

MASTEROPPGAVE

Torbjørn Grønningen

Akustiske Kriterier i Design av Bygninger med
Tilgjengelighet For Alle

BAKGRUNN

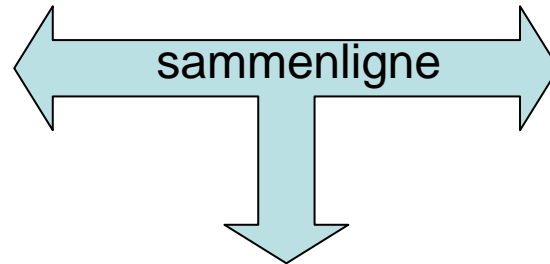
- Februar 2011 – September 2011
- Veiledere:
 - Magne Skålevik, Brekke & Strand Akustikk
 - Jonas Brunskog, DTU
 - Cheol-Ho Jeong, DTU
- Revideringen av NS 8175
- Subjektive tilbakemeldinger fra NIBR-undersøkelse [Knudtzon] utført på Norges Blindforbund og Hørselshemmedes Landsforbund

BAKGRUNN

Subjektive
tilbakemeldinger



Objektive
målinger



$$T_{\max} \geq k \cdot h \text{ [Skålevik]}$$
$$k=0.2?$$

$$\alpha_m \geq 0.2$$

Signifikant forskjellige?

MÅLINGER

”To spesielt vanskelige arealer lydmessig er kantiner og andre spisesteder og områder for kollektivtransport.” [Knudtzon]

Valg: 8 tilfeldig valgte transporthaller og kantiner i Oslo og Akershus

•Kantiner:

- Sykehus (eldre),
- universitet (unge) og
- høyskole (unge)

•Transporthaller:

- T-banestasjoner (billett- og adkomstområde),
- busstasjoner (avgangshall) og
- togstasjon (avgangshall/venteområde)

- Sammenligning mellom resultater og de foreslåtte krav

MÅLINGER

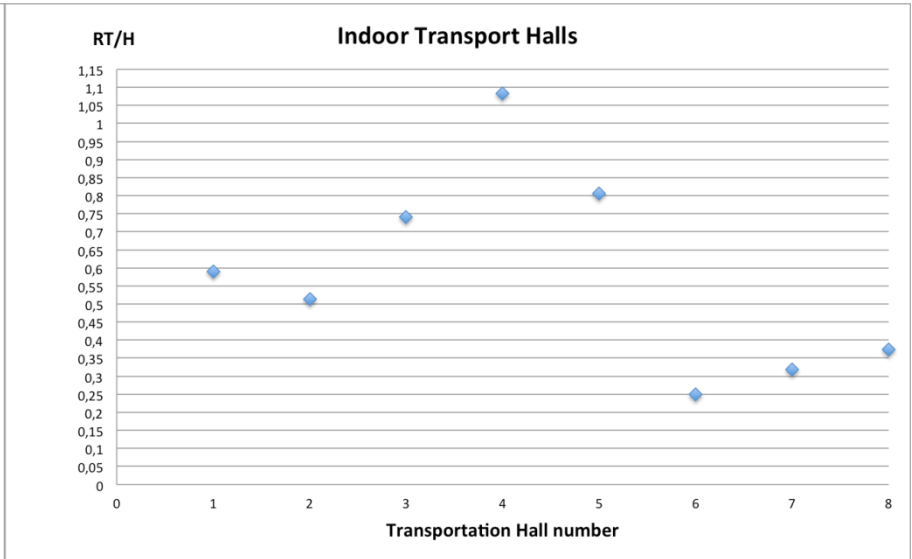
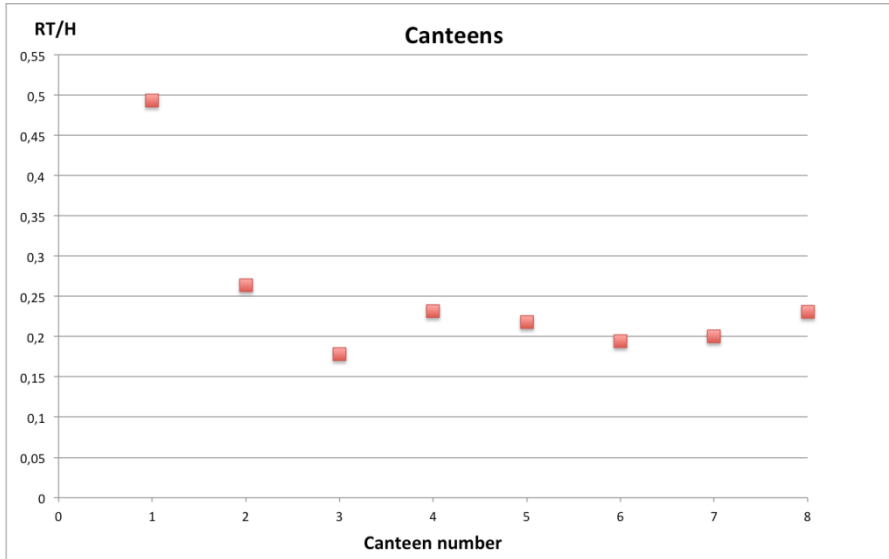
■ Etterklangstid, RT

- $RT/h=k$ Hva blir k for de forskjellige?
- $\alpha_m \geq 0.2$ Hva er α_m basert på målingene? Hvilken RT gir α_m -kravet?
- Sammenligning med [Høsøien, 2011].

■ Avstandsdemping

- Dempingsrate av lydnivået ved avstandsdobling, DL_2
- Gjennomsnittlig nivåforskjell mellom avstandsdemping i rommet og frittfeltsdemping, DL_f

RESULTATER - RT/h



Canteen no.	$T_{125-2000}$ [s]	H [m]	k (N=8)	k (N=7)
Canteen1	1.38	2.8	0.493	
Canteen2	1.32	5	0.264	0.264
Canteen3	0.56	3.15	0.178	0.178
Canteen4	0.86	3.7	0.232	0.232
Canteen5	0.74	3.4	0.218	0.218
Canteen6	0.64	3.3	0.194	0.194
Canteen7	0.7	3.5	0.2	0.2
Canteen8	0.9	3.9	0.231	0.231
Mean:	0,89	3.6	0.2515	0.2167

Hall no.	$T_{125-2000}$ [s]	H [m]	k (N=8)	k (N=7)
Pubtrans1	2.36	4	0.59	0.59
Pubtrans2	1.8	3.5	0.514	0.514
Pubtrans3	2.22	3.0	0.74	0.74
Pubtrans4	3.98	3.67	1.084	
Pubtrans5	2.78	3.45	0.806	0.806
Pubtrans6	1	4	0.25	0.25
Pubtrans7	1.98	6.2	0.319	0.319
Pubtrans8	1.38	3.7	0.373	0.373
Mean:	2.19	3.94	0.5845	0.5131

RESULTATER - α_m

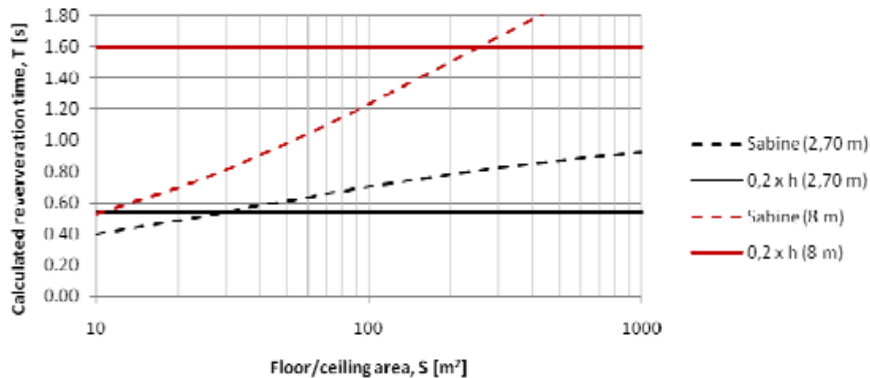
Kantiner:

Canteen no.	T_{meas} [s]	$\alpha_{m,Sabine}$	$T = 0.2 \cdot H$ [s]	T_{Sabine} $\alpha_m = 0.2$ [s]	T_{Sabine} $\alpha_m = 0.3$ [s]
Canteen1	1.38	0.12	0.56	0.85	0.56
Canteen2	1.32	0.21	1	1.41	0.94
Canteen3	0.56	0.27	0.63	0.75	0.5
Canteen4	0.86	0.23	0.74	1	0.67
Canteen5	0.74	0.21	0.68	0.79	0.52
Canteen6	0.64	0.24	0.66	0.77	0.51
Canteen7	0.7	0.21	0.7	0.76	0.5
Canteen8	0.9	0.24	0.78	1.1	0.73
Mean:	0.89	0.22	0.72	0.928	0.62

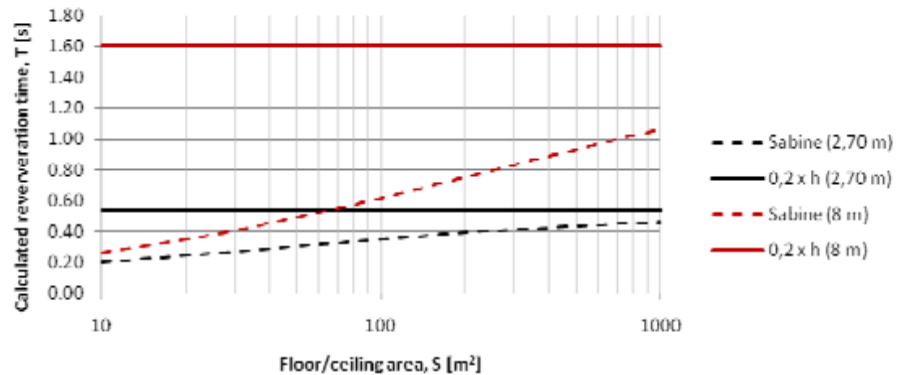
Transporthaller:

Hall no.	T_{meas} [s]	$\alpha_{m,Sabine}$	$T = 0.2 \cdot H$ [s]	T_{Sabine} $\alpha_m = 0.2$ [s]	T_{Sabine} $\alpha_m = 0.3$ [s]
Pubtrans1	2.36	0.11	0.8	1.3	0.86
Pubtrans2	1.8	0.08	0.7	0.7	0.5
Pubtrans3	2.22	0.08	0.6	0.92	0.6
Pubtrans4	3.98	0.05	0.73	1	0.7
Pubtrans5	2.78	0.07	0.69	0.97	0.65
Pubtrans6	1	0.16	0.8	0.8	0.53
Pubtrans7	1.98	0.15	1.24	1.46	0.98
Pubtrans8	1.38	0.17	0.74	1.2	0.78
Mean:	2.19	0.086	0.79	1.01	0.7

Absorbents uniformly distributed, $\alpha = 0.2$, all surfaces



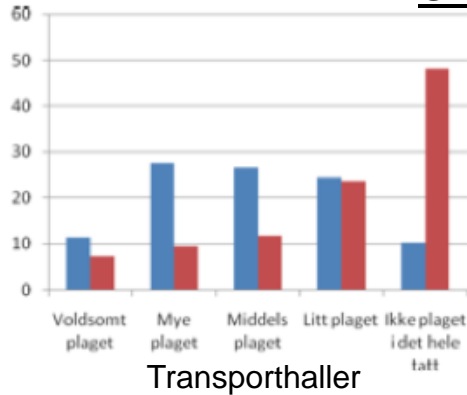
Absorbents uniformly distributed, $\alpha = 0.4$, all surfaces



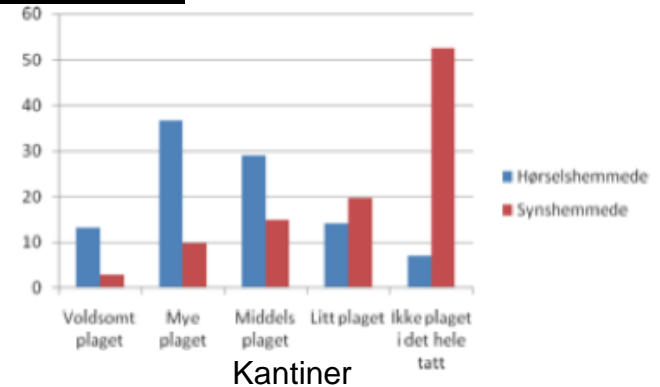
[Høsøien]

RESULTATER - forskjellighet

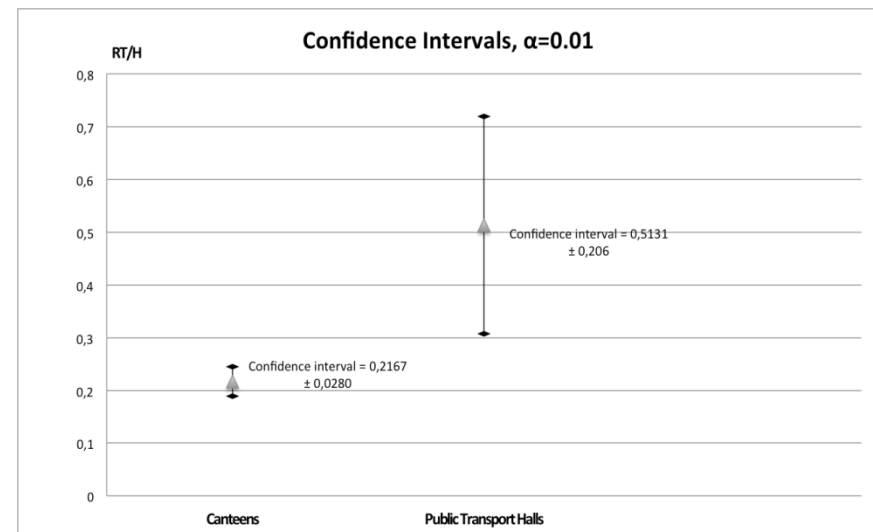
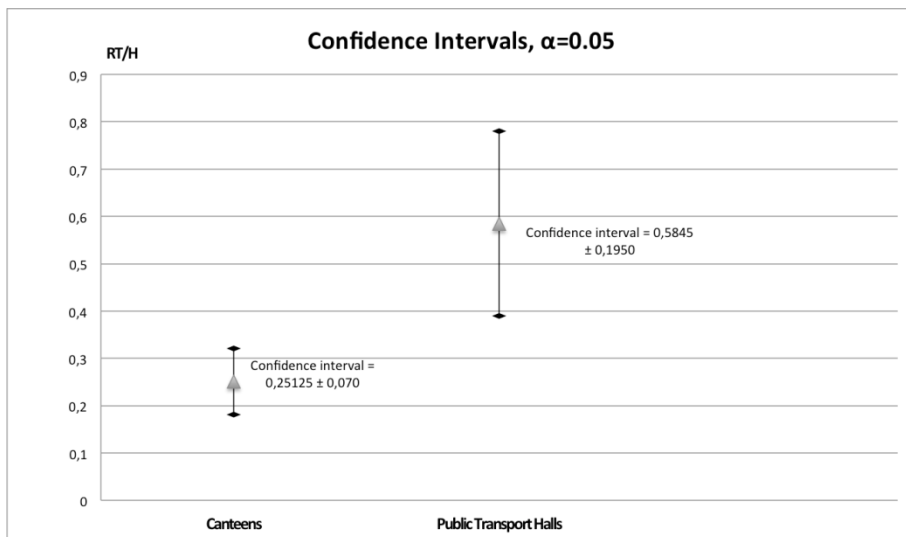
Grad av plagethet fra lyd- og støyforhold [Knutdzon]



← Relativt like →



Subjektive og objektive resultater kan ikke sies å korrelere.



RESULTATER - avstandsdemping

Canteen no.	X_{max} [m]	DL_2 [dB]	$DL_{2,mld}$ [dB]	$DL_{2,mld-far}$ [dB]	DL_f [dB]	$DL_{f,mld}$ [dB]	$DL_{f,mld-far}$ [dB]
Canteen1	16	2.52	2.3	2.3	3.48	3.7	3.7
Canteen2	32	4.82	4.65	4.7	1.18	1.3	1.35
Canteen3	16	4	3.7	3.7	2	2.3	2.3
Canteen4	16	4.15	3.7	3.7	1.85	2.3	2.3
Canteen5	8	4	3.5	3.5	2	2.5	2.5
Canteen6	16	4.1	3.9	3.9	2	2.1	2.1
Canteen7	8	3.8	3.7	3.7	2.2	2.3	2.3
Canteen8	32	4.24	4.3	4.15	1.76	1.7	1.85
Mean:	18	3.9	3.7	3.7	2.1	2.3	2.3

Dårlig:

- Ingen/dårlig akustisk behandling

Bra:

- Stort ekvivalent absorpsjonsareal, A, i kombinasjon med spredende (scatter) elementer (ujevne flater, møbler og barrierer)

Transport hall no.	X_{max} [m]	DL_2 [dB]	$DL_{2,mld}$ [dB]	$DL_{2,mld-far}$ [dB]	DL_f [dB]	$DL_{f,mld}$ [dB]	$DL_{f,mld-far}$ [dB]
Pubtrans1	64	3.4	2.7	3.2	2.6	3.3	2.8
Pubtrans2	64	4.2	3.3	3.9	1.8	2.7	2.1
Pubtrans3	32	3.4	3.2	3.2	2.6	2.8	2.8
Pubtrans4	64	2.5	2	2.1	3.4	4	3.9
Pubtrans5	64	3.3	2.2	3	2.7	3.8	3
Pubtrans6	64	5.4	4.7	5.3	0.7	1.3	0.7
Pubtrans7	32	4.5	3.3	4.2	1.5	2.7	1.8
Pubtrans8	64	4.7	3	6.9	1.3	3	-0.9
Mean:	59	4	3.1	4	2.1	3	2

Dårlig:

- Ingen/dårlig akustisk behandling sammen med forlenget romgeometri

Bra:

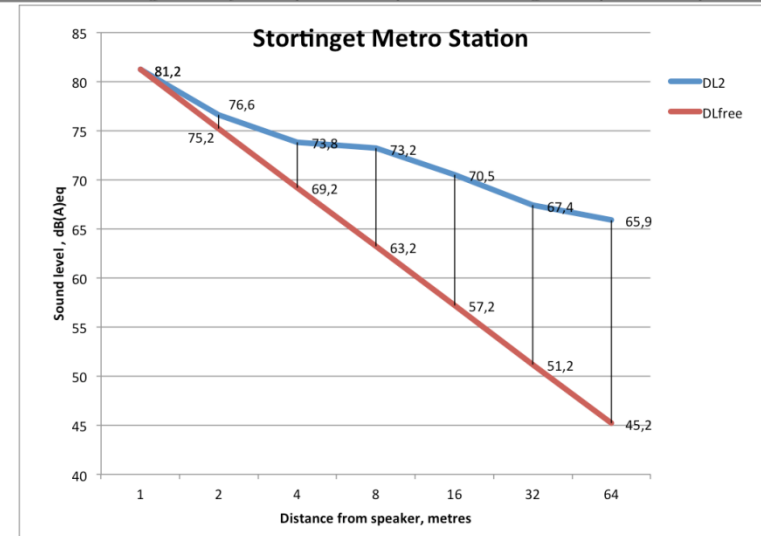
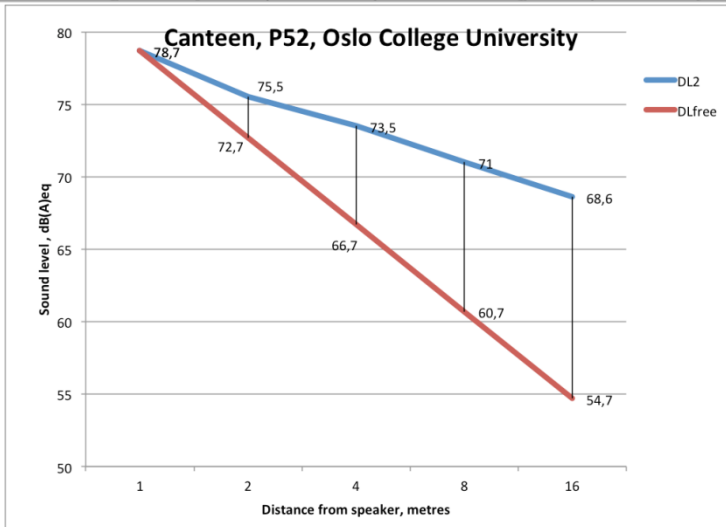
- Stort ekvivalent absorpsjonsareal, A, i kombinasjon med spredende (scatter) elementer (ujevne flater, møbler og barrierer)

RESULTATER - avstandsdemping

Verste målte kantine og transporthall:

Canteen no.	X_{max} [m]	DL_2 [dB]	$DL_{2,mid}$ [dB]	$DL_{2,mid-far}$ [dB]	DL_f [dB]	$DL_{f,mid}$ [dB]	$DL_{f,mid-far}$ [dB]
Canteen1	16	2.52	2.3	2.3	3.48	3.7	3.7
Canteen2	32	4.82	4.69	4.7	1.18	1.3	1.39
Canteen3	16	4	3.7	3.7	2	2.3	2.3
Canteen4	16	4.15	3.7	3.7	1.85	2.3	2.3
Canteen5	8	4	3.5	3.5	2	2.5	2.5
Canteen6	16	4.1	3.9	3.9	2	2.1	2.1
Canteen7	8	3.8	3.7	3.7	2.2	2.3	2.3
Canteen8	32	4.24	4.3	4.15	1.76	1.7	1.85
Mean:	18	3.9	3.7	3.7	2.1	2.3	2.3

Transport hall no.	X_{max} [m]	DL_2 [dB]	$DL_{2,mid}$ [dB]	$DL_{2,mid-far}$ [dB]	DL_f [dB]	$DL_{f,mid}$ [dB]	$DL_{f,mid-far}$ [dB]
Pubtrans1	64	3.4	2.7	3.2	2.6	3.3	2.8
Pubtrans2	64	4.2	3.3	3.9	1.8	2.7	2.1
Pubtrans3	32	3.4	3.2	3.2	2.6	2.8	2.8
Pubtrans4	64	2.5	2	2.1	3.4	4	3.9
Pubtrans5	64	3.3	2.2	3	2.7	3.8	3
Pubtrans6	64	5.4	4.7	5.3	0.7	1.3	0.7
Pubtrans7	32	4.5	3.3	4.2	1.5	2.7	1.8
Pubtrans8	64	4.7	3	6.9	1.3	3	-0.9
Mean:	56	4	3.1	4	2.1	3	2

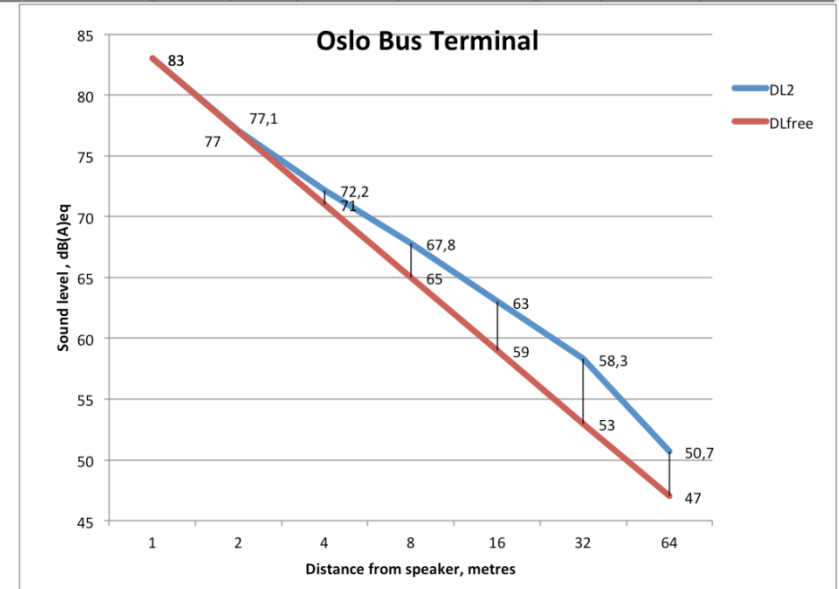
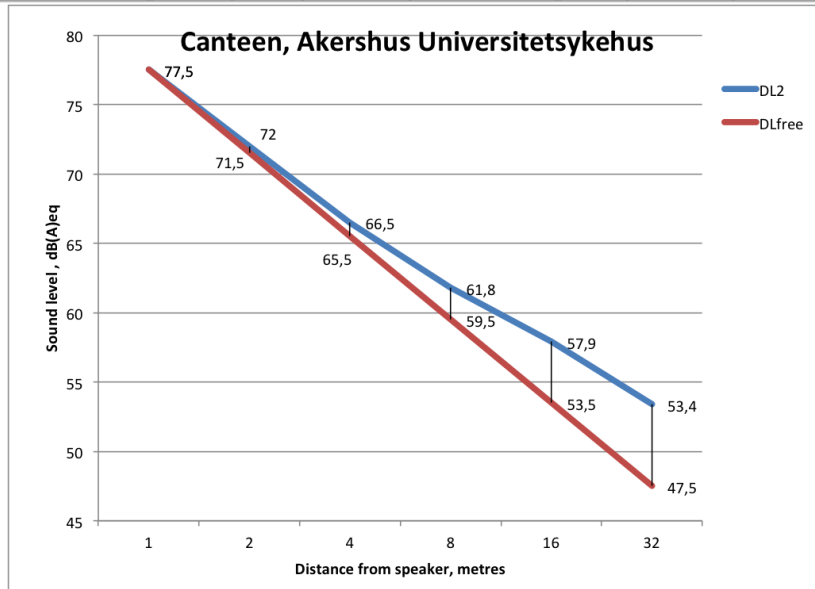


RESULTATER - avstandsdemping

Beste målte kantine og transporthall:

Canteen no.	X_{max} [m]	DL_2 [dB]	$DL_{2,mld}$ [dB]	$DL_{2,mld-far}$ [dB]	DL_f [dB]	$DL_{f,mld}$ [dB]	$DL_{f,mld-far}$ [dB]
Canteen1	16	2.52	2.3	2.3	3.48	3.7	3.7
Canteen2	32	4.82	4.65	4.7	1.18	1.3	1.35
Canteen3	16	4	3.7	3.7	2	2.3	2.3
Canteen4	16	4.15	3.7	3.7	1.85	2.3	2.3
Canteen5	8	4	3.5	3.5	2	2.5	2.5
Canteen6	16	4.1	3.9	3.9	2	2.1	2.1
Canteen7	8	3.8	3.7	3.7	2.2	2.3	2.3
Canteen8	32	4.24	4.3	4.15	1.76	1.7	1.85
Mean:	18	3.9	3.7	3.7	2.1	2.3	2.3

Transport hall no.	X_{max} [m]	DL_2 [dB]	$DL_{2,mld}$ [dB]	$DL_{2,mld-far}$ [dB]	DL_f [dB]	$DL_{f,mld}$ [dB]	$DL_{f,mld-far}$ [dB]
Pubtrans1	64	3.4	2.7	3.2	2.6	3.3	2.8
Pubtrans2	64	4.2	3.3	3.9	1.8	2.7	2.1
Pubtrans3	32	3.4	3.2	3.2	2.6	2.8	2.8
Pubtrans4	64	2.5	2	2.1	3.4	4	3.9
Pubtrans5	64	3.3	2.2	3	2.7	3.8	3
Pubtrans6	64	5.4	4.7	5.3	0.7	1.3	0.7
Pubtrans7	32	4.5	3.3	4.2	1.5	2.7	1.8
Pubtrans8	64	4.7	3	6.9	1.3	3	-0.9
Mean:	56	4	3.1	4	2.1	3	2



KONKLUSJON

- Kantinene oppfyller allerede $\alpha_m = 0.2$. Strengere krav trengs.
- Utvidet definisjon av “tekniske installasjoner” i standardene og veiledningene.
- Transporthallene er langt fra å oppfylle noen av kravene. Hvilke økonomiske følger vil dette få? Hvor strenge krav er rimelig?
- k-faktoren må justeres til hver bygningstype, f.eks. vha. empiriske resultater.

KONKLUSJON

- Rommene med størst absorpsjonsareal sammen med scatter elementer ga lavest RT og avstandsdemping.
- RT som en funksjon av romhøyde er et nyttig kriterie i rom hvor $S_{\text{ceiling/floor}}$ er stor sammenlignet med høyden. Dette gjelder for transporthaller hvor det er anvendelig å sette krav til takabsorbenter, som foreslått av Skålevik.
- Økt absorpsjonsareal vil medføre redusert forstyrrelse fra andre, og den romakustiske opplevelsen vil bli bedre.
- Avstandsdemping kan etter hvert brukes som grenseverdi i rom hvor forstyrrelse er en gjenganger, og hvor konsentrasjon er viktig som foreslått av [E.Nilson]: kritisk avstand, $d_c = 10^{0.3(L_{\text{tale}} + DL_f - L_L)/DL_2}$
- Studier kan indikere at hørselshemmede og synshemmede har motstridende interesser, jfr. [T.Olesen] hva gjelder romklang. “Tørr akustikk” vs. refleksjoner.
- Utforming av rom med fysiske barrierer kan være nødvendig i enkelte bygg (skoler, spisesteder, kontorer...).

Takk for meg!