

Akustikkrapport (RIA)
basert på nye kontrollmålinger
og tidligere
målinger av Østfold musikkråd
i
gymsaler for korpsmusikk
for
skolene Nøkleby, Manstad og Torp

Lydhør AS	Prosjektnummer:	221219-281
	Dok.nr.	RAP-RIA-001
	Rev.:	
	Dato:	22.12.2019
	Utarbeidet av:	Kristian E. Meisingset
	Kontrollert av:	Lars Oftedahl

1 Sammendrag

Det er gjennomført forskriftsmessige akustiske målinger; både måling av romakustikken (etterklangstid) og bakgrunnsstøy, BGN (back ground noise) som representerer støy fra ventilasjonsanlegget.

Følgende skoler er kontrollmålmålt: Nøkleby, Manstad og Torp.

Både NS8175 og NS8178 er lagt til grunn. Minimumskravet som er gitt i klasse C i NS8175 er mer eller mindre identisk med kravene i NS8178 med hensyn til etterklang med et unntak, se innledningen.

Det er for mye bakgrunnsstøy (BGN) i samtlige gymsaler før og etter tiltak

Det som er gjort av tiltak er ikke tilfredsstillende og tilfredsstillende hverken NS8175 eller NS8178.

Det er mye støy utenfra som skyldes dårlig fasadeisolasjon.

For å utbedre gymsaler, dersom gjeldende standarder skal legges til grunn, må fagakustikere involveres.

Revisjonsliste

Rev.	Dato	Endring/tilføyelse	Utarb.	Kont.
1	22.12.2019	Målerapport akustikk	kem	lco

Desember 2019

Kristian E. Meisingset

Kristian E. Meisingset

Lars Oftedahl

Lars Oftedahl

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	2
2	Innledning	4
3	Funksjonskrav og grenseverdier mm	4
3.1	<i>Definisjoner</i>	4
3.2	<i>Romakustikk og etterklangtid</i>	5
3.3	<i>Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner</i>	5
3.4	<i>Innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder</i>	5
3.5	<i>Utdrag fra NS8178:2014</i>	5
4	Akustiske forhold i de aktuelle gymsalene før tiltak	6
4.1	<i>Nøkleby skole</i>	7
4.2	<i>Manstad skole</i>	7
4.3	<i>Torp skole</i>	7
5	Måleutstyr	7
6	Måleresultater&beregninger	8
6.1	<i>Bakgrunnsstøy</i>	8
6.2	<i>Relativ etterklangstider etter frekvensfordeling</i>	9
	Kriterier for relativ etterklangtid, etter frekvensfordeling gymsal Nøkleby	9
	Kriterier for relativ etterklangtid, etter frekvensfordeling gymsal Manstad	9
	Kriterier for relativ etterklangtid, etter frekvensfordeling gymsal Torp	10
6.3	<i>Støy fra skolegården</i>	10
7	Kommentarer til måleresultatene	10
7.1	<i>Nøkleby skole, Kulturarenaen</i>	10
7.2	<i>Manstad skole</i>	10
7.3	<i>Torp skole</i>	10
8	Oppsummering og konklusjon	11
8.1	<i>Støy fra tekniske installasjoner</i>	11
8.2	<i>Romakustikken</i>	11
8.3	<i>Hva skal til av tiltak for å oppfylle NS8178 mht etterklangtid?</i>	12

Vedlegg 1-6 *Målerapporter*

Vedlegg 7 *Støy fra ventilasjonsanleggene*

2 Innledning

Denne rapporten dokumenterer akustikkforholdene i 3 gymsaler i Fredrikstad.

Det ble foretatt målinger av akustikken i to dager; onsdag 11.12. og mandag 16.12.2019. Østfold musikkråd har tidligere dokumentert de faktiske akustiske forhold i rapporter i hht NS8178:2014. Disse er datert 05.06.2016, 06.10 og 10.10.2017 og ville vært et perfekt utgangspunkt for å prosjektere tiltak.

Norsk Akustikksenter har rammeavtale med kommunen for levering av lydabsorbenter og har utbedret lokalene med utgangspunkt i NS8175 som kommunen hadde bestilt etter. Her har kommunen gjort en feil. De skulle ha skrevet NS8178 i sin bestilling. Imidlertid er kravene til etterklang identiske for gymsal til gymnastikkbruk og til korpsmusikk med ett unntak. Og det omfatter etterklangstiden i oktavbånd med senterfrekvens 125 Hz. For gymsal er kravet i 125 Hz-båndet utelatt i NS8175. For all type musikk, også korpsmusikk, er dette et viktig og kritisk frekvensområde.

Lydhør har skrevet epost til Norsk Akustikksenteret med spørsmål som ikke er besvart (den som tier samtykker?) og ringt og sendt sms uten å få kontakt på telefon hverken 19.12 eller 20.12.2019.

Lydhør AS ved siving. Kristian E. Meisingset har gjennomført alle kontrollmålingene og utarbeidet denne rapport. Siving. Lars Ofte Dahl i enkeltpersonforetaket ApiAku har utført sidemannskontrollen på rapporten.

3 Funksjonskrav og grenseverdier mm

I denne rapporten er krav og grenseverdier for boliger i hht NS 8175:2012 og krav i NS8178:2014 lagt til grunn. Klasse C i NS 8175 angir gjeldende minstekrav (merket med rødt i tabellene) og er mest vanlig å legge til grunn, spesielt når en gymsal skal benyttes til korpsmusikk,

3.1 Definisjoner

Maksimalt lydtryknivå, $L_{p,AF,max}$ eller forkortet L_{Amax} .

A-veid maksimalt lydtryknivå. Beskriver styrken av lyd og støy. Angis i dBA. Innstilling Fast (F) på måleanalysatoren.

Ekvivalent lydtryknivå, L_{pAekv} eller L_{Aeq} .

A-veid ekvivalent eller gjennomsnittets lydtryknivå. Angis i dBA.

A - veid betyr at det legges inn et filter som tilsvarer normalørets følsomhet. Normaløret oppfatter ikke de lave frekvensene.

C - veid tar noe høyde for lavfrekvente støynivåer og brukes i forbindelse med teknisk støy.

Z = uveid betyr at alle støykomponenter veies likt.

3.2 Romakustikk og etterklangtid

Høyeste grenseverdier for etterklangtid i de ulike lydklassene er angitt i tabell 10.

Tabell 10 — Lydklasser for bygninger til undervisningsformål. Romakustikk.

I gymnastikksal, svømmehall ^c , rom med støyende aktiviteter, fellesareal og korridor	T_h (s)	0,16 x h	0,16 x h	0,20 x h	0,27 x h

3.3 Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

Grenseverdier for høyeste innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner i bygninger til undervisningsformål i de ulike lydklassene er angitt i tabell 11.

Tabell 11 — Lydklasser for bygninger til undervisningsformål i brukstid. Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
I undervisningsrom ^b , landskap og møterom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,A,T}$ (dB)	22 ^a	25 ^a	28 ^a	32
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	24	27	30	34

^a I klasse A til C måles 1/1-oktavbåndnivåer, og det skal påvises at det ikke er spesielt forstyrrende komponenter i støyen. Bedømmelse utføres etter tillegg A ved å benytte RC-verdi $=L_{p,A,T} - 7$ dB. Se også 3.1.15, 4.4 og 6.4.

^b Dette gjelder alle typer rom for undervisning, også svømme- og gymnastikksaler der det drives undervisning.

3.4 Innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder

Grenseverdier for høyeste innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder i bygninger til undervisningsformål i de ulike lydklassene er angitt i tabell 12.

Tabell 12 — Lydklasser for bygninger til undervisningsformål i brukstid. Innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
I undervisningsrom/møterom fra utendørs lydkilder	$L_{p,A,T}$ (dB)	24	27	30	34

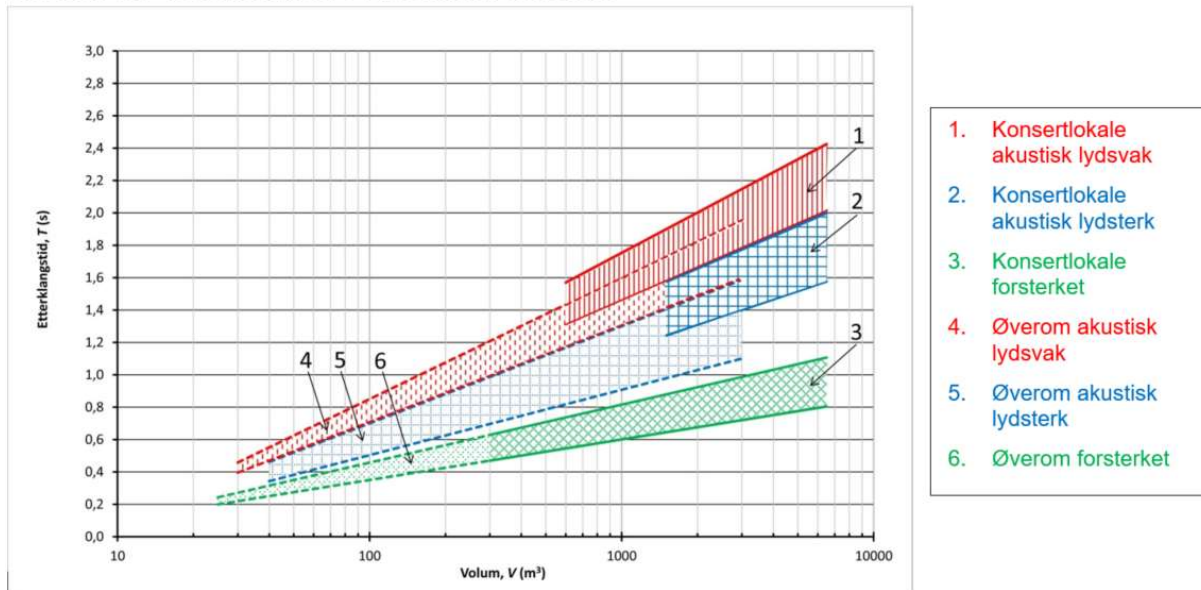
3.5 Utdrag fra NS8178:2014

Grunnleggende i NS8178 er figur 1 som viser sammenhengen mellom etterklangtid og salvolum for ulike bruk. Det skilles mellom øvingslokaler og fremføringslokaler og det skilles mellom akustisk lydsvak, akustisk lydsterk og forsterket musikk.

Etterklangstiden er gjennomsnitt av etterklangstiden i 1/1-oktavbåndene med senterfrekvens 500 og 1000 Hz. Se figur 1 neste side.

Dersom salene er større enn 10 000 m³ kan linjene trekkes videre i forlengelse av de eksisterende.

Kriterier for etterklangstid i forhold til romvolum



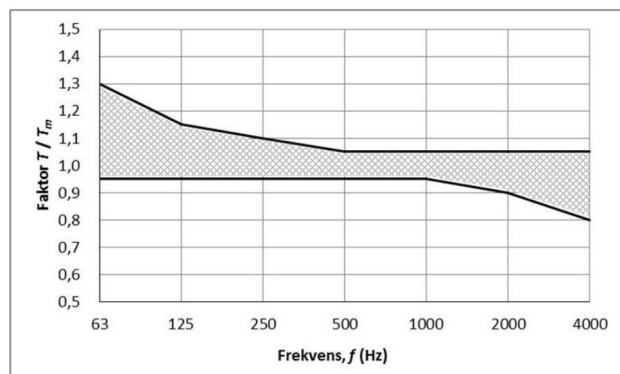
Figur 1: Kriterier for etterklangstid i forhold til romvolum

4 Akustiske forhold i de aktuelle gymsalene før tiltak

I dette kapittel konsentrerer vi oss om etterklangstiden. Det må presiseres at det er andre parametre enn etterklangstid som gjelder for et optimalt lokale med hensyn til akustikk for korpsmusikk. Dette er ikke omfattet av denne rapporteringen. Vi har til venstre for hver etterklangskurve kommentert hva som er utfordringen for å få et bra resultat. Dette har mindre relevans i og med at det er montert absorberplater i alle gymsalene. En erfaren akustiker ville gått rett på en optimal løsning for å tilfredsstille NS8178. Det er for lite klang i bassområdet for alle gymsalene.

Figur 1 gjelder kriterier for relativ etterklangstid etter frekvensfordeling.

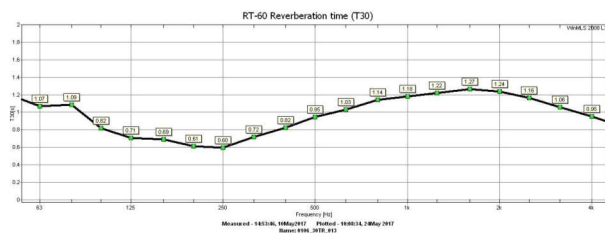
Målingene til musikkrådet viser at tilstanden er relativt dårlig for samtlige gymsaler. Det vises til rapportene hvor dette er grundig dokumentert både verbalt og er grafisk.



Figur 2 – Standarden mht relativ etterklangstid kan tilfredsstilles innenfor skraverte området.

4.1 Nøkleby skole

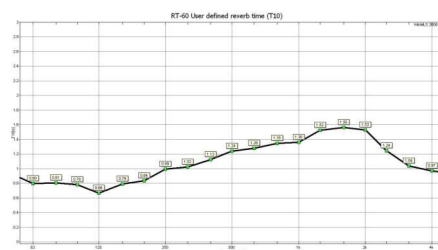
Dempning kun OK i 500 Hz-oktavbåndet, jf. NS8175. Tiltak må til for å øke klangen i bassområdet (dekke nåværende trepanel med et areal med 2 lag med gips) og et areal med spaltepanel med riktig beregnet geometri, vil kunne regulere akustikken i rette oktavnåbånd for å tilfredsstille begge standardene.



Figur 1 – Frekvensfordelingen i 1/3 oktavnåbånd.

4.2 Manstad skole

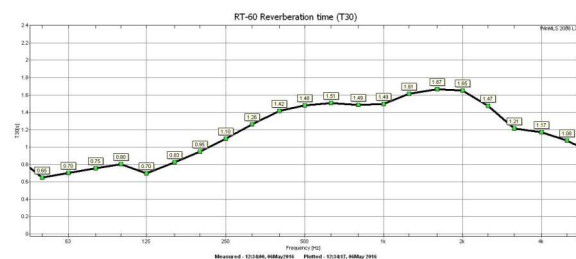
Krav tilfredsstilles i noen oktavnåbånd. Tiltak må til for å øke klangen i bassområdet (dekke nåværende trepanel med et areal med 2 lag med gips) og et areal med spaltepanel med riktig beregnet geometri, vil kunne regulere akustikken i rette oktavnåbånd for å tilfredsstille begge standardene.



Figur 2 – Frekvensfordelingen i 1/3 oktavnåbånd.

4.3 Torp skole

For gym er det nok i utgangspunktet å dempe salen med mineralullplater med riktig dempning i forhold til frekvensbånd, Til musikk må klangen økes i bassområdet (dekke nåværende trepanel med et areal med 2 lag med gips). I tillegg trengs et areal med spaltepanel med riktig beregnet geometri for å kunne regulere akustikken i rette oktavnåbånd. Dette vil tilfredsstille begge standardene.



Figur 3 – Frekvensfordelingen i 1/3 oktavnåbånd.

5 Måleutstyr

Måleanalysatorene ble forskriftsmessig kalibrert før, under og etter fullførte målinger. Se oversikt over måleutstyr i tabell 13.

Tabell 13 – Oversikt over benyttet måleutstyr.

Type utstyr	Serienr
Måleanalysator Nor140	1403350
Måleanalysator Nor140	1406809
Mikrofoner Norsonic type 1209/12106	-
Forsterker Nor280	2804313
Halvkule høyttaler Nor275	2755157
Helkule høyttaler Nor276	-
Kalibrator Nor1255	125525072

6 Måleresultater og beregninger

I etterfølgende tabell har vi satt opp benyttede størrelser i våre betraktninger og kommentarer.

Alle etterklangsmålinger som er vedlagt er målt etter DIN 52 216 (inkluderer tabell med etterklangstidene i oktavbåndene fra 125 til 4000 Hz) og DIN EN ISO 3382-1:2009 som viser beregnet T_{mid} mm. Jeg gjentar ikke alle oktavbåndverdiene, men viser til målerapportene (1-6) som følger med denne rapport.

Tabell 14 – Oversikt over målte og beregnede verdier etter ulike metoder og standarder.

Skole	Beregnet** T_{mid} etter NS8178	T_{mid} etter figur 1 i NS 8178 basert på salvolument	Målt** etter DIN EN ISO	$T=0,2 \times h$ etter NS8175	V	h
Nøkleby	0,91	1,1	0,89	0,98	950	4,9
Manstad	1,14	1,2	1,16	1,12	980	5,6
Torp	0,67	1,1	0,68	0,98	1234	4,9

*Etterklangstiden på figur 1 i NS8178:2014 er gitt for middelverdien av 500 Hz og 1000 Hz.

**Basert på målingene i desember 2019.

V = volum av gymsal

h = høyde

6.1 Bakgrunnsstøy

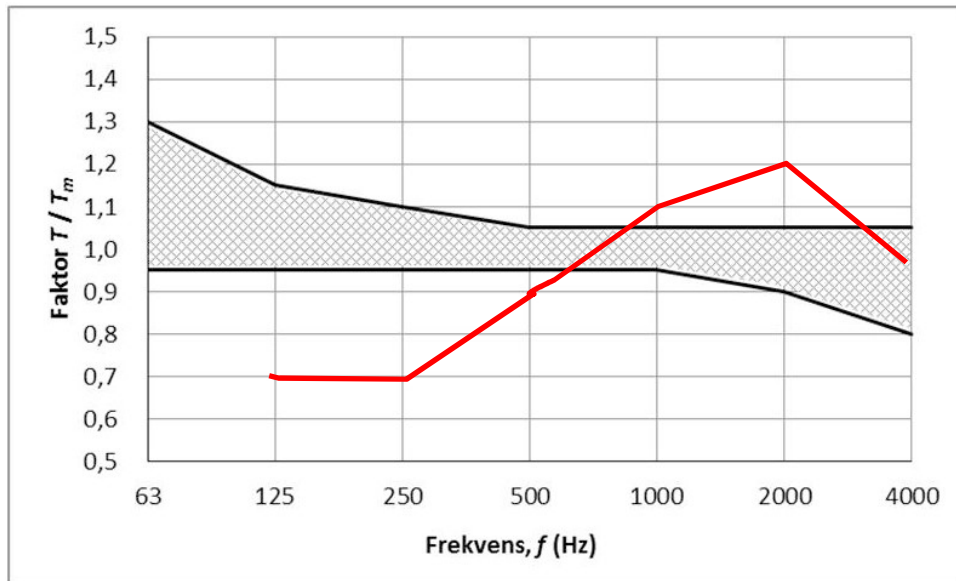
Bakgrunnsstøy, BGN (background noise), som er dominerende fra ventilasjonsanleggene var betydelig høyere enn laveste grenseverdier gitt i klasse C. I dag er det ikke uvanlig at klasse B legges til grunn fordi denne type støy er veldig sjenerende for mange. Se tabell 15 og vedlegg (Støy fra ventilasjonsanleggene).

Tabell 15 – Krav og målt ventilasjonsstøy i gymsalene.

Målestørrelse	NS8175	Nøkleby	Manstad	Torp	Kommentarer
$L_{p,A,T}$ (dB)	28	40,40.7	37.4,42,2,41	37,41,42.5,40,5	Ikke godkjent
$L_{p,AF,max}$ (dB)	30	45.7,45	38.8,43.6,41,8	38.8,41.8,43,8	Ikke godkjent

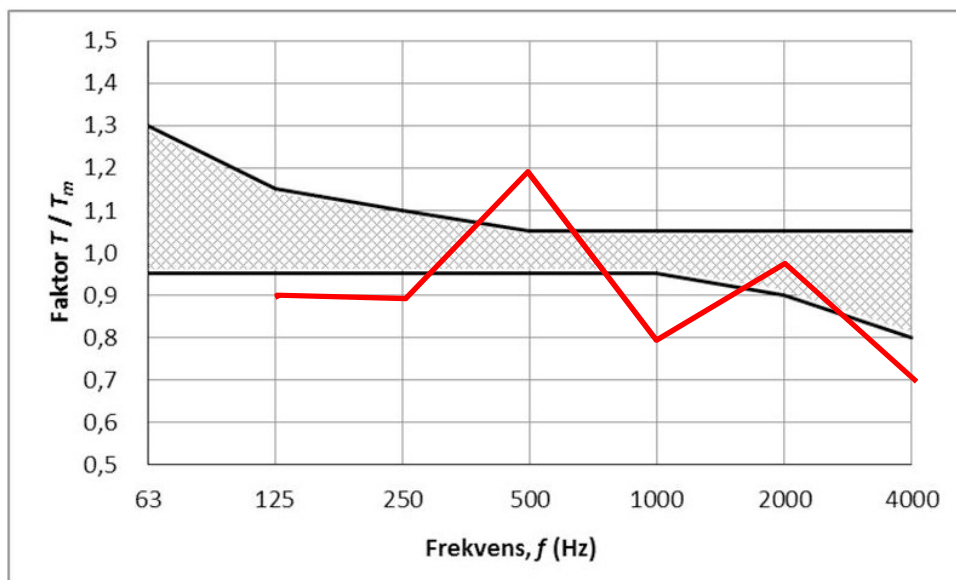
6.2 Relativ etterklangstider etter frekvensfordeling

Kriterier for relativ etterklangstid, etter frekvensfordeling gymsal **Nøkleby**
akustisk lydsvak og akustisk lydsterk musikk



Figur 6 - Kriterier for etterklangstid etter frekvensfordeling – rød strek er skolens lokale.

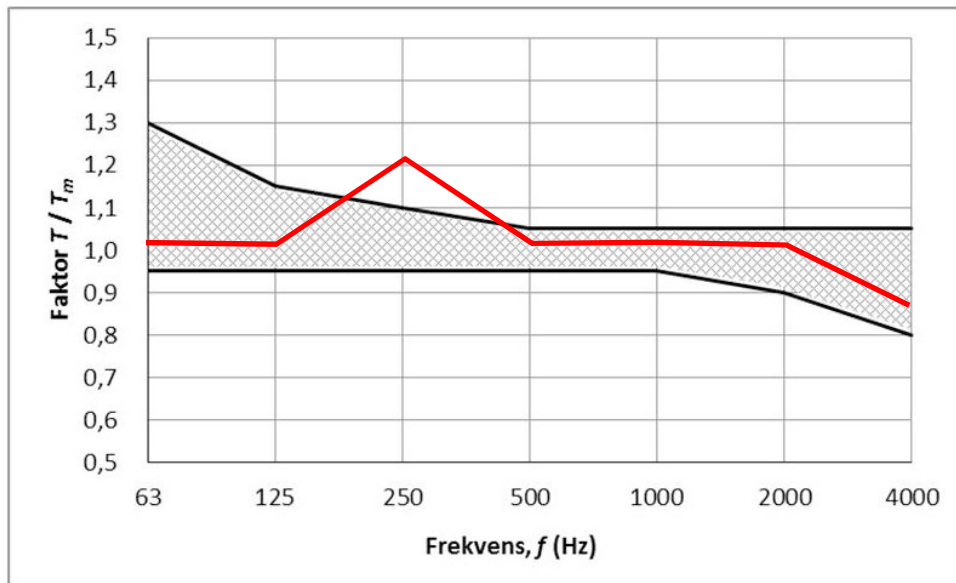
Kriterier for relativ etterklangstid, etter frekvensfordeling gymsal **Manstad**
akustisk lydsvak og akustisk lydsterk musikk



Figur 7 - Kriterier for etterklangstid etter frekvensfordeling – rød strek er skolens lokale.

Kriterier for relativ etterklangstid, etter frekvensfordeling gymsal **Torp**

akustisk lydsvak og akustisk lydsterk musikk



Figur 8 - Kriterier for etterklangstid etter frekvensfordeling – rød strek er skolens lokale.

6.3 Støy fra skolegården

Det var mye støy fra skolegården som nok betyr at fasadeisoleringen ikke er tilfredsstillende. Denne støyen vanskeliggjorde gjennomføringen av en del målinger. Det måtte derfor gjennomføres mange ekstra målinger.

7 Kommentarer til måleresultatene

7.1 Nøkleby skole, Kulturarenaen

Kravet til etterklangstid er kun oppfylt i 1/1-oktavnådet med senterfrekvens 1000 Hz (her er det innertier). Den er enten for lav eller for høy i øvrige oktavnådet. Se vedlagt testrapport nr 001. Nå refereres det til NS8175.

Gjennomsnittets etterklangstid T_{mid} er godkjent, men i oktavnådene er det lite som stemmer. Se figur 6.

7.2 Manstad skole

Gjennomsnittets etterklangstid T_{mid} er godkjent. Det samme gjelder for oktavnådet med senterfrekvens 2000 Hz, men i de andre oktavnådene er det lite som stemmer. Se testrapport nr 003. Dette gjelder NS8175. Når det gjelder NS8178 er forholdene ikke bra, se figur 7.

7.3 Torp skole

Torp skole er dempet alt for mye i forhold til begge standardene. Skolen er dempet betydelig mer enn kravene i klasse A og klasse B i NS8175. Mange absorbentplater må fjernes.

For klasse A og B gjelder $T = 0,16 \times h = 0,78$ sekunder. Vi har målt 0,67 sekunder. Se testrapportene nr 005 og 006.

8 Oppsummering og konklusjon

8.1 Støy fra tekniske installasjoner

Lydnivået fra tekniske installasjoner, og det betyr for disse gymsalene ventilasjonsstøy, er alt for høyt og ligger langt unna minstekravet i NS8175. Det bør også tilføyes at minstekravet ikke er spesielt stengt.

Det anbefales at det foretas en inspeksjon av fagkyndige, mht støy og vibrasjoner, og vurderer tiltak. Man starter i teknisk rom og sjekker om aggregat(er) er vibrasjonsisolert. Finnes det elastiske overganger mellom kanaler og aggregat? Er kanaler lagt forskriftsmessig slik at kanalstøy begrenses? Lydfeller vil uansett begrense lyden, men det anbefales å gå over alt.

8.2 Romakustikken

Alle gymsalene, spesielt Torp, er blitt gode til gym, men Torp egner seg i liten grad til øvingslokale for korpsmusikk da salen er for mye dempet. Det er blitt bedre å drive undervisning i gymsalene.

Ofte er det tilstrekkelig å dempe gymsaler med mineralullplater for å bedre de akustiske forholdene, men i disse tilfellene blir forholdene langt fra tilfredsstillende. Måleresultatene taler for seg. Resultatene er ikke bra, spesielt ikke for korpsmusikk. Ref kravene i NS8178.

Her har Østfold musikkråd gjennomført omfattende målinger i forkant som er et glimrende utgangspunkt for å kunne utbedre salene. Det forventes derfor at Fredrikstad kommune legger foreliggende rapporter til grunn når tiltak skal implementeres.

For å få et tilfredsstillende resultat både for gym- og/eller korpsbruk kreves det at akustiker med fagkompetanse benyttes.

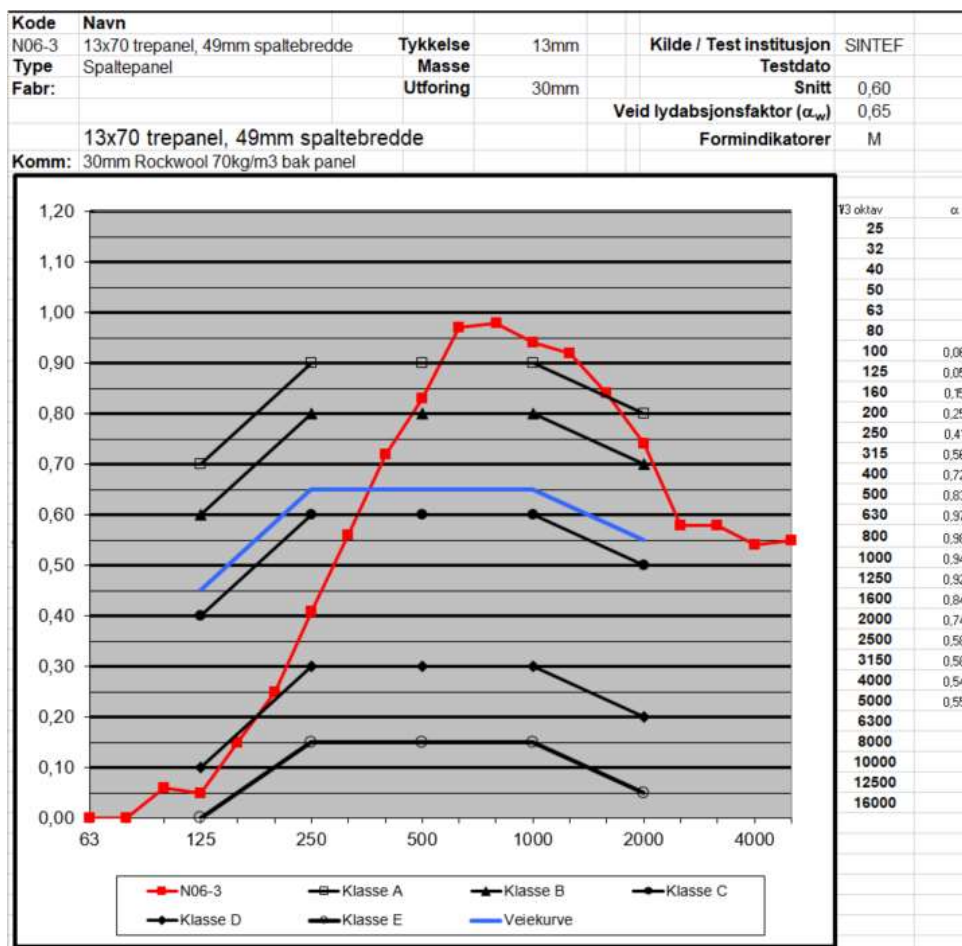
Fredrikstad kommune anbefales i kommende prosjekter å kontrollere at leverandører av akustiske materialer involverer fagakustiker. Skolene fortjener et godt sluttresultat og det blir ekstra kostbart å gjøre tiltak i flere omganger.

Når leverandører av akustisk materiale pålegges å følge gjeldende standarder har kommunen sikret seg på et vis. Dvs kommunen kan reklamere på et utilfredsstillende resultat dersom standardene, ved en 3. partskontroll, kan dokumentere at kravene ikke er oppfylt.

Dersom ønskelig kan Lydhør AS demonstrere en rekke spaltepanelløsninger som forefinnes uttestet. I praksis prosjekteres i hvert enkelt tilfelle en optimal løsning, for å tilfredsstille NS 8178.

8.3 Hva skal til av tiltak for å oppfylle NS8178 mht etterklangstid?

Deler av veggpanel i tre må dekkes av 2 lag med fibergips (fibergips er mer robust enn vanlig gips og tåler mer ballspill og demper bedre i lavfrekvensområdet) for å få opp etterklangstiden i bassområdet. Det må fjernes arealer av mineralullplater. Det må enten finnes en dokumentert spaltepanelløsning, eller beregnes en optimal spaltepanelløsning slik at etterklangsforløpet oppfylles. Alt må mengdeberegnes. Et eksempel på en spaltepanelløsning er vist i figur 9 under.



Figur 9 – Et tilfeldig eksempel på en spaltepanelløsning som demper mest mellom 500 og 1000 Hz

Det er tilslutt viktig å presisere at det er andre parametre enn etterklangstid som avgjør om romakustikken er optimal. Hvor skal absorberter plasseres i forhold til dirigent, musikere og publikum? Hvordan oppnå en best mulig sceneakustikk. Det vises ellers til NS 8178.