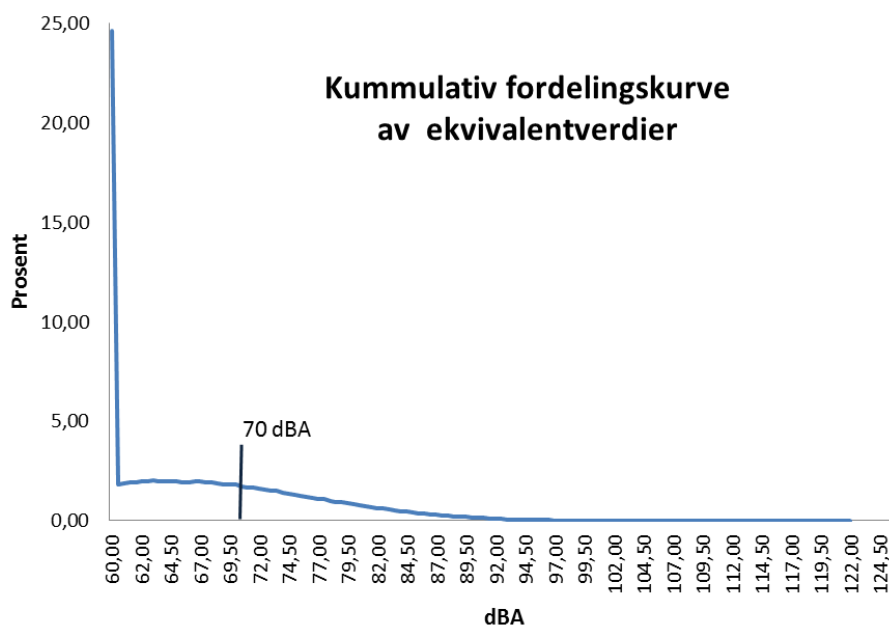
	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>
$L_{EX,8h}$	78,3	2,94	83,1	72,4
1) $L_{EX,8h}$	78,8	3,24	83,1	72,4
2) $L_{EX,8h}$	77,8	2,60	82,2	73,1

Det samla datasettet består av loggede ekvivalent-verdier fra hvert halvminutt i 38 måledager. Lydnivået lå under 60 dBA rundt 25 % av arbeidstiden (figur 5), mens det lå over 70 dBA 37,1 % av arbeidstiden og over 85 dBA 4 % av arbeidstiden.



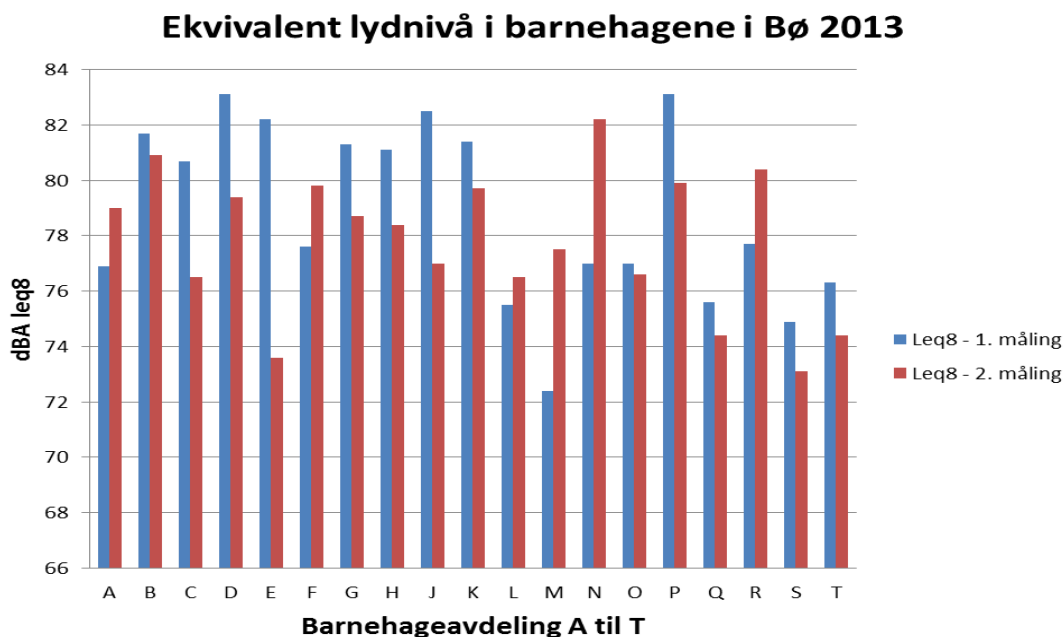
Figur 5. Prosentvis fordeling av ekvivalentverdier fra 38 måledager. Tiltaksgrense er 70 $L_{EX,1h}$.

Samme datasettet er også presentert i form av en fordelingskurve, som illustrerer den kumulative distribusjonen av alle ekvivalentmålingene (figur 6).



Figur 6. Kumulativ distribusjon av alle ekvivalentverdier fra 38 måledager i Bø. Tiltaksgrense er 70 $L_{EX,1h}$. Støy-programmet Blaze har definert alle målte verdier under 60 dBA som «<60 dBA».

Samtlige 38 måledager i de 19 avdelingene lå godt over 70 $L_{EX,8h}$ (figur 7). Tolv avdelinger lå også over 80 $L_{EX,8h}$, de fleste av disse i første målerunde. Ved andre måling hadde 13 av 19 avdelinger lavere ekvivalent lydnivå enn ved første måling. Reduksjonen varierte fra 0,5 dBA til 9 dBA. Seks avdelinger hadde en økning fra 1 dBA til 5 dBA.



Figur 7. Ekvivalent lydnivå i de 19 barnehageavdelingene i Bø kommune. Blå kolonner er første lydnivåmåling, rød er andre. Tiltaksgrensen er 70 dBA for den mest støyende timen, $L_{EX,1h}$.

Lineær regresjonsanalyse viste at endring i lydnivå, fra dag 1 til dag 2, ikke kan forklares med endring i antall barn ($P= 0,3267$). Avdelingene E, H og N hadde samme antall barn til stede de to måledagene. Resten av avdelingene hadde variasjoner fra minus fire til pluss fem barn dag 2.

Gjennomsnittlig parvis differanse de to måledagene var 2,1 dB med samme bærer og 3,8 dB med to ulike bærere. Max parvis differanse var 3,7 dB for samme bærer og 8,6 dB for to bærere. Mann-Whitney test viste ingen signifikant forskjell i parvis differanse ($p=0,1128$).

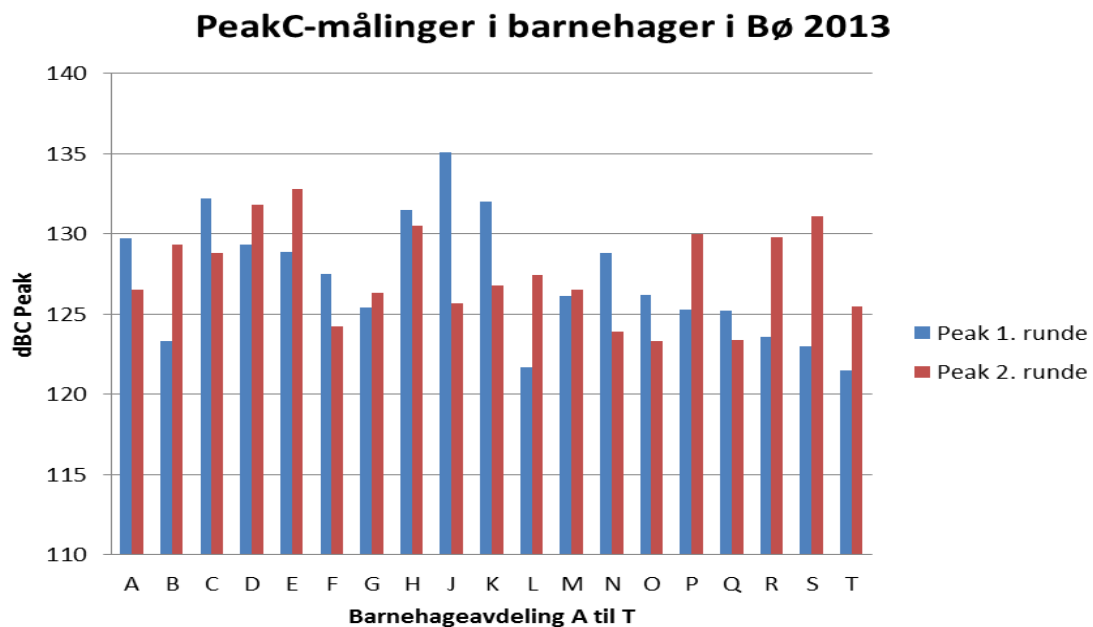
4.1.2 Peak-verdi – toppverdi av lydtrykknivå

Peak-verdier for de 38 arbeidsdagene varierte mellom 121,5 og 135,1 dBC (tabell 2). Vi ser at de to målerundene hadde relativt like verdier, det skiller mest på standardavvik og max Peak-verdi.

Tabell 2. Gjennomsnittlige Peak-verdier for de 19 barnehageavdelingene i Bø. Tabellen viser samlet resultat (n=38) og resultat før 1) og etter 2) støykurs (n=19).

	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>
dBC Peak	127,4	3,35	135,1	121,5
dBC Peak 1)	127,2	3,79	135,1	121,5
dBC Peak 2)	127,6	2,93	132,8	123,3

De fleste Peak-verdiene lå mellom 120 og 130 dBC (figur 8). Åtte av avdelingene hadde Peak-verdier over 130 dBC som er grenseverdien. Omtrent halvparten av avdelingene hadde fra 1 til 9,4 dBC lavere Peak-verdi ved andre målerunde. Avdelingene med høyest verdi andre runde hadde en økning mellom 0,4 og 8,1 dBC. Maksimumsverdi, 135,1 dBC, ble målt ved fri lek i et stort tomt rom.



Figur 8. Peak-verdier i de 19 barnehageavdelingene i Bø kommune. Blå kolonner er første målerunde, rød er andre. Grenseverdien for Peak er 130 dBC.

Pearson korrelasjonstest viste ingen signifikant samvariasjon mellom ekvivalent-verdier ($L_{EX,8h}$) og Peak-verdier ($P < 0,1287$).

4.1.3 Eksempler fra to barnehageavdelinger

Bak hver presenterte ekvivalent- og Peak-verdi ligger det store mengder måledata. Her presenteres to avdelinger for å illustrere hvor variert en arbeidsdag kan være med hensyn til lydbildet.

Avdeling J

Avdeling J hadde høyt ekvivalent lydnivå og Peak-verdi dag 1 ($82,5 L_{EX,8h}$ og $135,1$ dBC Peak) og var blant de med størst reduksjon dag 2 ($77 L_{EX,8h}$ og $125,7$ dBC Peak). Det var 22 barn og 4 voksne til stede dag 1, og 18 barn og 3 voksne dag 2, aldersgruppe 4-6 år. Grunnet vaktordninger ble det ikke samme dosimeterbærer begge dagene. Kommentarer rundt aktivitet i figur 5a og b er hentet fra dosimeterskjema (vedlegg 2 og 3).

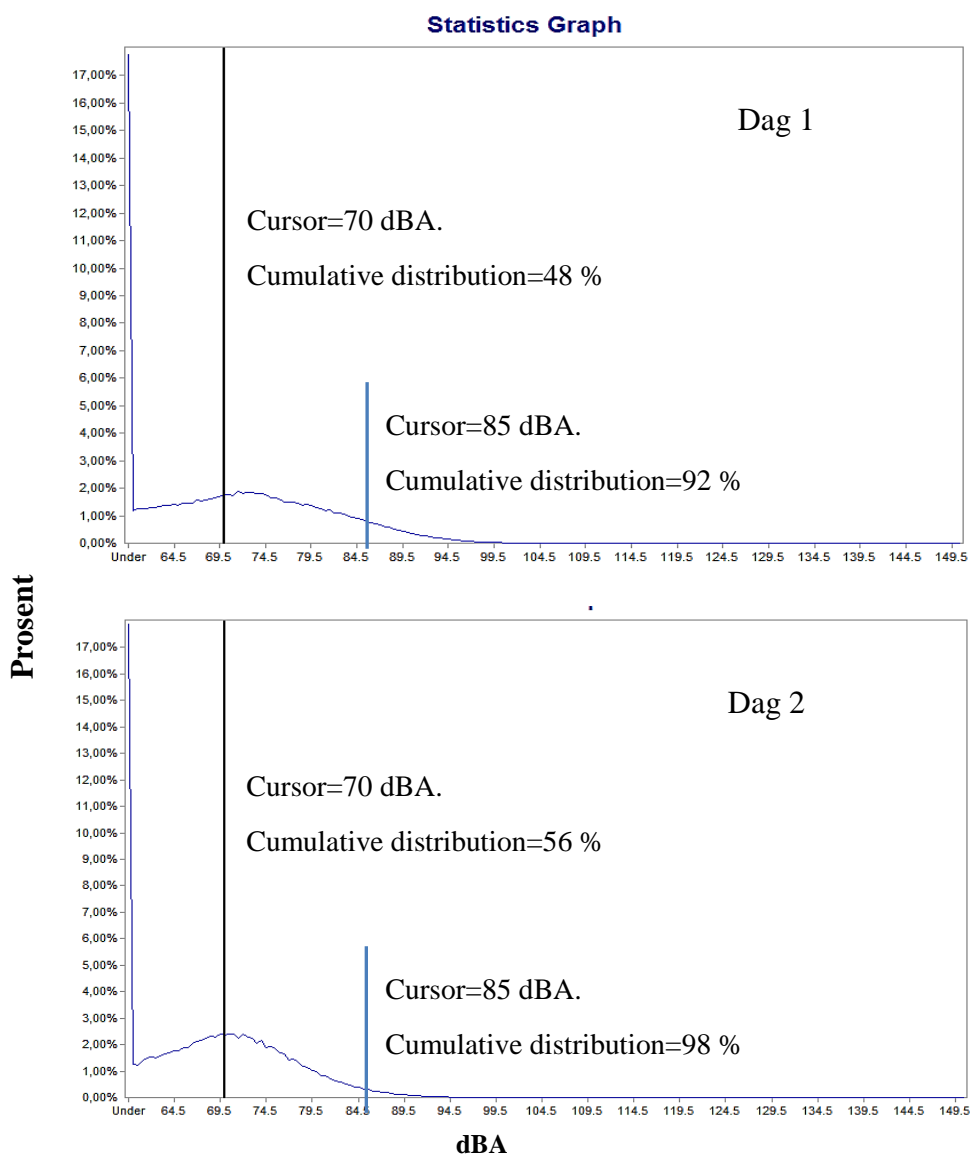
Det ekvivalente lydnivået lå rundt 80 dBA det meste av dag 1 (figur 9a), og sank under 70 dBA i perioder der bærer ikke var tett på barna, som i pause, «til og fra» og deler av utelek. Lydnivået var høyt ved så ulike aktiviteter som fri lek, måltid og påkledning. Høyeste Peak-verdi ble registrert ved fri lek i stugo, et stort, uinnredet fellesrom.

Ekvivalent lydnivå lå noe lavere dag 2 og Peak-verdiene holdt seg i hovedsak under 120 dBC (figur 9b). Perioden frem til mat var preget av fri lek på avdeling og på stugo, avbrutt av 10 minutter på kjøkkenet (to voksne). Det var noe lavere lydnivå i perioder uten barn selv om nivået i pausen varierte fra rundt 60 til 80 dBA. Vi ser også her at påkledning produserte støy. Stillelek var preget av mange høye Peak-verdier men vi ser at ekvivalent-verdiene her beveget seg under 70 dB. Første måltid lå mellom 70 og 80 dBA, andre svinget under 70 dBA.



Figur 9a (dag1 øverst) og 5b (dag 2): Time history graph hentet fra Blaze viser målekurver fra to arbeidsdager i avdeling J. Blå kurve er ekvivalent støynivå, grønn kurve er Peak-nivå, begge har registreringer hvert halvminutt. Tiltaksgrense på 70 dBA er markert med en grå horisontal strek. Skravert område er fjernet fra datasettet.

Dag 1 hadde ekvivalent lydnivå over 70 dBA 52 % av dagen (figur 10a) mens 9 % av dagen lå over 85 dBA. Tilsvarende statistisk graf for dag to viste at 44 % av arbeidsdagen hadde et lydnivå over 70 dBA og 2 % lå over 85 dBA (figur 10b).



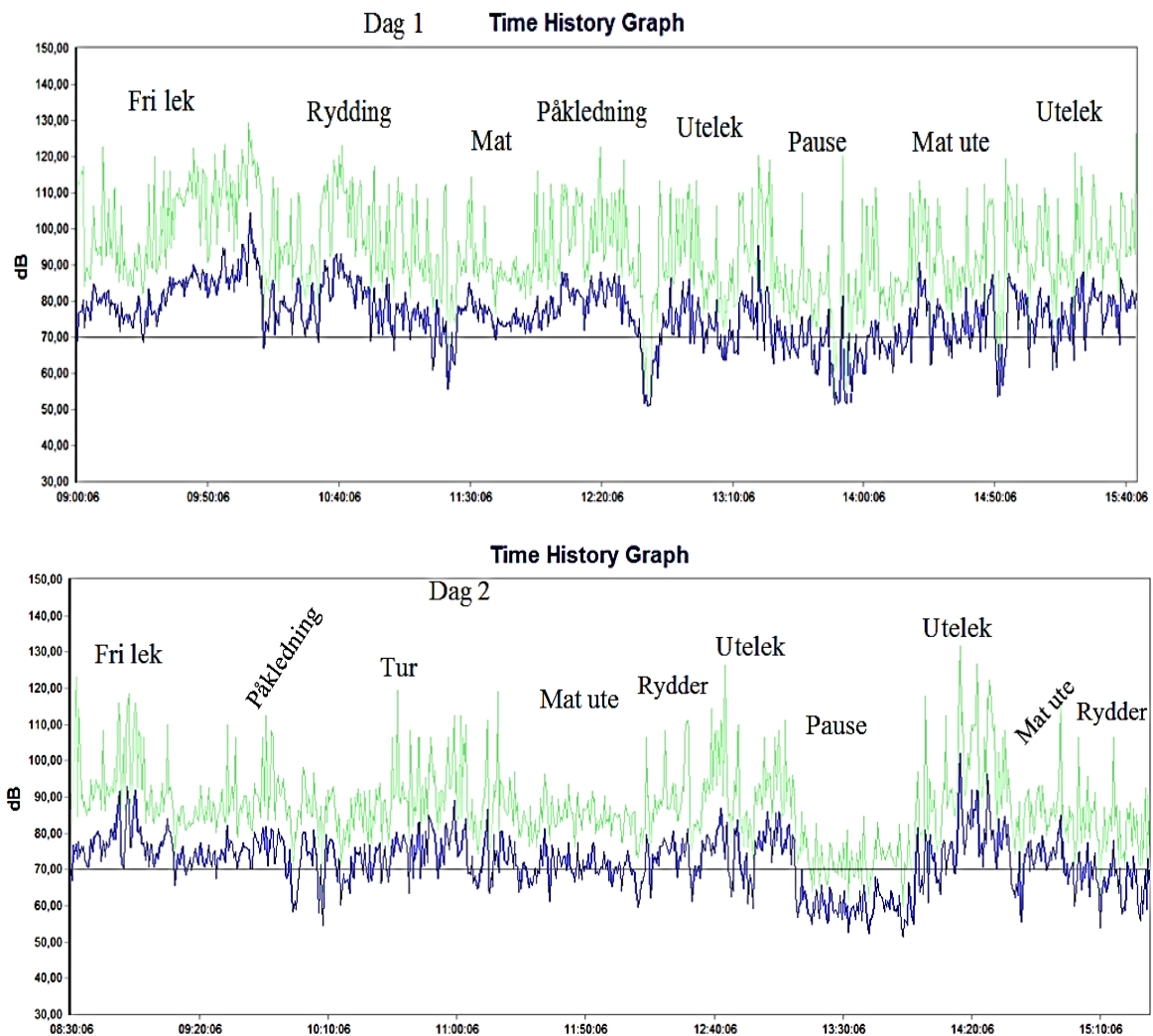
Figur 10a (øverst) og 10b. Avdeling J, kumulativ distribusjon av ekvivalentmålingene dag 1 og 2.

Ekvivalent lydnivå var signifikant lavere dag 2 enn dag 1 med gjennomsnittlig differanse på 5,1 dB ($t=16,13$, $P=0,0001$, $n=779$ begge dager)

Avdeling D

Avdeling D hadde også høyt ekvivalent lydnivå dag 1 med en reduksjon dag 2. Avdelingen besto av 3-4 åringer, 19 barn dag 1 og 17 barn dag 2, 3 voksne. Samme ansatte hadde dosimeteret begge dagene. Vi ser av grafene (figur 11 a og b) at dag 1 hadde flere og høyere Peak-målinger og at ekvivalent-kurven lå høyere, enn for dag 2. Påkledning hadde en stille periode der bærer kledde på seg selv. Periodene merket «utelek» var på felles uteområde med 35 til 45 barn. Dag 1: I pausen varierte det fra 1- 5 voksne. I forkant av mat jobbet bærer på kjøkkenet ca ½ time. Dag 2 var preget av mye tid utendørs. (Dosimeterskjema i vedlegg 4 og 5.)

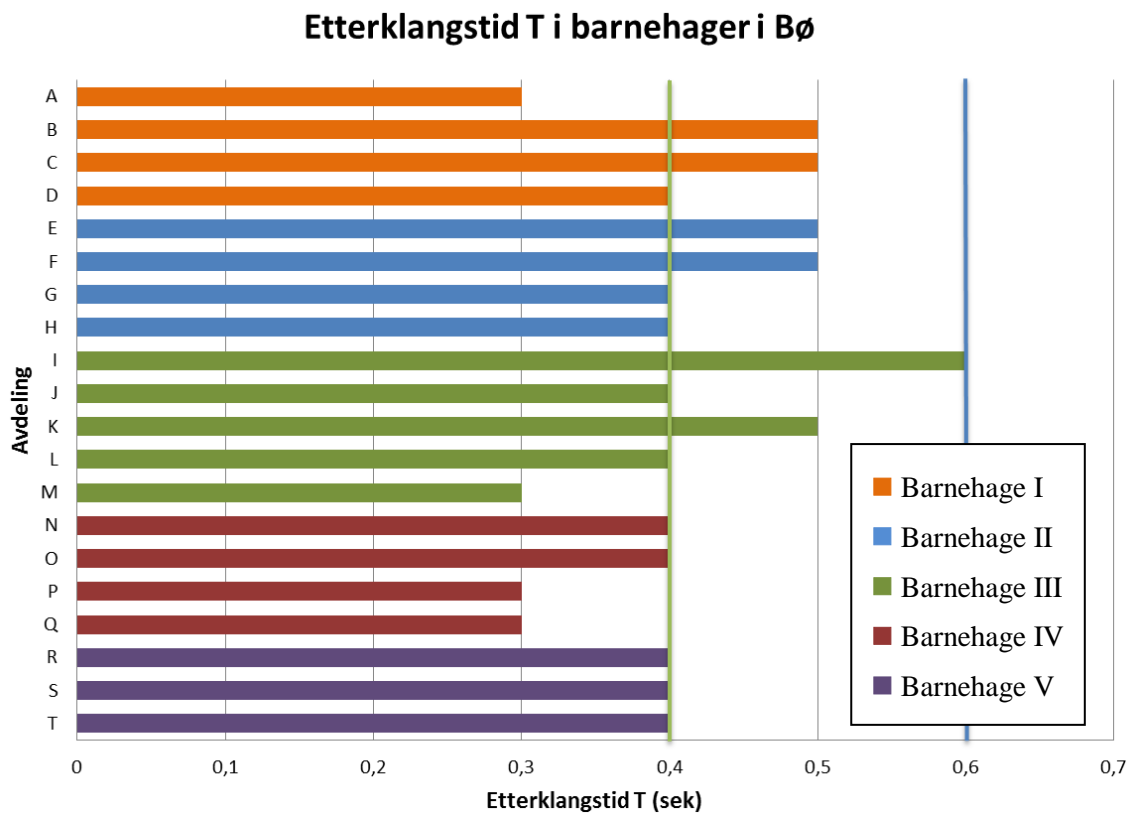
Ekvivalent lydnivå var signifikant lavere dag 2 enn dag 1 med gjennomsnittlig differanse 4,1 dB ($t=10,63$, $P<0,0001$, $n=809(1) / 839(2)$)



Figur 11a (dag 1) og 11b (dag 2). Time history graph fra Blaze viser målekurver fra to arbeidsdager i avdeling D. Blå kurve er ekvivalent støynivå, grønn kurve er Peak-nivå.

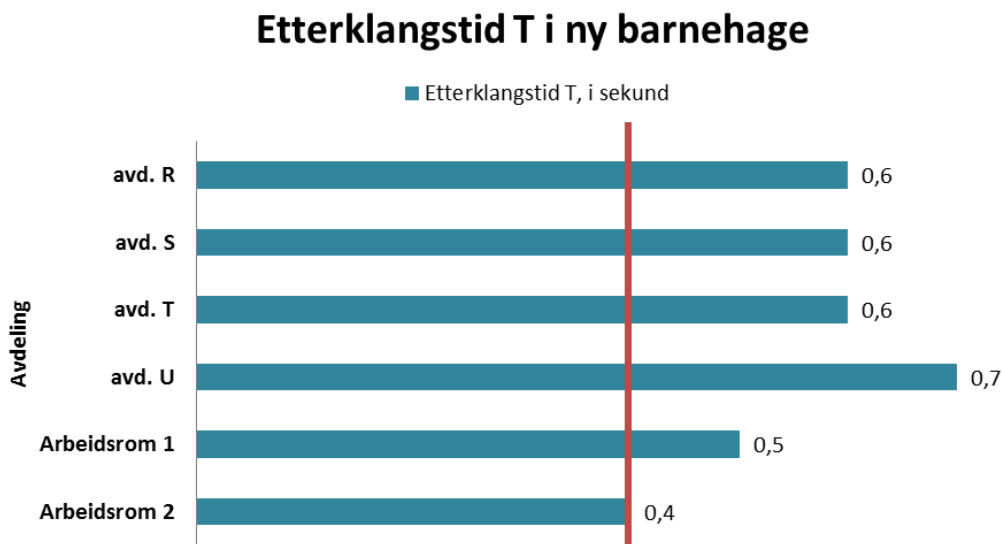
4.1.4 Etterklangstid

Etterklangstiden i hoved-oppholdsrommet til hver avdeling, og i barnehage III i et fellesrom, er vist i figur 12. Fellesrommet (I) er stort og nesten uten møbler og hadde etterklangstid på 0,6 T. Alle avdelinger ellers hadde etterklangstid mellom 0,3 og 0,5 T. I avdelinger med pålimte støydempende plater i tak var etterklangstiden kortere ved høye frekvenser (0,3 – 0,4 T) enn ved lave frekvenser (0,5 – 0,6 T). I avdelinger med nedsenkede plater i tak hadde frekvensene mer lik etterklangstid.



Figur 12. Etterklangstid T (sek) i barnehageavdelingene A til T i Bø kommune. For bygninger eldre enn juni 2012 gjelder grenseverdi=0,6 T (sek).

I august 2013 flyttet barnehage V inn i nybygget barnehage med 4 avdelinger. Etterklangstid ble målt i de fire avdelingenes hovedrom og i to arbeidsrom (figur 13) og den lå på omtrent samme nivå i alle målte frekvenser. Vi ser at bare det ene arbeidsrommet tilfredstilte kravet til etterklang på 0,4 T. Det er hovedsakelig åpen himling i hovedrommene. Da gjelder grenseverdi T_h ($0,16 \times$ gjennomsnittlig takhøyde).



Figur 13. Etterklangstid T (sek) i nytt barnehagebygg, barnehage V. For bygninger nyere enn 2012 gjelder grenseverdi 0,4 T, ved takhøyde over én etasje gjelder grenseverdi $0,16xh = T_h$.

4.1.5 Lydnivå sett i sammenheng med noen variabler

Størrelse og alderssammensetning på barnegruppen

Lineær regresjonsanalyse forklarte 19 % av økningen i lydnivå med en økning i antall barn ($y = 74,11 + 0,2996x$, $P = 0,0034$).

Pearson korrelasjonstest viste en signifikant korrelasjon/samvariasjon mellom antall barn på avdelingen og alderssammensetning ($r = 0,77$, $P < 0,001$). Det var 59 % samvariasjon.

Regresjonsanalyse viste at 12 % av økning i lydnivå ble forklart med gjennomsnittsalder på barna ($y = 75,81 + 0,788x$, $P = 0,0198$).

Støykurs

For å teste om støykurset hadde ønsket effekt – reduksjon i lydnivå – ble det kjørt en parvis t-test på ekvivalentverdiene ($L_{EX,8h}$) målt før og etter kurs. Parvis t-test bekreftet nullhypotesen; det var ingen signifikant forskjell på ekvivalent lydnivå ved første og andre dosimetermåling ($t(18) = 1,31$, $p < 0,5$).

Etterklangstid

Lineær regresjonsanalyse med etterklangstid som uavhengig variabel og ekvivalent lydnivå som avhengig variabel, viste ingen signifikant sammenheng mellom etterklangstid og lydnivå ($R^2 = 0,02$ $P = 0,2096$).

4.2 Lydnivå i PBLs barnehager

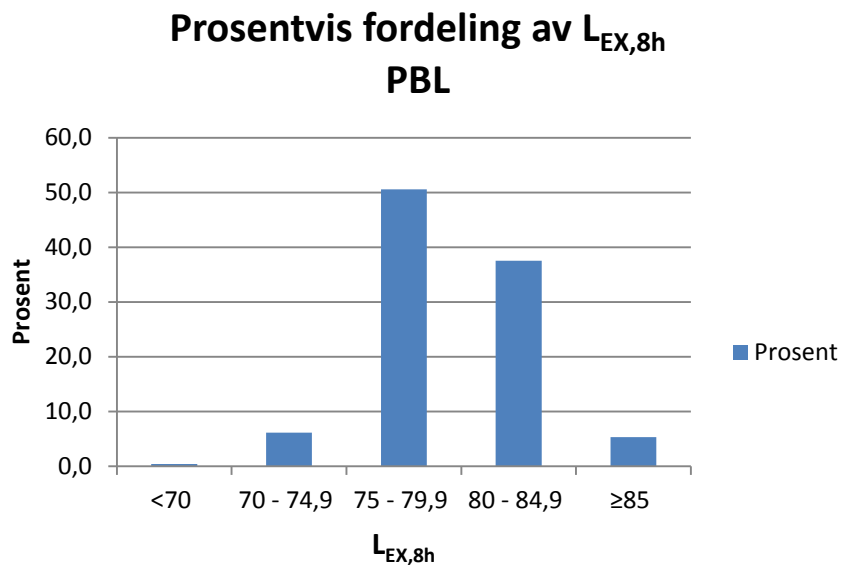
4.2.1 Ekvivalent lydnivå

Gjennomsnittlig daglig ekvivalent lydnivå i PBL-BHTs barnehager var 79,5 dBA (tabell 3). Minimums Peak-verdi var 115,1 dBC og max Peak-verdi var 144,6 dBC.

Tabell 3. Oversikt over ekvivalent- og Peak-verdier, i 245 av PBLs barnehageavdelinger.

	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>
$L_{EX,8h}$	79,5	3,15	88,0	69,2
dBC Peak	127,4	4,83	144,6	115,1

Nesten 90 % av PBLs barnehageavdelinger hadde $L_{EX,8h}$ -verdier mellom 75 og 85 dBA (figur 14). Av 245 avdelinger lå bare en under 70 $L_{EX,8h}$ mens 5,3 % lå over 85 $L_{EX,8h}$.

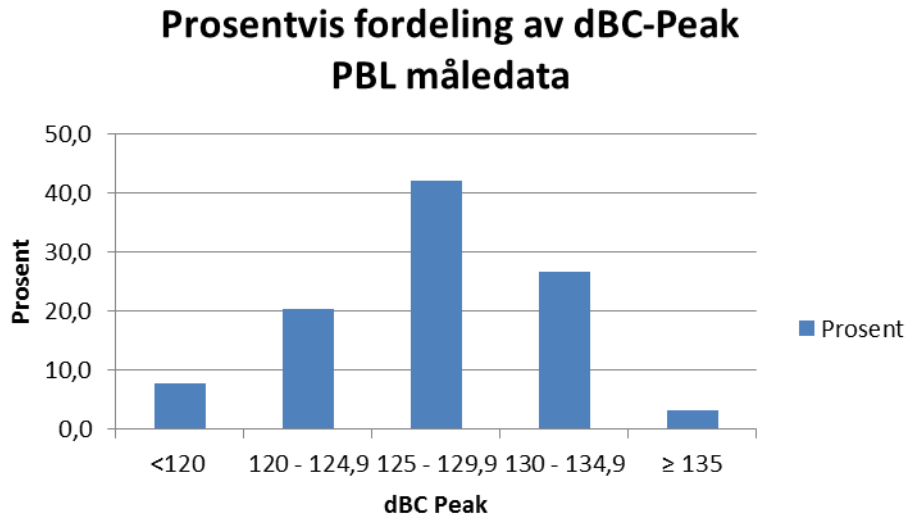


Figur 14. Prosentvis fordeling av PBLs ekvivalent-verdier fra 245 heldagsmålinger.

Tiltaksgrense er 70 dBA og grenseverdi er 85 dBA.

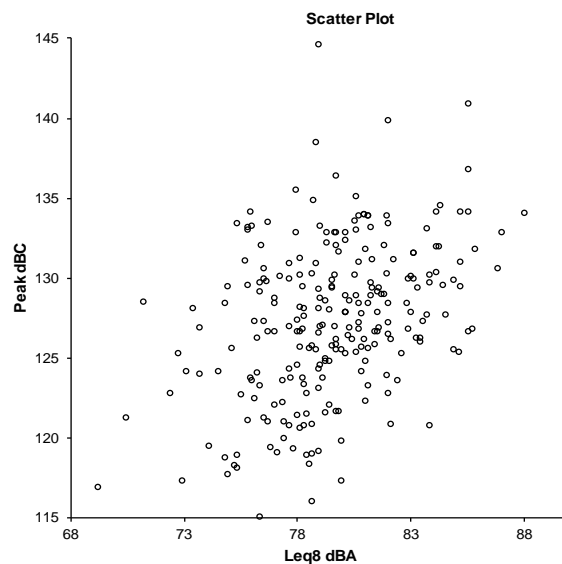
4.2.2 Peak-verdi – toppverdi av lydtrykknivå

29,8 prosent, tilsvarende 73 avdelinger, lå over grenseverdien på 130 dBC Peak (figur 15). 92 % av avdelingene lå over 120 dBC.



Figur 15. Prosentvis fordeling av PBLs Peak-verdier fra 245 heldagsmålinger. Grenseverdien er 130 dBC Peak.

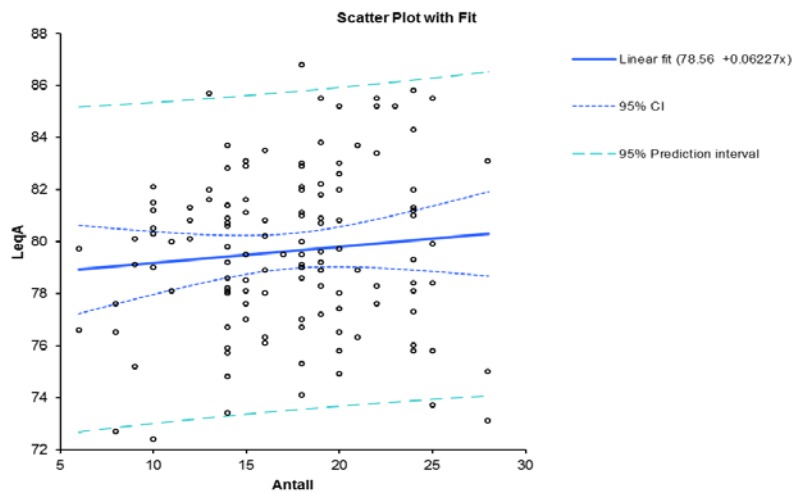
Pearson korrelasjonstest viste en svak men signifikant samvariasjon mellom ekvivalent- og Peak-verdier ($r=0,38$, $P<0,0001$). Det var 14 % samvariasjon mellom de to målevariablene (figur 16).



Figur 16. Korrelasjonsplot med ekvivalent-verdier (x) og Peak-verdier (y) fra 246 av PBLs barnehageavdelinger.

4.2.3 Lydnivå og noen variabler

Lineær regresjon viste at det ikke ble påvist noen sammenheng mellom antall barn og ekvivalent støynivå (figur 17) ($R^2=0,0$, $P= 0,2654$) eller mellom aldersgruppe og ekvivalent støynivå ($R^2=0,0$, $P= 0,4637$). Pearson korrelasjonstest viste en signifikant samvariasjon på 59 % mellom antall barn på avdelingen og alderssammensetning ($r=0,77$, $P<0,001$).



Figur 17. Lineær regresjonsanalyse med antall barn som uavhengig og ekvivalent støynivå som avhengig variabel.

Det ble heller ikke påvist noen sammenheng mellom Peak-verdier og aldersgruppe ($R^2=0,0$, $P= 0,5308$) eller antall barn ($R^2=0,0$, $P= 0,2149$).

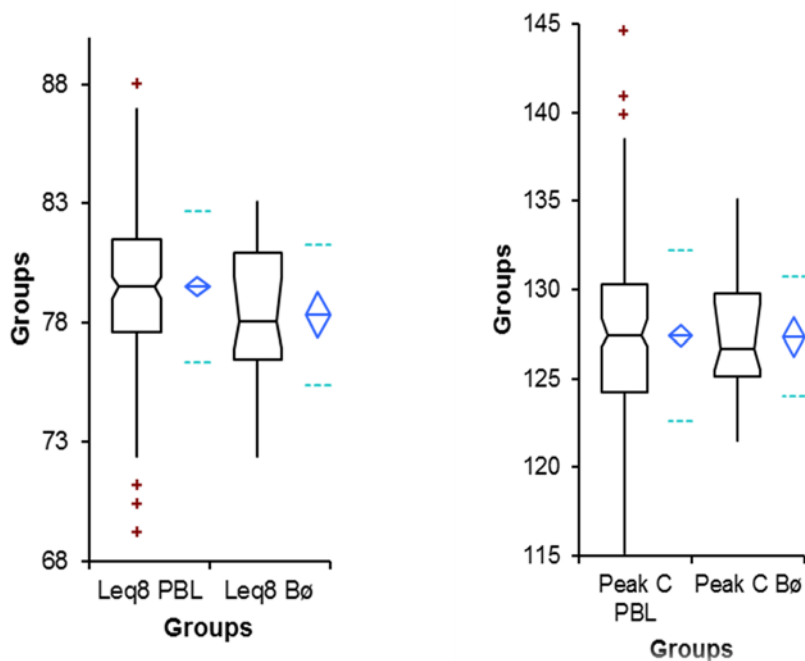
4.3 Bø og PBL

Ekvivalente og Peak-middelverdier til de to datasettene fra Bø og PBL er samlet under i tabell 4 og figur 18. Det ble påvist signifikant høyere ekvivalent middelverdi i PBL-datasettet enn i Bø-datasettet ($Z=2,04$, $P=0,0417$).

Middelverdien for Peak ble ikke funnet signifikant ulik i de to datasettene ($Z=0,31$, $P=0,7541$).

Tabell 4. Oversikt over middelverdier, standard avvik og inter-kvartil range (IQR), PBL ($n=245$) og Bø ($n=38$).

	<i>Gjennomsnittlig verdi</i>	<i>Median</i>	<i>Standard avvik</i>	<i>IQR</i>
$L_{EX,8h}$ PBL	79,5	79,5	3,15	3,90
$L_{EX,8h}$ Bø	78,3	78,1	2,94	4,43
dBC Peak PBL	127,4	127,4	4,83	6,13
dBC Peak Bø	127,4	126,7	3,38	4,70



Figur18: Boxplot med ekvivalentverdier (til venstre) og Peak-verdier, fra PBL ($n=245$) og Bø ($n=38$). Boksene viser median-verdi med 25 % og 75 % kvartiler. Diamantene viser gjennomsnittlige verdier ± 1 SD (stiplet linje).

5 Diskusjon

5.1 Høye lydnivå i barnehager i Bø kommune

5.1.1 Lydnivå i forhold til grenseverdier

Gjennomsnittlig lydnivå i Bø kommunes barnehager lå i underkant av 80 $L_{EX,8h}$, altså godt over tiltaksgrensen på 70 $L_{EX,1h}$. Tilsvarende nivå er funnet i flere store undersøkelser (Landstrom, Nordstrom et al. 2003, Grebennikov 2006, L'Espérance, Boudreau et al. 2006, Stabell 2012, Voss 2013), mens Sjødin kom frem til noe lavere lydnivå (Sjodin 2012, Sjodin, Kjellberg et al. 2012a). Det daglige ekvivalente lydnivået varierte mye fra avdeling til avdeling, og fra dag til dag ved samme avdeling, men alle bør vurdere lyddempende tiltak for å holde helse- og hørselskader på et minimum.

Hørselskadelig lydnivå blir vurdert til 85 $L_{EX,8h}$ og 130 dBC Peak (FOR 2011-12-06-1358). En liten del av samlet arbeidstid i Bø sine barnehager lå over 85 dBA, hovedsakelig ved overgangsaktiviteter. De fleste måledagene hadde impulslyd (Peak) over eller tett oppunder grenseverdien. Det er bekymringsfullt da det er disse plutselige høye lydene som står for størst andel av støyrelaterede hørselskade. Ved overskridelse av grenseverdiene har arbeidsgiver plikt til straks å sette i verk tiltak for å redusere støybelastningen, kartlegge årsakene og evt. sørge for omplassering (FOR-2006-04-26-456).

Lydnivå mellom 80 og 85 dBA viser seg å føre til helseplager og hørselsskader for deler av befolkningen (Seixas, Goldman et al. 2005, Arlinger 2013, Fjerdingsstad 2013). Tolv av de 38 måledagene i Bø overskred 80 $L_{EX,8h}$. Ansatte har da rett på nødvendig informasjon og opplæring, hørselskontroll og få stilt hørselvern til rådighet (FOR 2006-04-26-456).

Hørselvern har blitt prøvd av ansatte i barnehager, også i Bø (Ansatte pers med), men er ingen holdbar løsning i et arbeidsmiljø der muntlig kommunikasjon er så vesentlig. Erfaringene fra Bø var at alle rundt den som bruker hørselvern måtte heve stemmen for å oppnå kontakt.

Det ble ikke funnet korrelasjon mellom $L_{EX,8h}$ og Peak-verdier. Det kan forklares med hva de to variablene faktisk viser; $L_{EX,8h}$ er et gjennomsnitt av alle ekvivalent-verdier i løpet av dagen mens Peak-verdien er den høyeste enkelt-verdien målt den dagen. I relativt rolige småbarnsavdelinger registreres det høye Peak-verdier, noe de ansatte mener kan skyldes barn som gråter og trøstes. Detaljerte målekurver (fra Blaze) viser likevel en klar samvariasjon mellom kurvene for Peak- og ekvivalentlogginger.

5.1.2 Etterklangstid

Differansene i målt etterklangstid ser ikke så store ut, men var merkbare (0,3-0,7 T).

Etterklangstiden var under gjeldende grenseverdi på 0,6 T i alle avdelinger der det ble utført lydnivåmålinger. Alle barnehagene i Bø hadde støyabsorberende plater i tak, men av ulik type og kvalitet, og montert ulikt. I rom med relativt tynne, limte plater i tak var det dobbelt så lang etterklangstid ved lave frekvenser som ved høye. Det kan resultere i problemer med taleforståelse, siden konsonantene blir godt dempet mens vokalene henger igjen i rommet (Maxwell and Evans 2000, Utbult 2011). Alle frekvenser var bedre dempet i barnehager der de støydempende platene var senket. Dette samsvarer med fysiske regler og forskning; tykkere plater eller plater montert med luft bak demper bedre også på lave frekvenser (Maxwell and Evans 2000, Utbult 2011, Fjerdingsstad 2013). Når tiltak vurderes, bør man se på etterklangstiden for hver frekvens i tillegg til gjennomsnittlig etterklangstid T.

Barnehagene i Bø har gjort seg ulike erfaringer rundt demping av etterklangstid. Barnehage IV er nylig pusset opp og fikk i den forbindelse senket himling med støydempende plater. De ansatte merker stor forskjell (Ansatte pers med.). Barnehage III har 4 avdelinger som er relativt likt utformet, etterklangstiden varierte likevel fra 0,3 til 0,5 T. Det som skilte de var varierende takhøyde og bruken av tekstiler, som tepper og store puter.

Barnehage I og II fikk utført etterklangsmålinger i hhv 2006 og 2007 (Notodde kommune 2011) og har siden den gang gjennomført fysiske tiltak. Etterklangstida har blitt redusert med opp mot 0,3 sekund. En avdeling består av et stort kvadratisk rom med mye dører og vinduer. Pålimte støydempende plater dekker nå det meste av taket. Det er også satt inn hyller og lave lettvegger for å dele opp rommet, og tekstiler i form av gardiner er hengt opp.

Barnehage V flyttet inn i nytt bygg høsten 2013. Støydemping var fokusert på under planlegging, men de ansatte reagerte likevel på det de oppfattet som ubehagelig lang etterklangstid (Ansatte pers med). Hovedrommene hadde etterklangstid på 0,6 – 0,7 T, alt for høyt i forhold til ny grenseverdi på 0,4 T og sannsynligvis noe høyt i forhold til T_h (NS 8175:2012) (gjennomsnittlig takhøyde er ikke utregnet). Samtlige avdelingers hovedrom hadde så høy etterklangstid at man vil få god effekt av støyabsorberende tiltak. Det er uheldig at det i dag bygges barnehager med innvendig skråtak når konsekvensen er at grenseverdien på 0,4 T ikke gjelder, og at det dermed ikke blir tilfredsstillende akustiske forhold sett fra brukernes side.

5.1.3 Variabler som kan påvirke lydnivået

Det kom tydelig frem fra de 38 måledagene i Bø kommunes barnehager at lydnivået varierer veldig gjennom en arbeidsdag, fra dag til dag og fra avdeling til avdeling. Hvilke faktorer er det som i størst grad sørger for disse variasjonene?

Antall barn og alderssammensetning

Med bakgrunn i (Landstrom, Nordstrom et al. 2003, Klatte, Hellbruck et al. 2010a og Voss 2013) var det forventet en økning i lydnivå i takt med en økning i alder og antall barn på avdelingene. Det ble for barnehagene i Bø vist en signifikant sammenheng på henholdsvis 19 % og 12 %, omtrent som vist i ovennevnte studier. De ansatte vil også vanligvis være tett på aktivitetene, uavhengig av hvor mange barn det er, og de sterkeste/nærmeste lydkildene vil dominere (Fjerdingstad 2013).

Enkelte av de store avdelingene i Bø har vært nødt til å finne løsninger på det høye lydnivået. Noen delte barna i grupper i ulike rom ved forskjellige aktiviteter, andre tilbrakte store deler av dagene utendørs. I enkelte avdelinger var tiltakene iverksatt før første lydnivåmåling, i andre avdelinger etter. Småbarnsavdelingene har hviletid i løpet av dagen, samtidig kan det her være mye høy gråt og behov for å sitte på fanget og bli trøstet. Igjen spiller nærhet til mikrofonen en rolle for lydnivået. For alle typer avdelinger gikk det igjen at enkelte barn kunne utgjøre en stor forskjell på lydnivået de dagene de var tilstede (Ansatte, pers med).

Det er i Bø 20-25 barn ved avdelingene for de eldste barna på 3-6 år og 9-14 barn i småbarnsavdelingene. En dobling av like lydkilder (les; barn) skal i teorien gi en dobling av lydenergien, noe som gir en økning på 3 dB (Fjerdingstad 2013). Som følge av Lombardeffekten, kan denne økningen justeres noe opp, til rundt 4 dB. Det gir likevel en liten tallmessig differanse som man kan bli lurt av.

Ulike dosimeterbærere

I utgangspunktet var det planen at samme ansatt skulle ha dosimeteret begge måledager, men det ble bare gjennomført for halvparten av avdelingene. Tallmaterialet så ut til å vise større variasjoner i lydnivå fra dag 1 til dag 2 ved to ulike bærere, omtrent den doble differansen. Det ble imidlertid ikke påvist en signifikant forskjell. Dette skulle jeg gjerne ha testet på et større datasett da det kan se ut som denne variabelen påvirker resultatet.

Etterklangstid

I barnehagene i Bø kommune ble det ikke påvist samvariasjon mellom ekvivalentverdi og etterklangstid, noe som kan skyldes liten variasjon i etterklangstid, 0,3-0,5 T. Enkelte av måledagene ble hovedsakelig tilbrakt utendørs, den reflekterte lyden blir da kraftig redusert. Andre studier har funnet en signifikant sammenheng mellom etterklangstid og lydnivå (Skarlatos, Manatakis 2003, L'Espérance, Boudreau et al. 2006, Solberg 2009, Voss 2013). Iverksetting av støyabsorberende tiltak har ført til en halvering i etterklangstid og signifikant reduksjon av lydnivå (L'Espérance, Boudreau et al. 2006). Enkelte av avdelingene i Bø kommune vil trolig få god effekt av denne typen tiltak.

Aktiviteter

De 38 måledagene, med store variasjoner i lydnivå, ga ikke entydige svar på hvilke aktiviteter som gir mest støy. Det som likevel var tydelig, var et høyt lydnivå ved overgangsaktiviteter som påkledning / avkledning, rydding og start og slutt av måltid. Ved overgangene kan det bli en del høylytte beskjeder fra ansatte og spørsmål fra barna (observasjon og ansatte pers med). Der disse situasjonene fungerte best var barna delt i mindre grupper. Noen hadde også god erfaring med å ha samlingsstund i forkant av mat, det roet barna før overgangen.

Mer overraskende var det å se at lydnivået ved måltid og i samlingsstund i mange avdelinger også var svært høyt. Igjen var det bedre forhold i avdelinger der barna var delt i grupper ved måltidene, og best fungerte det der gruppene med hver sin voksen oppholdt seg i ulike rom. Det førte til bedre forhold for samtale og økt fokus på barna fra den ansatte (Ansatte pers med.).

Samlingsstundene var varierte, innholdet var ofte samtaler, sang eller historier, altså aktiviteter som kan gi ganske ulike lydnivå. Dette er en type styrt aktivitet som kan være godt egnet til å senke lydnivået og gi alle et pusterom.

I barnehager brukes ofte begrepet «fri lek» som spenner over alt fra fredelig pusling til herjelek. Hovedinntrykket fra måleresultatene var at fri lek resulterer i mye lyd, men her var det store variasjoner.

Utetid var ofte forbundet med noe lavere lydnivå enn aktiviteter inne. Utendørs slipper man i stor grad den reflekterte lyden og barna er spredd over et større område. Barna får også «sprunget av seg» litt energi, noe som kan bidra til redusert lydnivå inne i etterkant (Ansatte

pers med). Men utetid kan bestå av mange ulike typer lek. I en avdeling med lav lyd inne ble det registrert svært høye lydnivå ute, forklaringen var at dosimeterbærer akte sammen med barna, som hylte av fryd! For de aller fleste var utetid på et fellesområde, noe som innebærer at barnegruppen ble mye større. Det så spesielt ut til å påvirke målingene ved småbarnsavdelingene, der lydnivå vanligvis steg ved utendørsaktiviteter.

I de ansattes pauser var det vanligvis merkbart lavere lydnivå enn resten av dagen, men det var unntak som kan tyde på et høyt stemmевolum blant enkelte ansatte. De kan være et viktig bidrag til det samla lydnivået (Sjodin, Kjellberg et al. 2012a).

En faktor som ikke er målt er dosimeterbærers nærhet til barna. Jeg registrerte at noen ansatte hadde barna svært tett på og lekte aktivt med de, mens andre så ut til å holde litt mer avstand.

Støykurs og økt bevisstgjøring

Det ble ikke påvist noen signifikant reduksjon i lydnivå etter støykurs for barnehageansatte i Bø, selv om flertallet av avdelinger hadde en reduksjon i lydnivå fra dag 1 til dag 2. Flere andre studier har registrert redusert lydnivå for noen avdelinger etter støykurs (Størkson, Alvheim 2010, Stabell 2012, Sjodin, Kjellberg et al. 2012c).

Manglende effekt av dette støykurset skyldes nok at et fåtall av de ansatte fikk mulighet til å møte, kun 2-3 fra hver barnehage. De må få overtidsbetalt for å møte utenom arbeidstid og med dårlig økonomi ble ikke det prioritert. Enkelte uttrykte at en travel arbeidsdag var en grunn til at det ikke ble iverksatt tiltak.

Barnehage II stilte med de fleste av sine ansatte på støykurs og var generelt opptatt av å få redusert lydnivået. Her hadde 3 av 4 avdelinger en reduksjon dag 2 (2 – 8 dBA). Den fjerde avdelingen hadde få barn og en uvanlig rolig dag 1. I denne barnehagen ga flest ansatte uttrykk for økt bevissthet rundt støy, og det var også her det var satt i verk flest tiltak, bl.a. inndeling i grupper og flere absorberende plater i tak.

Det er også vanskelig å si at to dager er direkte sammenlignbare med flere variabler som ikke var konstante; antall barn, sammensetningen av gruppen (barn og voksne), dosimeterbærer og type aktiviteter. Første måledag var vinterstid og andre dag var på våren – med mer utetid. Måleperioden, midtvakt, skulle ideelt sett inkludere samme hovedaktiviteter, noe som ikke alltid var tilfelle.

5.2 Høye lydnivå i private barnehager i Norge

5.2.1 PBLs barnehager

Resultatene fra PBLs målinger var ikke ulike de for Bø kommune, men det ble funnet en signifikant høyere ekvivalent middelverdi for PBLs datasett. Middelverdiene for Peak var nærmest identiske. 5,3 % av PBLs avdelinger lå over grenseverdien på 85 dBA og 30 % lå over grenseverdien for Peak. Dette er verdier som krever at det straks iverksettes lyddempende tiltak.

Det er svært alvorlig når over 40 % av avdelingene hadde et lydnivå over 80 $L_{EX,8h}$, med tanke på at lydnivå mellom 80 og 85 dBA blir vurdert hørselskadelig (Seixas, Goldman et al. 2005, Chung, Chu et al. 2012, Arlinger 2013). I tillegg kommer alle andre helseplager som oppstår ved å oppholde seg i et så støyende miljø størstedelen av arbeidsdagene.

Det var forventet en sammenheng mellom antall barn og lydnivå, som funnet i annen forskning (Landstrom, Nordstrom et al. 2003, Sjodin 2012) Mangel på sammenheng kan kanskje forklares med at jeg ikke hadde det nøyaktige antall barn måledagen, kun antall med plass på avdelingen. Jeg hadde heller ikke tilgang til informasjon om aktiviteter på måledagene.

Gjennomsnittlig ekvivalentverdi fra PBLs rapport var 80,7 dBA (Stabell 2012), i nyere, delvis overlappende, målinger er det noe lavere, 79,5 dBA. Det er å håpe at økt fokus på høye lydnivå i PBLs barnehager har bidratt til en nedgang som vil fortsette.

5.3 Refleksjoner rundt metodevalg

For lydnivåmålinger i Bø kommunes barnehager ble det kun benyttet personbårne dosimetre. Det ble vurdert som vesentlig å ha mikrofonen nær øret til bærer for best å registrere støybelastningen han/hun utsettes for (Sjodin 2012d). Barnehageansatte deltar i varierte aktiviteter i løpet av dagen og har vanligvis en nærhet til barna, lyden blir dermed registrert nær kilden. Det kunne vært nyttig å bruke en stasjonær måler i tillegg til den bærbare. Det hadde muliggjort sammenlikning av metodene og gitt et bedre totalbilde av situasjonen.

Gjennomsnittlige lydnivå i denne oppgaven, og flere andre, ligger høyere enn Sjødins målinger (Sjodin 2012a). Det kan skyldes at mikrofonplassering på bakhodet reduserer

talebidraget fra bærer (Ryherd 2008, Sjodin 2012d). Dette kan bety at målinger utført i henhold til Norsk og Internasjonal Standard gir et noe forhøyet resultat. Ved nye lydmålinger vil det være verdt å se nærmere på alternativ mikrofonplassering på bakhodet.

Måledataene i denne oppgaven ble ikke justert med bakgrunn i Sjødins eller Ryherds resultater vedrørende talebidrag (Ryherd 2008, Sjodin 2012d). I denne oppgaven er det bl.a. valgt en mikrofonplassering som de ikke har vurdert. I Sjødins tester av mikrofonplassering snakket bærer hele tiden. I mine målinger vil jeg ikke tro at noen av bærerne gjorde det, men taletid ble ikke målt. Ryherd fant også at talebidraget var minst ved høyere lydnivå (70-80 dB) (Ryherd 2008), som er det nivået $L_{EX,8h}$ hovedsakelig lå på i barnehagene til Bø kommune og PBL. Store individuelle forskjeller (Lindstrom, Waye et al. 2011) gjør det også vanskelig å justere måledata med en faktor for talebidrag.

For en bedre effekt av støykurset burde alle ansatte, ledere og eiere deltatt. Det ville vært en fordel å holde kurset på en planleggingsdag, og som del av en felles enighet om at det er nødvendig å satse bevisst og langsiktig på støyreduksjon. Avslutningsvis i kurset kunne det vært større fokus på hvordan de foreslåtte tiltakene skal iverksettes og hvem som har hovedansvaret.

Datamaterialet til deler av analysene i denne oppgaven er begrenset. For å få et sikrere datagrunnlag skulle jeg gjerne hatt målinger fra en hel arbeidsuke ved hver avdeling og helst fra flere barnehager.

5.4 Tiltak

5.4.1 Generelt

Ved å redusere lydnivået vil barnehagedagene bli bedre, barn og voksne mer fornøyde og helseplager og sykefravær vil bli redusert. I dette kapitlet presenteres et utvalg lyddepnende tiltak ansatte i Bø og andre barnehager har gode erfaringer med. Tiltakene presenteres med tanke på at dette kan være en selvstendig del av oppgaven som kan løsrives fra resten og bli tatt i bruk i ulike barnehager.

Terskelen trenger ikke være så høy for å ta tak i støyproblemene. Det kan være lurt å begynne i det små, selv om ambisjonene bør være høye! Mange barnehager har svært stramme budsjetter men organisatoriske tiltak trenger ikke å koste noe. Det finnes hjelpemidler tilgjengelig og mange har utarbeidet til dels omfattende tiltakslistor:

- Bergen kommune har utarbeidet en detaljrik *Verktøykasse til støyprosjekt i barnehage*; www.bergen.kommune.no ved Mariann Alvheim Andersen, eller kontakt undertegnede.
- *Bullret bort!* Et hefte fra svenske Arbetsmiljöverket og Myndigheten för skolutveckling; www.sosialstyrelsen.se
- Hørselshemmedes Landsforbund (HLF) har utgitt brosjyrer med informasjon og tiltak, delvis i samarbeid med Utdanningsforbundet; (<http://www.hlf.no/Tilbud-og-tjenester/Aksjon-God-Lyd/Pedagogisk-pakke/>)
- HLF har en liten brosjyre beregnet på foreldre; www.hlf.no
- PBLs nettsider; <http://www.pbl.no/no/VERKTOYMENY/Sistenytt/Medlemsprodukter-og-tjenester/PBL-Bedriftshelsetjeneste/Hva-kan-du-gjore-for-a-dempe-stoynivaet-i-barnehagen-din/>
- Arbeidstilsynet: <http://www.arbeidstilsynet.no/arbeidervernartikkel.html?tid=78809>

5.4.2 Fysiske tiltak

Planleggingsfasen

Det er viktig at inneklima, inkludert lydforhold, vurderes i planleggingsfasen ved bygging av nye barnehager (Fjerdingstad 2005, Inneklima.com 2013). Materialbruk innvendig og plassering av tekniske installasjoner har mye å si for støy-klimaet. Det er også viktig å se på planløsningene. Mange barnehageansatte ønsker seg flere rom og stille rom. Helst bør en akustiker bistå i dette arbeidet. Arbeidsmiljøloven og Forskrift om miljørettet helsevern i barnehagen skal ligge til grunn (1995-12-01-928, LOV-2005-06-17-62).

Lydabsorberende plater og inventar

Lydabsorberende plater demper etterklngen. Effekten avhenger av kvalitet, flaten de dekker og hvordan de monteres. For best demping av etterklngen bør platene monteres i hele taket og gjerne øverst på veggen (L'Espérance, Boudreau et al. 2006, Utbult 2011). For å dempe alle frekvenser av lyd godt bør det benyttes tykke plater eller la platene i taket ha noen centimeter luft over seg (Fjerdingstad 2013, Tore Hagen pers med.). Det er viktig å ha den riktige overflaten på platene slik at de absorberer lyden godt samtidig som de kan rengjøres, gjelder spesielt veggplater. Akustikere, Arbeidstilsynet eller Støyforeningen er blant de som kan bidra med gode råd. Lydabsorberende plater til tak og vegg kan komme i mange varianter og fungere som dekor, inspirasjon eller pedagogisk hjelpemiddel (figur 19).

*Figur 19. Eksempler på støyabsorberende plater (www.trigonor.no).
[Illustrasjonen er kun tilgjengelig i den trykte utgaven.]*

Støydempende lettvegger, gardiner, puter og tepper eller matter på gulvet reduserer etterklangen og kan bidra til å skape avskjermede lekekroker. Ta med i betraktning at alt må kunne rengjøres forsvarlig, vegg til vegg tepper anbefales ikke (Inneklima.com 2013).

Møbler og leker

Støydempende møbler er tatt i bruk ved enkelte barnehageavdelinger i Bø. Et bord som det i figuren under har en «død» bordplate som demper slaglyd betraktelig. Denne type bord har en påvist effekt (Sjødin 2012). Eksisterende bord kan dekkes med filtduk under en voksduk.

*Figur 20. Eksempel på støyreduserende bord (www.trigonor.no).
[Illustrasjonen er kun tilgjengelig i den trykte utgaven.]*

Det er også viktig å være bevisst på valg av leker. Kanskje kan noen av de mest støyende lekene ryddes vekk en periode. Lek med lego og byggeklosser kan være støyende men oppbevaringskasser dekket av filt i bunnen og lekeområde med duk eller teppe hjelper.

Belysning

Det å dempe lyset deler av dagen har vist seg å kunne redusere lydnivået (Stabell 2012).

5.4.3 Pedagogiske og organisatoriske tiltak

Fokus og bevisstgjøring

Tiltak må først og fremst settes inn ved lydkilden, som i hovedsak er barn og ansattes stemmer og aktiviteter. Det som understrekes av flere er at det er viktig med en felles bevissthet og målrettet kontinuerlig fokus på støy (Størkson, Alvheim 2010, Utdanningsforbundet 2012, Sjodin 2012c). Det må være en enighet om å endre vaner og ta tak i støyproblemene (Volin). Støy, lydlære og tiltak bør være et tema på personalmøter og foreldremøter.

Barna må få lære om ørets funksjon, hørselssansen og hva støy er. Engasjerte og bevisste barn, som har fått noen enkle regler å forholde seg til, vil bidra positivt.

Støykurs for ansatte kan inngå som en del av økt bevisstgjøring blant barnehageansatte men det har liten effekt hvis det ikke følges opp og blir integrert i barnehagehverdagen.

Organisering

Inndeling i mindre grupper ved ulike aktiviteter og måltid er et tiltak mange har funnet at reduserer støy og bedrer kommunikasjon (Mørk 2011, Ansatte pers med. 2013, Haakensen 2013). Spesielt fungerer det bra hvis gruppene kan deles i ulike rom. Ved måltid viser det seg viktig at den ansatte ved hvert bord har fokus på «sine» barn og vektlegger gode samtaler (Størkson, Alvheim 2010, Mørk 2011). Hvilerom for både ansatte og barn har positive helseeffekter, alle har godt av en pause fra støyen (Sjodin 2012). Slike fri-minutt viste seg også å føre til redusert lydnivå generelt.

Ansatte erfarer at lydnivået reduseres når aktivitetene er voksenstyrte eller når de voksne har fokus på barna (Størkson, Alvheim 2010). Bruk flere planlagte og organiserte aktiviteter barna kan velge mellom, inkludert fysiske men rolige leker.

En avslapningsstund med rolig musikk kan gi en nødvendig støypause for store og små.

Garderobesituasjoner skaper ofte mye støy, inndeling i grupper anbefales også her i tillegg til at barna må få god tid til å kle seg selv hvis de kan. Ved levering og henting bør resten av barnegruppa ikke ha adgang til garderoben.

Ansvar

Det er arbeidsgiver som har ansvar, i henhold til gjeldende lovverk, til å informere sine ansatte om lydforhold, gi nødvendig opplæring om støy og sette i verk lyddempende tiltak der grenseverdier er overskredet. Men både verneombud, styrer, avdelingsledere og ansatte må ta sin del av ansvaret for at dagene skal bli roligere.

Støybevisste barn

Det finnes flere hjelpemidler som barnehageansatte kan bruke for å lære barna om støy. Trafikklyset Lydia og lydøret (figur 21) måler lydnivået i rommet og viser på en lettfattelig måte hvordan tilstanden er (Hørselshemmedes landsforbund 2013d). Så lenge lyset er grønt er forholdene gode, blir lydnivået for høyt lyser det først gult, så rødt. Det er viktig å stille det inn på riktig nivå slik at alle må skjerpe seg samtidig som det ikke må lyse rødt hele tiden (Hørselshemmedes landsforbund, Utdanningsforbundet 2012).

Figur 21: Lydøret og trafikklyset Lydia, www.hlf.no [Illustrasjonen er kun tilgjengelig i den trykte utgaven.]

I Skriketrollklubben finnes morsomme øvelser for barna og forslag til voksenstyrte aktiviteter (figur 22). Fokus er økt bevissthet rundt hva støy er og hvordan støy kan påvirke hørselen vår (Hørselshemmedes Landsforbund 2013a). En dansk nettside, *Skru ned!*, inneholder spill og oppgaver som kan egne seg for de eldste barnehagebarna (Miljøministeriet 2013). De eldste barna setter ofte pris på litt ansvar og kan utnevnes til støy-detektiver etter mønster fra Aktiv MEIS-prosjektet (Inneklima.com 2013).

Figur 22: Skriketrollklubben (høyre); <http://www.skriketrollklubben.no/>. Skru ned! (venstre); <http://www2.mim.dk/skruned/>. [Illustrasjonen er kun tilgjengelig i den trykte utgaven.]

6 Konklusjon

Med et registrert gjennomsnittlig lydnivå i underkant av 80 dB i PBLs og Bø kommunes barnehager, ligger lydnivået langt over tiltaksgrensen og rundt et nivå der hørselvern kreves, i henhold til gjeldende lovverk. Det er store variasjoner avdelingene i mellom men alt for mange barn og ansatte utsettes for en støybelastning som er så høy at den er skadelig for hørsel og helse. Flere studier i Europa har påvist en overrepresentasjon av hørselsskader, hørselsplager, stress og stressrelaterte sykdommer blant barnehageansatte, ved lignende lydmiljø som registrert i denne oppgaven. Det er også tankevekkende at de høye lydnivåene gir dårlige pedagogiske forhold. Barnas kognitive evner svekkes i støyende omgivelser, med redusert språklæring, taleforståelse og hukommelse som noen av konsekvensene.

Etterklangstiden målt i Bø kommunes barnehager lå hovedsakelig under anbefalte grenseverdier (0,4 og 0,6 T). De ansatte følte likevel ikke at det var gode akustiske forhold før etterklangstiden var lik eller under den strengeste av grenseverdiene, ved alle frekvenser. Det bør etterstrebes en etterklangstid på rundt 0,4 T i alle barnehagene, ikke minst med tanke på at redusert etterklangstid også fører til redusert lydnivå.

Summen av flere faktorer avgjorde hvordan lydnivået varierte fra avdeling til avdeling. De spenner fra de arkitektoniske og akustiske forholdene i barnehagen til organisering av dagene og individ-forskjeller. Spesielt så det ut til at organisering av aktiviteter og størrelse på barnegruppene, i tillegg til en bevissthet blant de ansatte, utgjorde tydelige forskjeller.

Relativt enkle tiltak, som flere lydabsorberende plater, kan sørge for store forbedringer i lydmiljøet. Organisatoriske tiltak trenger ikke å koste noe og flere burde være enkle å gjennomføre. En viktig forutsetning for å lykkes er imidlertid at alle ansatte og barna blir inkludert og engasjert, og at man har et langsiktig fokus.

Redusert lydnivå vil kunne føre til mer tilfredse barn og voksne, som ikke får støyrelaterte hørsels- og helseskader, med redusert sykefravær som en konsekvens. Barna kan få lagt grunnlaget for «vær varsom med støy» i barnehagene, og kanskje kan det følges opp på skolen og vare ut ungdomstida? Det er viktig å snu trenden der stadig flere av oss får hørselsskader, allerede i ung alder.

7 Referanser

- Arbeidstilsynet (2005). Støy på arbeidsplassen. European Agency for Safety and Health at Work, bearbejdet av Direktoratet for arbeidstilsynet, No 56.
- Arbeidstilsynet (2012). Støy og helse.
<http://www.arbeidstilsynet.no/fakta.html?tid=78245> (lest 28.05.2013)
- Arbetsmiljøverket (2013). Buller i arbeidslivets påverkan på hørsel.
<http://www.av.se/aktuellt/kunskapsoversikt/paverkarhørsel/> (lest 05.11.2013)
- Arlinger, S. (2013). Hørsel och hörselskador i arbeidslivet. Institutionen för klinisk och experimentell medicin, avdelningen för teknisk audiologi, Linköpings universitet.
- Bistrup, M. L. (2003). Prevention of adverse effects of noise on children. *Noise & Health*, 5: 59-64.
- Chung, I.S., Chu, I.M., Cullen, M.R. (2012). Hearing effects from intermittent and continuous noise exposure in a study of Korean factory workers and firefighters. *BMC Public Health* 12: 87.
- Coghlan, A. (2007). Dying for some quiet: The truth about noise pollution. *New Scientist*, 2618: 6–9
- Davis, L. (2009). Blaze® Software for Larson Davis Spark® Dosimeters. PCB Piezotronics, Inc. Versjon 6.01.
- European Agency for Safety and Health at Work (2002). Data to describe the link between OSH and employability. European Agency for Safety and Health at Work.
- DN.se (2013). Larm om bullerskador hos personal på förskolor. Dagens Nyheter's nettavis.
<http://www.dn.se/nyheter/sverige/larm-om-bullerskador-hos-personal-pa-forskolor?rm=print> (lest 15.10.2013)
- Eurostat (2004). Work and health in the EU: a statistical portrait. Panorama of the European Union, Office for Official Publications of the European Communities
- Fjerdingstad, H. (2005). Stopp støyen! Hvordan bekjempe støy på arbeidsplassen. Støyforeningen.
- Fjerdingstad, H. (2013). Praktisk Støyreduksjon. Versjon 7.30.
- FOR 1995-12-01-928 (1995). Forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler m.v. Helse- og omsorgsdepartementet, Folkehelseavdelingen.
- FOR 2003-04-25-486 (2003). Forskrift om miljørettet helsevern. Helse- og omsorgsdepartementet, Folkehelseavdelingen.
- FOR 2004-06-01-931 (2004). Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften), Miljøverndepartementet.
- FOR 2006-04-26-456 (2006). Forskrift om vern mot støy på arbeidsplassen. Direktoratet for arbeidstilsyn, Arbeids- og inkluderingsdepartementet.

- FOR 2011-12-06-1356 (2011). Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (arbeidsplassforskriften). Arbeidsdepartementet.
- FOR 2011-12-06-1358 (2011). Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer Arbeids- og inkluderingsdepartementet.
- Forum Sengpielaudio (2013). Tontechnik Rechner Sengpielaudio. Universität der Künste Berlin. <http://www.sengpielaudio.com/TableOfSoundPressureLevels.htm> (lest 29.10.2013)
- Garding, S. (1980). Noise in nursery schools and hearing screening of the staff. *Läkartidningen*, **77**: 3633-3634.
- Gerhardsson, L., Nilsson, E. (2013). Noise disturbances in daycare centers before and after acoustical treatment. *Journal of Environmental Health*, **75**: 36-40.
- Giguère, C., Laroche, C., Brault, E., Ste-Marie, J-C., Brosseau-Villeneuve, M., Philippon, B., Vaillancourt, V. (2006). Quantifying the Lombard effect in different background noises. *Journal of the Acoustic Society in America*, **120**: 3378-3378.
- Gracey & Associates (2013). Acoustic Glossary. <http://www.acoustic-glossary.co.uk/index.htm> (lest 10.08.2013)
- Grebennikov, L. (2006). Preschool teachers' exposure to classroom noise. *International Journal of Early Years Education*, **14**: 35-44.
- Gugliermetti, F., Aureli, C., Violante, A.C. (2010). The assessment of auditory damage risk in particularly noisy environments. *Proceedings of 20th International Congress on Acoustics, Australia*.
- Haakensen, E. B. (2013). Må det støy i barnehagen? *Arbeidervern*. <http://www.arbeidstilsynet.no/arbeidervernartikkel.html?tid=78809> (lest 20.09.2013)
- Heinrich, A., Schneider, B.A., Craik, F.I. (2008). Investigating the influence of continuous babble on auditory short-term memory performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **61**: 735-751.
- Hellberg, A. (2002). Buller och bullerbekämpning. *Arbetsmiljøverket*.
- Hygge, S., Evans, G.W., Bullinger, M. (2002). A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren, **13**: 469-474.
- Hørselshemmedes Landsforbund (2013a). Velkommen til skriketrollklubben. <http://www.hlf.no/Tilbud-og-tjenester/Aksjon-God-Lyd/Skriketrollklubben/> (lest 29.10.2013)
- Hørselshemmedes Landsforbund (2013b). Den usynlige fienden i barnehagene. <http://www.hlf.no/Fylkes--og-lokallag/Hordaland/Aktuelt/Debattinnlegg-Den-usynlige-fienden-i-barnehagene/> (lest 08.10.2013)

- Hørselshemmedes Landsforbund (2013d). Lån et lydøre - forebygg hørselsskader.
<http://www.hlf.no/Fylkes--og-lokallag/Hordaland/Lydore-og-skriketroll/>
 (lest 27.09.2013)
- Hørselshemmedes Landsforbund og Utdanningsforbundet (2012). Høyt støynivå i barnehagen?
http://www.hlf.no/Documents/Dokumentbase/Dokumenter%20for%20diagnosegruppe%20r/Foreldre%20og%20barn/Skriketroll_brosjyre.pdf (lest 20.02.2013)
- Inneklima.com (2013). Støy og akustikk.
<http://www.inneklima.com/index.asp?key=Trafikkst%F8y> (lest 08.11.2013)
- IEC 61672-1 (2002). Electroacoustics - Sound Level Meters. Part 1: Specifications. IEC - International Electrotechnical Commission.
- ISO 1999 (1990). Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. International Organization for Standardization, ISO.
- ISO 1999 (2013). Acoustics - Estimation of noise-induced hearing loss. International Organization for Standardization, ISO.
- Johnson, C. E. (2000). Children's phoneme identification in reverberation and noise. *Journal of speech, language, and hearing research*, 43: 144-157.
- Klatte, M., Bergström, K., Lachmann, T. (2013). Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children. *Front Psychology*, 4: 578.
- Klatte, M., Hellbruck, J., Seidel, J., Leistner, P. (2010a). Effects of Classroom Acoustics on Performance and Well-Being in Elementary School Children: A Field Study. *Environment and Behavior*, 42: 659-692.
- Klatte, M., Lachmann, T., Meis, M. (2010b). Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. *Noise & Health*, 12: 270-282.
- Klatte, M., Meis, M., Sukowski, H., Schick, A. (2007). Effects of irrelevant speech and traffic noise on speech perception and cognitive performance in elementary school children. *Noise & Health*, 9: 64-74.
- Kristiansen, J., Persson, R., Lund, Soren P., Shibuya, H., Nielsen, P.M. (2013). Effects of Classroom Acoustics and Self-Reported Noise Exposure on Teachers' Well-Being. *Environment and Behavior*, 45: 283-300.
- L'Espérance, A., Boudreau, A. Gariépy, F., Bacon, P. (2006). Noise reduction in day-care centres by using acoustic treatments. *Analyses and case studies*. IRSST, Montreal.
- Landstrom, U., Nordstrom, B., Stenudd, A., Åstrom, L. (2003). Effekter av barngruppernas storlek på buller och upplevelser bland personal inom förskolan. *Arbetslivsinstitutet – Arbetet och den fysiska miljön* nr. 6.

- Larson-Davis (2009). Noise Dosimeters and Blaze Software. Technical Reference Manual. PCB Piezotronics, Inc.
- Lindstrom, F., Wayne, K. P., Sodersten, M., McAllister, A., Ternstrom, S. (2011). Observations of the relationship between noise exposure and preschool teacher voice usage in day-care center environments. *Journal of voice* , 25: 166-172.
- LOV 2005-06-17-62 (2005). Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (Arbeidsmiljøloven). Arbeidsdepartementet.
- LOV 2005-06-17-64 (2005). Lov om barnehager. Kunnskapsdepartementet.
- LOV 2011-06-24-29 (2011). Lov om folkehelsearbeid (folkehelseloven), Helse- og omsorgsdepartementet
- Maxwell, L., Evans, G. W. (2000). The effects of noise on pre-school childrens pre-reading skills. *Journal of Environmental Psychology*, 20: 91-97.
- McAllister, A. M., Granqvist, S., Sjolander, P., Sundberg, J. (2009). Child voice and noise: a pilot study of noise in day cares and the effects on 10 children's voice quality according to perceptual evaluation. *Journal of voice*, 23: 587-593.
- Miljøministeriet (2013). Skru ned! <http://www2.mim.dk/skruned/> (lest 05.11.2013)
- Miljøstatus.no (2013). Støy, Miljøstatus.no. <http://www.miljostatus.no/Tema/Stoy/> (lest 23.05.2013)
- Miljøverndepartementet (2007). Handlingsplan mot støy 2007-2011. Miljøverndepartementet.
- Morbech, S. (2012). Tilrettelegging av lyd miljøet i barnehagen. <http://www.statped.no/Tema/Syn/Blinde-og-svaksynte-i-forskolealder/Blinde-og-svaksynte-i-barnehagen/Tilrettelegging-av-lydmiljoet-i-barnehagen/> (lest 30.11.2012)
- Mørk, T. (red) (2011). Barn med hørselshemming i førskolealder. <http://www.statped.no/Tema/Horsel/Oppvekst-og-utdanning/Forskolealderen/> (lest 30.11.2012)
- Norsk støyforening (2013). Støy og helse, utsatte yrkesgrupper. <http://www.stoyforeningen.no/Helse-og-stoey/Situasjon-stoey-og-helse/Utsatte-yrkesgrupper> (lest 04.11.2013)
- Notodden kommune (2011). Miljøhygienisk avdeling.
- nrk.no/hordaland (2012). Snart er en av fire hørselshemmet. <http://www.nrk.no/hordaland/snart-er-en-av-fire-horselshemmet-1.8030947> (lest 12.03.2012)
- Nrk.no/nordland (2012). Disse kan lage nesten like mye støy som et jetfly. <http://www.nrk.no/nordland/slar-alarm-om-barnehagestoy-1.8327981> (lest 19. 09.2012)

- NS 4815-1 (2006). Måling av yrkesmessig eksponering av støy for arbeidstakere.
Del 1: Forenklet metode. Standard Norge.
- NS 8175:2012 (2012). Lydforhold i bygninger. Lydklasser for ulike bygningstyper.
Standard Norge.
- NS-EN ISO 3382-2:2008 (2008). Akustikk. Måling av romakustiske parametere.
Del 2: Etterklangstid i vanlige rom. Standard Norge.
- Rydzynski K., Jung T. (2008). Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function. SCENIHR; Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, of the European Commission.
- Ryherd, S. R. (2008). Influence of a wearer's voice on noise dosimeter measurements. *Journal of Acoustical Society of America*, 131, 1183-1193.
- Sala, E., Airo, E., Olkinuora, P., Simberg, S., Strom, U., Laine, A., Pentti, J., Suonpaa, J. (2002). Vocal loading among day care center teachers. *Logopedics, phoniatrics & vocology*, 27: 21-28.
- Seixas, N. S., Goldman, B., Sheppard, L., Neitzel, R., Norton, S., Kujawa, S. (2005). Prospective noise induced changes to hearing among construction industry apprentices. *Occupational and Environmental medicine*, 62: 309-317.
- Seland, M. (2009). Det moderne barn og den fleksible barnehagen: En etnografisk studie av barnehagens hverdagsliv i lys av nyere diskurser og kommunal virkelighet. Norsk senter for barneforskning. Doktorgradsavhandling NTNU.
- Siebert, G. W. (1989). Hazardous noise at a child care center. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 50 : A809.
- Simoës-Zenari, M., Bitar, M. L., Nemr, N. K. (2012). The effect of noise on the voice of preschool institution educators. *Revista de saude publica*, 46: 657-664.
- Sjodin, F. (2012). Noise in the preschool. Health and preventive measures.
Doktorgradsavhandling, Medical Dissertations, Umeå University, Sweden.
- Sjodin, F., Kjellberg, A., Knutsson, A., Landstrom, U., Lindberg, L. (2012a). Noise exposure and auditory effects on preschool personnel. *Noise & Health*, 14: 72-82.
- Sjodin, F., Kjellberg, A., Knutsson, A., Landstrom, U., Lindberg, L. (2012b). Noise and stress effects on preschool personnel. *Noise & Health*, 14: 166-178.
- Sjodin, F., Kjellberg, A., Knutsson, A., Landstrom, U., Lindberg, L. (2012c). Measures against preschool noise and its adverse effects on the personnel: an intervention study. *International archives of occupational and environmental health*, pp 1-16.
- Sjodin, F., Kjellberg, A., Knutsson, A., Landstrom, U., Lindberg, L. (2012e). Work related stress and stressors in the preschool environment. (Manuscript)

- Sjodin, F., Landstrom, U., Kjellberg, A., Lindberg, L., Knutsson, A. (2012d). Minimizing speech contribution using different microphone noise dosimeter positions. Baltic Nordic Acoustics Meeting, Denmark.
- Skarlatos, D., Manatakis, M. (2003). Effects of classroom noise on students and teachers in Greece. *Perceptual and motor skills*, 96: 539-544.
- Solberg, H. (2009). Støy i barnehager og effekter på hørsel hos barnehageansatte. Yrkeshygienikeren, Norsk Yrkeshygienisk Forening, nr. 4.
- Stabell, J. S. (2012). Støy i norske barnehager. Private barnehagers landsforbund, Bedriftshelsetjenesten.
- Størkson, A.M., Alvheim, M.A. (2010). Rapport etter kartlegging av støynivå i Bergen kommunes barnehager 2007/2010. Bergen kommune.
- Söderberg, L., Landström, U., Kjellberg, A. (2001). Ljudmiljön i förskolor och dess inverkan på upplevelse och hälsa bland personal. *Arbetslivsrapport nr. 11*.
- Utbult, M. (2011). På ljudjakt i skolmatsalen. Artiklar om fysisk arbetsmiljö. www.suntliv.nu (lest 12.06.2013)
- Utdanningsforbundet, Møre og Romsdal (2012). Støy i barnehagen. Utvalg for arbeidsmiljø, Utdanningsforbundet i Møre og Romsdal.
- Voss, P. (2013). Noise in Children's day care centers. European Agency for safety and health at work. *Noise at work*, pp 23-25.
- Wergeland, E. (2011). Støygrensene vi glemte. *Arbeidervern, Arbeidstilsynet*.
- Weather, C. P., Cook, P.A. (2000). *Using Statistics to Understand the Environment*. Routledge introductions to environment, New York.
- Wroblewski, M., Lewis, D. E., Valente, D. L., Stelmachowicz, P. G. (2012). Effects of reverberation on speech recognition in stationary and modulated noise by school-aged children and young adults. *Ear and hearing*, 33: 731-744.

Vedlegg 1

Støykurs for barnehagene i Bø

Del I

Forelesning om lyd- og støylære, akustiske forhold og hørsel basert på Praktisk støyreduksjon (Fjerdingstad 2013).

Del II

En presentasjon av måledata fra hver avdeling etter første måledag, sammenlignet med grense- og tiltaksverdier.

Denne delen ble avsluttet med:

Støykurset

PBL og Bergen kommune har for ein del barnehagar registrert betydelig lågare støynivå ved ny måling etter støykurs og auka fokus på støy.

De skal i dag prøve å bli enige om nokre tiltak som kan redusere støyen i barnehagekvardagen. Desse tiltaka bør alle ansatte bli orienterte om og dei bør vere eit felles fokus framover.

Målet er at auka bevissthet på støy og iverksetting av enkle tiltak skal redusere støynivået i kvardagen. Nye måleresultat til våren bør då ligge litt lågare enn i vinter☺

Del III

Siste del av støykurset var gruppearbeid. Deltakerne fikk i oppgave å bli enige om noen støyreduserende tiltak. Under følger noen stikkord de fikk utdelt for diskusjon:

Støy er definert som uønsket lyd

Har dere en felles forståelsen av hva dere oppfatter som lyd og hva som er støy?

Bevissthet blant personalet

Er dere bevisste på egen stemmebruk?

Felles fokus på støy sammen med barna

Prøver dere å styre barna vekk fra støyende aktiviteter?

Organisering av dagen

Hjelper det å dele i mindre grupper?

Aktiviteter

Gir voksenstyrte aktiviteter roligere barn?

Vedlegg 2

Dosimeterskjema, avdeling J dag 1

Ansatt som bærer dosimeteret: NN Dato: 2013.02.26
Avdeling: J Antall barn på avdelingen: 24 (4-6 år)

Klokkeslett	Aktivitet	Antall barn/voksne	Kommentar
9.10	Fri lek	19/3	På avdeling
9.50	Fri lek, varierende	22/4	På stugo (stort umøblert rom)
10.30	Litt frem og tilbake	22/4 (0/1)	Stugo og avdeling
10.45	Fri lek, varierende	22/4	På stugo
11.10	Pause	0/1	
11.15	Ordne mat/ håndvask for alle	22/4	På avdeling
11.30	Mat	22/4	
12.10	Opprydning	0/2	På kjøkken
12.25	Pause	0/6	Pauserom
13.00	Samling	22/4	På avdeling
14.00	Påkledning	22/4	Noen om gangen
14.30-15.30	Utelek med «trommer»	22/4	Barn fra andre avdelinger på samme uteområde

Vedlegg 3

Dosimeterskjema, avdeling J dag 2

Ansatt som bærer dosimeteret: NN Dato: 2013.05.29
Avdeling: J Antall barn på avdelingen: 24 (4-6 år)

Klokkeslett	Aktivitet	Antall barn/voksne	Kommentar
8.30	Fri lek	13/2	På avdeling
8.50	Kjøkken	0/2	
9.00	Lek på stoga	18/2	Stort umøblert rom
9.25	Fri lek	18/3	På avdeling
11.10	Kjøkken	0/1	
11.40	Måltid	18/3	
12.25	Stillelek	18/3	
12.40	Kjøkken	0/1	
13.00	Pause	0/3	
13.35	Tegning	18/3	
14.40	kjøkken	0/1	

14.50	Fruktmåltid	18/3	
15.05-15.30	påkledning	18/3	Påkledning og ut

Hvilke organisatoriske tiltak for støydemping brukte avdelingen før første dosimetermåling? *Ingen spesielle*

Har det skjedd endringer etter første dosimetermåling og støykurs?

Fysiske tiltak: *Har bedt om flere tekstiler for å dempe etterklang, og skillevegg for å kunne dele i grupper*

Organisatoriske tiltak: *Skal dele mer i grupper*

Økt bevissthet på støy? *Ja*

Vedlegg 4

Dosimeterskjema avdeling D, dag 1

Ansatt som bærer dosimeteret:

Dato: 2013.02.28

Avdeling: D

Antal barn på avdelingen: 19 (3-4 år)

Klokkeslett	Aktivitet	Antall barn/voksne	Kommentar
9.00	Frileik	10/2	Inne på avd
9.50	Frileik	19/3	
10.15	Frileik	14/2	
10.45	Ryddetid	19/3	
11.00	Ordner mat	1/2	
11.30	Måltid	19/3	
12.05	Påkledning	1-25/1-5	
12.30	Kler på meg	0/1	
12.40	Uteleik	55/4	Barn fra andre avdelinger
13.30	Pause	0/1-5	
14.00	Kutter frukt	0/3	
14.15	Fruktmåltid ute	48/5	
14.50	Uteleik	45/5	
15.45	Avslutter måling	40/5	

Vedlegg 5

Dosimeterskjema avdeling D, dag 2

Ansatt som bærer dosimeteret:

Dato: 2012.05.21

Avdeling: D

Max antall barn på avdelingen:

19 (3-4 år)

Klokkeslett	Aktivitet	Antall barn/voksne	Kommentar
8.30	Div. inneaktivitet	11/2	Kommer barn etterkvart
9.40	Ryddetid	15/3	
9.50	Påkledning barn	17/3	
9.55	Påkledning meg	0/1	
10.00	Tur til leikeplass	17/3	
11.35	Måltid	17/4	Spiste ute
12.10	Rydde etter mat	0/4	
12.30	Uteleik	35/3	
13.10	Pause	0/5	
13.45	Dopause	0/1	
13.50	Uteleik	35/3	Barn fra andre avdelinger
14.30	Skifta på et barn	1/1	
14.35	Fruktmåltid	45/7	Spiste ute
14.55	Rydder inne	0/2	
15.25	uteleik	35/7	Barna blir henta etterkvart

Følgende var ikke fylt ut:

Hvilke organisatoriske tiltak for støydemping brukte avdelingen før første dosimetermåling?

Har det skjedd endringer etter første dosimetermåling og støykurs?

Fysiske tiltak:

Organisatoriske tiltak:

Økt bevissthet på støy?