

Lydforhold i videregående skoler

Sound conditions in high schools

Bacheloroppgave i audiologi

Norges teknisk- naturvitenskaplige universitet (NTNU)

Fakultet for medisin og helsevitenskap (MH)

Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap (INB)

Studieprogram for audiologi (AUD)

BAU2016

Kandidatnummer: 10007, 10018 & 10037

Sammendrag

“Lydforhold i videregående skoler” er oppgavens tittel. Å høre er en forutsetning for å lære. Gode akustiske forhold er viktig for læring, og spesielt i skolen er gode lydforhold svært viktig da innlæringen i stor grad skjer gjennom hørselen. Ved å følge prinsipper for universell utforming er det mulig å sikre et tilfredsstillende læringsmiljø for de fleste elever.

Hensikt: Problemformuleringen i denne undersøkelsen er: “I hvilken grad oppfyller klasserom ved nyere videregående skoler aktuelle krav til lydforhold fra lover, standarder og forskrifter?”. Vi ønsket å finne svar på om lydforholdene i nye skolebygg, spesifikt videregående skole, oppfyller aktuelle krav til lydforhold satt i teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven. Kravene er nærmere spesifisert i Norsk Standard NS 8175:2012. Vi har også sett på lovverk som omhandler støy.

Metode: Tre skoler fra Trøndelag fylke var med i undersøkelsen, alle bygd etter 2010. To til tre klasserom ble undersøkt fra hver skole. Vi undersøkte til sammen åtte rom for etterklang og bakgrunnsstøy samt seks rom for lydnivå over en periode på åtte timer.

Resultat: Resultatene viser at ingen av klasserommene undersøkt oppfyller kravet til etterklangstid for lydklasse C. Det var ingen av klasserommene som møtte kravet til bakgrunnsstøynivå for lydklasse C. Lydnivået over tid var innenfor grenseverdien på 85 dB (A).

Konklusjon: Svaret på oppgavens problemformulering er at de akustiske lydforholdene i form av etterklangstid og bakgrunnsstøy i nye skolebygg ikke innfrir aktuelle krav, men lydnivået ved skolene er akseptabelt. Det kan være hensiktsmessig å gjøre tiltak for å bedre lydforholdene i eksisterende bygg, og ta mer hensyn til akustiske forhold ved prosjektering av nye skolebygg.

Abstract

“Sound conditions in high schools” is the title of this paper. Listening is a prerequisite for learning, and good listening conditions are important for learning. Good acoustical properties are especially important in schools as learning happens mostly through hearing. By following principles for universal design, it should be possible to create an adequate learning environment for most students.

Purpose: The issue for this study is: “To which extent do classrooms at newer high schools meet the prerequisite requirements specified in laws, standards and regulations?”. The goal of this study was to find out if the acoustical properties in newer school buildings, specifically high schools, met the requirements specified in *Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven*. The requirements are further specified in *Norsk Standard NS 8175:2012*. Lastly, laws regarding noise were also used for comparison.

Method: Three high schools from Trøndelag county participated in the study, all built after 2010. Two to three classrooms were investigated at each school, which amounted to a total of eight rooms investigated for reverberation time and background noise, and six rooms were tested for sound level over an eight-hour period.

Results: The results found in this study show that none of the classrooms investigated in this study meet the requirements for sound class C. None of the classrooms met the requirements for background noise for sound class C. The sound level over an eight-hour period was well within the 85 dB (A) limit.

Conclusion: The answer for this study’s issue is that the acoustical properties, reverberation time and background noise, in newer schools do not meet the current requirements, however the sound level at each school was acceptable. It may be appropriate to apply measures to improve the acoustical properties in existing buildings and take into consideration the acoustical properties during the engineering of new schools.

Innhold

1. Introduksjon.....	1
1.1. Avgrensninger og definisjoner.....	1
1.2. Universell utforming.....	2
1.2.1. Universell utforming for hørsel og tale.....	3
1.2.2. Universell utforming i opplæringsloven.....	4
1.3. Akustikk.....	4
1.3.1. Akustikk i klasserom.....	4
1.4. Støy i skolen.....	6
1.4.1. Lovverket som omhandler støy.....	6
1.5. Tidligere studier.....	7
1.6. Norske Standarder.....	8
1.7. Byggeteknisk forskrift.....	8
2. Problemformulering.....	9
2.1. Begrunnelse/Bakgrunn.....	9
3. Metode.....	10
3.1. Kvantitativ metode.....	10
3.2. Ethiske forhold.....	10
3.3. Utvalg.....	12
3.4. Målinger.....	12
3.4.1. Etterklang.....	13
3.4.2. Bakgrunnsstøy.....	13
3.4.3. Lydnivå over tid.....	13
4. Resultat.....	13
4.1. Etterklang.....	14
4.2. Bakgrunnsstøy.....	16
4.3. Lydnivå over tid.....	17
5. Diskusjon.....	19
5.1. Etterklangstid og taleoppfattelse.....	19
5.2. Effekten av støy og hvordan det påvirker læring.....	20
5.3. Standarder og forskrifter.....	22
5.4. Lovverk og Universell utforming.....	23
6. Metodekritikk.....	24
7. Konklusjon.....	26
8. Referanseliste.....	27

9. Vedlegg.....	32
Vedlegg I: Skriftlig samtykke per mail fra Grønn skole.	32
Vedlegg II: Skriftlig samtykke per mail fra Rød skole.....	32
Vedlegg III: Skriftlig samtykke per mail fra Blå skole.....	33
Vedlegg IV: Informasjonsskriv sendt ut til skoler i forkant av målingene.....	34
Vedlegg V: Informasjonsark hengt opp på dørene til klasserommene som ble testet ved Blå skole.	35

1. Introduksjon

Innledningsvis vil vi presentere avgrensninger og definisjoner, samt relevant teori fra faglitteraturen, lovverk og andre undersøkelser. Til slutt vil presentere standarder og forskrifter som er brukt for denne oppgaven.

1.1. Avgrensninger og definisjoner

Undervisningsrom

Rom på skolen hvor undervisning pågår hele dagen, med en kapasitet på omtrent 30 elever.

Nye skolebygg

Videregående skoler bygd etter 2010.

Lydforhold

Lydnivået over en dag samt romakustikk i form av etterklangstid og bakgrunnsstøy.

Etterklangstid

Den tiden det tar fra lydkilden stopper til nivået er redusert med 60 dB (NS-EN ISO 3382-2:2008, s. 6).

Bakgrunnsstøy

Lydnivå i rommet uten mennesker eller aktiviteter, målt i dB (A).

Dosimeter

Et dosimeter er et måleutstyr som tar opp mengden lydeksponering over en gitt periode (Gelfand, 2016, s. 458).

Lydnivå

Gjennomsnittlig lydnivå over en dag med undervisning, målt i dB (A).

dB (A)

A-veiet lydnivå er en dB-skala som legger størst vekt på de frekvensene ørene våre oppfatter best, og blir mest brukt i regelverk som omhandler støy (Norsk forening mot støy, 9. april 2019).

LAeq

A-veiet kontinuerlig ekvivalent lydnivå i desibel målt over forutsatt tid (Norsk forening mot støy, 9. april 2019).

1.2. Universell utforming

Artikkel 2 i FN-konvensjonen om rettighetene til personer med nedsatt funksjonsevne, utgitt av Barne-, likestillings- og inkluderingsdepartementet, definerer universell utforming slik:

“Universell utforming omhandler utformingen av produkter, omgivelser, programmer og tjenester slik at de kan brukes av alle mennesker, i så stor utstrekning som mulig, uten behov for tilpasning og en spesiell utforming. Hjelpemidler for bestemte grupper mennesker med nedsatt funksjonsevne, skal ikke utelukkes når det er behov for det” (Barne-, likestillings- og inkluderingsdepartementet, 2013, s. 9).

Målet med universell utforming er å forme samfunnet slik at det er enkelt for så mange mennesker som mulig å orientere og bevege seg i. Universell utforming er med på å la flere mennesker klare seg på egenhånd, oppnå menneskeretten å få delta aktivt i samfunnet (Bufdir, 2017). Likestillings- og diskrimineringsloven (2018, § 17) definerer målet med universell utforming “slik at virksomhetens alminnelige funksjoner kan benyttes av flest mulig, uavhengig av funksjonsnedsettelse.” Hensikten med Likestilling- og diskrimineringsloven er å hindre diskriminering og fremme likestilling, som omfatter

likeverd, like muligheter og like rettigheter samt forutsetter tilgjengelighet og tilrettelegging (Likestillings- og diskrimineringsloven, 2018, § 1). En viktig del av samfunnsdeltakelsen er tilgang til informasjon. Dermed blir utforming med hensyn til hørsel og tale en viktig faktor i skolebygg.

1.2.1. Universell utforming for hørsel og tale

I følge Plan- og bygningsloven (2008, § 1-1) skal alle offentlige bygninger som oppføres i Norge følge prinsipper for universell utforming. I samsvar med Likestillings- og diskrimineringsloven (2018, § 19) skal offentlige og private virksomheter rettet mot allmennheten arbeide aktivt og målrettet for å fremme universell utforming innen virksomheten.

I Norges offentlige utredninger om likeverd og tilgjengelighet, blir 7 prinsipper om universell utforming tatt for seg. De 7 prinsippene ble utarbeidet av en arbeidsgruppe ved The Center of Universal Design ved universitetet i nord Carolina, USA i 1997 (Connell et al., 1997). Norges offentlige utredninger (NOU 2005:8, s. 280), anerkjenner disse prinsippene som et utgangspunkt for hva universell utforming burde innebære.

De prinsippene som er relevante for denne oppgaven er følgende:

Prinsipp 1 omhandler like muligheter for bruk, her definerer prinsippet at utformingen skal være brukbar og tilgjengelig for personer med ulike ferdigheter. Alle brukergrupper skal ha samme muligheter til bruk, alltid like løsninger når det er mulig eller likeverdig hvis like ikke er mulig. Segregering og stigmatisering skal unngås (Connell et al., 1997). I sammenheng med skolene tolker vi dette til å bety at klasserommene skal være utformet slik at de kan benyttes av flere brukergrupper. De med nedsatt hørsel skal ikke bli utsatt for stigmatisering eller segregering på grunn av ufullstendig utforming.

Prinsipp 2 går ut på fleksibel i bruk hvor utformingen skal tjene et vidt spekter av individuelle preferanser og ferdigheter (Connell et al., 1997). Dette tolker vi til å bety at elever med ulike ferdigheter på tvers av funksjonsevne skal kunne ta i bruk klasserommene. Elever med

nedsatt hørsel skal kunne ta i bruk klasserommene på likt eller nærliggende nivå som de med normal hørsel.

Prinsipp 6 om lav fysisk anstrengelse tar for seg at utformingen skal kunne brukes effektivt og bekvemt med et minimum av besvær. Langvarig fysisk anstrengelse skal minimeres (Connell et al., 1997). Vår tolkning av dette er at elevene ikke må fysisk anstrenge seg for å høre det som blir sagt i undervisningen. Elevene skal ikke bli hindret i å bruke klasserommene grunnet dårlige lydforhold.

1.2.2. Universell utforming i opplæringsloven

I Opplæringsloven (1998, § 9A-2) beskrives det at hver enkelt elev har rett til et trygt og godt skolemiljø som skal fremme deres helse, trivsel og læring. Videre i *Det fysiske miljøet* (Opplæringsloven, 1998, § 9A-7) beskrives at skolene skal planlegges, bygges, tilrettelegges og drives slik at det blir tatt hensyn til elevenes trygghet, trivsel, helse og læring. Loven beskriver videre at det fysiske miljøet i skolen skal være i samsvar med fagmyndighetenes normer, og at hver enkelt elev har rett til at det fysiske miljøet i skolen er tilpasset deres behov. De skolene som har elever med funksjonsnedsettelse skal innredes slik at disse elevene blir tatt hensyn til. Dette betyr at elevene ikke skal oppleve svekket læring grunnet mangel av planlegging og tilrettelegging av skolebygget.

1.3. Akustikk

I følge Gustafsson (2009, s. 59) er akustikk en viktig vitenskap for å beskrive det nyttige talesignalet og forstyrrende signaler i rom og arealer. Kunnskap om akustikk er også viktig for å kunne tilpasse forskjellige lokaler. Gode akustiske forhold er viktig for læring, spesielt for barn med nedsatt hørsel som krever et bedre lytemiljø for å ha en komfortabel og effektiv talekommunikasjon (Gustafsson, 2009, s. 59).

1.3.1. Akustikk i klasserom

De to mest vanlige begrepene for å beskrive et akustisk miljø er bakgrunnsstøynivå og etterklangstid, som vil bestemme hvor gode forutsetninger det er for oppfattelse av tale

(Gustafsson, 2009, s. 59). Videre forteller Gustafsson (2009, s. 59) at det er lett for elevene å fokusere oppmerksomheten på lærerens tale, men det er minst like viktig at de har muligheten til å høre hva andre elever sier. Boothroyd (2014, s. 201) beskriver at et normal talenivå ligger rundt 60 dB.

Boothroyd (2012, s. 20) beskriver hørselens tre fiender; avstand, støy og etterklang. For hver gang avstanden doubles fra taleren vil talesignalets lydnivå miste 6 dB av amplituden, altså lydstyrken halveres. Dette gjelder fram til den avstanden som kalles kritisk avstand (Smaldino, Kreisman, John & Bondurant, 2015, s. 679), og forbi denne avstanden er lydnivået påvirket av lyden som blir reflektert av overflater og vil være relativt konstant til tross for økt avstand fra taler.

Videre beskriver Boothroyd (2012, s. 21) at den andre fienden, støy, er en annen lydkilde som forstyrrer det lytteren trenger å høre. Disse lydene kan komme fra utsiden gjennom vegger, dører og vinduer, og noen ganger kan lyden føres inn av strukturen til bygningen. Andre lyder som kan forstyrre kan komme fra klasserommet, og er generert av ventilasjon, stoler, fotsteg og elevene selv. Støy vil maskere deler av talesignalet og redusere hørbarheten (Boothroyd, 2012, s. 21). For å unngå at de svakeste delene av talesignalet maskeres av støyen, burde talesignalet ligge 15 dB over støynivået. Hvis dette kriteriet er møtt vil hørbarheten antageligvis ikke være redusert (Boothroyd, 2012, s. 22).

Den siste fienden som Boothroyd (2012, s. 24) tar for seg er etterklang, som er hvor lenge en lyd blir værende i et rom når den blir reflektert av de forskjellige overflatene i rommet. Litt av lydenergien vil bli absorbert for hver overflate den treffer, og styrken til den reflekterte lyden vil minke. Lyden som blir reflektert vil derfor bli svakere innen den treffer noen som hører på, men ettersom lyden blir reflektert av flere overflater så vil alle refleksjonene sammenlagt føre til et hørbart signal. Dette betyr at over en viss distanse er det den reflekterte lyden som bestemmer hvor godt den som hører på vil forstå hva som blir sagt (Boothroyd, 2012, s. 24). Store rom med høye tak og vegger som består av vinduer eller glass er kjent for å ha lang etterklangstid (Eggermont, 2014, s. 160).

1.4. Støy i skolen

Miljødirektoratet (2017) definerer støy som lyd som er uønsket. Hva som regnes som uønsket lyd varierer fra person til person, og mellom situasjoner. God eller ønsket lyd for en person kan oppleves som støy for en annen (Miljødirektoratet, 2017).

Støy skaper en rekke problemer knyttet til hørsel og tale. Konsekvenser for kommunikasjon som følge av støy kan være: maskering av talesignalet, taleren må heve stemmen, å lytte blir mer strevsomt og stressende, det blir et økt behov for repetisjoner og klargjøringer (Gelfand, 2016, s. 470).

Utdanningsdirektoratet (2018) beskriver at støy på en normal arbeidsdag begynner å bli helseskadelig når nivået overstiger 75 dB (A) over en periode på 8 timer.

Utdanningsdirektoratet skriver videre i fysisk læringsmiljø (2018) at støy og lang etterklangstid irriterer, tretter og forstyrrer konsentrasjonen samt medfører hodepine, stress og mistrivsel. Vi velger i denne oppgaven å sammenligne skolen med en arbeidsplass, og en skoledag for elever med en normal arbeidsdag på 8 timer.

1.4.1. Lovverket som omhandler støy

I følge Arbeidsplassforskriften (2011, § 2-16), skal arbeidslokaler og arbeidsplasser være utformet slik at de er beskyttet mot støy og vibrasjoner, slik at årvåkenhet ikke svekkes og samtale vanskeligjøres. Ved behov skal arbeidsplasser og personalrom beskyttes med lydabsorberende materialer og avskjerming mot lydutbredelse for å minske støy. Når arbeidsplasser og arbeidslokaler utformes skal støy og vibrasjoner fra tekniske innretninger tas i betraktning slik at de ikke oppstår.

I Forskrift om tiltaks- og grenseverdier (2011, § 2-2), er grenseverdien for daglig støyeksponeringsnivå 85 dB over en periode på 8 timer. Formålet med forskriften (2011, § 1-1) er beskyttelse for arbeidstakerne mot farer som følge av fysiske, kjemiske og biologiske faktorer.

1.5. Tidligere studier

En studie gjort av Howard, Munro & Plack (2010, s. 929) undersøkte barn ved 9-12 års alderen deres lytteferdigheter og multitasking i forskjellige lyttesituasjoner. Barna fikk i hovedoppgave å gjenta ord de fikk høre samtidig som det ble presentert bablende bakgrunnsstøy. Den sekundære oppgaven gikk ut på å huske en rekke tall og gjenta dem senere (Howard et al., 2010, s. 929). Testresultatene viser at barnas evne til å gjenta ord ble redusert fra 97-98% til 47-53% når støynivået økte. Det ble rapportert større lytteanstrengelse og færre kognitive ressurser ble tilgjengelig til den sekundære oppgaven (Howard et al., 2010, s. 930).

Bulunuz, Bulunuz, Orbak, Mulu & Tavşanlı (2017, s. 728) så på studentenes syn på støynivået i skolen og effekten det har. De målte også lydnivået ved en offentlig og en privat skole. Dette studiet fant ut at i undervisningen var lydnivået i snitt på 65,8 og 66,66 dB, for henholdsvis den private og den offentlige skolen (Bulunuz et al., 2017, s. 730).

Shield & Dockrell (2004, s. 731) målte støynivået utendørs og innendørs ved en rekke skoler og barnehager med barn mellom 3 og 11 år. Lydnivået var minimalt påvirket av barnas alder, men varierte derimot veldig etter hvilken aktivitet som ble utført i klasserommene. I klasserom som var i bruk lå lydnivået på 72,1 dB LAeq (Shield & Dockrell, 2004, s. 736).

Shield & Dockrell (2008, s. 134) undersøkte innvirkningen av kronisk eksponering til innendørs og utendørs støy på testresultatet til barn i alderen 7 og 11 år i London. I dette studiet fant de ut at støyen hadde en signifikant negativ innvirkning på prestasjon, hvor effekten av støyen var større for de eldre barna (Shield & Dockrell, 2008, s. 143).

Shield, Conetta, Dockrell, Connollt, Cox & Mydlarz (2015, s. 178) undersøkte akustiske romparametere i 185 tomme rom og områder ved 13 skoler i England. De undersøkte også støynivået ved 274 undervisninger for å se typiske lydnivåer generert i klasserommene (Shield et al., 2015, s. 178). Resultatet av undersøkelsen viste at akustikken i klasserommene når det ikke var noen tilstede hadde en effekt på støynivået under timene (Shield et al., 2015, s. 186).

Wålinder, Gunnarsson, Runeson & Smedje (2007, s. 261) testet hypotesen at støy fra klasserom er relatert til stressreaksjoner blant barn på barneskolen. For å undersøke denne hypotesen målte de det daglige ekvivalente lydnivået (Leq) over fire uker spredt fra september til desember, hvor de testet en dag per uke (Wålinder et al., 2007, s. 261). Elevene svarte på en spørreundersøkelse, blodtrykk og spyttkortisol ble målt. Det ekvivalente lydnivået varierte fra 59 til 87 dB (A) (Wålinder et al., 2007, s. 263).

1.6. Norske Standarder

En standard er et sett med retningslinjer for hvordan noe skal lages eller gjennomføres. En standard har ofte en sammenheng med offentlige lover og forskrifter, men er i utgangspunktet frivillig å bruke (Standard Norge, 2019). Vi har i denne oppgaven brukt Norsk standard NS-EN ISO 3382-2:2008 (2008, s. 9) som metode for gjennomføringen av etterklangsmålingene. Som referanse på lydklasser i undervisningsbygg har vi brukt Norsk standard NS 8175:2012; Lydforhold i bygninger for etterklang (NS 8175:2012, s. 19) og bakgrunnsstøy (NS 8175:2012, s. 20).

1.7. Byggteknisk forskrift

Byggteknisk forskrift baserer seg på Plan- og bygningsloven og forskriften ble oppdatert i 2017. Formålet med Byggteknisk forskrift (2017, § 1-1) er å sikre at byggetiltak planlegges, prosjekteres og utføres med hensyn til bl.a. universell utforming og at bygg oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi. Byggteknisk forskrift angir krav til lydforhold, og henviser til Norsk Standard NS 8175:2012, Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper (Byggteknisk forskrift, 2017, § 13-6). Denne standarden beskriver de forskjellige lydklassene som følger:

Et rom med lydmessig spesielt gode forhold, der berørte personer kun unntaksvis blir forstyrret av lyd og støy, defineres som lydklasse A (NS 8175:2012, s. 8). Et undervisningsrom i lydklasse A har en etterklangstid kortere enn 0,4 sekunder og et bakgrunnsstøynivå under 22 dB LAeq (NS 8175:2012, s. 19-20).

Et rom i lydklasse B har meget gode lydforhold, men berørte personer kan bli forstyrret av lyd og støy til en viss grad (NS 8175:2012, s. 8). For et undervisningsrom skal etterklangstiden være kortere enn 0,4 sekunder og bakgrunnsstøyen under 25 dB LAeq (NS 8175:2012, s. 19-20).

Klasse C tilsvarer tilfredsstillende lydforhold for en stor andel berørte personer, og det er denne lydklassen som anses tilstrekkelig for nye bygg i følge Norsk Standard (8175:2012, s. 8). I et undervisningsrom i lydklasse C skal etterklangstiden være kortere enn 0,5 sekunder og bakgrunnsstøyen under 28 dB LAeq (NS 8175:2012, s. 19-20).

I lydklasse D kan en stor andel av berørte personer forvente å bli forstyrret av lyd og støy (NS 8175:2012, s. 8). Etterklangstiden i undervisningsrom skal være kortere enn 0,6 sekunder og bakgrunnsstøyen under 32 dB LAeq (NS 8175:2012, s. 19-20).

2. Problemformulering

Problemstillingen vi valgte for denne oppgaven er “I hvilken grad oppfyller klasserom ved nyere videregående skoler aktuelle krav til lydforhold fra lover, standarder og forskrifter?”.

2.1. Begrunnelse/Bakgrunn

Vi valgte å se på nyere skoler fordi det gir et bedre bilde enn eldre skoler på hvordan offentlige bygg kan forventes å bygges i fremtiden. Vi har brukt Byggteknisk forskrift (2017) og Norsk standard NS 8175:2012 som grunnlag for sammenligning av resultater.

Forskning på akustikk i en læringssituasjon er godt utbredt i barne- og ungdomsskoler. Vi har strevet med å finne relevant stoff om akustikken på videregående skoler. Vi mener det er like viktig å forske på skoler av høyere grad, som videregående skoler, for å se om standarder og forskrifter blir overholdt.

3. Metode

Metode er et redskap vi bruker for å undersøke noe (Dalland, 2012, s. 112), og kan også beskrives som ”å følge en viss vei til et mål” (Dalland, 2012, s. 114). Målet er i dette tilfellet å belyse problemstillingen på best mulig måte. For å gjøre det trenger vi pålitelige og relevante data, uavhengig av hvilken metode som benyttes (Dalland, 2012, s. 112). Vi ønsker å finne ut hvordan lydforholdene er i nyere videregående skoler. Dette kan beskrives som et empirisk spørsmål, da vi søker å svare på det med systematiske observasjoner og undersøkelser (Malt & Tranøy, 2018). For å sikre dataenes pålitelighet har vi etterstrebet å gjennomføre målingene etter aktuelle standarder. For bakgrunnsstøy og lydnivå over tid fantes det ikke standarder for gjennomføring av målingene. Gjennomføringen av disse er derfor beskrevet i metoddelen slik at undersøkelsene kan etterprøves av andre (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2016).

3.1. Kvantitativ metode

En kvantitativ metode samler data i målbare enheter (Dalland, 2012, s. 112), i dette tilfellet er data resultatene av bakgrunnsstøy- etterklang- og støymålingene. Resultatene er tallfestede verdier som vi har fremstilt grafisk i tabeller og figurer, dermed kan vår metode beskrives som kvantitativ.

3.2. Etiske forhold

I denne oppgaven ser vi ikke nødvendigvis på oss selv som forskere, men ønsker fremdeles å følge forskningsetiske lover og normer. Derfor har vi tatt utgangspunkt i Forskningsetikkloven. Formålet med Forskningsetikkloven er å bidra til at forskning i offentlig og privat regi skjer i henhold til anerkjente forskningsetiske normer (Forskningsetikkloven, 2017, § 1).

De nasjonale forskningsetiske komiteene (2016) har utarbeidet et sett med verdier og normer som skal være med på å regulere vitenskapelig virksomhet. Prinsippene innebærer å ha respekt for personer som deltar i forskningen, at forskerne skal etterstrebe gode konsekvenser av forskningen, forskningsprosjektet skal være rettferdig gjennomført og utformet. Forskerne

er videre pliktet til å opptre ansvarlig, åpent og ærlig overfor kollegaer og offentligheten. For å gi et godt grunnlag for videre forskning må forskerne ha god henvisningskikk som sikrer krav til etterprøvbarhet (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2016). For at andre forskere skal ha muligheten til å gjennomføre de samme målingene har vi beskrevet fremgangsmåten for bakgrunnsstøynivå og lydnivå over tid under målinger.

I vår oppgave har vi undersøkt tre videregående skoler i Trøndelag som er bygd etter 2010. Vi har i denne oppgaven valgt å anonymisere skolene, for å hindre at hver enkelt skole kan identifiseres i sammenheng med sitt resultat. Ettersom det var få skoler bygd etter 2010 ønsket vi også å maksimere sjansen for at de ønsket å være med på undersøkelsen ved å ikke knytte dem direkte til et potensielt negativt resultat. Skolene fikk derfor navnene Grønn, Rød og Blå i denne oppgaven. Vi sendte en mail til rektorene ved de 3 skolene om tillatelse for å gjennomføre målingene. Ettersom vi ikke fikk svar på mailene, ringte vi direkte til skolene for å følge opp henvendelsen. Deretter fikk vi muntlig og skriftlig tillatelse til å gjennomføre målingene (vedlegg I, II og III), og vi sendte et infoskriv til hver av skolene (vedlegg IV). Hensikten med infoskrivet var å informere skolene om hvilke målinger som skulle bli gjennomført, hva hensikten med målingene var, og å forsikre dem om at målingene ikke skulle påvirke undervisningen.

På forhånd ønsket vi i utgangspunktet ikke å informere elevene om målingen av lydnivå gjennom en hel skoledag. Bakgrunnen for dette var at elevene ikke skulle påvirke testresultatene ved å være ekstra stille eller mer bråkete enn normalt. Vi overlot avgjørelsen om hvorvidt elevene skulle informeres til rektor ved hver enkelt skole. Blå skole ønsket at vi hang opp infoskriv om målingene utenfor de klasserommene som ble målt, som informasjon for elevene (vedlegg V).

3.3. Utvalg

På de tre skolene målte vi til sammen åtte rom. Alle rommene vi målte hadde glassvegger mot fellesareal, vinduer mot utsiden av bygget, og senket himling i taket. Klasserommene var alle beregnet på omtrent 30 elever.

Tabell 1: Akustikkmålinger utført ved tre anonymiserte videregående skoler i Trøndelag, kalt Grønn, Rød og Blå. Tabellen viser antall rom pr. skole hvor det ble målt etterklang, bakgrunnstøy og lydnivå over tid.

	Grønn skole	Rød skole	Blå skole
<u>Etterklang</u>	3 rom	3 rom	2 rom
<u>Bakgrunnstøy</u>	3 rom	3 rom	2 rom
<u>Støynivå over tid</u>	2 rom	2 rom	2 rom

3.4. Målinger

Størrelsen på alle klasserommene ble målt og er fremvist i tabell 2. For å finne nøyaktig romstørrelse ble det brukt en Bosch PLR15 lasermåler.

Tabell 2: Akustiske målinger ble gjennomført på klasserom ved tre videregående skoler i Trøndelag. Skolene blir kalt Grønn, Rød og Blå. Tabellen viser størrelsen på klasserommene i m³ (lengde * bredde * høyde).

Rom	Volum	L*B*H
Grønn rom 1	178,6 m ³	6,72*9,7*2,74 m
Grønn rom 2	178,99 m ³	6,7*9,75*2,74 m
Grønn rom 3	214,8 m ³	6,61*11,86*2,74 m
Rød rom 1	226,36 m ³	7,02*10,144*3,17 m
Rød rom 2	225,72 m ³	7,05*10,10*3,17 m
Rød rom 3	224,27 m ³	7,02*10,11*3,17 m
Blå rom 1	237,33 m ³	9,23*9,35*2,75 m
Blå rom 2	196,29 m ³	8,02*8,9*2,75 m

3.4.1. Etterklang

Etterklangsmålingen ble gjennomført i henhold til Norsk standard (NS-EN ISO 3382-2:2008, s. 9), integrert impulsresponsmetode, teknisk metode. For denne målingen ble programmet WIN MLS brukt og sinussveip som lydsignal fra en Fostex 6301D høyttaler. Vi målte ved seks uavhengige kombinasjoner av lydkilde- og mikrofonplassering (NS-EN ISO 3382-2:2008, s. 9). Mikrofonen var av typen BSWA 201, og programvaren vi brukte til å visualisere og analysere resultatet var Microsoft Excel.

3.4.2. Bakgrunnsstøy

Bakgrunnsstøymålingen ble utført uten elever tilstede i klasserommene. Nivået ble målt i 1 minutt både foran og bak i klasserommet, og resultatet er gjennomsnittet av disse målingene. To målepunkter ble valgt for å få med eventuelle forskjeller i lydnivå på forskjellige steder i rommet. Utstyret brukt for denne målingen var en Brüel & Kjær 2236 lydmåler, som ble kalibrert 21.01.19. Lydmåleren ble innstilt med parameterne: F Leq A.

3.4.3. Lydnivå over tid

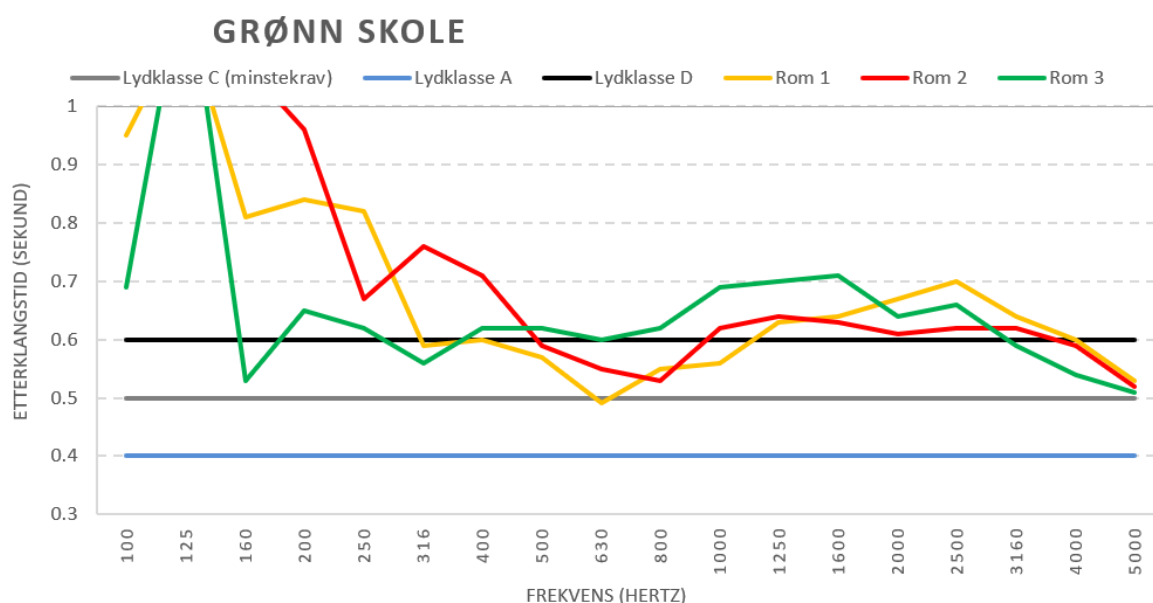
Utstyret brukt for denne målingen var et Larson Davies 706 dosimeter. Den målte lydnivået i seks av klasserommene fra klokken 08:00 til 16:00, hvor det ble gjort en måling hvert minutt. For denne målingen ble dosimeteret innstilt til å måle ekvivalentnivå i dB (A) over tid med eventuelle høye impulslyder i dB (C). Programvaren vi brukte til å visualisere og analysere resultatet var Microsoft Excel. Dosimeteret var under målingene plassert i taket i klasserommene.

4. Resultat

I dette kapittelet vil resultatet av målingene som ble utført bli presentert. Først vil etterklangen for alle rommene ved hver enkelt skole bli presentert, for så bakgrunnsstøyen og til slutt lydnivået over tid.

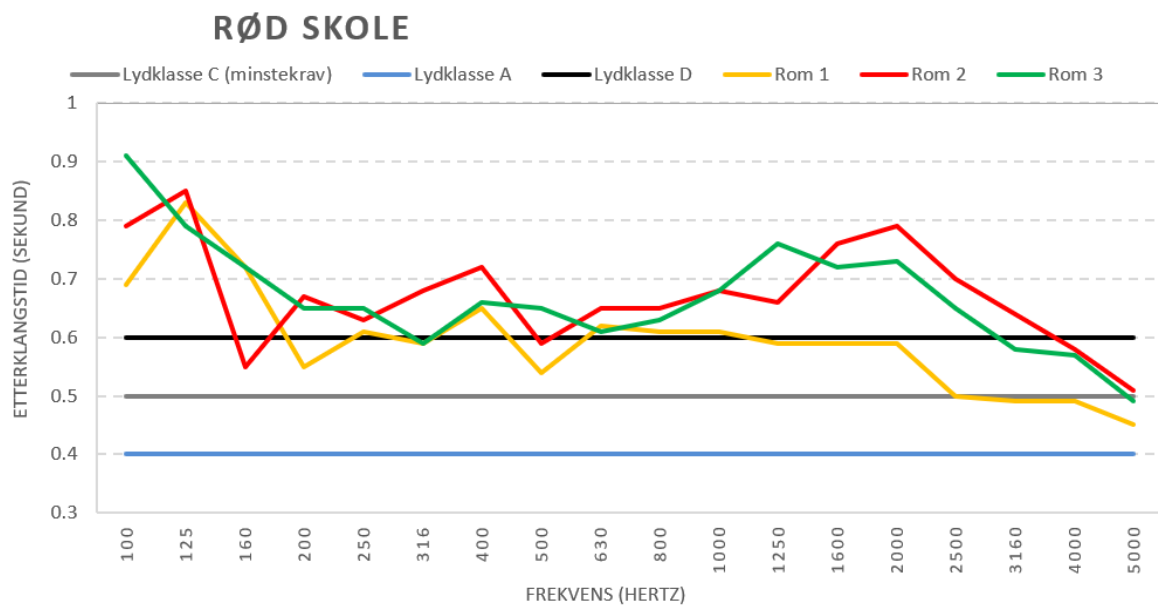
4.1. Etterklang

Etterklangsmålingen utført på Grønn skole (Fig. 1) viser at lydklasse C satt i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 19) ikke er oppfylt på noen av rommene som ble målt. Ved rom 1 (gul linje) varierte etterklangstiden veldig fra de laveste frekvensene til de høyeste, hvor etterklangstiden ligger omtrent på 0,6 sekunder fra og med 500 Hz. Rom 2 (rød linje) skiller seg lite fra rom 1, hvor etterklangstiden også ligger rundt 0,6 sekunder fra og med 500 Hz. Rom 3 (grønn linje) er det rommet med gjennomsnittlig best resultat ved Grønn skole, hvor etterklangstiden ligger rundt 0,6 sekunder fra og med 160 Hz og videre oppover. Det er de aller laveste frekvensene som har veldig høy etterklangstid i alle rommene.



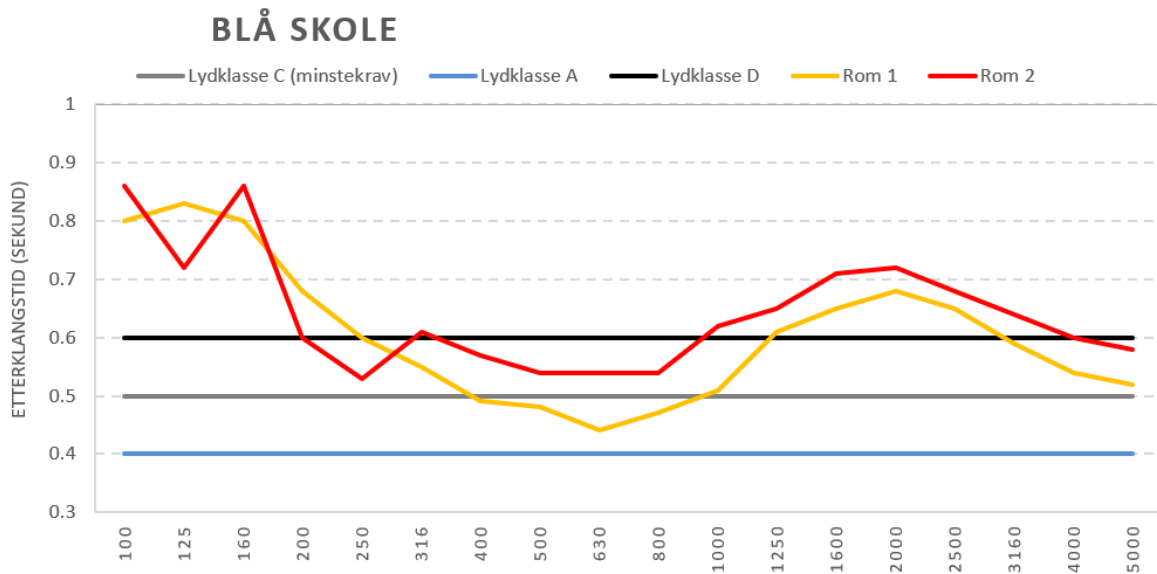
Figur 1: Målt etterklangstid på rommene ved en anonymisert videregående skole i Trøndelag kalt "Grønn skole". Frekvens på X-aksen og tid i sekunder på Y-aksen. Horisontale linjer viser maksimal tillatt etterklangstid for å oppnå betegnelsene lydklasse A, C, og D i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 19). Tak høyde 2,74 meter på alle tre rom.

Ved Rød skole (fig. 2) var det heller ingen av rommene som oppfyller kravet til lydklasse C i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 19). Resultatet fra rom 1 (gul linje) viser at de aller laveste frekvensene har også her markant lengre etterklangstid enn resten av frekvensene, men fra og med 200 Hz ligger mellom 0,6 og 0,7 sekunder. Ved rom 2 (rød linje) er etterklangstiden lik som ved rom 1 og differansen mellom de to rommene er minimal. Resultatet ved rom 3 (grønn linje) er bedre enn ved de to andre rommene da etterklangstiden ligger på omtrent 0,6 sekunder fra 200 Hz til 2000 Hz, og blir ytterligere forbedret ved 2500 Hz opp til 5000 Hz med en etterklangstid på 0,5 sekunder.



Figur 2: Målt etterklangstid på rommene ved en anonymisert videregående skole i Trøndelag kalt “Rød skole”. Frekvens på X-aksen og tid i sekunder på Y-aksen. Horisontale linjer viser maksimal tillatt etterklangstid for å oppnå betegnelsene lydklasse A, C, og D i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 19). Takhøyde 3,17 meter på alle tre rom.

Resultatet av etterklangsmålingene ved Blå skole (fig. 3) viser at de ikke oppfyller kravet satt i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 19) ved de to målte rommene. Vist med gul linje er resultatet ved rom 1, hvor de laveste og høyeste frekvensene har markant lengre etterklangstid enn 250 Hz til 1250 Hz, som har en etterklangstid på omtrent 0,5 sekunder. Ved rom 2 (rød linje) er etterklangstiden lik som ved rom 1, men omtrent 0,05 sekunder dårligere fra 316 Hz og oppover.



Figur 3: Målt etterklangstid på rommene ved en anonymisert videregående skole i Trøndelag kalt “Blå skole”. Frekvens på X-aksen og tid i sekunder på Y-aksen. Horisontale linjer viser maksimal tillatt etterklangstid for å oppnå betegnelsene lydklasse A, C, og D i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 19). Takhøyde 2,75 meter på begge rommene.

4.2. Bakgrunnsstøy

Resultatet av bakgrunnsstøymålingen er vist i tabell 3 og viser det gjennomsnittlige støynivået for to målepunkter i hvert rom i dBA. I følge Norsk standard (NS 8175:2012, s. 10) må målte A-veide lydnivåer korrigeres ved å legge til 5 dB før de sammenlignes med grenseverdiene. Når denne korreksjonen er tatt i betraktning er det ingen rom i vårt studie som oppfyller kravet til bakgrunnsstøy i lydklasse C, spesifikt 28 dB LAeq for klasserom, satt i Norsk

standard (NS 8175:2012, s. 20). Selv for lydklasse D var det kun rom 1 ved Rød skole oppfyller kravet i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 20) som er 32 dB LAeq.

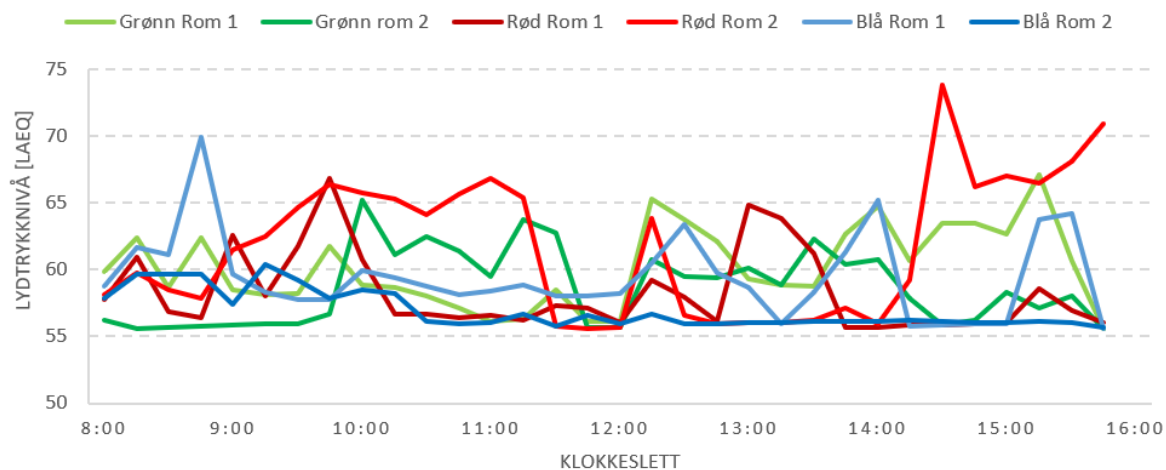
Tabell 3: Bakgrunnsstøynivå på åtte klasserom ved tre forskjellige videregående skoler i Trøndelag. Resultatet er gjennomsnittet av to målinger på 1 minutt, foran og bak i klasserommet. Midtre kolonne viser nivå i dB LAeq på de forskjellige rommene, målt med Brüel & Kjær 2236 lydmåler. Høyre kolonne viser de målte nivåene korrigert med +5 dB i henhold til Norsk standard (NS 8175:2012, s. 10).

Rom	dB (A)	dB (A) korrigert etter NS 8175:2012
Grønn rom 1	34,5	39,5
Grønn rom 2	30,95	35,95
Grønn rom 3	29,25	34,25
Rød rom 1	26,45	31,45
Rød rom 2	28,2	33,2
Rød rom 3	30,3	35,3
Blå rom 1	35,05	40,05
Blå rom 2	34,8	39,8

4.3. Lydnivå over tid

Resultatet av målingen viser at alle rommene målt ved de forskjellige skolene (Fig. 4) har et gjennomsnittlig lydnivå (tabell 4) på 58,59 dB (A). Ved Rød skole på rom 2 (lys rød linje) ble det målt et lydnivå i underkant av 74 dB (A) mellom klokken 14:00 og 15:00 og ved Blå skole på rom 1 (lys blå linje) var det en peak på 70 dB (A) rundt klokken 9:00. I tabell 4 vises de gjennomsnittlige lydnivå over 8 timer for hvert rom og gjennomsnittet av alle rommene.

LYDNIVÅ OVER TID



Figur 4: Lydnivå [dB LAeq] mellom klokken 08:00 og 16:00, målt på seks forskjellige rom ved tre anonymiserte videregående skoler i Trøndelag.

Tabell 4: Gjennomsnittlig lydnivå mellom klokken 08:00 og 16:00, vist for rommene ved tre anonymiserte videregående skoler i Trøndelag, kalt Grønn, Rød og Blå. Høyre kolonne viser gjennomsnittet for alle rommene.

	Grønn Rom 1	Grønn Rom 2	Rød Rom 1	Rød Rom 2	Blå Rom 1	Blå Rom 2	Totalt
Gjennomsnittlig lydnivå, 8h	59,32	58,11	57,71	61,11	58,42	56,86	58,59

5. Diskusjon

Innledningsvis for diskusjonen vil vi presentere våre observasjoner ved skolene, for så å sammenligne resultatene fra målingene vi utførte med relevant litteratur og studier. Det vil også bli diskutert resultatet opp mot aktuelle lover, forskrifter og standarder.

Ut fra våre observasjoner er alle tre skolene bygd med et likt design. Klasserommene hadde lyse vegger og flere større vinduer for å slippe inn naturlig sollys. Parallelt til vinduene var en av veggene erstattet med en glassvegg som vendte seg ut mot gangen hvor både elever og lærere vandrer. Ved flere av rommene vi målte var også denne glassveggen vendt ut mot et stort fellesareal, men dette varierte mellom skolene.

Vårt inntrykk er at skolene er universelt utformet for elevene på tvers av ulike ferdigheter. Her blir både bevegelse- syns- og hørselshemmede tatt i betraktning, med tilgjengelig heis og kontrastfarger på søyler. Klasserommene tjener flere brukergrupper ved installasjon av høyttalere, hvis disse installasjonene blir tatt i bruk skal ikke elevene trenge å anstrenge seg for å høre hva læreren sier i undervisningen. Ut fra disse observasjonene virker det som om skolene er utformet etter prinsippene for universell utforming, hvor vi spesielt så på prinsipp 1, 2 og 6 om like muligheter, fleksibilitet og lav fysisk anstrengelse (Connell et al., 1997).

5.1. Etterklangstid og taleoppfattelse

En studie gjort av Shield et al. (2015, s.183) kom fram til at høyden i klasserommene var relatert til etterklangstiden. De beskriver videre at et klasserom ikke kan ha en høyde over 2,4 meter for at etterklangen ikke skal overstige 0,8 sekunder. Shield et al. (2015, s. 183) forteller videre at det er av den grunn viktig at høyden er kontrollert for å forbedre tilstanden for undervisning og læring. Dersom det er installert tilstrekkelig med lydabsorberende plater er det mulig å oppnå akseptabel etterklangstid selv i rom med høyere tak. Ved bruk av lydabsorberende plater vil refleksjonen av lyder, beskrevet av Boothroyd (2012, s. 24), forhindre at refleksjonene kombineres til et forstyrrende signal.

Alle rommene vi målte på hadde en høyde på mer enn 2,4 meter (2,74 meter, 2,75 meter og 3,14 meter). Resultatet fra etterklangsmålingene indikerer at klasserommene har lengre

etterklangstid enn det som er pålagt i norsk standard. De store høydene i taket kan derfor ha en negativ påvirkning på etterklangstiden, noe Eggermont (2014, s. 160) også beskriver. En mulig årsak til valg av visuelt design, som vi observerte, kan være en mer “åpen” følelse for klasserommene, da høye tak og glassvegger kan føre til at elevene føler seg mindre innestengt. Store vindusflater er også nødvendig for å sikre god tilgang til naturlig lys (Byggteknisk forskrift, 2017, § 13-7). Det er mye å ta hensyn til for de som designer og utformer nye skolebygg, så det er sannsynligvis vanskelig å optimalisere alle aspektene satt i standarder og forskrifter.

Shield et al. (2015, s. 186) fant også at den totale støyen i undervisningen er påvirket både av bakgrunnsstøy og etterklangstid. Høy omgivelsesstøy medfører, på lik linje som lengre etterklangstid, høyere støynivå i undervisningen. Større klarhet i tale resulterer i at læreren snakker på et lavere nivå og at elevene lager mindre støy når de er i stand til å oppfatte hva læreren sier. Dette samsvarer med Boothroyds (2012, s. 22) utsagn om at talesignalet bør være 15 dB sterkere enn støyen. Ved å forkorte etterklangstiden er det mulig å redusere den totale støyen som er i undervisningen. Problematikken rundt lang etterklangstid kan løses ved enkle tiltak, for eksempel ved å installere flere lydabsorberende plater på veggene i klasserommene. Tiltak kan utføres både på eldre og nyere skoler for å forbedre lyd kvaliteten i klasserommene, og de som planlegger moderne skoler kan ta i betraktning at høyt tak ikke er den optimale løsningen med hensyn til akustiske forhold i undervisningsrom. Derimot vil dette sannsynligvis være bedre for de visuelle forholdene, slik som lysforhold og romfølelse nevnt i forrige avsnitt.

5.2. Effekten av støy og hvordan det påvirker læring

Shield & Dockrell (2004, s. 734) var tilstede i undervisningen under sine målinger, de mener at denne metoden for støymåling ikke forstyrret undervisningen eller påvirket elevenes konsentrasjon. Her målte de flere ulike aldersgrupper, hvor resultatet fra deres målinger varierte fra 66,3 dB(A) til 74,3 dB (A). Vi valgte å ikke være tilstede under målingene av lydnivået. Som nevnt tidligere overlot vi avgjørelsen om å informere elevene til rektor, dermed vet vi ikke om elevene ble informert om lyd målingen ved Grønn og Rød skole. Blå

skole ønsket at vi hengte opp et infoskriv utenfor klasserommet, men ingen stor differanse ble funnet mellom klasserommene på denne skolen sammenlignet med de andre.

Shield & Dockrell (2008, s. 137) fant ut at støyen hadde en større effekt hos de eldre barna, en mulig forklaring er at de har blitt utsatt for støy over en lengre periode. I en studie gjort av Wålinder, Gunnarsson, Runeson, Smedje (2007, s. 263) om effekten av støy, ble det rapportert en økning av symptomer som utmattelse og hodepine blant elevene. Samtidig ble det målt en reduksjon av variabilitet i stresshormonet kortisol, som er kompatibelt med en stressrespons. Lydnivået i deres målinger varierte fra 59 til 87 dB, hvor 2 av dagene oversteg 80 dB, og bakgrunnsstøyen lå på 33-37 dB (Wålinder et al., 2007, s. 263). Resultatet fra våre lydnivåmålinger ble noe lik resultatet de kom fram til, hvor lydnivå over tid varierte fra 56 til 74 dB, og bakgrunnsstøynivåene vi målte lå mellom 31 og 40 dB (A).

Rommene på de skolene vi målte har en gjennomsnittlig lydnivå over hele skoledagen på 58,59 dB (A). I følge Boothroyd (2014, s. 201) ligger normal tale rundt 60 dB. Ettersom gjennomsnittet ligger nært normal talenivå kan vi anta at ved en vanlig skoledag er dette et lavt lydnivå. Her er det mest sannsynlig en lærer som snakker i undervisningen hvor elevene lytter og tar notater. For at elevene skal kunne gjøre dette er det, som nevnt i introduksjonen, viktig at talenivået ligger 15 dB over støynivået. Som tidligere nevnt blir støy definert som uønsket lyd, men i denne sammenhengen er lyden nyttig informasjon fra læreren. I enkelte situasjoner kan det oppstå et høyere lydnivå på grunn av gruppearbeid hvor flere elever snakker samtidig. Dette kan forklare tilstedeværelsen av en peakverdi på 74 dB (A) på en av skolene.

Bulunuz et al. (2017, s. 730) målte støynivået i klasserom med elever tilstede, her lå gjennomsnittet på 65,80 dB for private skoler og 66,66 dB for offentlige skoler. Disse resultatene er noe høyere enn resultatene vi fikk på de skolene vi målte lydnivå, hvor vi fant et gjennomsnittlig lydnivå på 58,59 dB (A). Videre forklarer Bulunuz et al. (2017, s. 737) at en faktor som muligens har hatt en effekt på resultatet er at elevene og lærerne var klar over at lydnivået ble målt, noe som for vår del også kan være en faktor for resultatet. Resultatene

for lydnivået over tid fra vår måling og Bulunuz et al. (2017, s. 730) sin måling, overskrider ikke Utdanningsdirektoratet (2018) sin grenseverdi for helseskadelig daglig støyeksponering.

Howard et al. (2010, s. 930) observerte at barna i lytte- og tallhuskeoppgaven virket avslappet da de skulle gjenta ord i stille omgivelser og mer årvåkne når støy var til stede under lytteoppgaven. Likevel ble barnas evne til å gjenta ord redusert når støynivået økte, det ble rapportert større lytteanstrengelse og færre kognitive ressurser ble tilgjengelig til den sekundære oppgaven (Howard et al., 2010, s. 930). Resultatet vi kom fram til på gjennomsnittlig 58,59 dB (A) representerer alle aktivitetene som har foregått i klasserommet i løpet av skoledagen. Dersom vi går utifra at et normalt talenivå på 60 dB (Boothroyd, 2014, s. 201) er ønskelig, og at talenivået helst bør være 15 dB over støy (Boothroyd, 2012, s. 22). Med bakgrunnsstøy mellom 31-40 dB, som vi målte, tyder det på gode forutsetninger for å oppfatte tale i klasserommene. Det er derimot usikkert om lydnivået over tid representerer tale i størst grad, eller en blanding av tale og støy.

5.3. Standarder og forskrifter

Resultatet av våre etterklangsmålinger oppfylte ikke kravene til lydklasse C, satt i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 19), kun ved enkelte frekvenser på enkelte rom. Etterklangen ved skolene hadde en større tendens til å ligge rundt lydklasse D, satt i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 19). En felles trend for alle rommene var at de aller laveste frekvensene hadde markant lengre etterklangstid enn de høyere frekvensene. Dette kan komme av at alle rommene hadde en glassvegg ut mot fellesarealet, noe som forårsaker basslydene, som har lengst bølgelengde, til å "sprette" av denne veggen uten å bli absorbert. Som Arbeidsplassforskriften (2011, §2-16) beskriver skal arbeidsplasser og arbeidslokaler være utformet slik at de er beskyttet mot støy og vibrasjoner. Glassveggene brukt ut mot fellesarealet ved alle skolen kan derfor være en negativ faktor for etterklangen, og det kan være en fordel om framtidig bygging av skoler tar mer hensyn til Arbeidsplassforskriften (2011, §2-16) ved å beskytte bedre mot støy.

Som tidligere nevnt er det mulig å forbedre akustikken i eldre og nyere bygg, ved å blant annet bygge om skolen litt, slik at de følger norsk standard. Ved å installere lydabsorberende

plater i veggene kan etterklangstiden bli redusert. Det er nødvendig å oppfylle kravene til lydklasse C eller bedre for å oppnå tilfredsstillende lydforhold for de fleste elevene, i henhold til Norsk standard (NS 8175:2012, s. 8).

Våre resultater viser at ingen av rommene oppfyller kravet for lydklasse C, som er 28 dB LAeq og det er kun et rom på Rød skole som er innenfor lydklasse D satt i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 20). Den høye bakgrunnsstøyen kan komme av ventilasjonsanlegget, støy fra gangen og trafikk utenfor skolen. Tiltak som kan bli iverksatt for å motvirke den uønskede støyen kan være støydempende plater, men det beste ville vært å ha tette, mer støydempende vegger. En mulig løsning for visuelt og akustisk design kan være et kompromiss mellom de to ved å bygge innendørs vegger med glassfelt vendt ut mot fellesarealet. På den måten kan man beholde den visuelle åpenheten samtidig som lydforholdene bedres.

Som nevnt i introduksjonen er grenseverdien for støy, satt i Forskrift om tiltaks- og grenseverdier (2011, § 2-2), for et daglig støyeksponeringsnivå på 85 dB over en periode på 8 timer. Vår måling av lydnivået over 8 timer viste et snitt på 58,59 dB (A) som indikerer at støynivået i klasserommene er under denne grenseverdien med god margin.

5.4. Lovverk og Universell utforming

Opplæringsloven (1998, § 9A-7) slår fast at det fysiske miljøet på skolen skal være i samsvar med de normene som til enhver tid er anbefalt av fagmyndighetene. En av disse normene er kravet om minimum lydklasse C som beskrevet i Byggeteknisk forskrift (2017, § 13-6).

Byggeteknisk forskrift er hjemlet i Plan- og bygningsloven (2008, § 1-1), som sier at alle nye bygninger skal være universelt utformet. Det er viktig at likeverdige løsninger er tatt i bruk hvis dette er mulig, slik at skolene unngår segregering og stigmatisering i henhold til Likestillings- og diskrimineringsloven (2018, § 17).

Et godt tiltak som kunne blitt tatt i bruk så ofte som mulig er lydutjevningssystemer, ved å bruke dette er det en større sannsynlighet for at flere av elevene ikke trenger å anstrenge seg så mye for å høre. Dette vil også være i samsvar med Opplæringsloven krav om å innrede skolen med hensyn til elever med funksjonshemninger (Opplæringsloven, 1998, § 9A-7). Et

lydutjevningssanlegg vil derimot ikke løse alle problemene til et klasserom. For lærere og elever kan det være et ekstra tiltak å ta i bruk lydutfjevningssanlegget, og dersom dette ikke er standard praksis ved skolen kan det føre til stigmatisering av personer med nedsatt hørsel ved at de som trenger det aktivt må be om at det brukes. På en av testdagene kom vi i prat med en av lærerne ved en av skolene, hvor han nevnte at lydutfjevningssanlegget kun ble tatt i bruk hvis det var en hørselshemmet elev tilstede i undervisningen. For å følge Likestillings- og diskrimineringsloven (2018, §19) om å arbeide aktivt og målrettet for å fremme universell utforming, kan skolene som et konkret tiltak ha som standard praksis å bruke lydutfjevningssanlegg i alle skoletimer.

6. Metodekritikk

For å måle på skolene er det viktig å få tillatelse fra ledelsen, vi kontaktet derfor rektorene på skolene via telefon og mail. Vi fikk muntlig og skriftlig tillatelse, per telefon og mail, til å komme på skolene og gjennomføre de nødvendige målingene. Som tidligere nevnt sendte vi skolene et infoskriv med nødvendig informasjon om hva de forskjellige målingene ville innebære. Ideelt sett skulle vi laget en kontrakt hvor rektor eller viserektor skrev under, for å ha formelt skriftlig samtykke, og hvor vi kunne presisere at skolene har muligheten til å trekke seg fra målingene når som helst under prosessen dersom det skulle oppstå noe underveis. Selv om skolene er anonymisert kan det oppfattes negativt for skolene dersom noen kan identifisere hvem de enkelte skolene er i vår undersøkelse. Muligheten for at deres egen skole gjør det verre enn de andre skolene, og potensialet for negative tilbakemeldinger, kan være nok til at en skole kan ønske å trekke seg fra undersøkelsen.

Dalland (2012, s. 114) kommenterer at jo bedre man behersker metoden, jo bedre blir resultatene. Vår beherskelse av metodene kan dermed ha innvirket på resultatenes pålitelighet, dette skal redegjøres for. De første etterklangsmålingene ble gjennomført tidlig i innsamlingsprosessen, og det ble oppdaget i etterkant at disse ikke var utført i henhold til Norsk standard (NS-EN ISO 3382-2:2008, s. 6), da det var for mange personer i rommet under målingen. De aktuelle rommene ble målt på nytt, etter standard, og det er disse resultatene som er tatt med.

For heldagsmålingen av lydnivå, som ble gjort på totalt seks rom, ble dosimeteret ved alle målingene plassert over himlingsplate med mikrofonen i rommet over en router. Denne plasseringen ble valgt for å hindre elevene i å røre utstyret, og til det formålet var den svært effektiv. Vi vet ikke om takhøyden i rommene, fra 2,74 til 3,17 meter, kan ha påvirket resultatet.

I samme periode som vi målte lydnivå over tid, var dosimeteret også i bruk av en annen gruppe, for et annet prosjekt. Det ble oppdaget i ettertid at dosimeteret var stilt inn slik at det ikke registrerte nivåer under 55 dB (A), fordi den andre gruppen gjorde målinger i støyende omgivelser. Det gjennomsnittlige lydnivået vi kom fram til, selv om det var akseptabelt, kan derfor i realiteten være enda lavere enn det vi målte. Dette påvirker ikke vår vurdering av resultatet opp mot grenseverdiene, men kan vise et høyere lydnivå enn det som er reelt.

7. Konklusjon

Målet med denne undersøkelsen var å sammenligne lydforholdene på videregående skoler med aktuelle lover, forskrifter og standarder. Problemstillingen vi valgte for å undersøke dette var; "I hvilken grad oppfyller klasserom ved nyere videregående skoler aktuelle krav til lydforhold fra lover, standarder og forskrifter?". Resultatet viser at skolene som deltok ikke møter kravene for akustikk satt i forskrifter, standarder og lover. Noen av målingene viser etterklang innenfor kravet til lydklasse C i Norsk standard (NS 8175:2012, 2012, s. 19) ved enkelte frekvenser, men helhetlig er ikke resultatene innenfor grenseverdiene i regelverket.

Ut fra resultatene funnet for bakgrunnsstøymålingen var det ingen av klasserommene som oppfylte kravet til lydklasse C i Norsk standard (NS 8175:2012, 2012, s. 20). Et av rommene oppfylte kravet til lydklasse D i Norsk standard (NS 8175:2012, s. 20), men totalt kan det ikke regnes som tilfredsstillende.

Selv om etterklangsmålingen og bakgrunnsstøymålingen ikke oppfyller kravene til lydforhold, viser målingen av lydnivå over tid at lydnivået var ved et akseptabelt nivå på 58,59 dB sammenlignet med kravene fra Utdanningsdirektoratet (2018) og Forskrift om grenseverdier for støy (2011, § 2-2) på henholdsvis 75 og 85 dB. For framtidige bygningsprosjekter av skoler kan det være en fordel om det tas mer hensyn til akustisk design og ikke bare visuelt design.

8. Referanseliste

- Arbeidsplassforskriften. (2011). Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidlokaler. (FOR-2011-12-06-1356). Hentet fra:
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1356?q=arbeidsplassforskriften>
- Barne- likestillings- og inkluderingsdepartementet. (2013). Konvensjon om rettighetene til mennesker med nedsatt funksjonsevne: Vedtatt av De Forente Nasjoner den 13. desember 2006, ratifisert av Norge den 3. juni 2013. Oslo: Barne-, likestillings- og inkluderingsdepartementet. Hentet fra: <https://www.fn.no/Om-FN/Avtaler/Menneskerettigheter/Konvensjon-om-rettighetene-til-personer-med-nedsatt-funksjonsevne>)
- Boothroyd, A. (2012). Speech perception in the classroom. I J. J. Smaldino og C. Flexer (Red.), *Handbook of Acoustic Accessibility* (s. 18-33). New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Boothroyd, A. (2014). The acoustic speech signal. I J. R. Madell og C. Flexer (Red.), *Pediatric Audiology: diagnosis, technology and management* (s. 201-208). New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Buudir. (2017). Universell utforming A-B-C. Hentet fra:
https://www.buudir.no/uu/Universell_utforming_A_B_C/
- Bulunuz, N., Bulunuz, M., Orbak, A. Y., Mulu, N., Tavşanlı, Ö. F. (2017). An Evaluation of Primary School Students' Views about Noise Levels in School. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9 (4), s. 725-740. Hentet fra:
<https://search.proquest.com/docview/1969022913?accountid=12870>

Byggteknisk forskrift. (2017). Forskrift om tekniske krav til byggverk. (FOR-2017-06-19-840). Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>

Connell, B. R., Jones, M., Mace, R., Mueller, J., Mullick, A., Ostroff, E., Sanford, J., Steinfeld, E., Story, M., Vanderheiden, G. (1997). *The Principles of Universal Design (Version 2.0)*. The Center for Universal Design. Raleigh, NC: North Carolina State University. Hentet fra: https://projects.ncsu.edu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving* (5. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk

De nasjonale forskningsetiske komiteene (2016, 31. mai). Generelle forskningsetiske retningslinjer. Hentet fra: <https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/Generelle-forskningsetiske-retningslinjer/>

Eggermont, J. J. (2014). *Noise and the brain: Experience Dependent Developmental and Adult Plasticity*. Amsterdam: Elsevier Inc.

Forskningsetikkloven. (2017). Lov om organisering av forskningsetisk arbeid. (LOV-2017-04-28-23). Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-04-28-23>

Forskrift om tiltaks- og grenseverdier. (2011). Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer. (FOR-2011-12-06-1358). Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358>

Gelfand, S. A. (2016) *Essentials of Audiology* (4. utg.) New York: Thieme Medical Publishers

Gustafsson, A. (2009). Att höra i skolan – om hörteknik i undervisningen Förutsättningar och möjligheter. Härnösand: Specialpedagogiska skolmyndigheten.

Howard, C. S., Munro, K. J., Plack, C. J. (2010). Listening effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *International Journal of Audiology*, 49 (12), s. 928-932. Hentet fra:
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/14992027.2010.520036>

Likestillings- og diskrimineringsloven. (2018). Lov om likestilling og forbud mot diskriminering. (LOV-2017-06-16-51). Hentet fra:
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-51>

Malt, U., Tranøy, K. E. (2018). empiri. Hentet fra: <https://snl.no/empiri>

Miljødirektoratet. (2017, 11. Mai). Lyd og støy. Hentet fra:
<https://www.miljostatus.no/tema/stoy/lyd-og-stoy/>

Norsk forening mot støy. (Hentet: 9. april 2019). Hva betyr dBA, SPI, GP og andre faguttrykk?. Hentet fra: <http://stoyforeningen.no/Fakta/Hva-betyr-dBA-SPI-GP-osv.>

NOU 2005: 8 (2005). *Likeverd og tilgjengelighet*. Oslo: Statens forvaltningstjeneste, Informasjonsforvaltning. Hentet fra:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e2361e34e995496589470336829751cc/no/pdfs/nou200520050008000dddpdfs.pdf>

Opplæringsloven. (1998). Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa. (LOV-1998-07-17-61). Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>

Plan- og bygningsloven. (2008). Lov om planlegging og byggesaksbehandling. (LOV-2008-06-27-71). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>

Shield, B., Dockrell, J. E. (2004). External and internal noise surveys of London primary schools. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115 (2), s. 730-738. DOI: 10.1121/1.1635837

Shield, B. M., Dockrell, J. E. (2008). The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123 (1), s. 133-144. DOI: 10.1121/1.2812596

Shield, B., Conetta, R., Dockrell, J., Connolly, D., Cox, T., Mydlarz, C. (2015). A survey of acoustic conditions and noise levels in secondary school classrooms in England. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137 (1), s. 177-188.
<https://doi.org/10.1121/1.4904528>

Smaldino, J., Kreisman, B., John, A., Bondurant, L. (2015). Room Acoustics and Auditory Rehabilitation Technology. I J. Katz (Red.), *Handbook of Clinical Audiology* (7.utg). (s. 675-702). Philadelphia: Wolters Kluwer Health

Standard Norge. (2008). *Akustikk - Måling av romakustiske parametere - Del 2: Etterklangstid i vanlige rom*. (ISO 3382-2:2008). Hentet fra:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=369650>

Standard Norge. (2012). *Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper*. (NS 8175:2012). Hentet fra:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=532803>

Standard Norge. (2019, 11. Januar). Standardisering. Hentet fra:

<https://www.standard.no/standardisering/>

Utdanningsdirektoratet. (2018, 11. Januar). Lyder og støy i hverdagen. Hentet fra:





<http://www.skoleanlegg.utdanningsdirektoratet.no/artikkel/259/Lyder-og-stoy-i-hverdagen>



Wålinder, R., Gunnarsson, K., Runeson, R., Smedje, G. (2007) Physiological and psychological stress reactions in relation to classroom noise. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 33 (4), s. 260-266 Hentet fra:

<https://search.proquest.com/docview/19524132?accountid=12870>



9. Vedlegg


Vedlegg I: Skriftlig samtykke per mail fra Grønn skole.

 
fr. 11.01.2019 09:14  





Hei.
Vi er positive til at dere kommer inn ved vår skole og gjør de lydmålingene dere trenger.
Vår kontaktperson er driftsleder  som kan nås på telefon 

Velkommen!

Med vennlig hilsen

Tlf: 









Vedlegg II: Skriftlig samtykke per mail fra Rød skole.

 
on. 16.01.2019 13:48  



Hei!



Dere kan komme torsdag 24.januar for å sette opp utstyr i 3 store klasserom. Undervisningen begynner kl. 08.15 denne dagen. Når kommer dere?


Med vennlig hilsen

Tlf: 

 
on. 23.01.2019 19:00  

Hei!

Dere kan spørre etter vaktmester  når dere kommer. Han har mobilnr. 

Med vennlig hilsen

Tlf: 



Vedlegg III: Skriftlig samtykke per mail fra Blå skole.

  on. 23.01.2019 11:13 ...

Hei 








Dere kan ha målinger på rom . Henvend dere i resepsjonen, så blir dere vist vei.

Jeg ønsker at dere lager en kort info om målingene (inkl. at det ikke er opptak av samtaler), som henges opp på døra i de aktuelle rommene.

Med vennlig hilsen





Tlf: 

      ...

ma. 28.01.2019 12:46

Hei,

Viser til nedenstående vedr. lydmålinger på  i morgen og onsdag.

Ber om at dere ringer vår driftsmedarbeider  på tlf  når dere kommer til skolen, så blir dere fulgt til klasserommene.

... ..

Vedlegg IV: Informasjonsskriv sendt ut til skoler i forkant av målingene.



Informasjon om lydmålinger i klasserom

Etterklangsmåling

Vi måler gjenklngen i rommet ved å lage et smell, og så måle hvor lang tid det tar før lyden forsvinner. Dette kan si noe om kvaliteten på lyden i rommet generelt, og om hvor lett det er å oppfatte hva læreren sier. Målingen tar ikke mer enn 10 minutter. Vi gjennomfører denne målingen før skoledagen starter og vil dermed ikke forstyrre undervisningen.

Måling av bakgrunnsstøy

I sammenheng med målingen av etterklang vil vi også foreta en rask måling av bakgrunnsstøyen i rommet som er produsert av ventilasjon, trafikk og lignende. Denne målingen vil bare ta et lite minutt å gjennomføre, og likt som etterklangsmålingen vil den bli gjennomført før elevene tar plass i klasserommet. Av den grunn vil målingen ikke påvirke undervisningen.

Lydnivåmåling

Vi måler lydnivået i klasserommet gjennom en vanlig dag, og sammenligner dette med aktuelle standarder for arbeidsmiljø og støyeksponering. Måleren tar ikke opp noe lyd, den bare måler nivået med jevne mellomrom gjennom dagen. Vi vil ikke være tilstede når målingen blir gjennomført for å unngå å forstyrre elevene samt at testen ikke krever vår tilstedeværelse

Flere studenter har tidligere gjennomført lignende målinger i barne- og ungdomsskolen, derfor er vi spesielt interessert i videregående skole, fordi det ikke har blitt gjort tidligere. Vi har valgt å se på de nyeste skolene for å se om det oppfyller aktuelle byggtkniske standarder for akustikk.

Studenter:

[Redacted]

Tlf: [Redacted]

Veileder for bacheloroppgaven:

Universitetslektor [Redacted] NTNU

Tlf: [Redacted]

Vedlegg V: Informasjonsark hengt opp på dørene til klasserommene som ble testet ved Blå skole.



Informasjon om lydmålinger i klasserom

Det vil bli utført akustiske målinger av klasserom i forhold til en bacheloroppgave. Disse målingene vil bli utført den 29/1 og 30/1. Ingen av målingene vil ta opp tale, men vil kun måle lydnivået over tid.

Etterklangsmåling

Vi måler gjenklengen i rommet ved å lage et smell, og så måle hvor lang tid det tar før lyden forsvinner. Dette kan si noe om kvaliteten på lyden i rommet generelt, og om hvor lett det er å oppfatte hva læreren sier.

Måling av bakgrunnsstøy

I sammenheng med målingen av etterklang vil vi også foreta en rask måling av bakgrunnsstøyen i rommet som er produsert av ventilasjon, trafikk og lignende.

Lydnivåmåling

Vi måler lydnivået i klasserommet gjennom en vanlig dag, og sammenligner dette med aktuelle standarder for arbeidsmiljø og støyeksponering. Måleren tar ikke opp noe lyd, den bare måler nivået med jevne mellomrom gjennom dagen.