

# God ljudmiljö i skola

– beskrivning av rumsakustik före och efter åtgärdsprogram

Pontus Larsson

Sahlgrenska akademien

Rapport nr 7: 2011

Enheten för Arbets- och miljömedicin  
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Samtliga rapporter finns att hämta som pdf fil på

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

Övriga rapporter från detta projekt

- God ljudmiljö i förskola – samband mellan ljudmiljö, hälsa och välbefinnande före och efter åtgärdsprogram. (Rapport nr 2: 2011)
- God ljudmiljö i skola – samband mellan ljudmiljö, hälsa och välbefinnande före och efter åtgärdsprogram. (Rapport nr 3: 2011)
- God ljudmiljö i förskola och skola – krav på rum, bygg- och inredningsprodukter för minskat buller (Rapport nr 4: 2011)
- God ljudmiljö i förskola – beskrivning av rumsakustik före och efter åtgärdsprogram. (Rapport nr 6: 2011)

Enheten för Arbets- och miljömedicin  
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa  
Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet  
Box 414, 405 30 Göteborg  
ISBN 978-91-978916-9-1

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

*Hur uppnås en god miljö/ljudmiljö i förskola/skola*  
Formasprojekt

Utförda hösten 2008, Rapport version 1  
Pontus Larsson, e3pontus@gmail.com

1. Introduktion.....	2
2. Mätobjekt, Västerbergsskolan.....	3
3. Mätutrustning.....	8
4. Resultat, efterklangstid .....	9
5. Resultat, D50.....	9
6. Mätresultat, IACC.....	10
7. Mätresultat, STI .....	11
8. Mätresultat, trumljudsmätning.....	11
9. Jämförelse före-efter, rumsakustik.....	12
10. Jämförelse före-efter, trumljud .....	16
Appendix A: T60 mätvärden i tabellform.....	18
Appendix B: D50 mätvärden i tabellform .....	20
Appendix C: IACC mätvärden i tabellform.....	22
Appendix D: STI mätvärden i tabellform .....	23
Appendix E: Mätning av trumljud .....	24
Mätning av trumljud .....	24

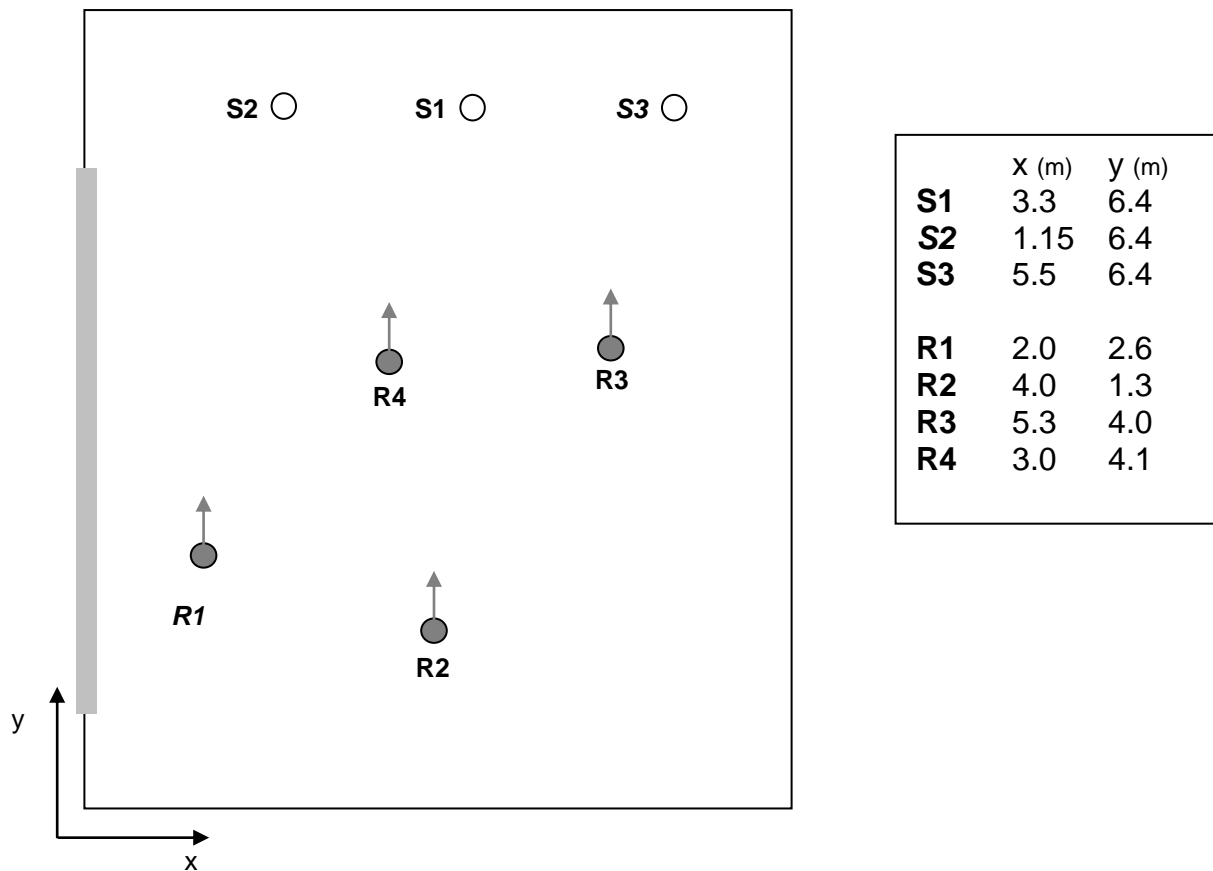
## **1. Introduktion**

Denna rapport beskriver de mätningar som gjordes efter akustikombyggnad i tre klassrum i Västerbergsskolan, Mölndal som en del av den andra huvudstudien i projektet "Hur uppnås en god miljö/ljudmiljö i skola/förskola". Mätningarna är i huvudsak inriktade på rumsakustisk kvalitet, men en ny metod att mäta trumljudsimpulser har även utvärderats. Monaurala och binaurala impulssvar mätts upp för ett antal käll- och mikrofonpositioner i de två utvalda klassrummen C100 och C111, samt i ytterligare ett klassrum (A107). Impulssvaren har sedan utvärderats med efterklangstid, balans mellan tidiga och sena reflexer (D50, definition), Taluppfattbarhet (STI) samt interaural korskorrelation (IACC). I dessa rum mättes även golven upp med hjälp av den nya trumljudsmetoden.

## 2. Mätobjekt, Västerbergsskolan

### Rum 1 (C111)

Rum 1 är ett normalstort klassrum med relativt lite inredning men med flera akustikförbättrande åtgärder vilket gör att akustiken är god. Fönster på bakväggen försämrar troligtvis akustiken något dock. Bilden och ritningen i figurerna 1-2 nedan ger en uppfattning om rummets utseende och var de rumsakustiska mätningarna gjordes i rummet.



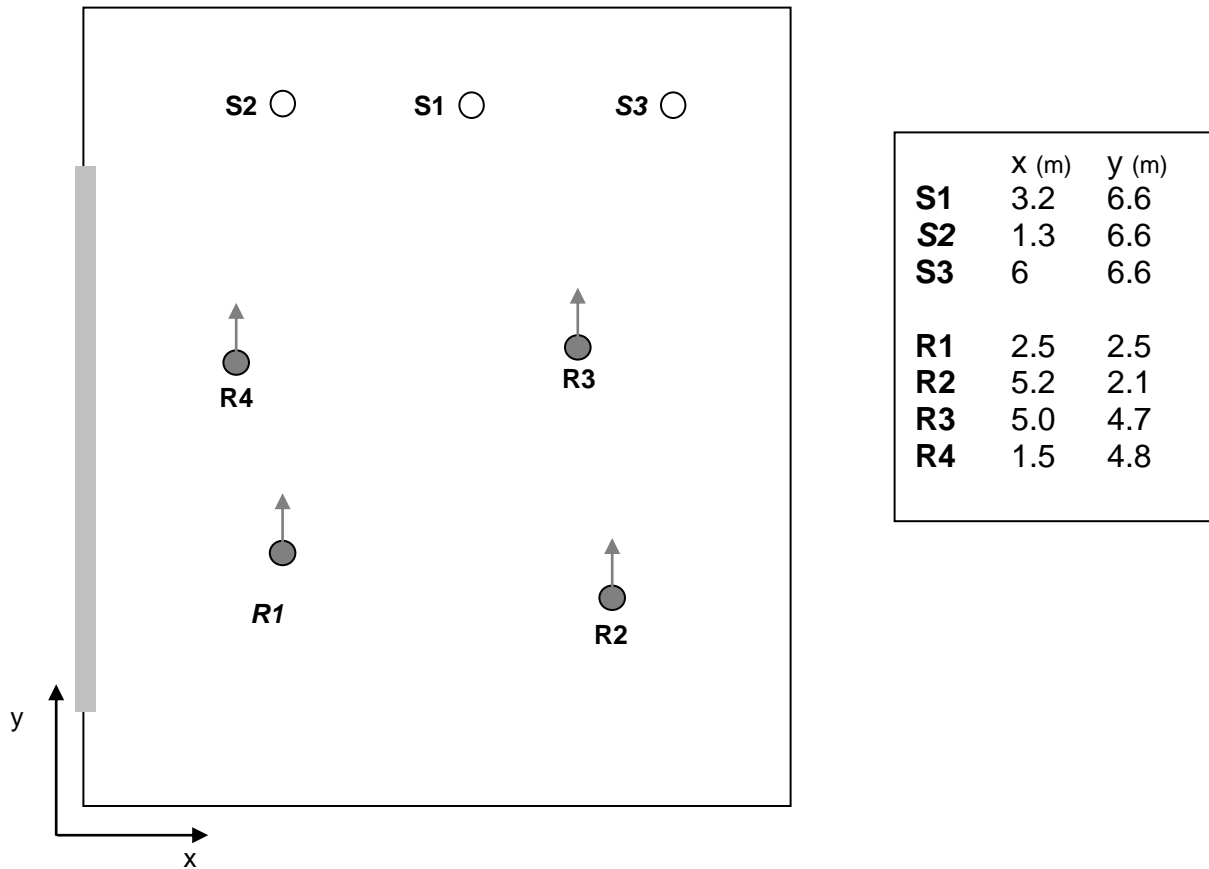
Figur 1: Ritning över rum 1 (ej skalenl.). R= mottagarpositioner, S= källpositioner, kursiverad bokstav anger var trumljudsmätning gjordes.



*Figur 2: Rum 1, efter akustikombyggnad*

**Rum 2 (C100)**

Rum 2 är i princip lika stort som rum 1 och är åtgärdat på liknande sätt som rum 1 men har inga fönster på bakväggen vilket gör att rummet blir mer dämpat. Bilden och ritningen i figurerna 3-4 nedan ger en uppfattning om rummets utseende och var de rumsakustiska mätningarna gjordes i rummet.



Figur 3: Ritning över rum 2 (ej skalenl.). R= mottagarpositioner, S= källpositioner, kursiverad bokstav anger var trumljudsmätning gjordes.

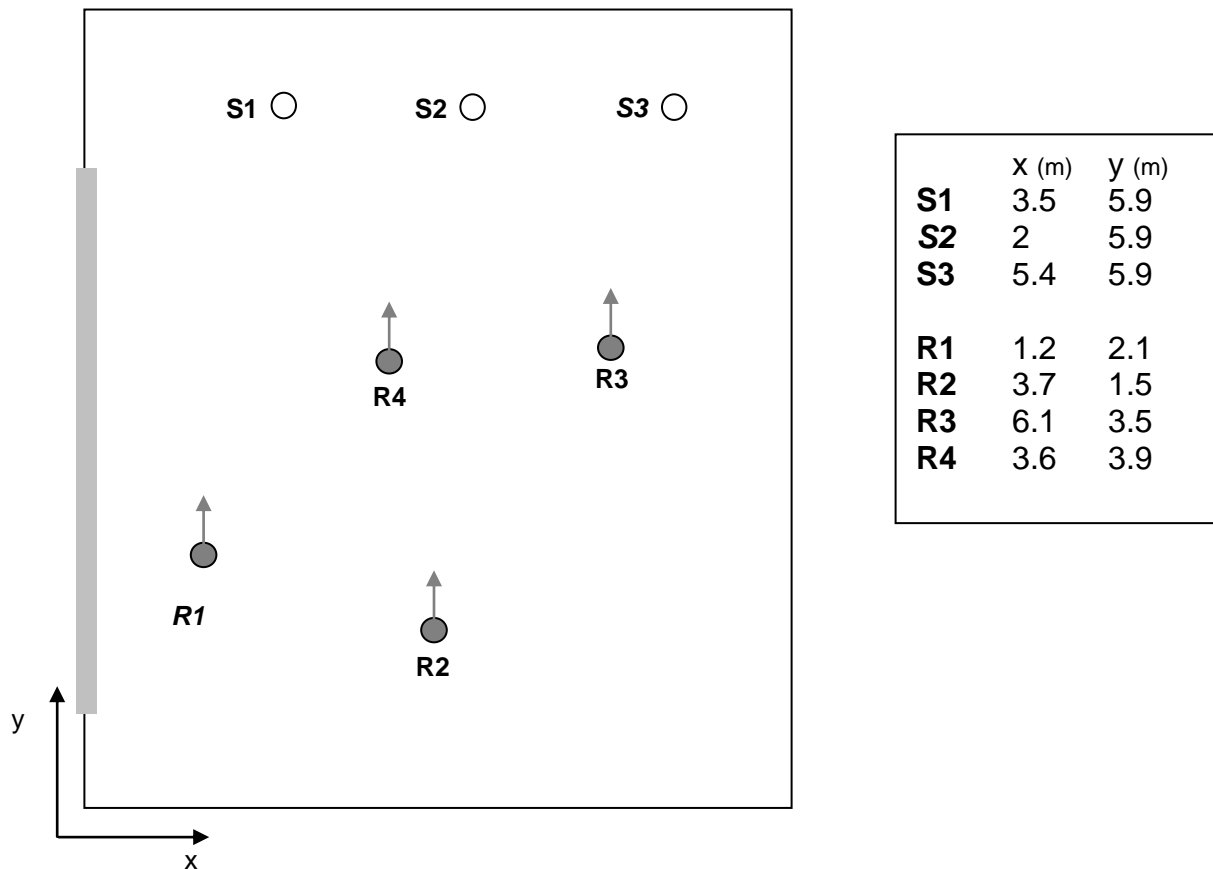


*Figur 4: Rum 2, efter akustikombyggnad*



**Rum 3 (A107)**

Rum 3 är ett normalstort klassrum som inte ingick i före-mätningarna men som har åtgärdats på ungefär samma sätt som rum 1-2. Bilden och ritningen i figurerna 5-6 nedan ger en uppfattning om rummets utseende och var de rumsakustiska mätningarna gjordes i rummet.



*Figur 5: Ritning över rum 3 (ej skalenl.). R= mottagarpositioner, S= källpositioner, kursiverad bokstav anger var trumljudsmätning gjordes.*



Figur 6: Rum 3, efter akustikombyggnad

### 3. Mätutrustning

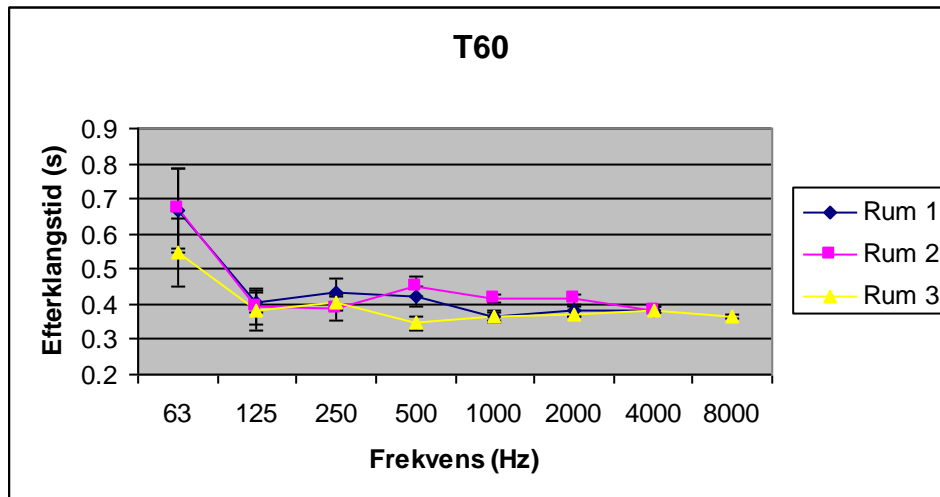
Till impulssvarsmätningarna användes följande utrustning:

- Omnidirektionell högtalare
- Yamaha Effektförstärkare
- Matlab Chirp mätsystem
- Panasonic Elektretmikrofon (för monaurala mätningar)
- Head Acoustics konsthuvud (för binaurala mätningar)

Till trumljudsimpulsmätningarna användes en PC-laptop med ett specialskrivet Matlab-skript och den mätrigg som visas i Appendix E. Samma typ av mikrofon som användes vid impulssvarsmätningarna användes även i denna uppställning. Vid mikrofonens position satt en ljudtrycksnivåmätare monterad vars toppvärdesutslag registrerades tillsammans med ljudinspelningarna (detta för att möjliggöra kalibrering av mätningen).

#### 4. Resultat, efterklangstid

I figur 7 nedan visas resultat från analys av de monaurala impulssvaren m a p efterklangstid för de olika rummen.

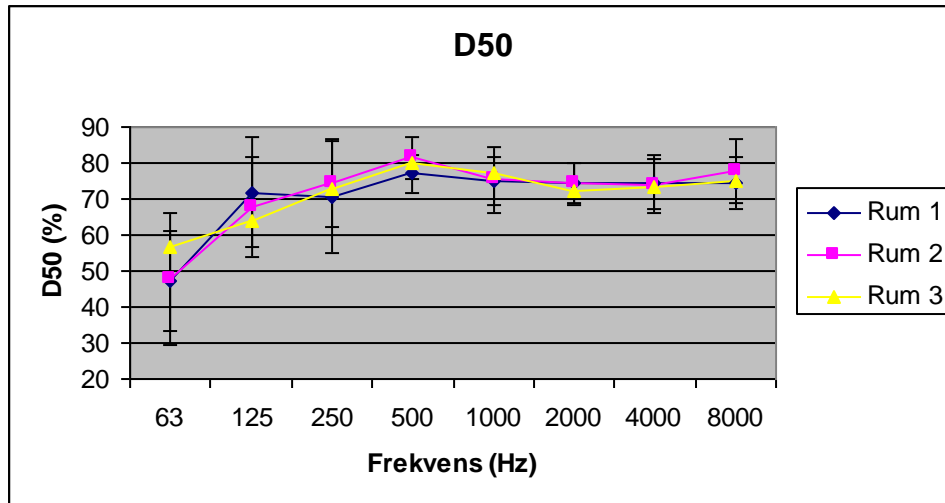


Figur 7: Efterklangstider i rum 1- 3. Varje kurva visar medelvärde och standardavvikelse för 12 mätningar.

Alla rummen tycks uppvisa en något större spridning mellan mätningarna i lågfrekvensområdet jämfört med högfrekvensområdet. Detta är ett resultat av att ljudfältet är mer diffust för höga frekvenser och att inverkan av moderna därmed är mindre. Värdena får i allmänhet anses vara mycket goda för alla rum (standardrekommendationer säger typiskt att T60 skall vara mindre än 0.6). Alla T60-värden redovisas i tabellform i Appendix A.

#### 5. Resultat, D50

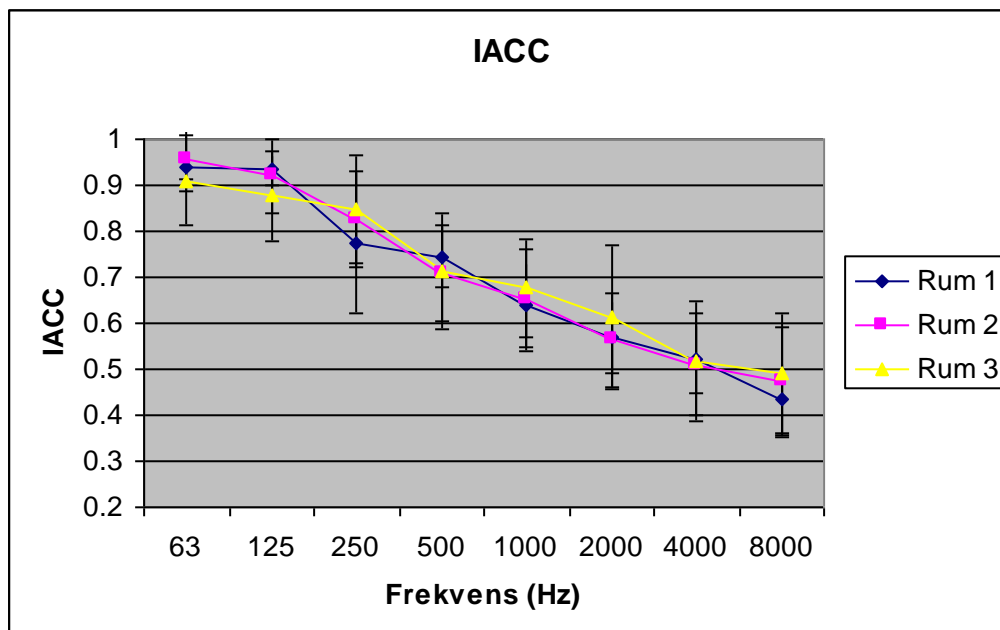
Impulssvaren från de olika rummen analyserades också m a p D50, Deutlichkeit / Definition, som indikerar relationen mellan tidiga reflexer (upp till 50ms) och hela impulssvaret. D50 är ett mått som är relaterat till den subjektivt upplevda taluppfattbarheten och kan erhållas direkt ur samma impulssvar som används för efterklangstidsmätningen. Det är dock inte känt hur väl D50 och liknande mått är lämpade för mindre rum. Figur 8 visar D50 för de tre rummen. I denna figur syns att D50 är väldigt lika för de tre rummen. Vidare tycks D50 variera ganska så mycket med mottagar/källposition rummen. Alla D50 värden visas i tabellform i Appendix B.



Figur 8: D50, rum 1-3. Varje kurva visar medelvärde och standardavvikelse för 12 mätningar.

## 6. Mätresultat, IACC

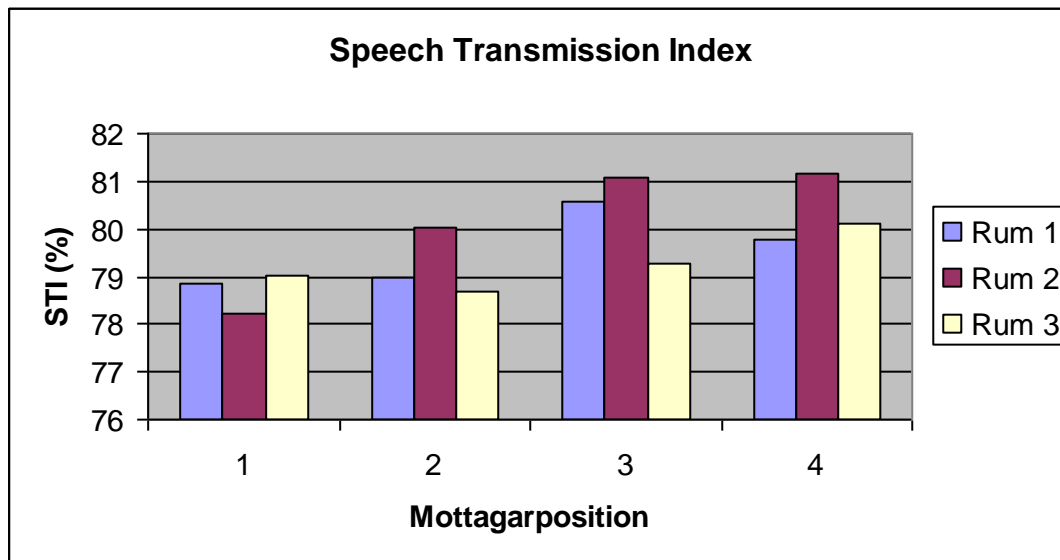
IACC eller Interaural korskorrelation är ett mått på likheten mellan ljudtrycken vid vänster och höger öra och används traditionellt för att avgöra hur diffust ljudfält i konsertsalar och andra musikrum är. Figur 9 visar medelvärdet av 12 IACC mätningar i vardera rum. Som synes minskar diffusiteten generellt med frekvens. I övrigt tycks graferna vara relativt lika. Alla IACC värden visas i tabellform i Appendix C.



Figur 9: IACC rum 1-3. Varje kurva visar medelvärde och standardavvikelse för 12 mätningar.

## 7. Mätresultat, STI

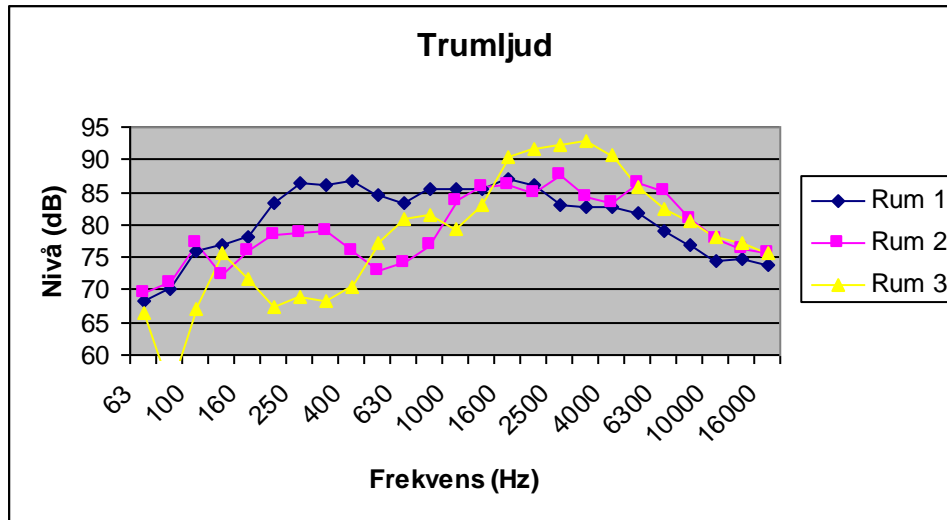
Speech transmission index (STI), som är ett mått på taluppfattbarheten. I STI metoden använder man en speciell testsignal med tal-lik karakteristik. Denna signal, som är baserad på brus med olika grundfrekvenser som har modulerats med olika modulationsfrekvenser, skickas ut i rummet via en högtalare och tas emot i lyssningspositionen. Modulationsdjupet i den mottagna signalen jämförs med det i orginalsignalen och STI erhålls sedan efter en viktad summering av de olika skillnaderna i modulationsdjup för de olika grund- och modulationsfrekvenserna. STI visas för de 4 mottagarpositionerna olika rummen i figur 10. Då alla tre rum har en mycket kort och frekvenskonstant efterklang är STI mycket bra överlag (över 75% kategoriserar som ”excellent”, eller högst möjliga taluppfattbarhet).



Figur 10: STI för de 4 mätpositionerna rum 1-3. Staplarna visar medelvärde över 3 olika källpositioner.

## 8. Mätresultat, trumljudsmätning

I figur 11 visas medelvärdesbildade tersbandsspektra för trumljudsmätningarna i de olika rummen. Dessa tersbandsspektra har räknats fram från inspelningen m h a Matlab och nivåjusteras m h a ljudtrycksnivåmätningarna (peak).

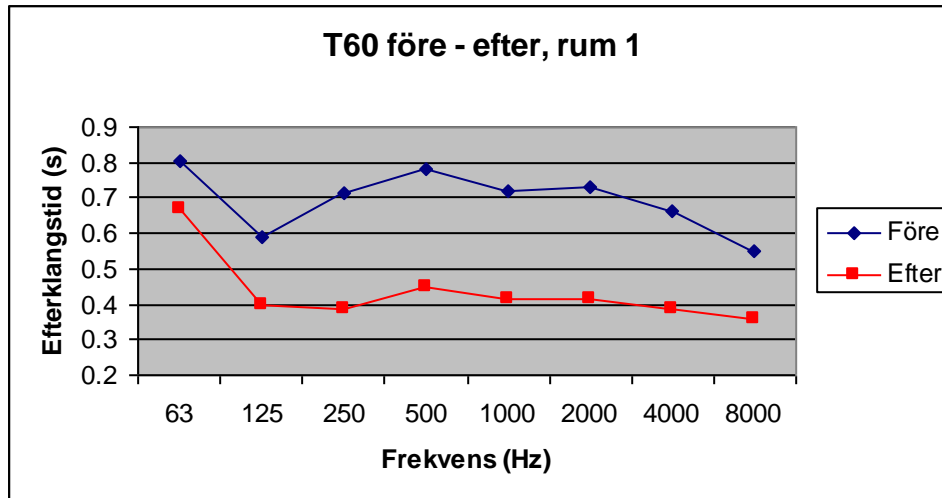


Figur 9: Tersbandsspektrum för trumljudsmätningar i rum 1-3

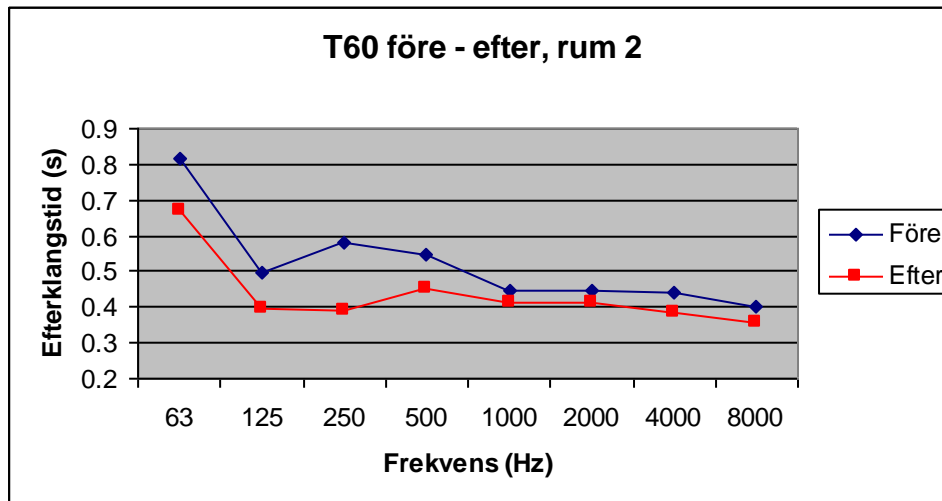
Som synes i figur 9 tycks rum 2's golv ha något bättre egenskaper, framförallt i lågfrekvensområdet, än rum 1. Rum 3 är något bättre i lågfrekvensområdet än rum 1 och 2, men sämre i högfrekvensområdet.

## 9. Jämförelse före-efter, rumsakustik

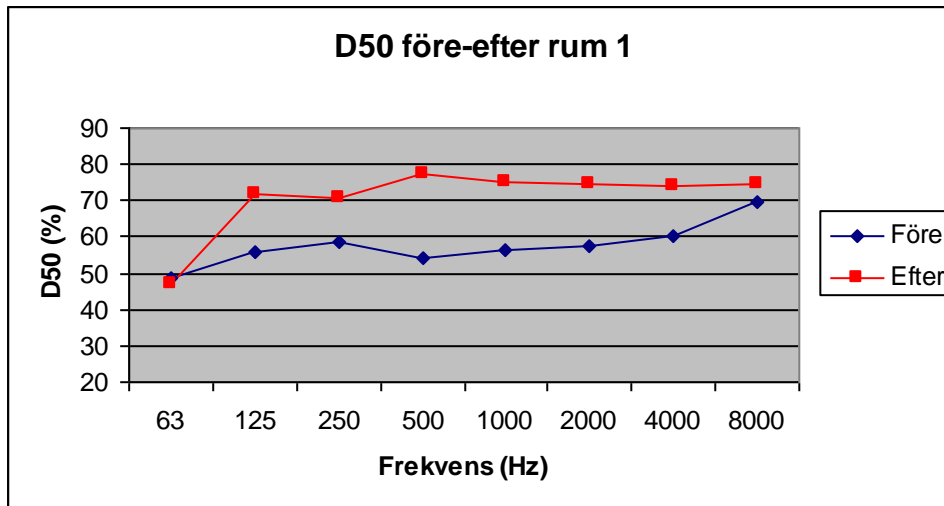
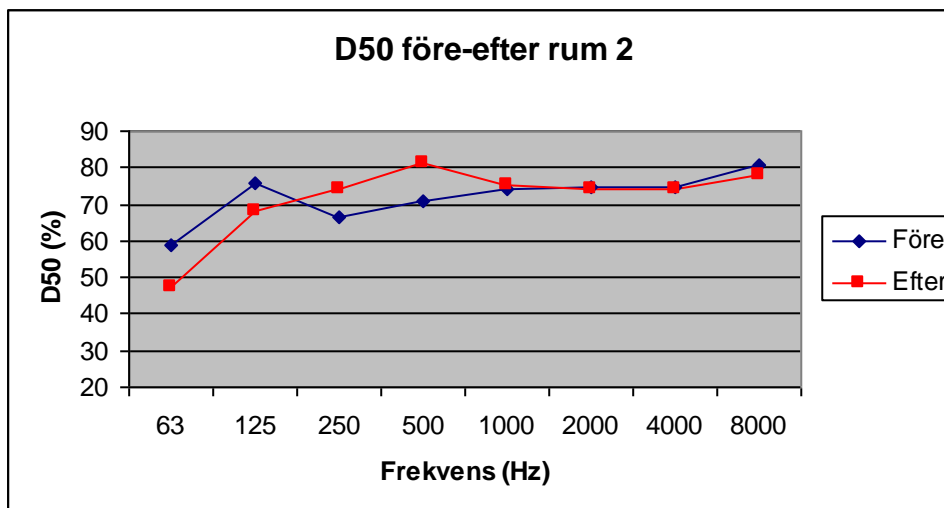
I figurerna 11-16 visas jämförelser mellan före- och eftermätningarna för de olika rumsakustiska måtten. Efterklangstiden överlag minskats i och med de akustikförbättrande åtgärderna, och förbättringen syns över i princip hela frekvensområdet. Motsvarande effekt återfinns i D50-kurvorna, även om avvikelser finns vid ett par frekvenser (63 & 125 Hz, rum 2). Ökningen av absorptionsarea har även lett till en minskad diffusitet, d v s ett ökat IACC-värde. En förbättring i taluppfattbarhet kan ses för både rum 1 och 2 som följd av akustikförbättringen.



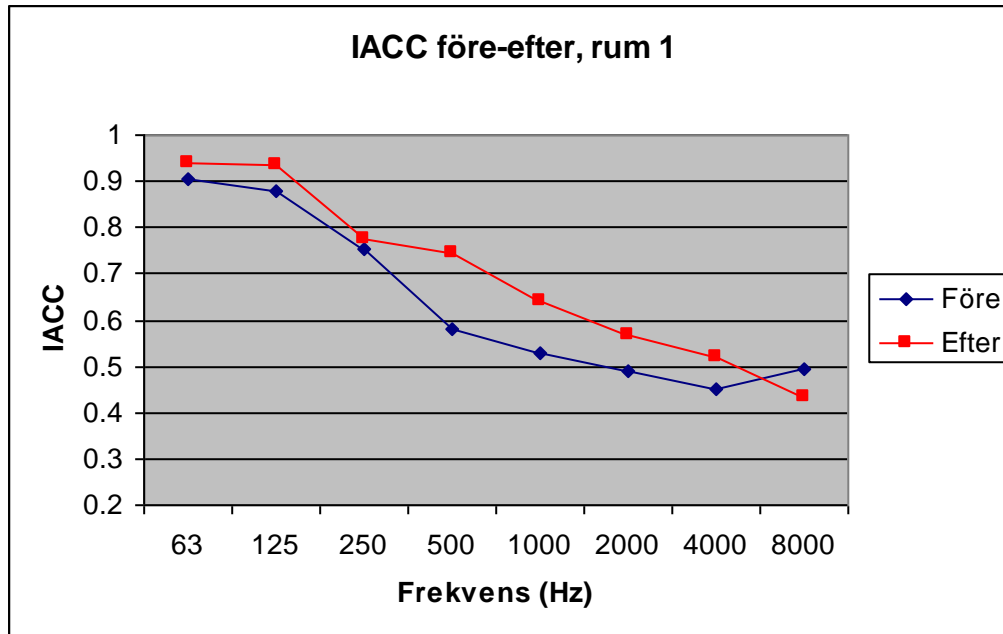
Figur 10: Efterklangstid före – efter, rum 1



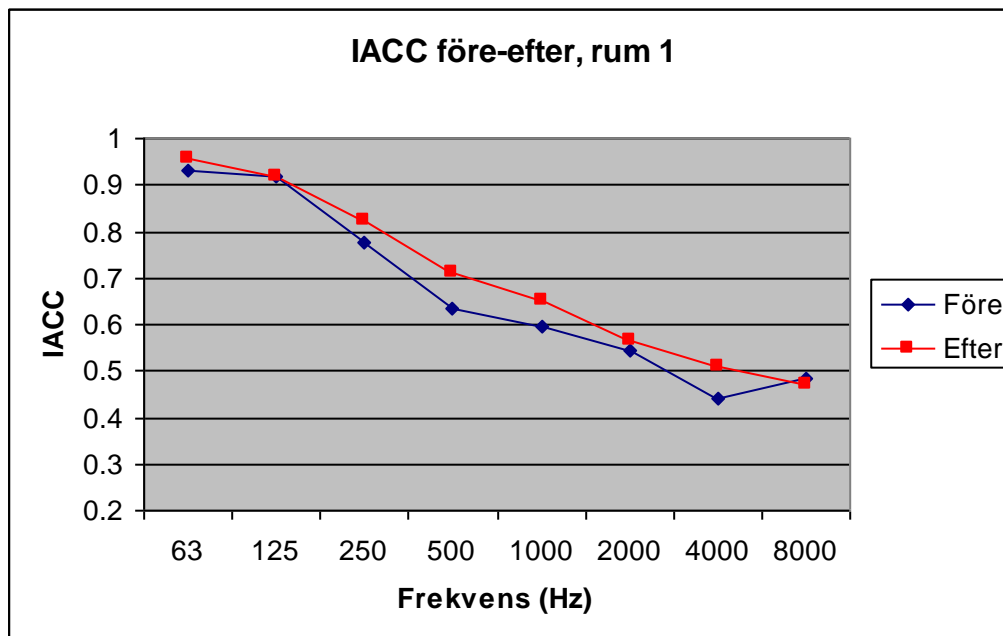
Figur 11: Efterklangstid före- efter, rum 2

*Figur 12: D50 före-efter, rum 1**Figur 13: D50 före-efter, rum 2*

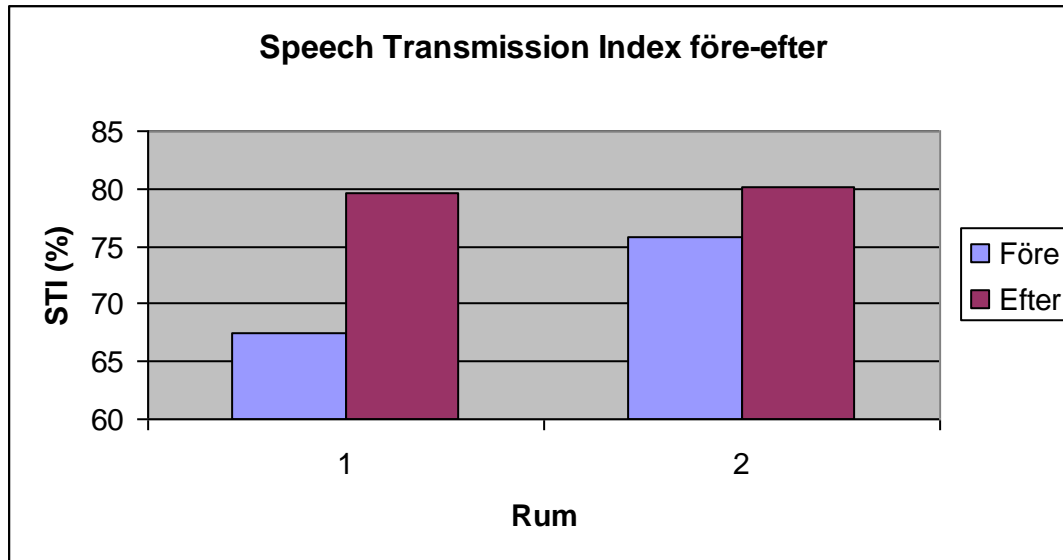




Figur 14: IACC före-efter, rum 1



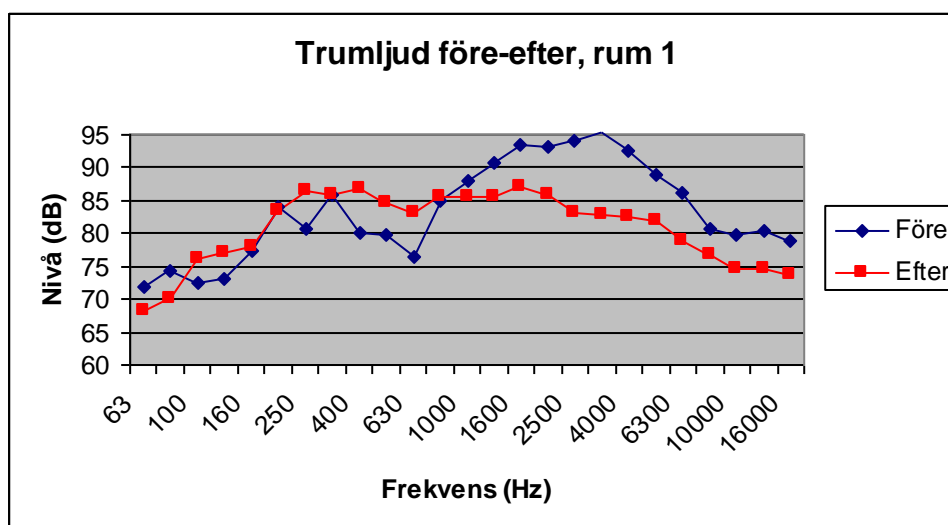
Figur 15: IACC före-efter, rum 2



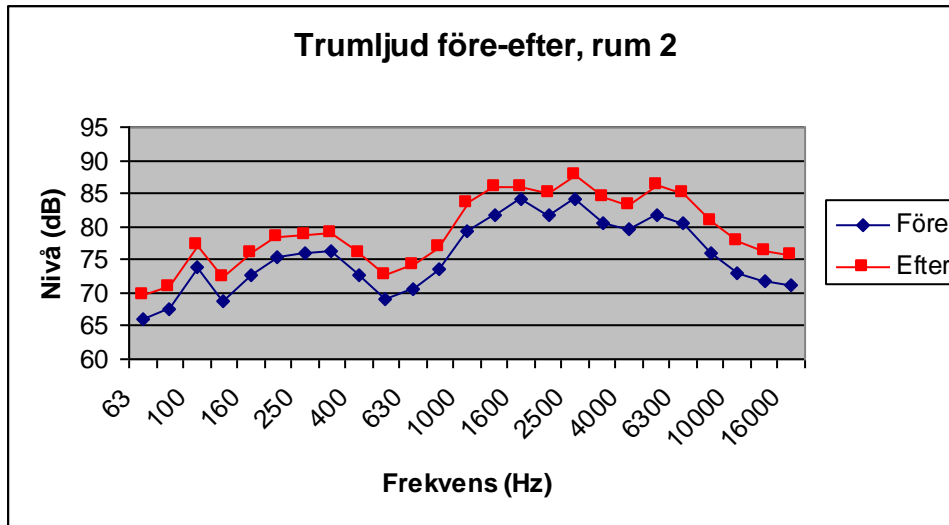
Figur 16: STI före-efter

## 10. Jämförelse före-efter, trumljud

I figurerna 17-18 nedan visas jämförelser mellan trumljuden före och efter akustikombyggnad. Som synes är karaktären i princip helt oförändrad efter ombyggnad i rum 2, men totalnivån något högre – vilket är anmärkningsvärt, men kan bero på att mätpunkten inte varit exakt densamma vid de två mättillfällena – medan golvet tydligt har förbättrats i hörfrekvensområdet i rum 1. Man kan därför misstänka att ingen akustikåtgärd gjorts i rum 2, medan t ex en tjockare matta som dämpar högre frekvenser bra lagts in i rum 1.



Figur 17: Trumljud före-efter, rum 1



Figur 18: Trumljud före-efter, rum 2

**Appendix A: T60 mätvärden i tabellform**

Tabell 1: Rum 1

<b>T60</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	0.7377	0.3771	0.4293	0.4725	0.3722	0.3881	0.3772	0.3528
s1r2	0.6204	0.3826	0.5077	0.4359	0.3439	0.3542	0.3783	0.3606
s1r3	0.6207	0.4145	0.519	0.4392	0.3679	0.3788	0.3768	0.3594
s1r4	0.644	0.41	0.4319	0.4059	0.3862	0.3865	0.38	0.3494
s2r1	0.9073	0.4009	0.4075	0.4654	0.3689	0.3605	0.3877	0.36
s2r2	0.6443	0.4522	0.4184	0.4125	0.3753	0.389	0.3864	0.3727
s2r3	0.6248	0.4019	0.4408	0.4051	0.3606	0.3815	0.3745	0.3544
s2r4	0.5874	0.4151	0.4111	0.392	0.3337	0.3759	0.3839	0.3484
s3r1	0.6398	0.4329	0.3838	0.4259	0.3755	0.3904	0.3961	0.365
s3r2	0.6279	0.4215	0.3905	0.4262	0.3748	0.3922	0.3928	0.3645
s3r3	0.4876	0.3708	0.4445	0.3906	0.368	0.3746	0.3671	0.3561
s3r4	0.8745	0.3503	0.3899	0.3762	0.3875	0.3865	0.4005	0.3624
M	0.668033	0.402483	0.4312	0.420617	0.367875	0.37985	0.383442	0.358808
SD	0.118212	0.028425	0.043246	0.029467	0.01566	0.011998	0.009697	0.007015

Tabell 2: Rum 2

<b>T60</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	0.6182	0.413	0.4013	0.4445	0.433	0.4216	0.3944	0.3562
s1r2	0.6556	0.4093	0.4359	0.4183	0.3997	0.3957	0.3831	0.354
s1r3	0.6481	0.4344	0.3612	0.4213	0.4202	0.4109	0.3785	0.338
s1r4	0.7581	0.4832	0.4132	0.4232	0.4221	0.4234	0.3795	0.3569
s2r1	0.8899	0.3628	0.3359	0.5001	0.4181	0.4235	0.397	0.3595
s2r2	0.6387	0.3788	0.4226	0.4514	0.4135	0.4181	0.3774	0.356
s2r3	0.656	0.3684	0.4009	0.4652	0.4074	0.4334	0.3873	0.3788
s2r4	0.4968	0.3084	0.3417	0.4824	0.4099	0.3957	0.3801	0.3542
s3r1	0.7167	0.3404	0.3877	0.4415	0.4109	0.4072	0.366	0.3568
s3r2	0.5219	0.3849	0.3773	0.3995	0.3685	0.424	0.3872	0.3463
s3r3	0.7785	0.3736	0.41	0.4404	0.3917	0.4005	0.3709	0.3306
s3r4	0.8351	0.3969	0.4441	0.4166	0.3891	0.422	0.3826	0.5003
M	0.670175	0.394788	0.389088	0.4508	0.415488	0.415288	0.384663	0.3567
SD	0.113805	0.052598	0.037866	0.030154	0.010207	0.013605	0.007508	0.011086

Tabell 3: Rum 3

<b>T60</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	0.6208	0.3966	0.4583	0.3543	0.368	0.3737	0.3793	0.3618
s1r2	0.5682	0.4256	0.3912	0.3752	0.3573	0.3763	0.3763	0.3747
s1r3	0.4761	0.2885	0.4034	0.3606	0.3523	0.3611	0.3837	0.3561
s1r4	0.4142	0.2741	0.4018	0.3498	0.3779	0.3721	0.3898	0.3724
s2r1	0.5822	0.3724	0.3944	0.3287	0.3805	0.3712	0.391	0.3734
s2r2	0.6043	0.4745	0.4112	0.352	0.3647	0.3843	0.3972	0.3651
s2r3	0.5744	0.3969	0.3881	0.3612	0.365	0.3673	0.3769	0.3564
s2r4	0.3967	0.3439	0.4176	0.3608	0.3763	0.3757	0.3748	0.3621
s3r5	0.5898	0.4068	0.3692	0.3446	0.3651	0.383	0.3854	0.3778
s3r2	0.6824	0.4173	0.4129	0.3375	0.3445	0.3714	0.3908	0.3639
s3r3	0.4152	0.4151	0.3938	0.3062	0.3401	0.366	0.3792	0.3609
s3r4	0.6324	0.3934	0.3946	0.3225	0.3583	0.3746	0.3926	0.3642
M	0.546392	0.383758	0.403042	0.346117	0.3625	0.373058	0.38475	0.365733
SD	0.095939	0.057105	0.021681	0.019411	0.0127	0.006596	0.007458	0.007181

**Appendix B: D50 mätvärden i tabellform**

Tabell 4: Rum 1

<b>D50</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	31.259	43.9568	64.6599	75.5302	76.1227	73.6434	71.1857	70.7288
s1r2	34.8555	66.2944	45.1392	70.5293	67.801	67.2624	70.8676	73.2338
s1r3	75.7726	92.1308	78.457	66.6638	73.4806	77.5762	80.0506	79.16
s1r4	51.079	75.5394	78.2948	79.551	81.4069	80.2945	80.1273	84.5459
s2r1	38.0882	70.9088	77.1471	75.7616	80.0583	71.5407	71.1191	66.3002
s2r2	51.2629	87.7771	83.9828	79.5774	65.812	72.9688	58.5124	64.573
s2r3	56.863	80.7078	70.404	82.2401	76.4445	77.6822	82.1365	77.6777
s2r4	55.5213	84.3749	81.2966	85.7093	77.625	82.9469	78.8757	80.8997
s3r5	44.967	74.0584	53.4064	75.4832	76.6496	67.1647	70.6359	71.2975
s3r2	23.4758	57.3549	44.1949	75.0824	64.8922	68.0181	69.2704	64.8725
s3r3	51.2472	48.754	89.8588	80.7959	88.0607	82.5575	83.2265	84.3272
s3r4	51.5223	80.973	80.1642	77.7882	73.6166	73.8053	75.3117	78.68
M	47.15948	71.90253	70.58381	77.05937	75.16418	74.62173	74.27662	74.69136
SD	13.82671	15.24144	15.36265	5.133028	6.691154	5.639021	7.068773	7.210148

Tabell 5: Rum 2

<b>D50</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	21.3371	86.6823	70.8026	80.4781	60.4778	68.2192	72.8825	75.103
s1r2	51.6333	67.2439	71.8453	79.3645	68.2311	67.2653	74.7736	81.9143
s1r3	44.944	60.5624	84.5024	81.0015	84.4132	76.7164	81.7012	85.8284
s1r4	39.2954	74.1986	87.4286	84.1141	82.0263	78.0268	77.2634	86.502
s2r1	42.904		72.2387	81.9228	63.7822	71.1408	64.6316	72.508
s2r2	32.8206	73.733	68.6865	66.3367	78.4365	70.3366	67.5131	63.0865
s2r3	54.4587	66.648	67.9556	86.4703	73.8393	75.1646	68.5866	74.25
s2r4	63.0335	84.4808	92.4525	87.3232	90.6312	85.9803	84.2585	88.1294
s3r1	45.753	38.7365	51.7099	77.7519	68.6819	68.355	61.6619	65.1275
s3r2	86.2926	59.7965	65.3218	79.7033	80.1	74.0577	76.1517	81.1706
s3r3	64.7333	78.5477	92.1738	89.3103	83.1586	81.1166	88.0201	88.3545
s3r4	23.1009	57.0064	67.2873	84.0378	71.2773	73.7014	69.9245	72.4641
M	47.52553	67.96692	74.36708	81.48454	75.42128	74.17339	73.94739	77.86986
SD	18.34509	13.80364	12.28358	5.924674	9.156417	5.649545	8.012446	8.738299

Tabell 6: Rum 3

<b>D50</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	78.3069	56.2358	78.1329	79.741	77.1967	71.1077	74.9862	69.0311
s1r2	52.6792	80.4855	74.0946	72.5369	67.7739	70.2042	61.1077	70.2678
s1r3	26.7057	41.7624	71.189	82.961	78.5504	62.3121	68.4206	67.9359
s1r4	69.7658	76.2251	78.7194	81.6658	83.9415	75.4775	75.3698	81.9796
s2r1	60.9446	48.7064	67.1376	75.5661	73.7801	70.602	70.8296	80.3131
s2r2	63.9073	60.3361	66.5348	78.6613	66.8313	69.4275	71.7511	70.0228
s2r3	40.867	49.4345	66.672	79.2913	85.9906	79.5666	72.7213	80.484
s2r4	75.4381	76.9291	84.8934	89.8109	86.3916	82.3893	83.6487	81.9035
s3r5	46.8918	74.5279	60.1658	77.6886	65.6521	60.925	69.503	71.1534
s3r2	33.6469	38.4254	59.9782	76.4104	71.9011	64.2328	71.911	70.7844
s3r3	71.1907	88.5219	77.8281	80.281	82.6111	77.2056	74.4526	78.8469
s3r4	56.6052	72.7822	88.7321	85.7482	83.7845	82.6616	84.6884	77.7979
M	56.41243	63.69769	72.83983	80.03021	77.03374	72.17599	73.2825	75.04337
SD	16.6837	16.63759	9.17499	4.640264	7.691937	7.429144	6.345274	5.580354

**Appendix C: IACC mätvärden i tabellform**

Tabell 7: Rum 1

<b>IACC</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	0.9226	0.9312	0.5811	0.6667	0.5602	0.5899	0.5205	0.3475
s1r2	0.9941	0.9885	0.8393	0.7588	0.7012	0.5331	0.4622	0.4846
s1r3	0.9339	0.9477	0.8173	0.7293	0.6802	0.5604	0.4551	0.4196
s1r4	0.9375	0.9629	0.9736	0.826	0.7027	0.5756	0.4511	0.3939
s2r1	0.9536	0.8737	0.7938	0.7674	0.6063	0.7422	0.6532	0.4385
s2r2	0.9565	0.9847	0.5977	0.624	0.6487	0.6114	0.4515	0.507
s2r3	0.9454	0.927	0.6127	0.7129	0.4811	0.5759	0.4499	0.4624
s2r4	0.9226	0.9247	0.9759	0.8063	0.7764	0.4842	0.6498	0.613
s3r5	0.9183	0.9021	0.6068	0.6595	0.5516	0.4755	0.5257	0.4008
s3r2	0.8824	0.9079	0.6668	0.758	0.587	0.4666	0.5612	0.3674
s3r3	0.9608	0.9054	0.944	0.834	0.7819	0.6518	0.5234	0.3344
s3r4	0.9434	0.9411	0.9031	0.7946	0.5951	0.559	0.5496	0.4535
M	0.939258	0.933075	0.776008	0.744792	0.639367	0.5688	0.5211	0.435217
SD	0.02745	0.034245	0.155625	0.068037	0.092194	0.07808	0.073299	0.077386

Tabell 8: Rum 2

<b>IACC</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	0.9636	0.9738	0.6392	0.6646	0.5146	0.6189	0.7242	0.4698
s1r2	0.9638	0.9248	0.8352	0.6546	0.6346	0.6454	0.4982	0.3529
s1r3	0.9572	0.9495	0.8689	0.5629	0.7063	0.5999	0.4529	0.4176
s1r4	0.7385	0.7134	0.7657	0.6005	0.575	0.4561	0.4527	0.4059
s2r1	0.9879	0.9237	0.9103	0.7955	0.6402	0.4789	0.4596	0.3842
s2r2	0.9836	0.9792	0.8588	0.663	0.5482	0.4427	0.433	0.4449
s2r3	0.9714	0.9508	0.8536	0.7597	0.6046	0.5458	0.4545	0.3955
s2r4	0.9808	0.9848	0.9258	0.7644	0.9109	0.7536	0.5545	0.6008
s3r1	0.9827	0.8029	0.6596	0.8019	0.6213	0.5062	0.4815	0.3927
s3r2	0.9977	0.9357	0.8692	0.9379	0.602	0.6116	0.4521	0.7387
s3r3	0.9847	0.9797	0.9788	0.6417	0.8081	0.6652	0.7406	0.6226
s3r4	0.9606	0.9219	0.7364	0.6698	0.6352	0.4402	0.4054	0.4371
M	0.956042	0.920017	0.825125	0.709708	0.650083	0.563708	0.5091	0.471892
SD	0.069645	0.081276	0.104569	0.104608	0.111313	0.100896	0.110522	0.118214



Tabell 9: Rum 3

<b>IACC</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
s1r1	0.9851	0.8859	0.9173	0.5752	0.6652	0.5874	0.4317	0.5371
s1r2	0.9266	0.9838	0.9395	0.6405	0.5299	0.4437	0.431	0.446
s1r3	0.8575	0.7226	0.7539	0.6632	0.654	0.5672	0.5253	0.4391
s1r4	0.9656	0.9797	0.932	0.8735	0.7709	0.5483	0.5021	0.3341
s2r1	0.9291	0.868	0.6446	0.6419	0.6184	0.6027	0.4289	0.4033
s2r2	0.9915	0.8553	0.8175	0.6917	0.6663	0.7674	0.6174	0.5078
s2r3	0.8991	0.7086	0.8635	0.7469	0.5902	0.4602	0.4906	0.3824
s2r4	0.9923	0.9837	0.9797	0.949	0.8719	0.9604	0.8785	0.6456
s3r5	0.696	0.9066	0.8113	0.6053	0.5281	0.3907	0.4218	0.4336
s3r2	0.7426	0.8928	0.6452	0.5407	0.6642	0.6896	0.5656	0.7698
s3r3	0.9789	0.7635	0.9114	0.8273	0.7946	0.6286	0.4602	0.6104
s3r4	0.9476	0.9664	0.9694	0.7823	0.7744	0.6976	0.4478	0.3637
M	0.909325	0.876408	0.848775	0.711458	0.677342	0.611983	0.516742	0.489408
SD	0.097997	0.099162	0.116852	0.125758	0.106959	0.155579	0.129201	0.130239

## Appendix D: STI mätvärden i tabellform

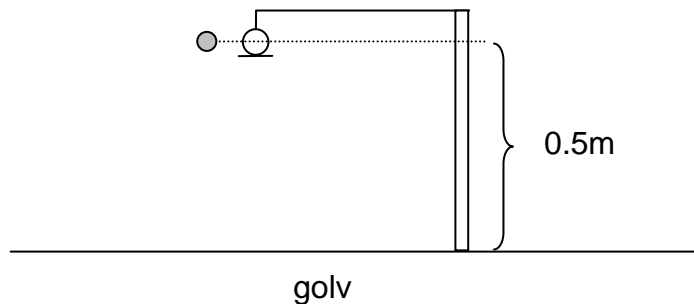
Tabell 10: Rum 1-3

<b>STI</b>	<b>room1</b>	<b>room2</b>	<b>room3</b>
s1r1	78.7993	77.8068	78.9251
s1r2	77.9963	79.5402	78.8621
s1r3	80.4021	80.3947	78.9373
s1r4	79.881	80.0466	79.077
s2r1	78.7254	77.9906	79.2707
s2r2	79.6576	79.8722	78.2975
s2r3	79.6781	80.3347	79.8897
s2r4	79.9774	83.1028	81.1613
s3r1	79.0528	78.8192	78.8394
s3r2	79.3014	80.6989	78.9035
s3r3	81.6034	82.5275	78.9951
s3r4	79.4305	80.3558	80.1223
mean r1	78.85917	78.20553	79.01173
mean r2	78.9851	80.0371	78.6877
mean r3	80.5612	81.08563	79.27403
mean r4	79.76297	81.1684	80.1202
mean all	79.54211	80.12417	79.27342

## **Appendix E: Mätning av trumljud**

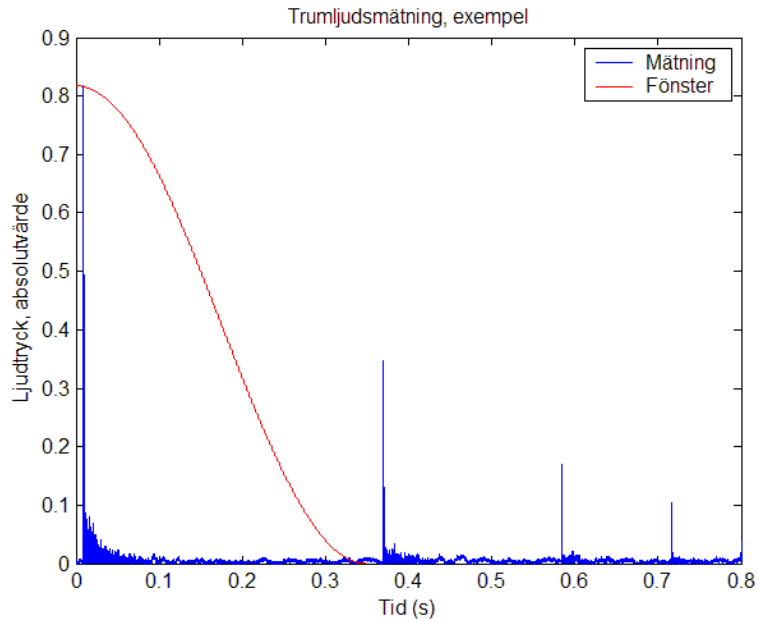
### Mätning av trumljud

Mätning av trumljud görs med den mätrigg som visas i figur E1 nedan. Mikrofonen skall vara av omnidirektionell typ.



*Figur E1: Mätuppställning för trumljud. Ljudnivåmätare ej utritad.*

En kula släpps från samma höjd som mikrofonens position. Utsignalen från mikrofonen registreras samtidigt med hjälp av valfri digital ljudspelare. Tre inspelningar görs för varje golvtyp i det aktuella rummet. Inspekingarna fönstras sedan så att endast den första impulsen inkluderas i mätningen. En referenssignal med mikrofonkalibreringston skall spelas in på ljudspelaren före eller efter själva mätningen för att absolutnivåer skall kunna räknas fram. Vid varje mätning bör man dessutom med hjälp av ljudnivåmätare mäta toppvärdet av ljudnivån vid mikrofonpositionen. Ett exempel på mätning visas i figur E2 nedan.



Figur E2: Exempel på mätresultat, trumljud.

Mätningen bör sedan fönstras ytterligare så att enbart direktljudet fås med (rumsreflexer eliminerade).

Resultatet av mätningen presenteras i tersband.