

Lyd og akustik i lærende miljøer

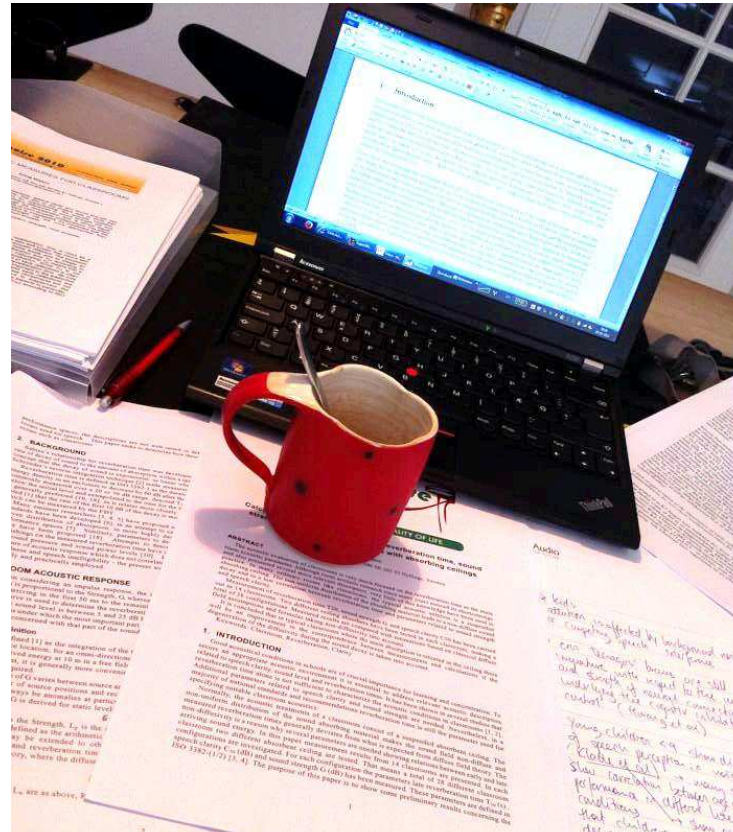
- ved Mai-Britt Beldam, Concept Developer Education – mbe@ecophon.dk



Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Hvem?



Hvad?



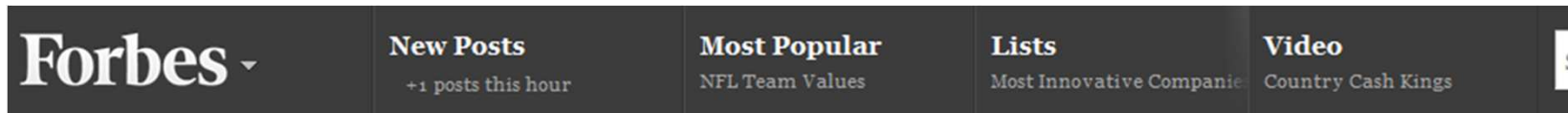
70%



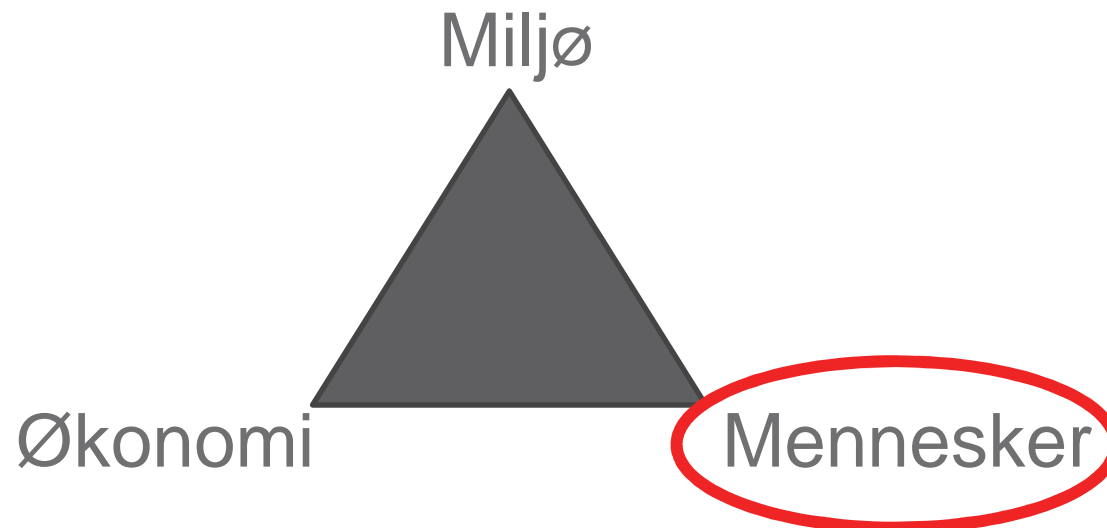
1 flaske = 1½ plade



September 2014



“Leaders of Sustainable Development”



Program

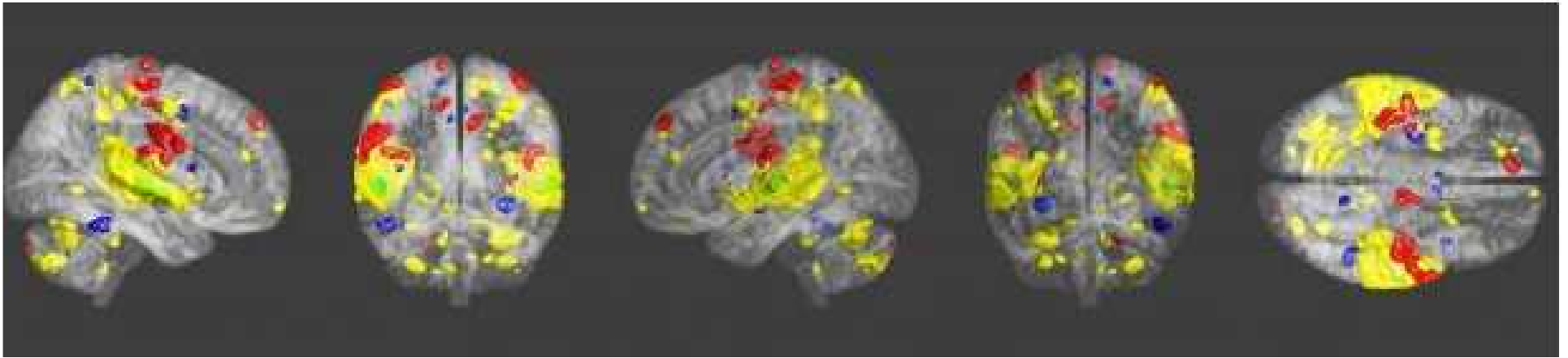
- **Hvorfor**
 - Sansesystemet
 - Børn og voksne

- **Hvad**
 - Hvad er lyd
 - Hvad påvirker lyd
 - Akustiske kvalitetsparametre

- **Hvordan**
 - God akustik – hvordan?
 - Løsninger i praksis

Hvorfor?

Hvad sker der i vores hjerne?



God lyd – dårlig lyd?

Hvordan har I det med lyd?

Hvordan har lærende miljøer det med lyd?

Sådan!

Tabel: Jobgrupper: Procent udsat for forstyrrende støj mindst 1/4 af tiden

Tabel: Jobgrupper: Procent udsat for forstyrrende støj mindst 1/4 af tiden				
Se som diagram	Omsortér (efter gruppe)	Eksportér til excel		
	%	Ant. pers.	95% Konfidensinterval	
			Nedre grænse	Øvre grænse
Passagerservicemedarbejdere	72,34	47	57,99	83,21
Pædagoger	71,11	630	67,45	74,52
Pædagogmedhjælpere	60,9	289	55,15	66,36
Skolelærere	59,06	679	55,31	62,7
Farmaceuter, tandlæger og dyrlæger	57,14	77	45,92	67,68
Brandmænd, reddere og sikkerhedsvaater	55,95	84	45,23	66,15

Kilde:

Det Nationale Center for Arbejdsmiljø
Arbejdsmiljø og Helbred i DK - 2012

- <http://www.arbejdsmiljoforskning.dk/da>

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

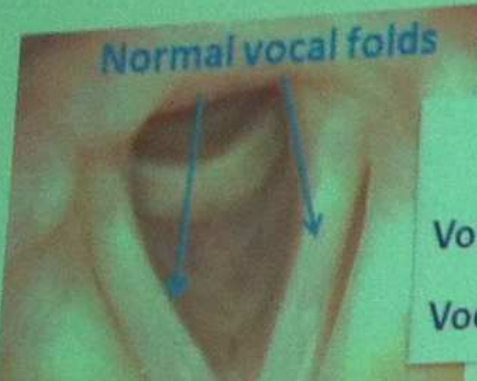
Passagerservicemedarbejdere



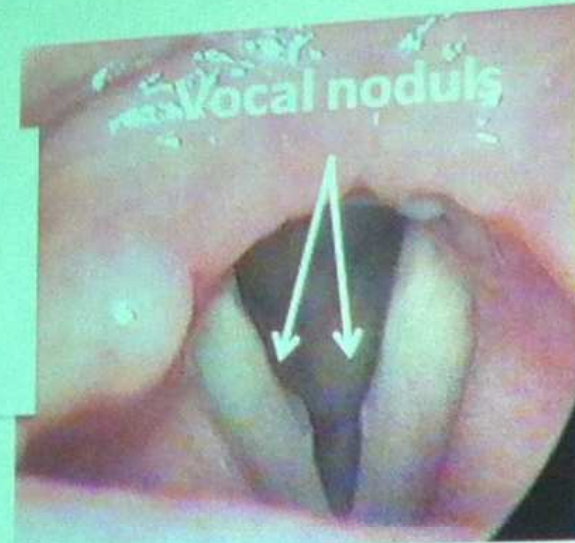
Examples of tissue damages

"Vocal loading may result in mechanical trauma and tissue damage"

Normal vocal folds



	Ps.teach	Teach	Nurs
Voice disorders	~37%	29%	12%
Vocal noduls	6%	3%	1%

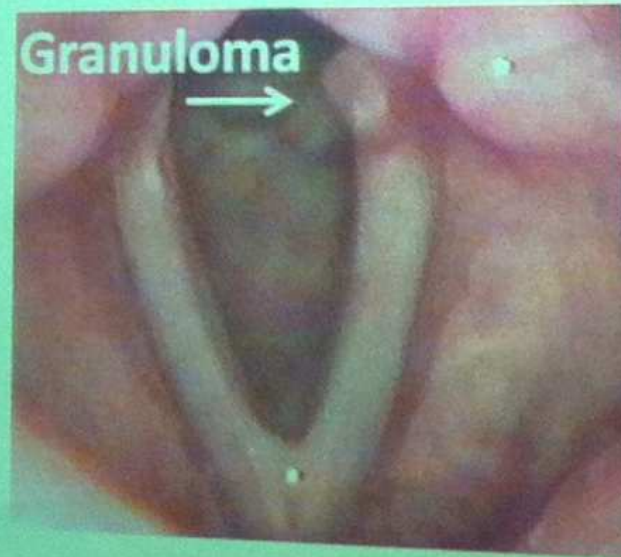


Børn og pædagoger bliver ramte af støjhelvede

Støj og musik giver sammen med højt støjniveau på institutioner langt flere problemer end tidligere.



Støj i alt for mange SFO'er giver støj og dermed belaster det alt for mange børn og læreres stemmebånd. Det kan give varige skader. (arkivfoto) © DR



117, Sala et al. J Voice 2001, J Voice 2005;19(1):95-102.

E. Sala: Internoise2013

› Nyheder

Nyhedsbrev

› Presserum

› Netværk

› Konferencer

› Arrangementer

› Projekter og kampagner

› Om DCUM

› Rådgivning

› Nyheder fra DCUM

Nyheder fra DCUM

› Undervisningsmiljø

Oprettelsesdato

› 2013 » august 2013 » 12. august 2013

› Nyhedsbrev

Få tilsendt DCUMs nyhedsbrev

Email: *

Abonnér

Opsig abonnement

GEM

Seneste udgave:

DCUM nyt 5. februar 2014

[Alle nyhedsbreve](#)

Forside › DCUM › Nyheder ›

Dårligt indeklima presser elevernes læring



Af: Trine Kjær 12/08/2013

Dansk Center for Undervisningsmiljø, DCUM, har undersøgt ca. 48.000 grundskoleelevers oplevelse af indeklimaet i skolen og sammenhængen mellem indeklima og læring, koncentration, kedsomhed og fagligt udbytte.

Umiddelbart synes de danske elever at være temmelig tilfredse med indeklimaet på deres skole, men på nogle områder er de kritiske.

For elever i 0.-3. klasse er det primært standarden på skolens toiletter der møder kritik:

- 51 % af eleverne i indskolingen svarer 'nej' til, at de synes at toiletterne på skolen er i orden

For elever i 4.-10. klasse er det på områder som lyd (støj), ventilation og udluftning samt rengøring, hvor mange elever ikke er tilfredse:

- 47 % oplever hver dag eller næsten hver dag problemer med larm eller støj
- 44 % oplever hver dag eller næsten hver dag problemer med ventilation eller udluftning
- 47 % oplever hver dag eller næsten hver dag problemer med rengøringen.

– Et godt indklima er et væsentligt parameter for et godt undervisningsmiljø med stort fagligt udbytte og god trivsel. For at sikre de optimale betingelser for elevernes læring, er det vigtigt, at skoler er opmærksomme på og arbejder aktivt på at skabe et godt indeklima, siger Rasmus Challi, specialkonsulent ved DCUM.



› Måske vil du se...

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Hvorfor reagerer vi på lyd?

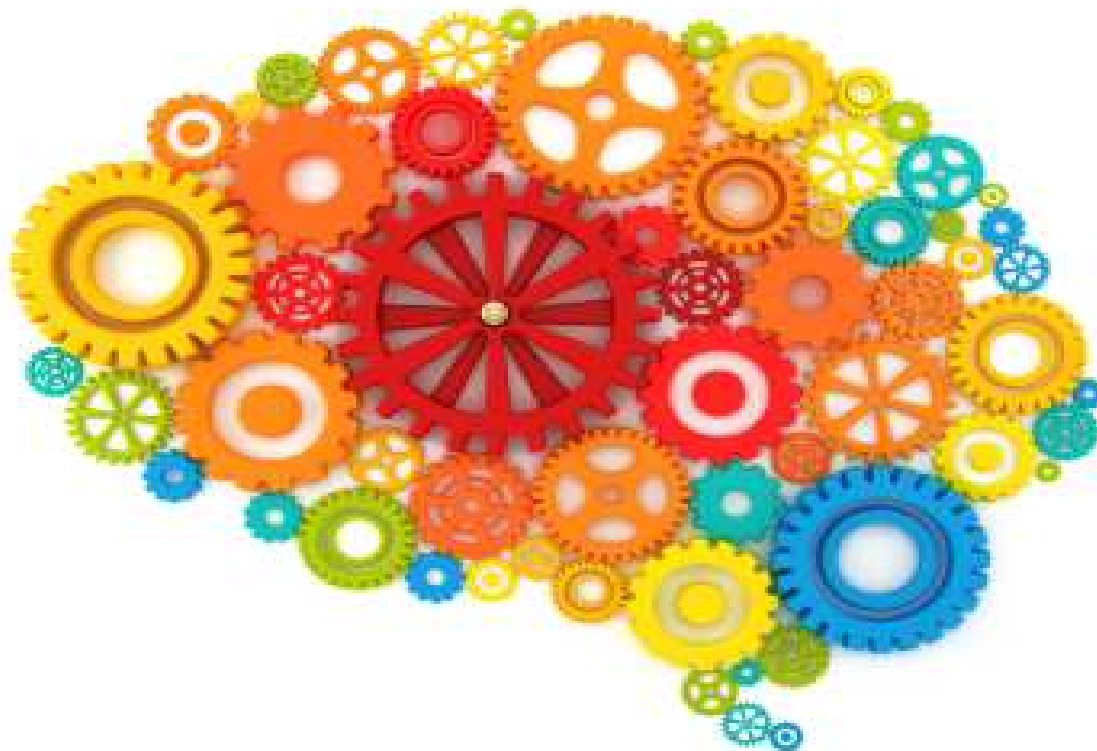


Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Hørelsen som sanseapparat

Reticular Activating System (RAS)

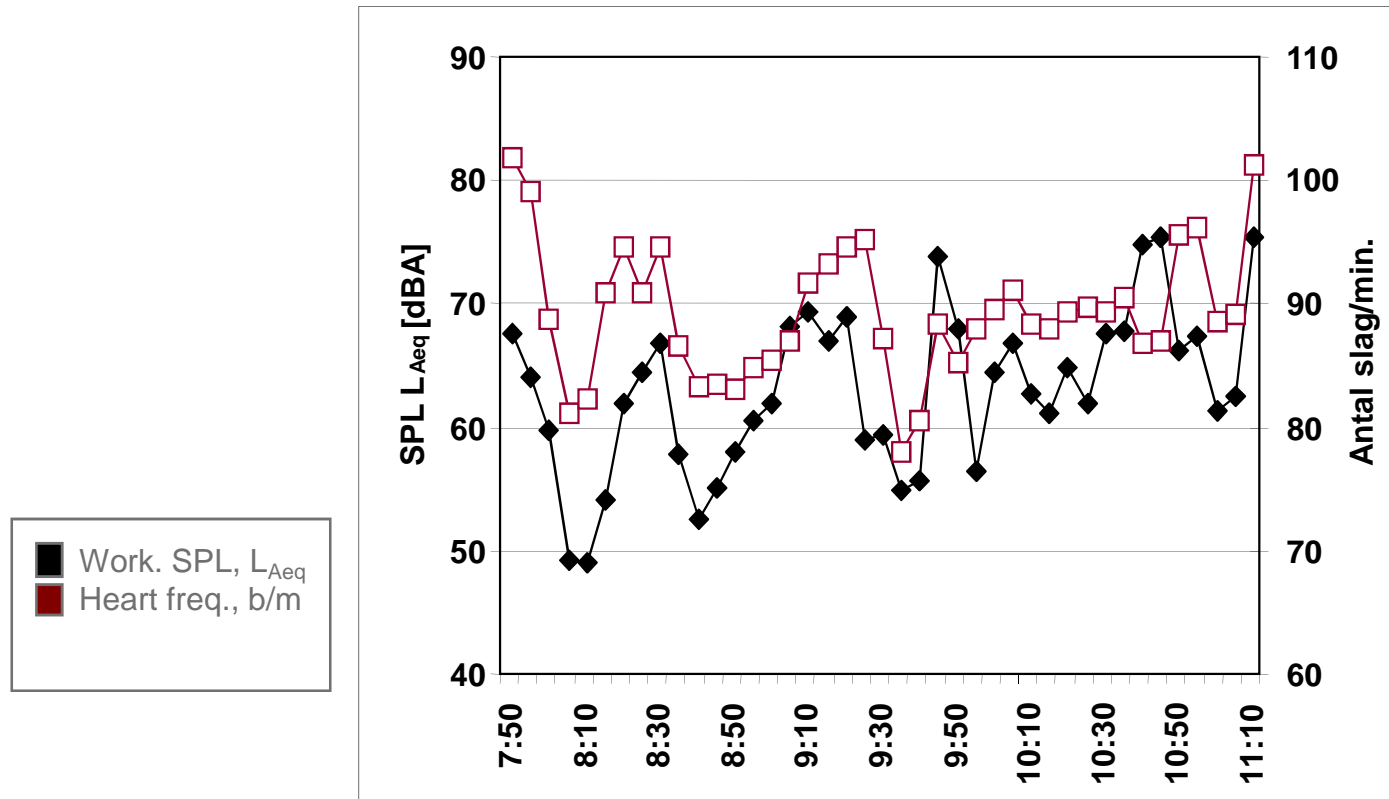


Fysiologiske reaktioner på lyd



Lyd og hjertefrekvens

Lydtryksniveau/hjerteslag HR_{5min} for underviser



Kilde: Acoustic Ergonomics of School, Oberdörster et al. 2006

Hvis lyden bliver for meget?

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Børn giver op!



Børn og støj



Børn og støj



Kilde: Sound Education Seminar, Camilla Lydiksen, direktør ADHD-foreningen

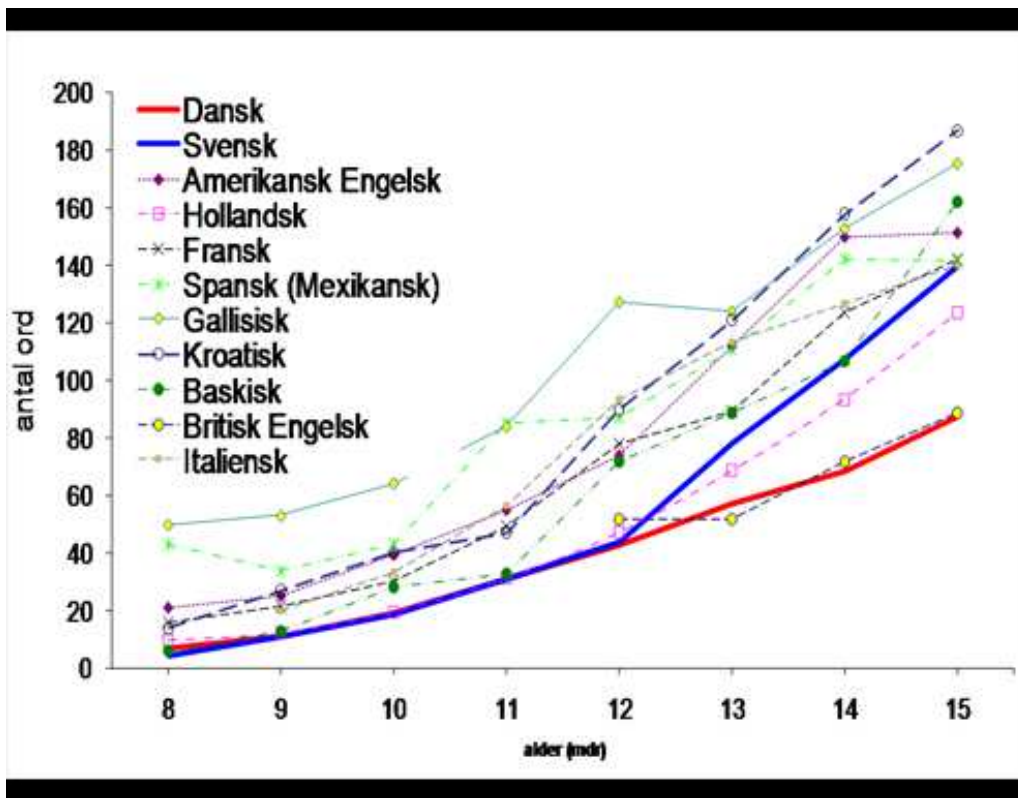
Børnenes udgangspunkt

Ikke fuldt auditivt system

Ikke gode til at afkode

Behov for større S/N-ratio

Børns tidlige sprogtilegnelse



Receptivt ordforrådsscore fordelt på sprog og alder.

Kilde: Dorthe Bleses et al. 2008

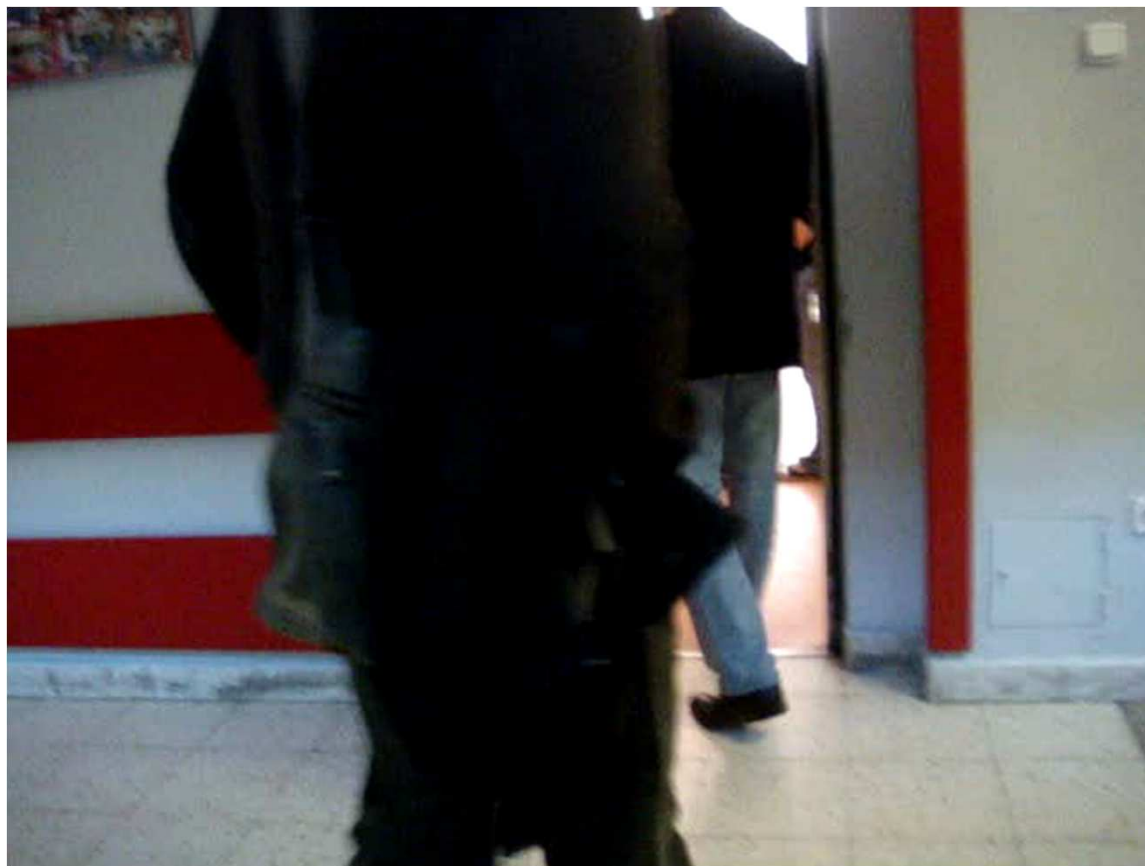
- Er det en **ara Anders**?
- Vi har **nye ydelser**
- Det er svært at gennemskue unges tankegang
- Var jeres emne **uudholdelig**?
- Det var **hårde år**!

Når taleklarheden er dårlig...



Hvordan er vores adfærd?

Lombard i praksis



Løsningen? Vi hører med hjernen!



Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Hørelsen sover aldrig!

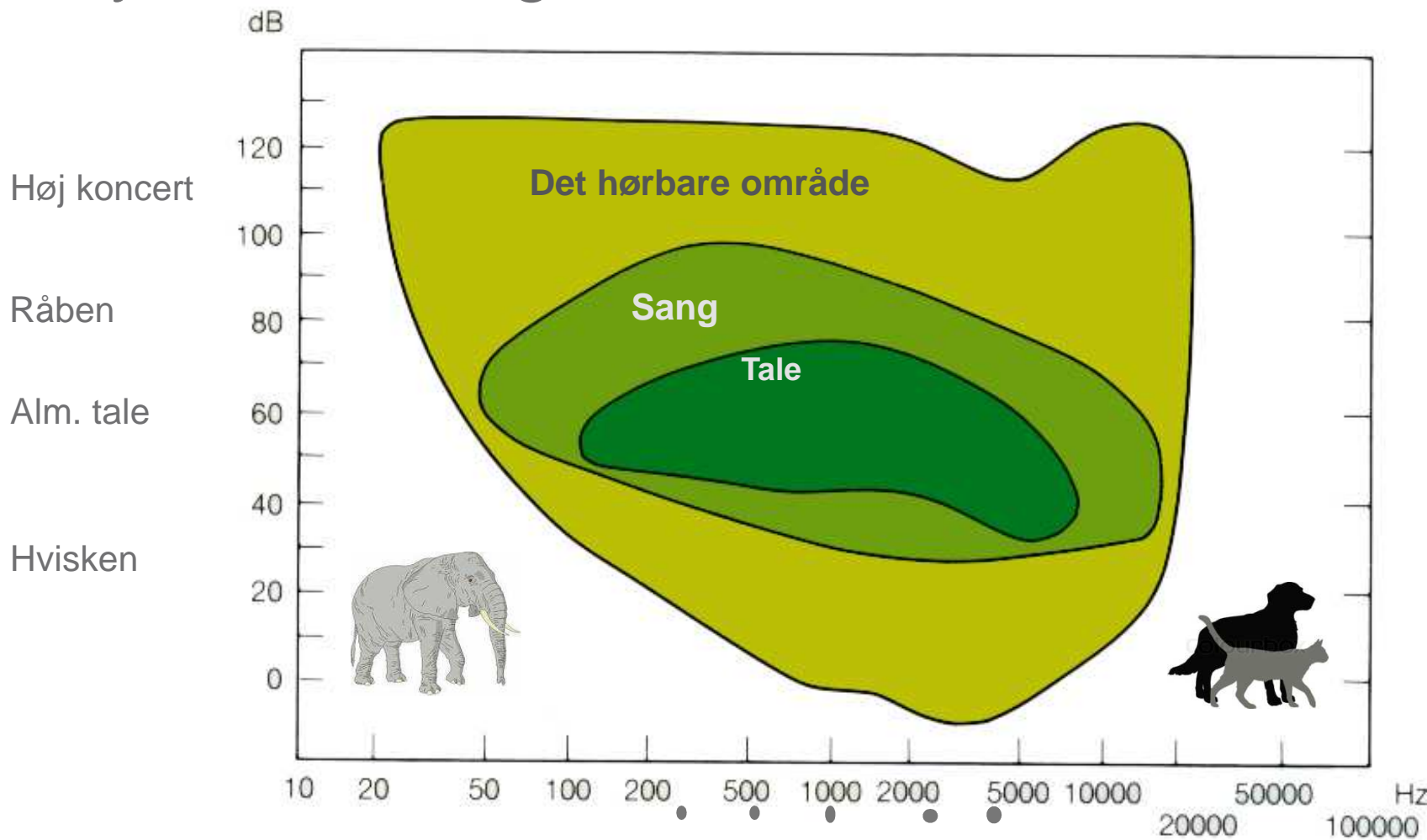


Hvad?

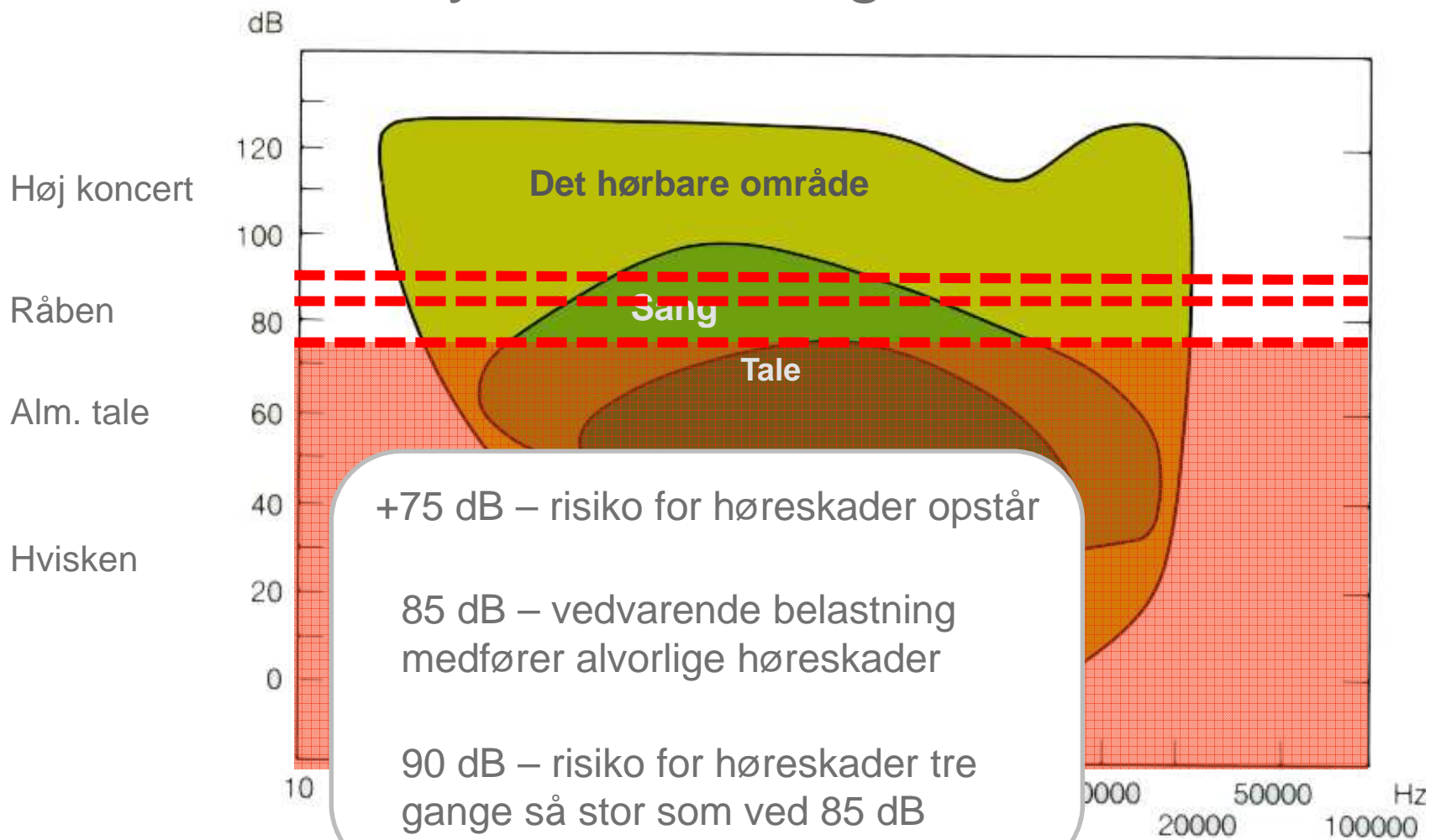
Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Lyd, decibel og hertz



Hvornår er lyden skadelig?



Ikke-høreskadende støj?

1. Følger af støj

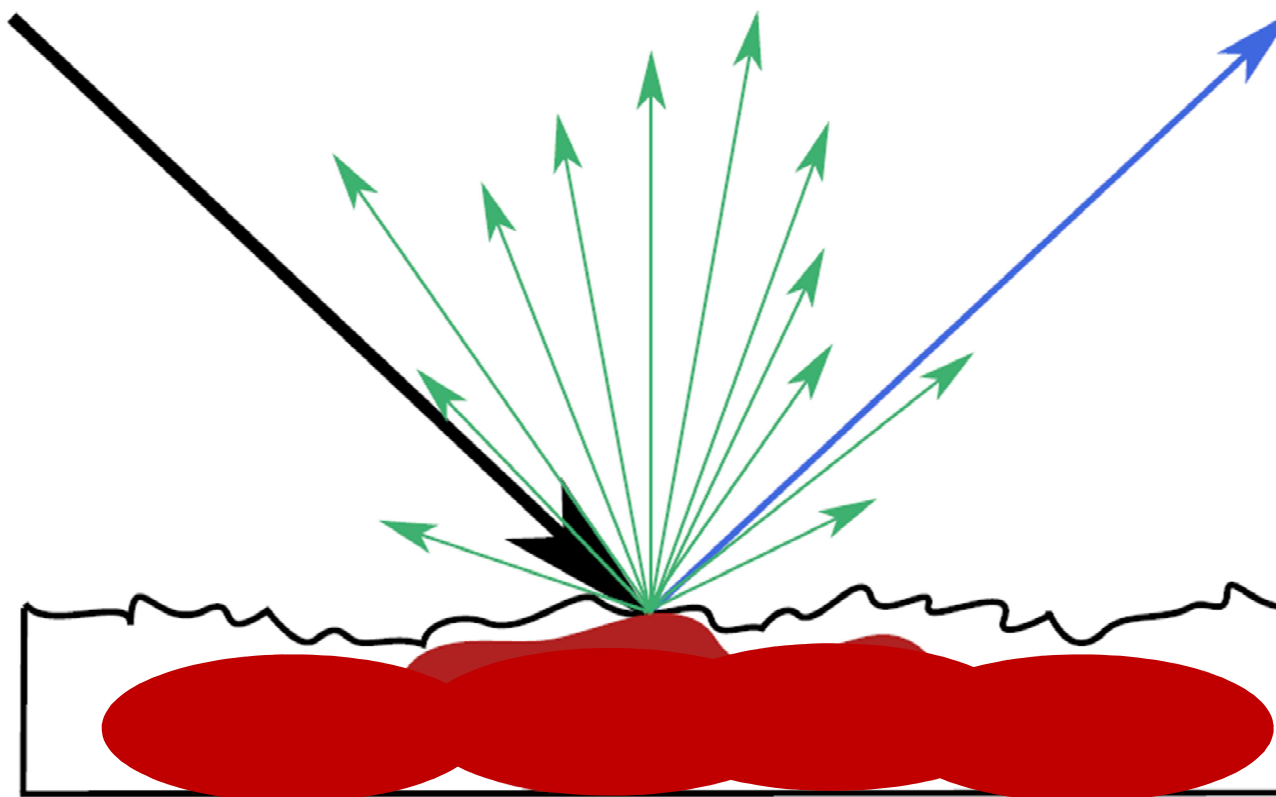
Støj har en række sundhedsmæssige virkninger på mennesker:

- Risiko for høreskade optræder ved støjbelastninger over 75 dB(A), og risikoen vokser med stigende niveau, først ganske lidt, men efterånden stadig mere.
- Vedvarende støjbelastning på 85 dB(A) indebærer risiko for alvorlige høreskader.
- Vedvarende støjbelastning på 90 dB(A) indebærer, at risikoen for alvorlige høreskader er næsten tre gange så høj som ved en støjbelastning på 85 dB(A).
- Kraftig impulsstøj, hvor spidsværdier overstiger 130-140 dB(C), kan skade hørelsen selv ved ganske få kortvarige påvirkninger. Impulsstøj kommer fra fx slag, metal mod metal.
- Støj kan give anledning til tinnitus (suslen for ørerne) og lydoverfølsomhed (at selv lyde med normal svagt niveau forekommer meget generende).
- Støj kan bl.a. ændre hjertesrytmen og give forhøjet blodtryk. Det kan belaste og skade organismen over længere tid.
- Visse kemiske stoffer kan gøre øret mere følsomt for støj eller kan på anden måde skade hørelsen.
- Kraftige vibrationer, der optræder sammen med støj, kan forøge risikoen for høreskader.
- Svag støj kan forstyrre arbejdsfunktioner, der kræver koncentration, fx undervisning og kontrolrumsarbejde.
- Selv svag støj kan være psykisk belastende.

International Standard ISO 1999 angiver sammenhængen mellem støjbelastning og risikoen for høreskade.

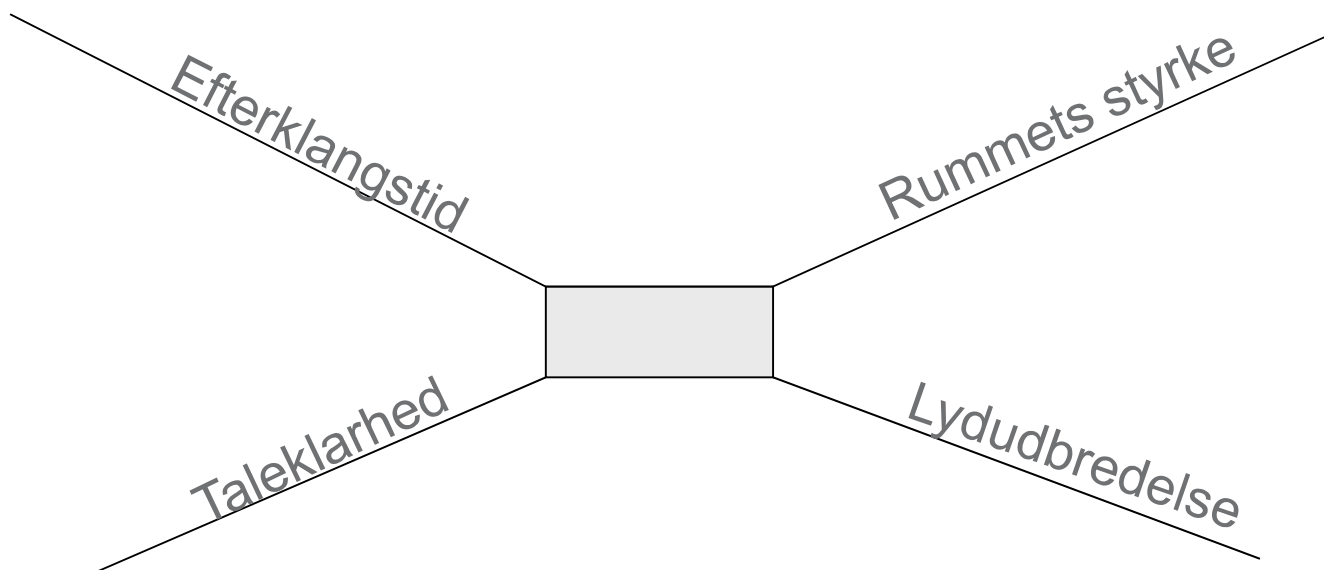
Kilde: www.arbejdstilsynet.dk

Når lyd rammer overflade

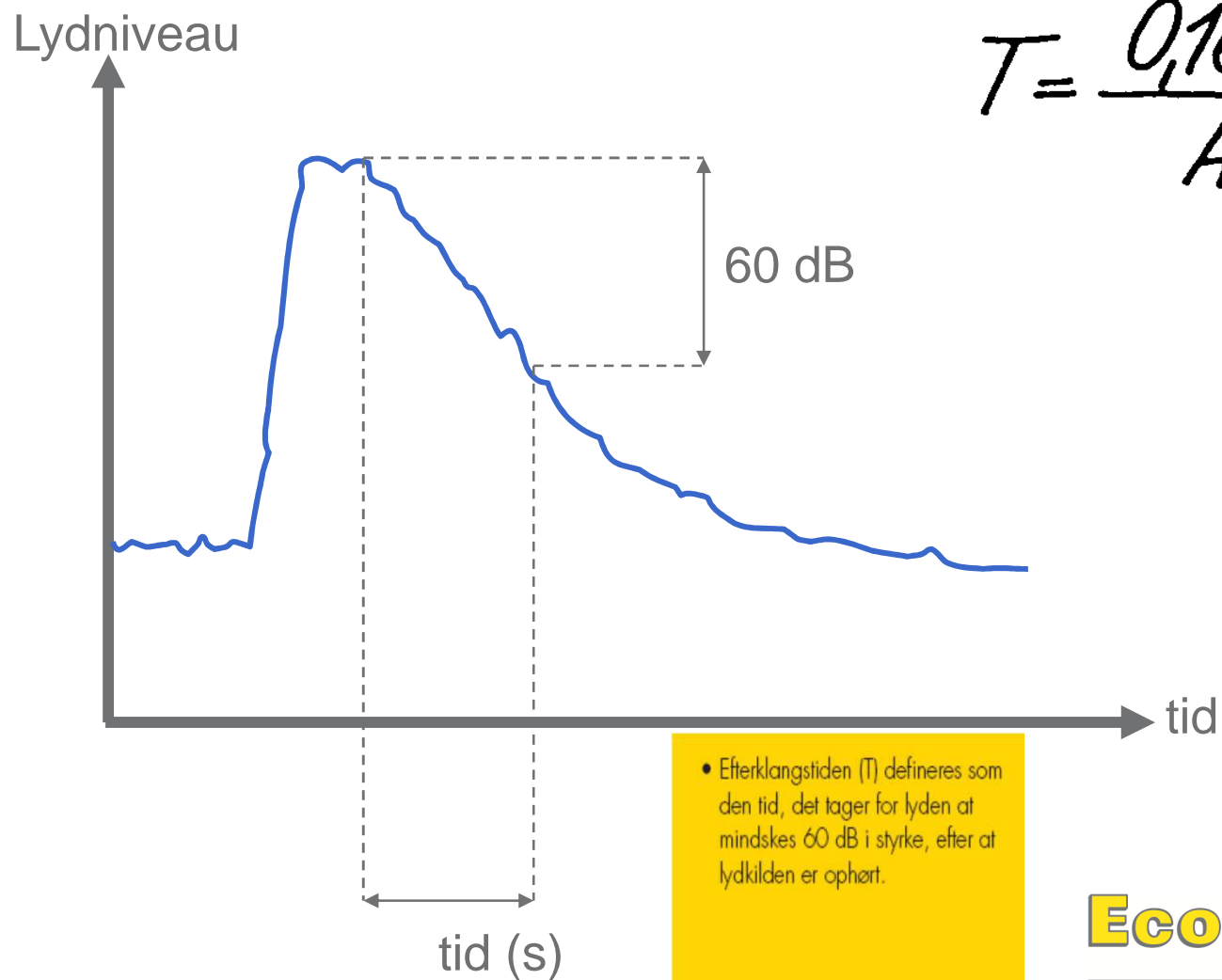


Rumakustiske kvalitetsaspekter

- hvordan vurderes lyden i rummet?

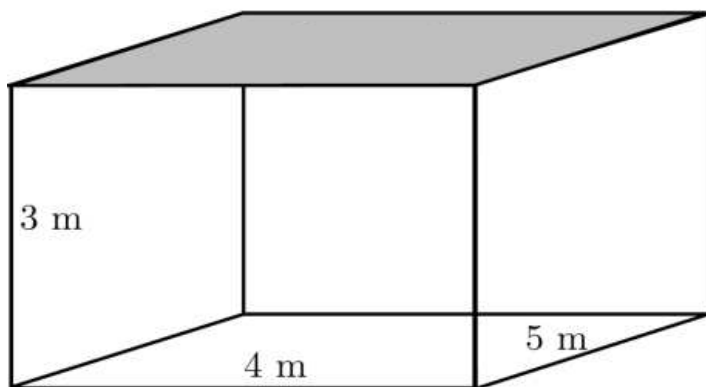


Efterklangstid (RT)



• Efterklangstiden (T) defineres som den tid, det tager for lyden at mindskes 60 dB i styrke, efter at lydkilden er ophørt.

Beregning – eksempel



Vægge og gulv: $\alpha = 0,1$

Loft (250 Hz): $\alpha = 0,7$

Hvad er Alpha? Hvor finder jeg alpha?

$$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$$

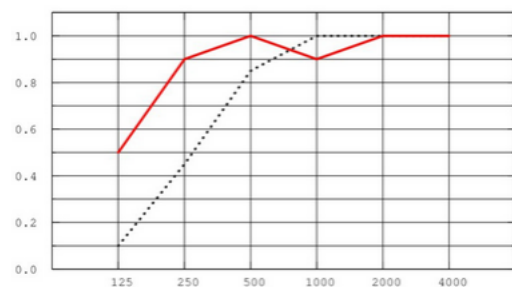
Alpha...

Lydabsorption:

Testresultat i henhold til EN ISO 354.

Klassificering i henhold til EN ISO 11654, og værdierne for Noise Reduction Coefficient, NRC og Sound Absorption Average, SAA i henhold til ASTM C 423.

α_p , Praktisk absorptionsfaktor



.... Focus A 20 mm, 50 mm o.d.s.

— Focus A 20 mm, 200 mm o.d.s.

o.d.s = t_{kh} = total konstruktionshøjde

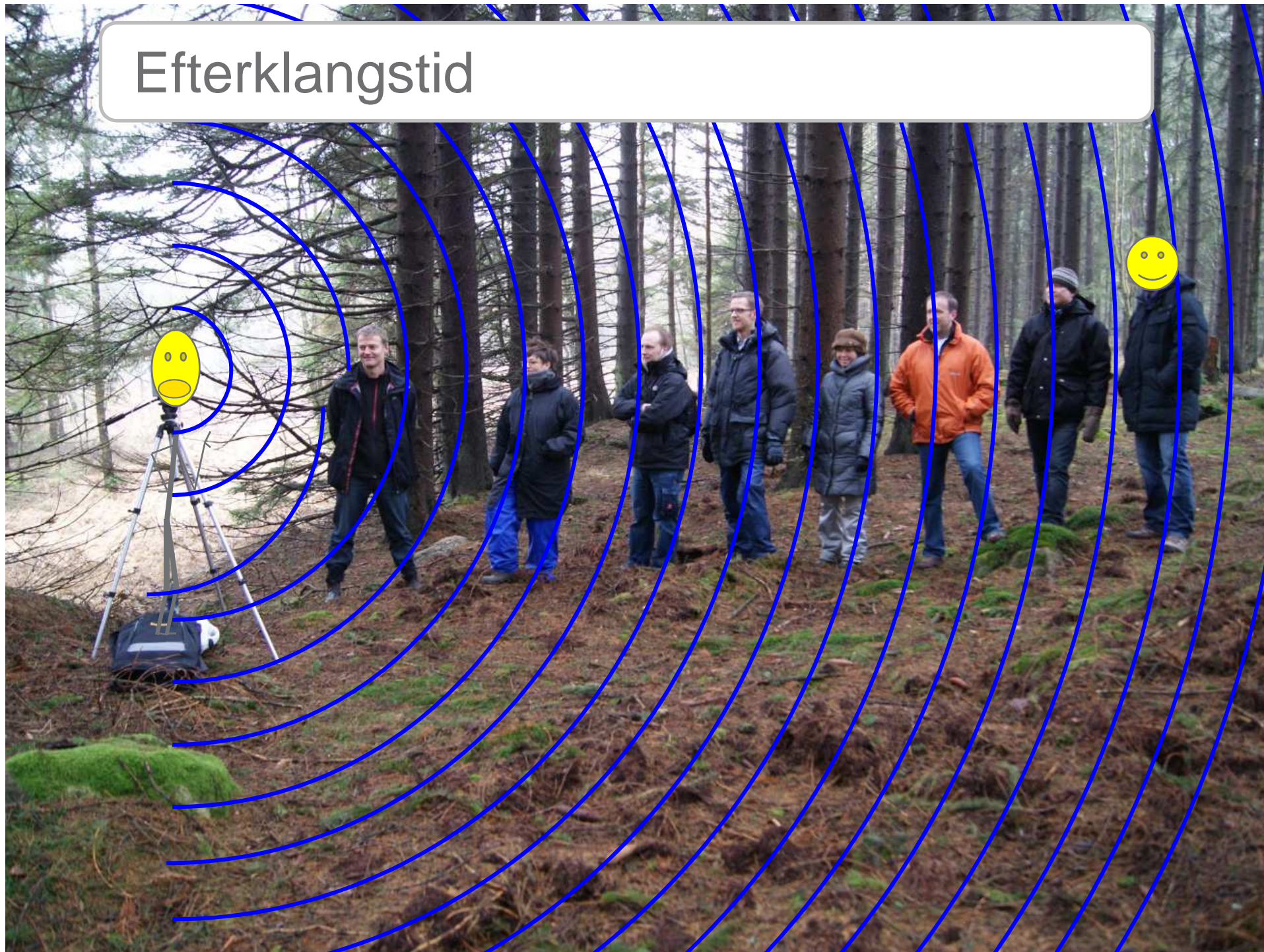
Frekvens Hz

Tk. mm	t _{kh} mm	α_p , Praktisk absorptionsfaktor						α_w	Lydabsorptionsklasse
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
20	50	0.10	0.45	0.85	1.00	1.00	1.00	0.75	C
20	200	0.50	0.90	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	A

Tk. mm	t _{kh} mm	NRC	SAA
20	50	0.85	0.83

Tk. mm	AC(1.5) Articulation Class, ASTM E1111, ASTM E1110	D _{nfw} Weighted normalized flanking level difference, ISO 10848-2	CAC dB Ceiling Attenuation Class, ASTM 1414, ASTM E413
20	190	20	21

Efterklangstid



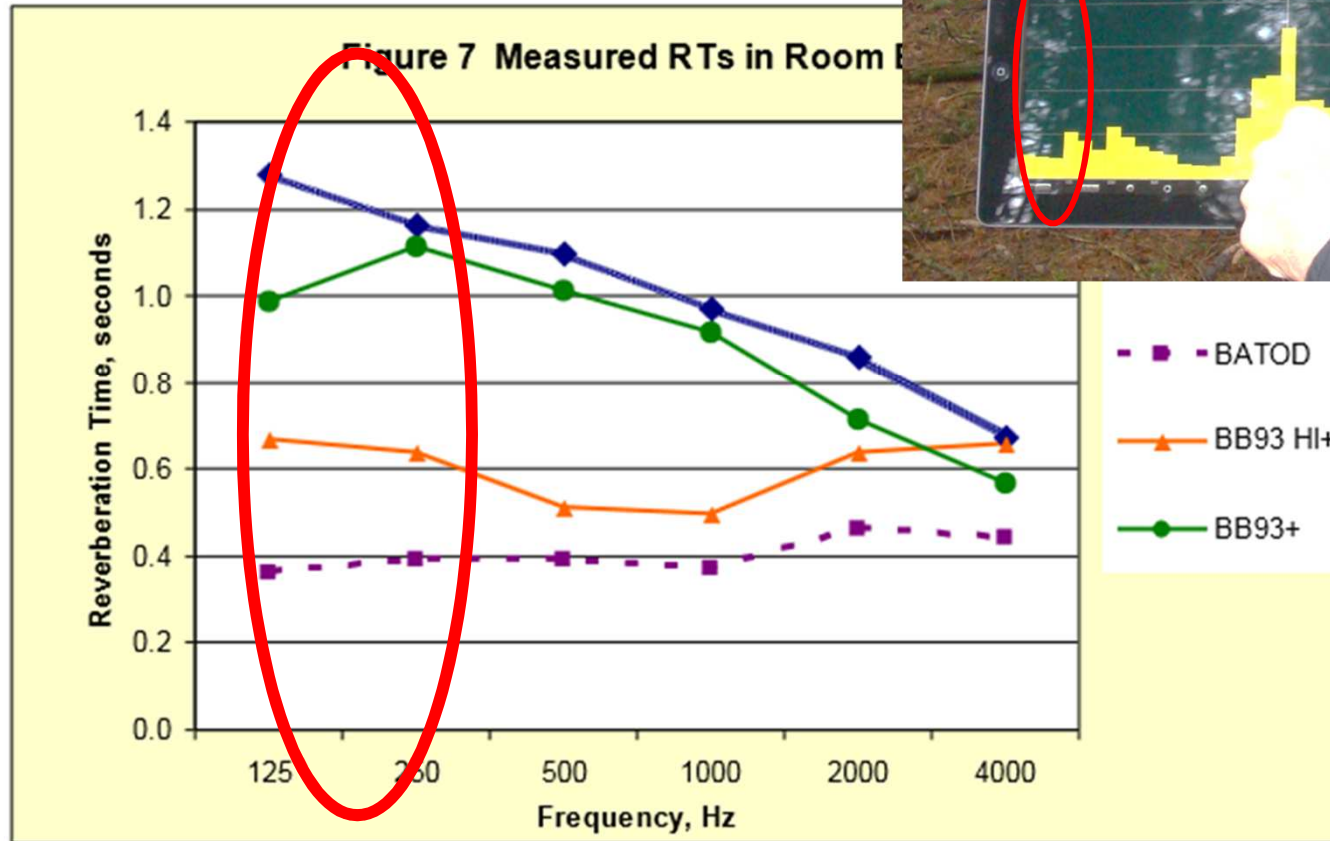
Efterklangstid ude



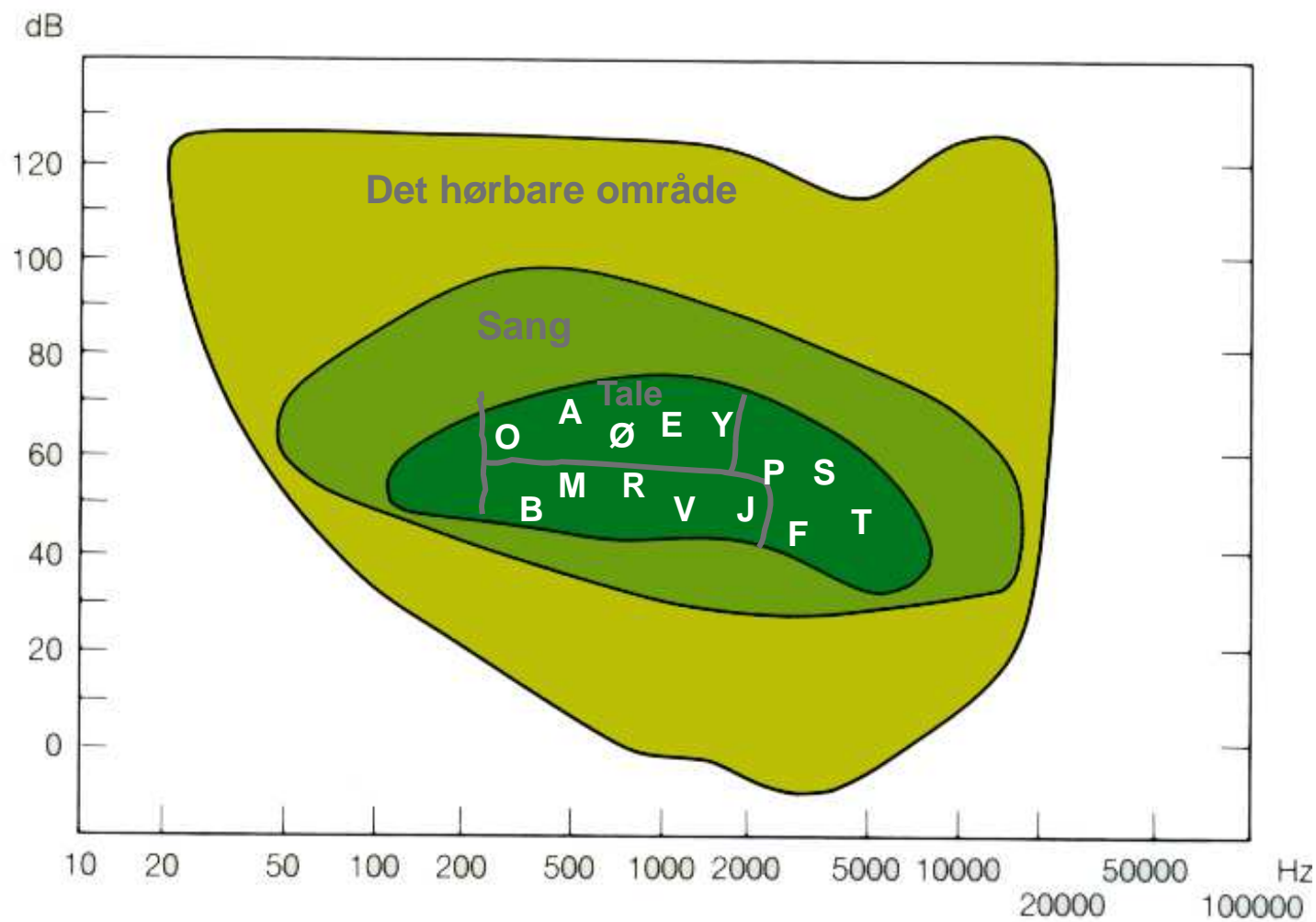
Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Efterklangstid i et rum



Talen

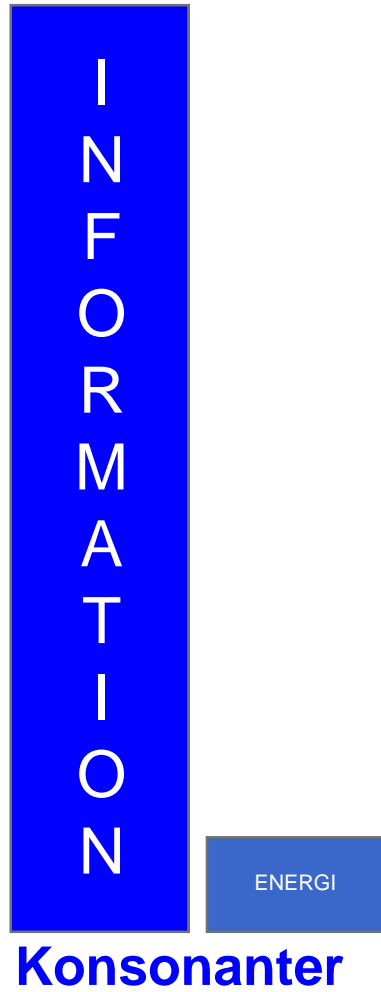


Talen

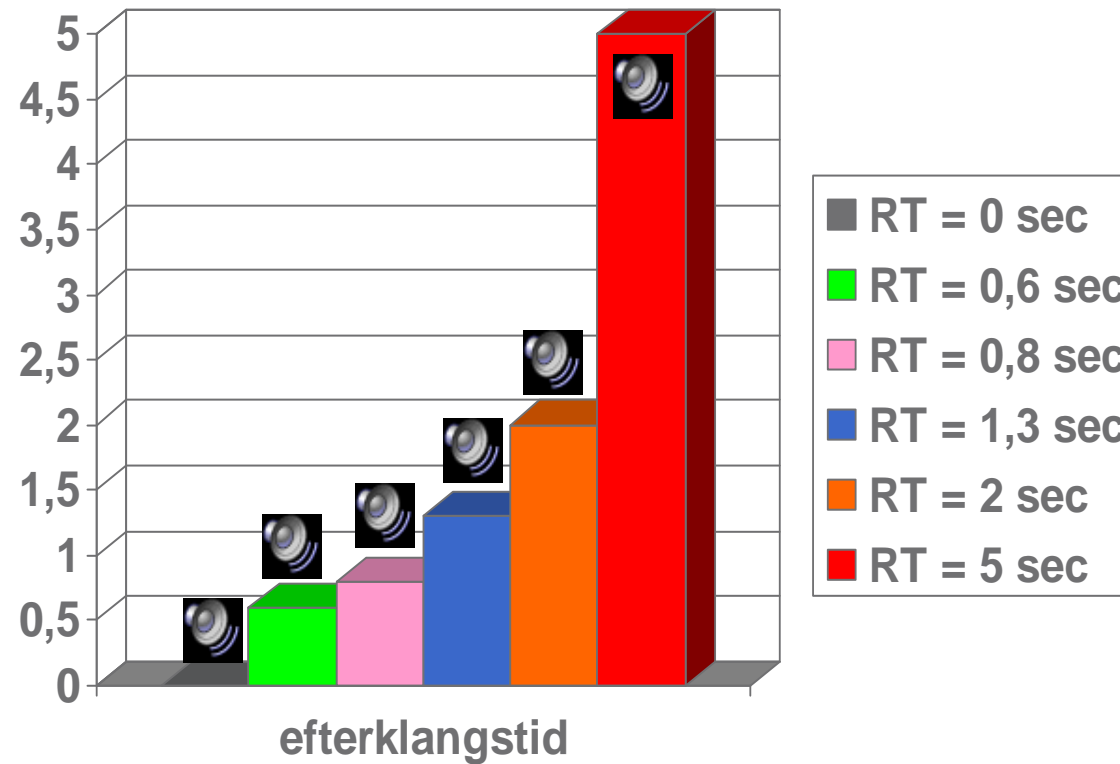
???

_ Y _ _ A _ _ I _
G _ M N _ S T _ K

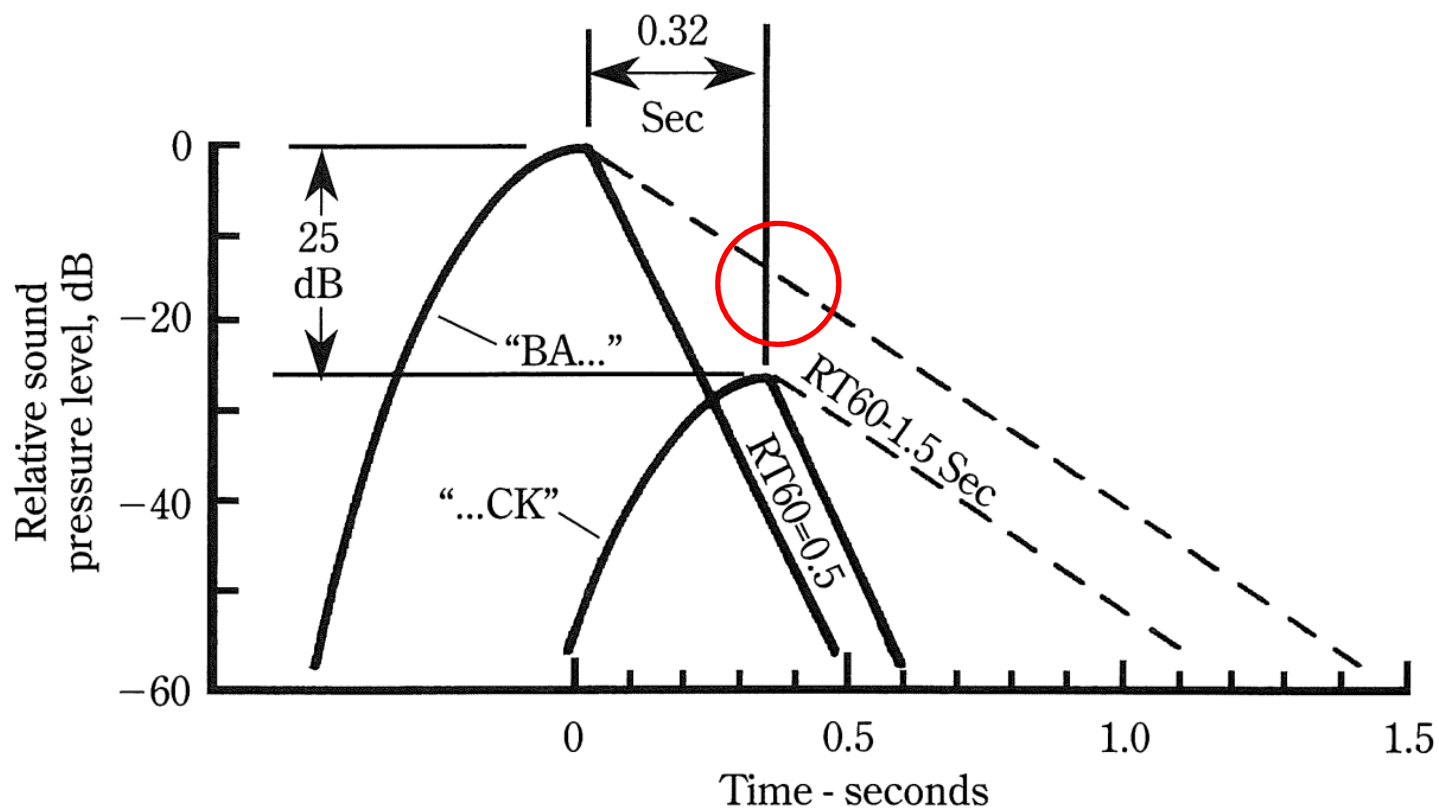
Talen



Efterklangstid og tydelig tale



Vokalers maskering af konsonanter

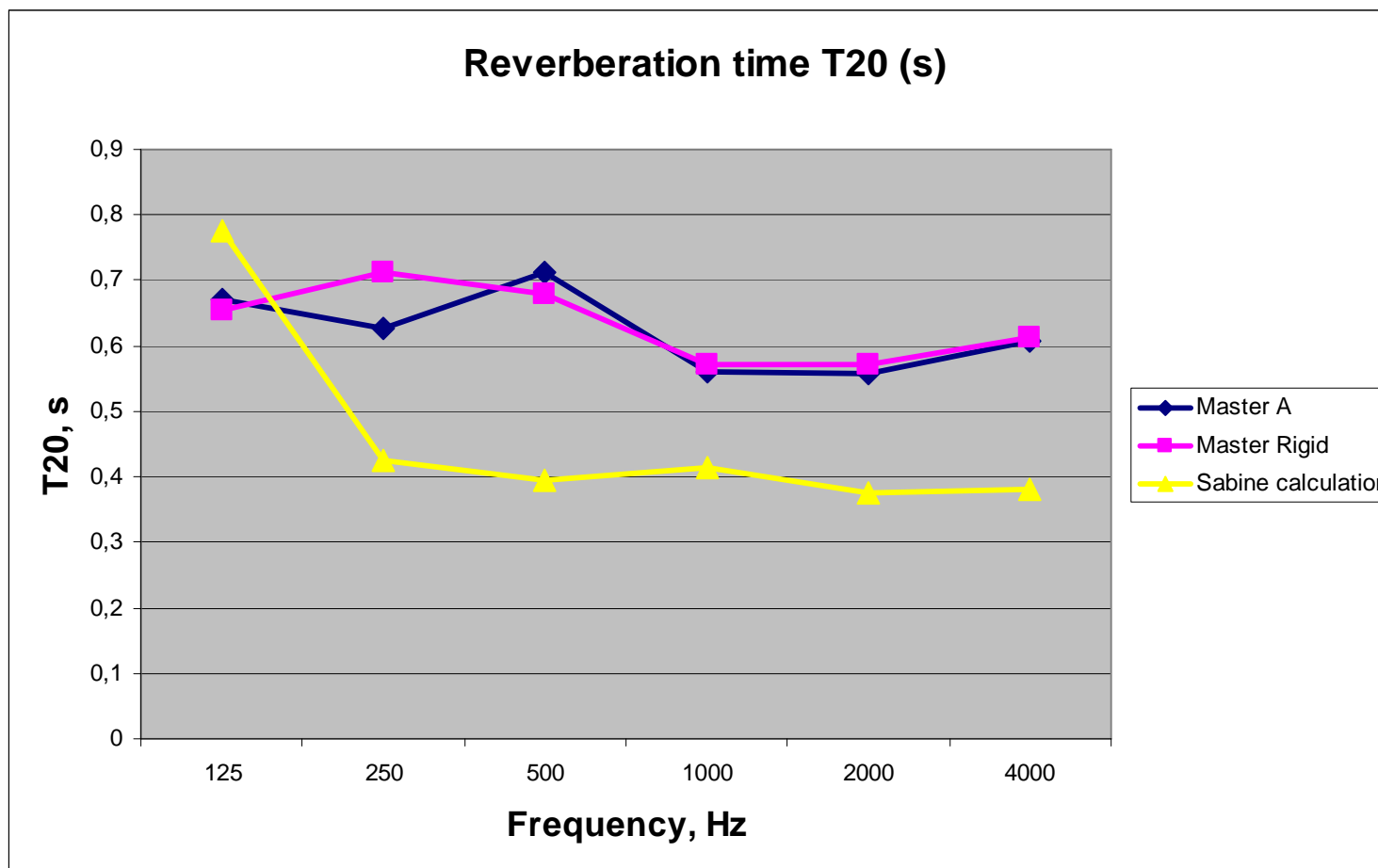


Kilde: Master Handbook of Acoustics (4. udgave), F. Alton Everest

Efterklangstid alene i lovgivning

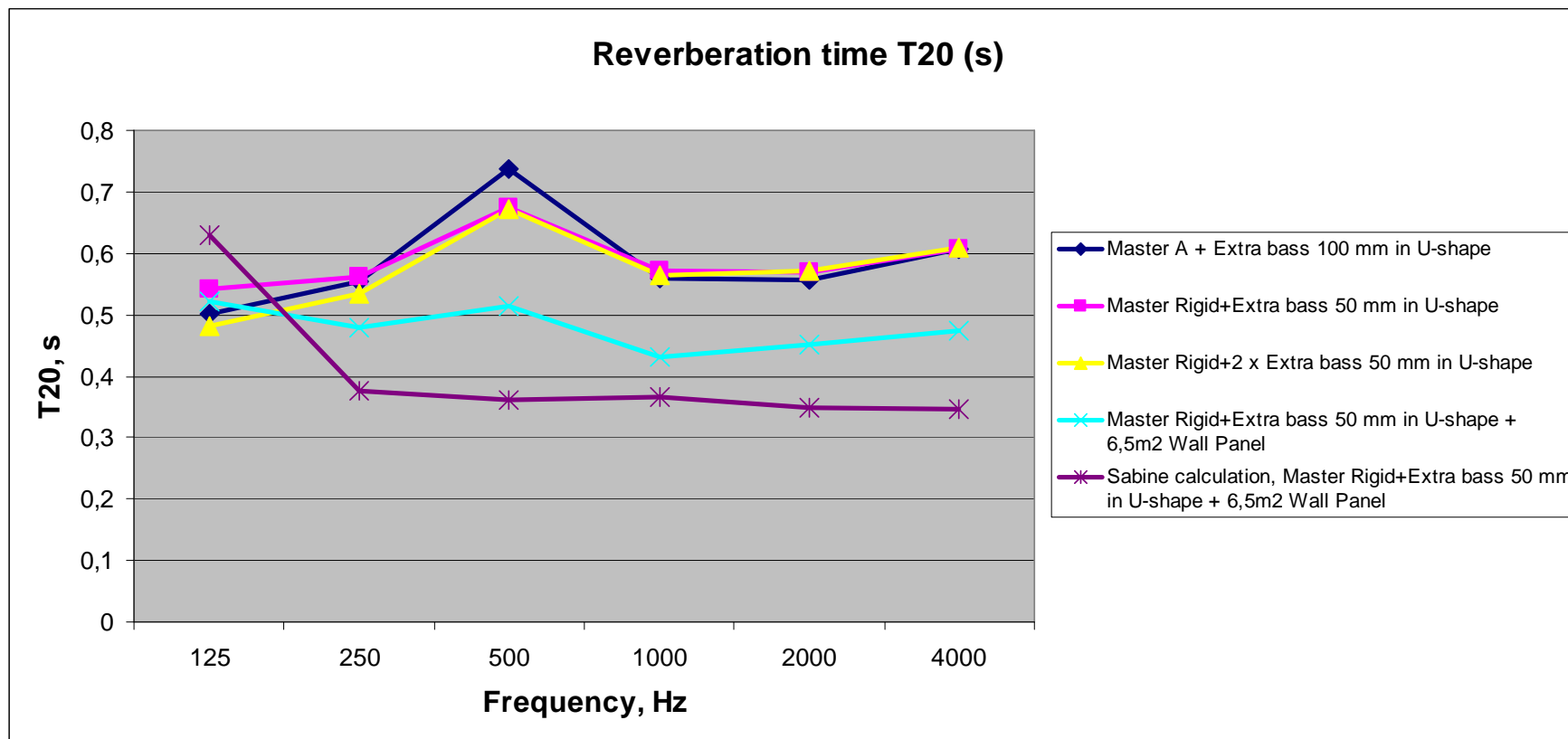


Efterklangstid (RT) – måling ⇔ beregning



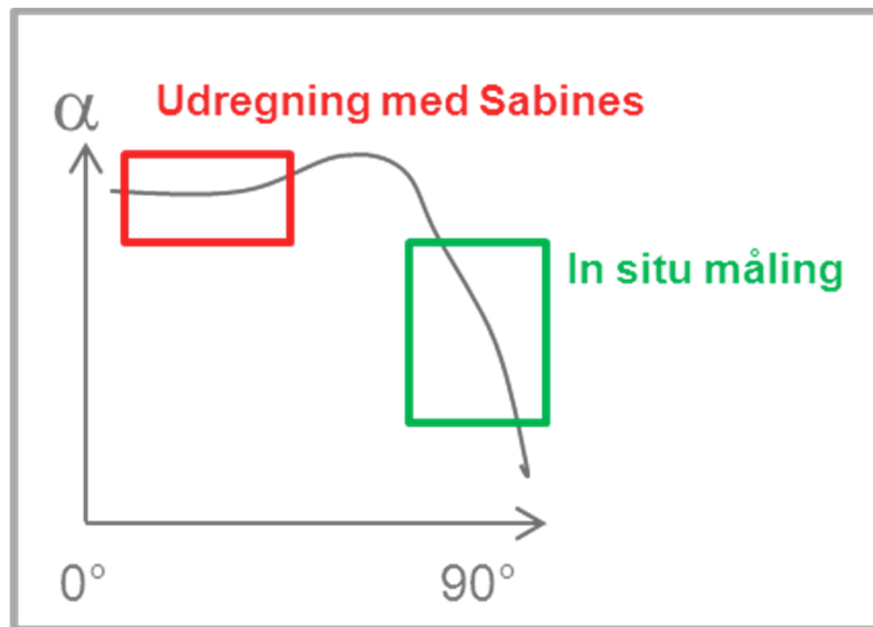
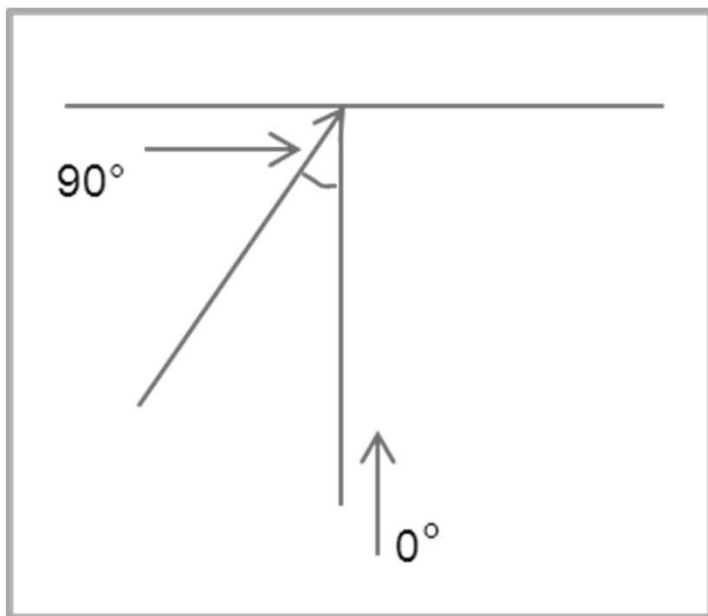
Möllvångsskolan: Høj Loftshøjde, let møblering, (Master uden Extra Bass)

Efterklangstid (RT) – måling ⇔ beregning

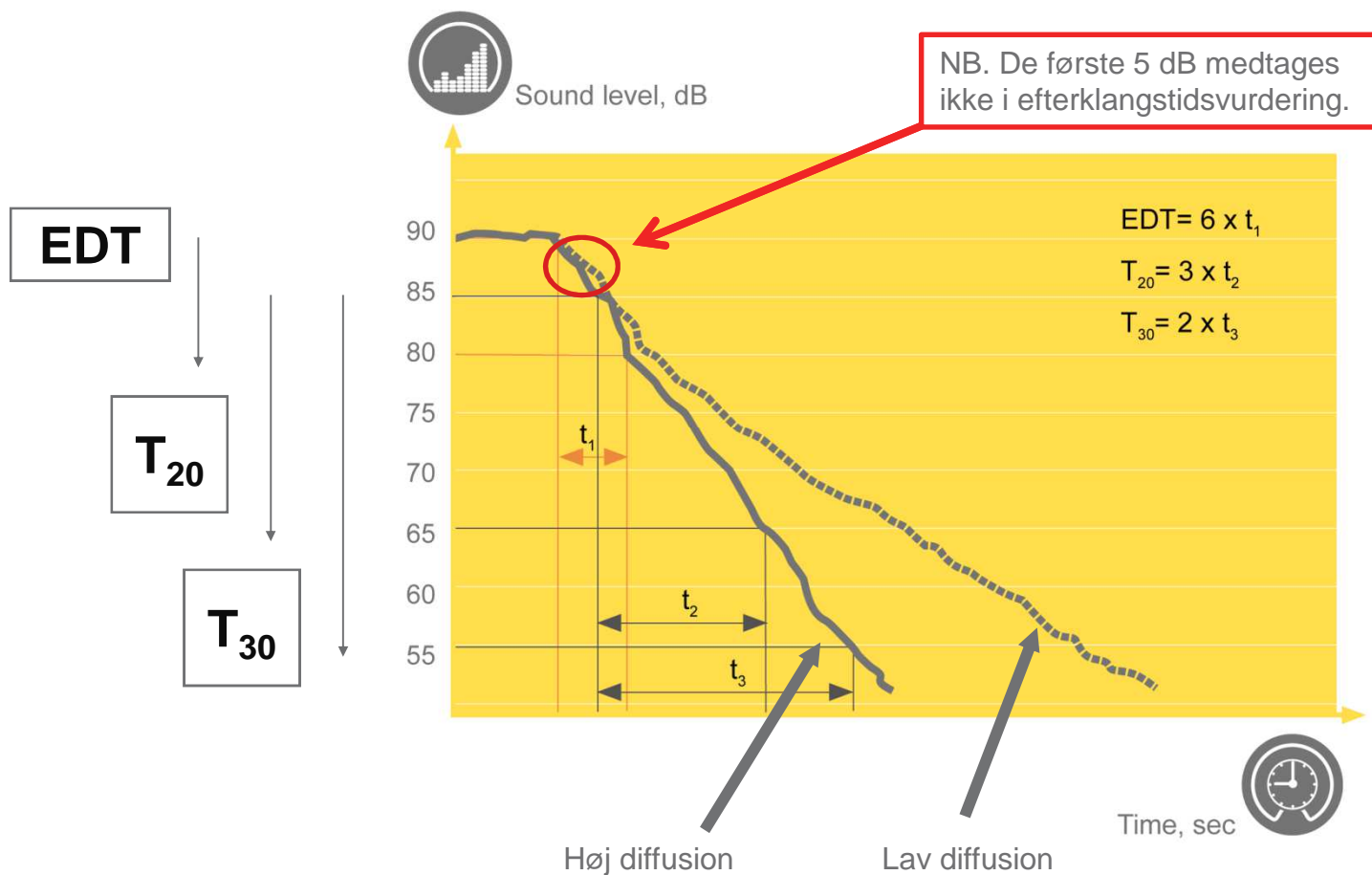


Möllevångsskolan: Høj Loftshøjde, let møblering, (Master med Extra Bass)

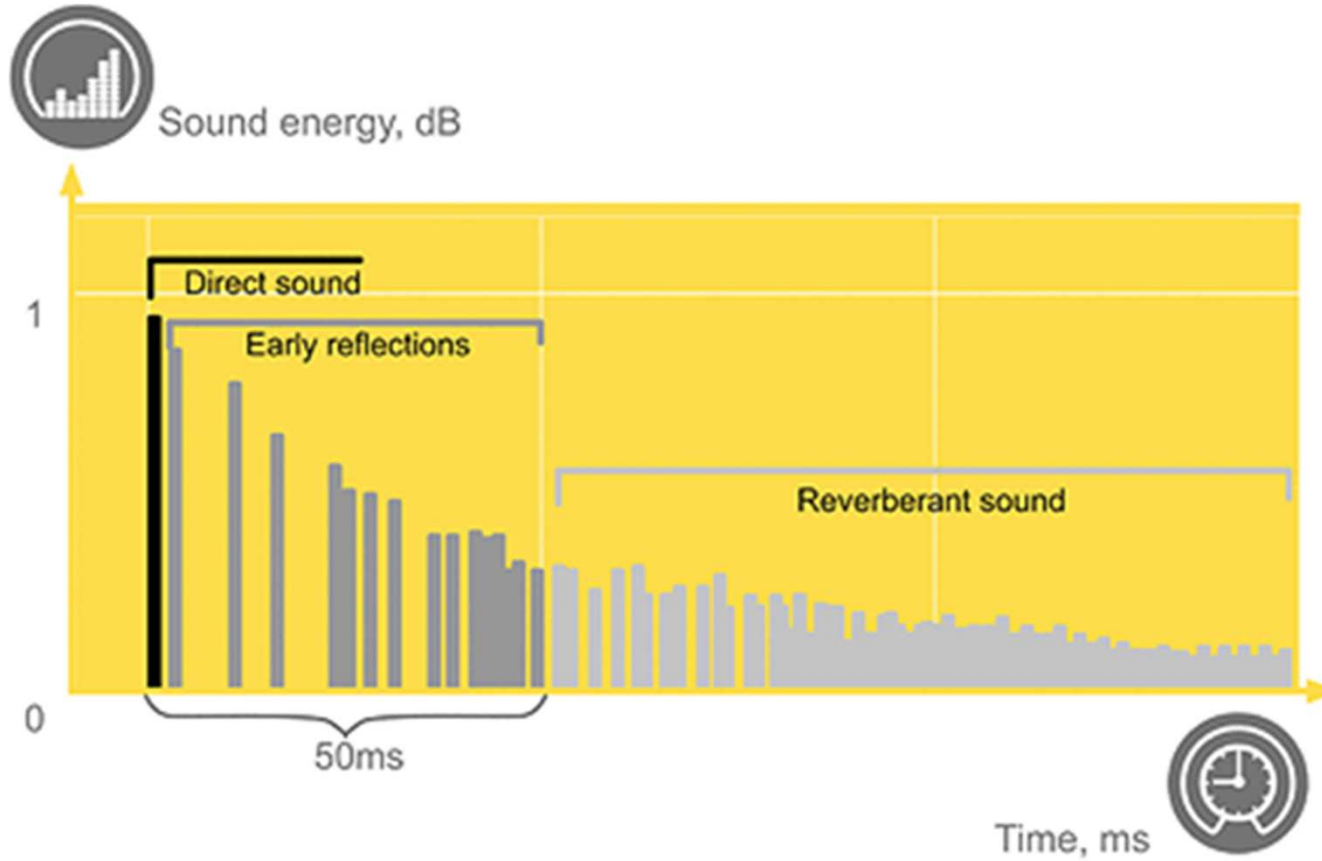
Efterklangstid (RT) – måling ⇔ beregning



Efterklangstid ifølge standard



Taletydelighed – C_{50}



Taletydelighed

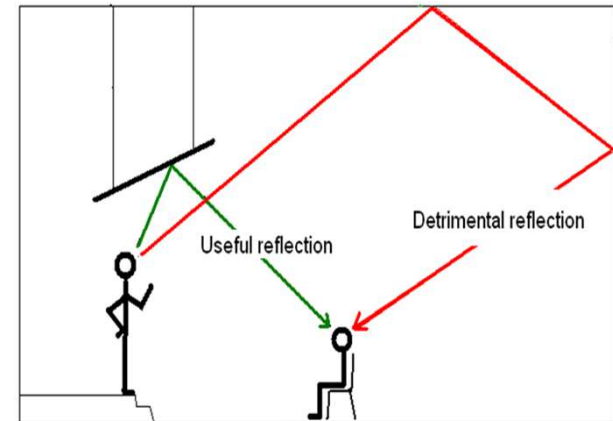
$$C_{50} = 10 \times \log\left(\frac{\text{Energi}(0 - 50\text{ms})}{\text{Energi}(50 - \text{slut})}\right), \text{ dB}$$

$$C_{50} = 10 \log((d + e) / l)$$

$$d = 100Q / r^2$$

$$e = (31200T_{60} / V) e^{-0.04r/T_{60}} (1 - e^{(-0.05)13.82/T_{60}})$$

$$l = (31200T_{60} / V) e^{-0.04r/T_{60}} e^{(-0.05)13.82/T_{60}}$$



Taleklarhed i praksis



Rummets styrke

– overfladernes bidrag til lydtrykket



Rummets styrke

Rummets styrke i skoven (Gain) = 0 dB

Rummets styrke i et givent mindre rum
(inden regulering) = 20-30 dB



Beregning af rummets styrke

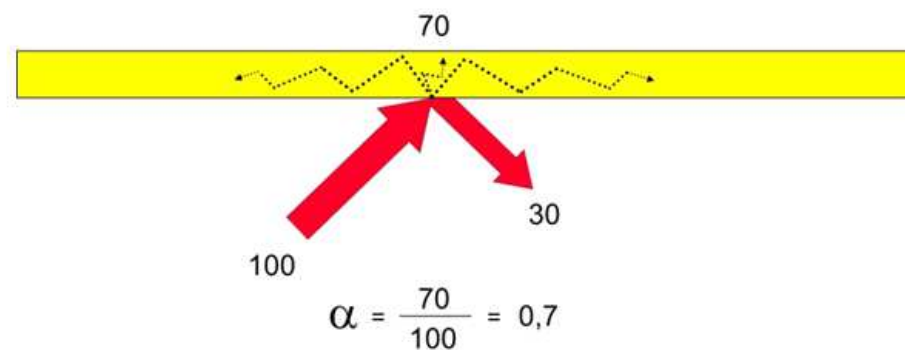
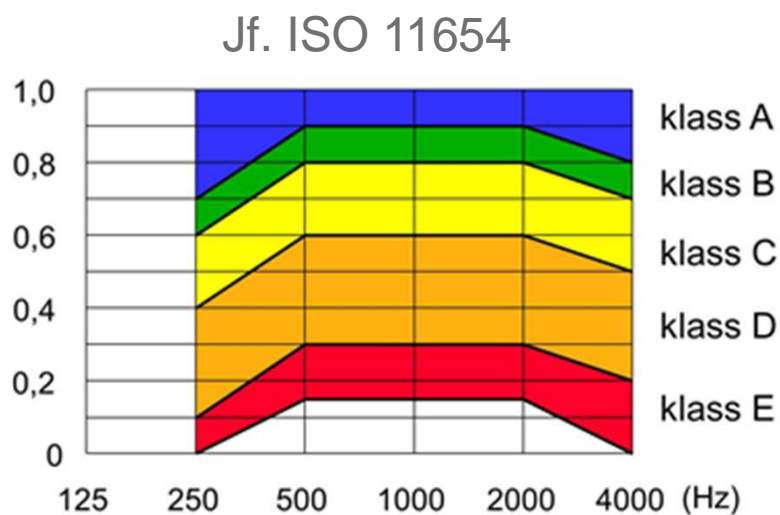
$$G = 10 \log(d + e + l)$$

Jf. Barron og Lee (for diffuse forhold).

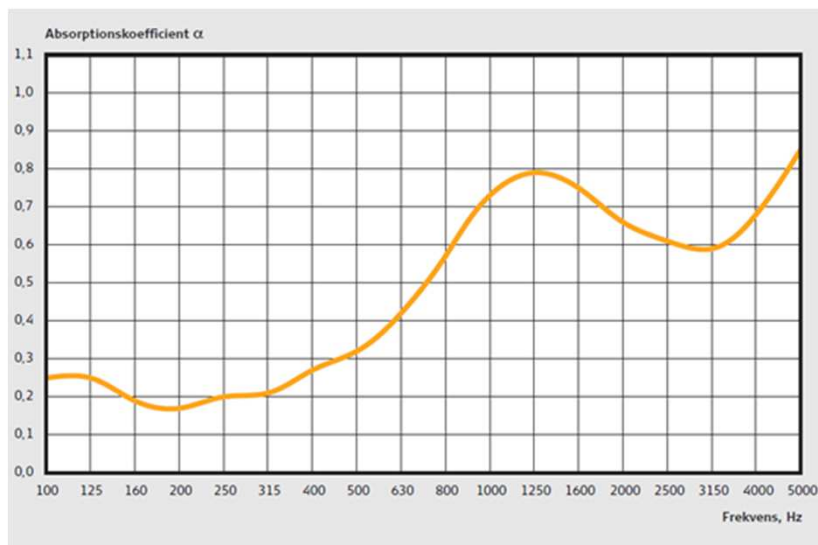
Lydtryk – rummets styrke - gain



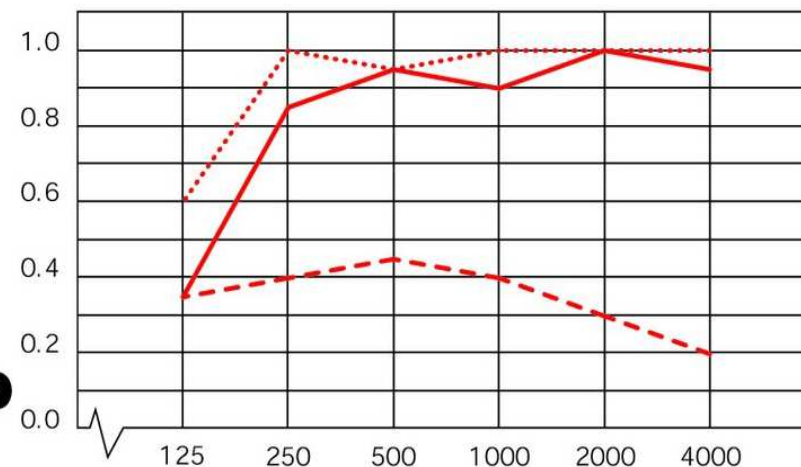
Bløde overflader – klasser vs. produkter



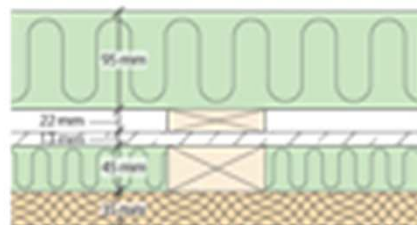
Bløde overflader – klasser vs. produkter



P



95 mm mineraluld
22 mm forskalling
13 mm gips
45 mm reglar
45 mm mineraluld
35 mm plade



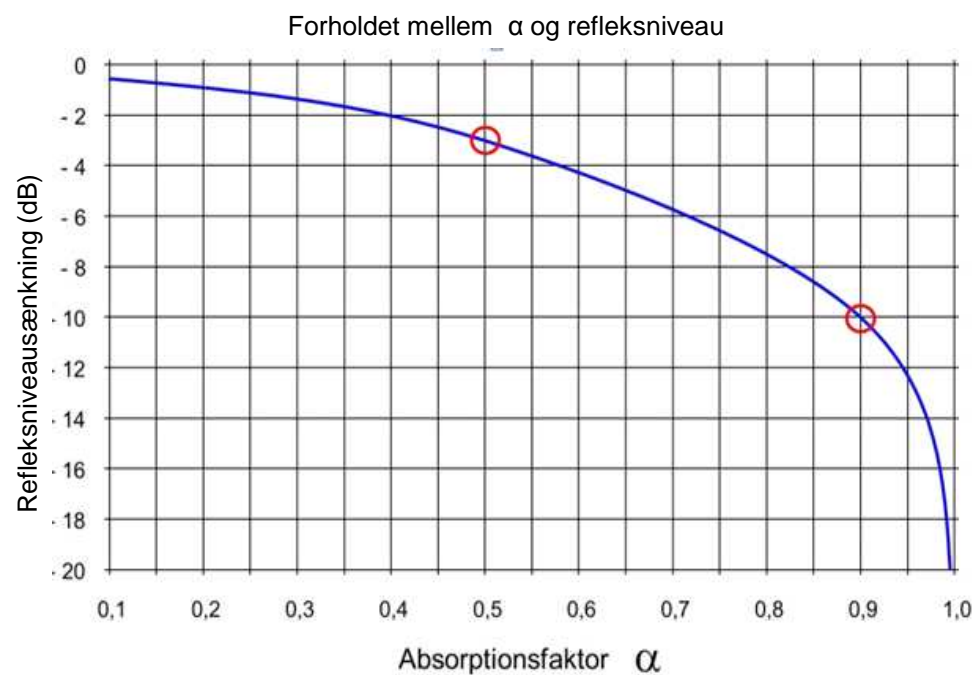
- Ecophon Master Rigid A 200 mm tkh.
 - - - Ecophon Master Rigid A/gamma 200 mm tkh.
 - ... Ecophon Master Rigid A + Ecophon Extra Bass 200 mm tkh.
- tkh = total konstruktionshøjde.

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

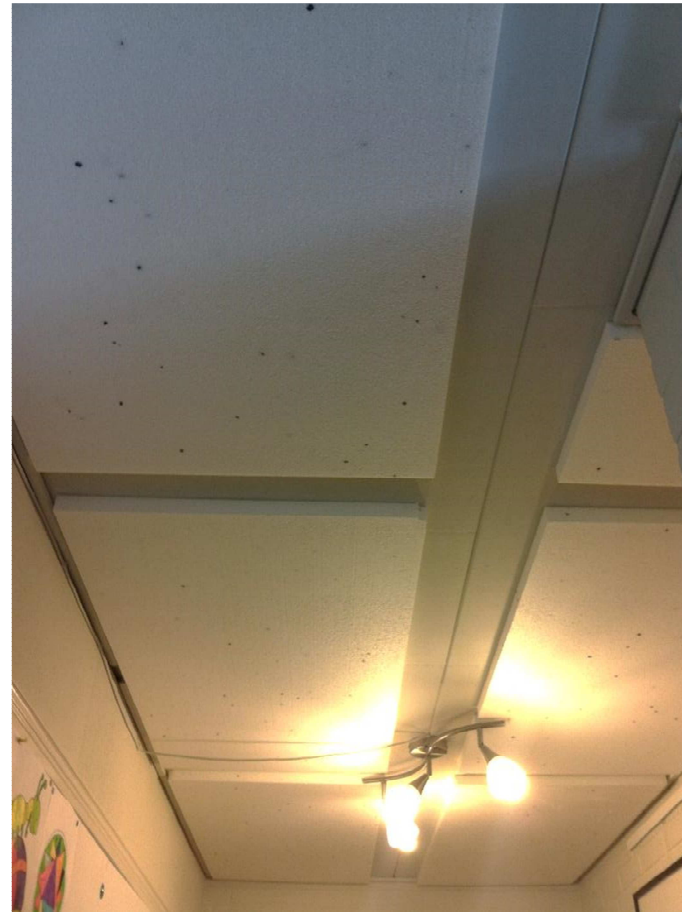
A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Hvad betyder overfladerne for lydniveaueet?

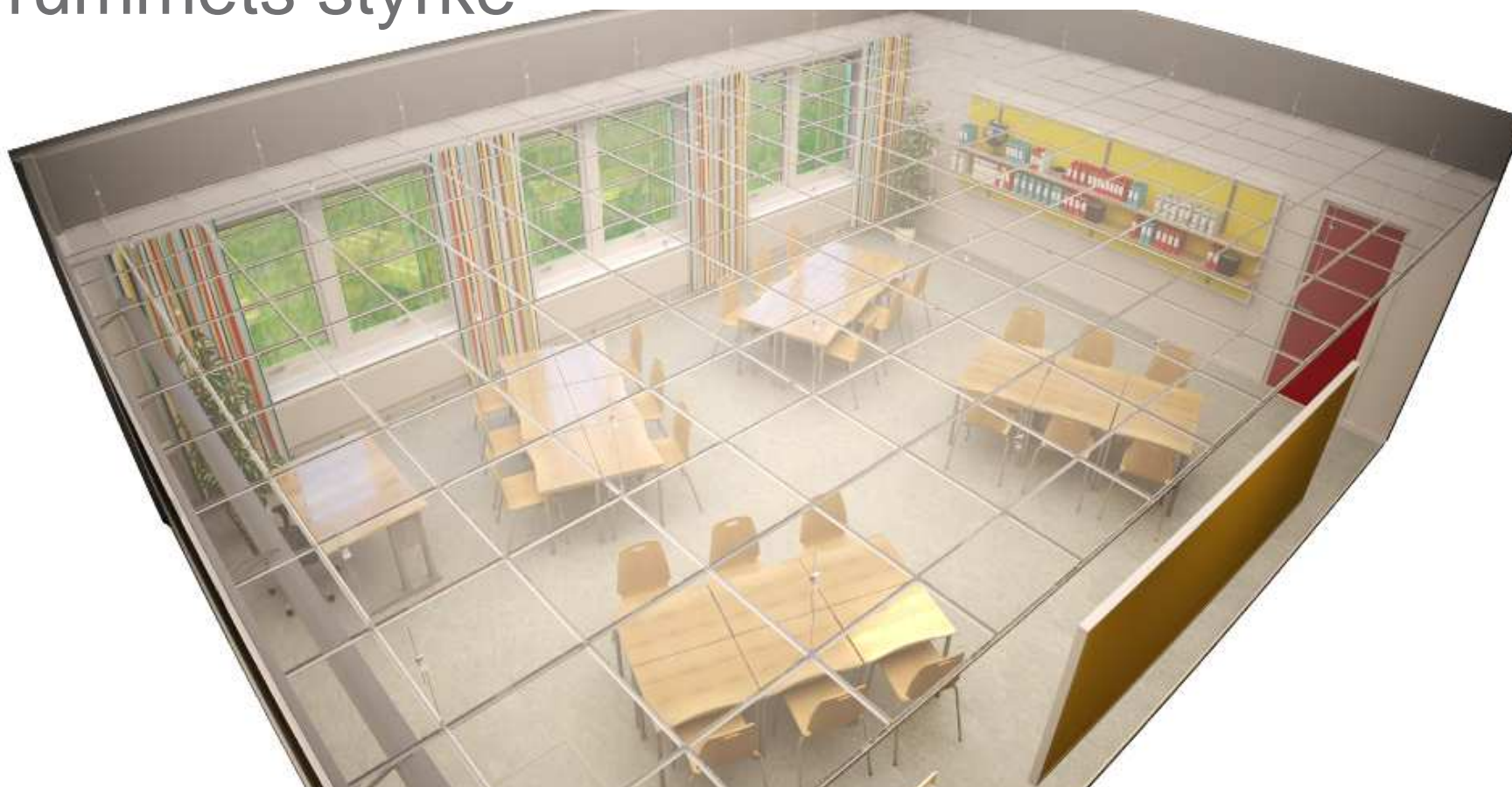
α	Refleksniveau
0,1	-0,5 dB
0,2	-1 dB
0,3	-1,5 dB
0,4	-2 dB
0,5	-3 dB
0,6	-4 dB
0,7	-5 dB
0,8	-7 dB
0,9	-10 dB
0,95	-13 dB
0,99	-20 dB



Eksempel – bløde overflader?



Løsning på efterklangstid, taleklarhed og rummets styrke



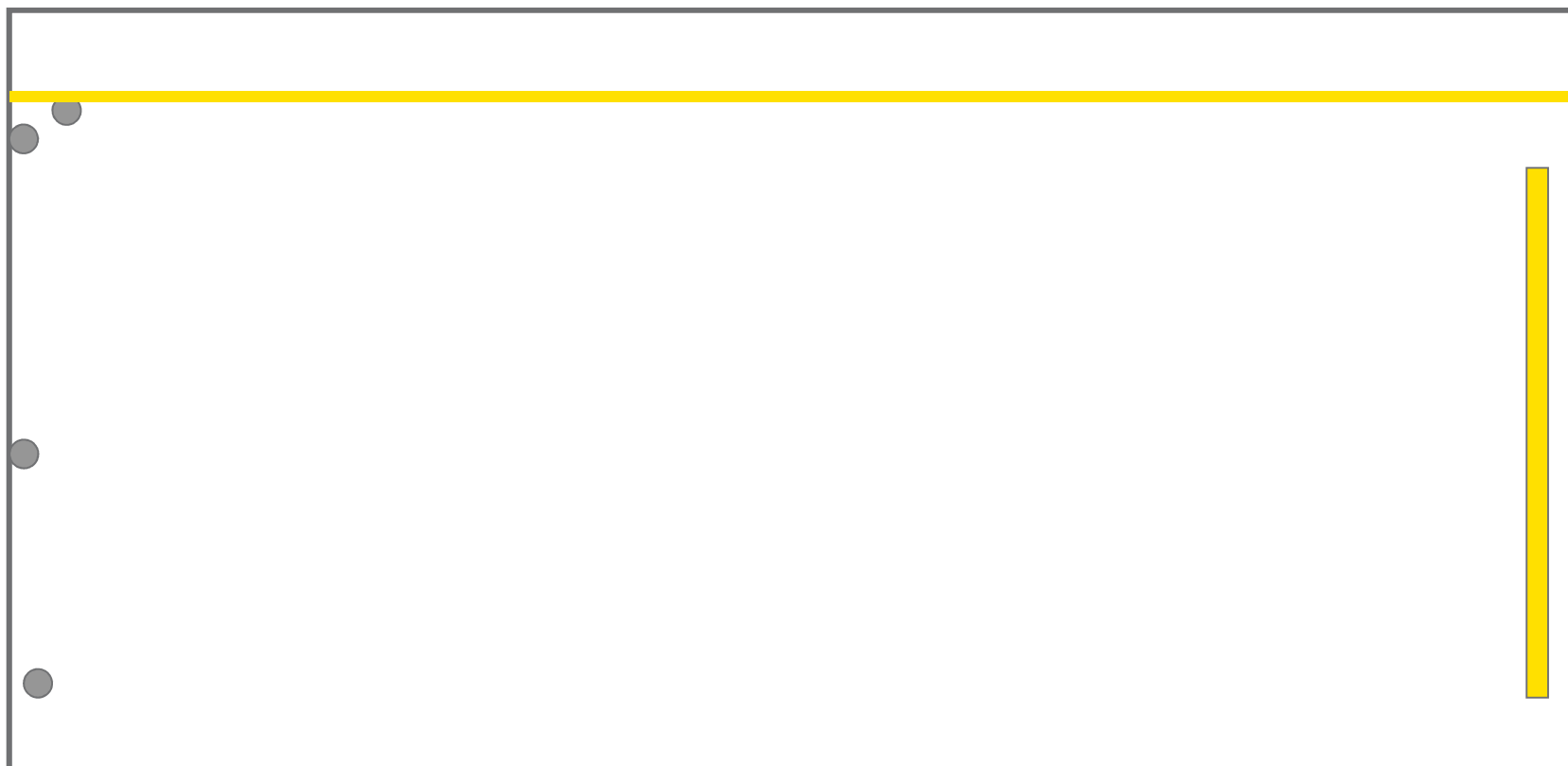
Løsning på efterklangstid, taleklarhed og rummets styrke



Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Den generelle løsning

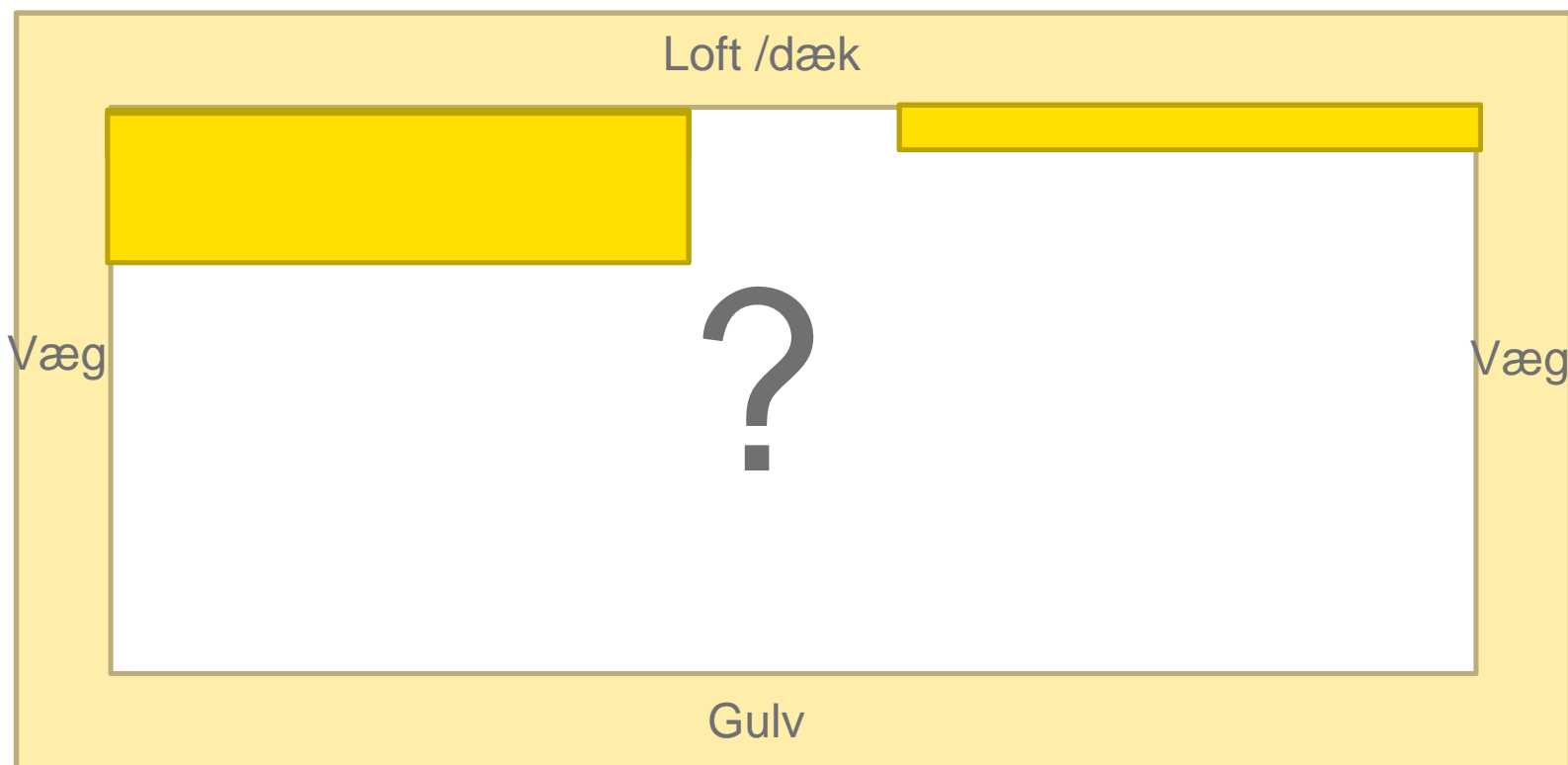




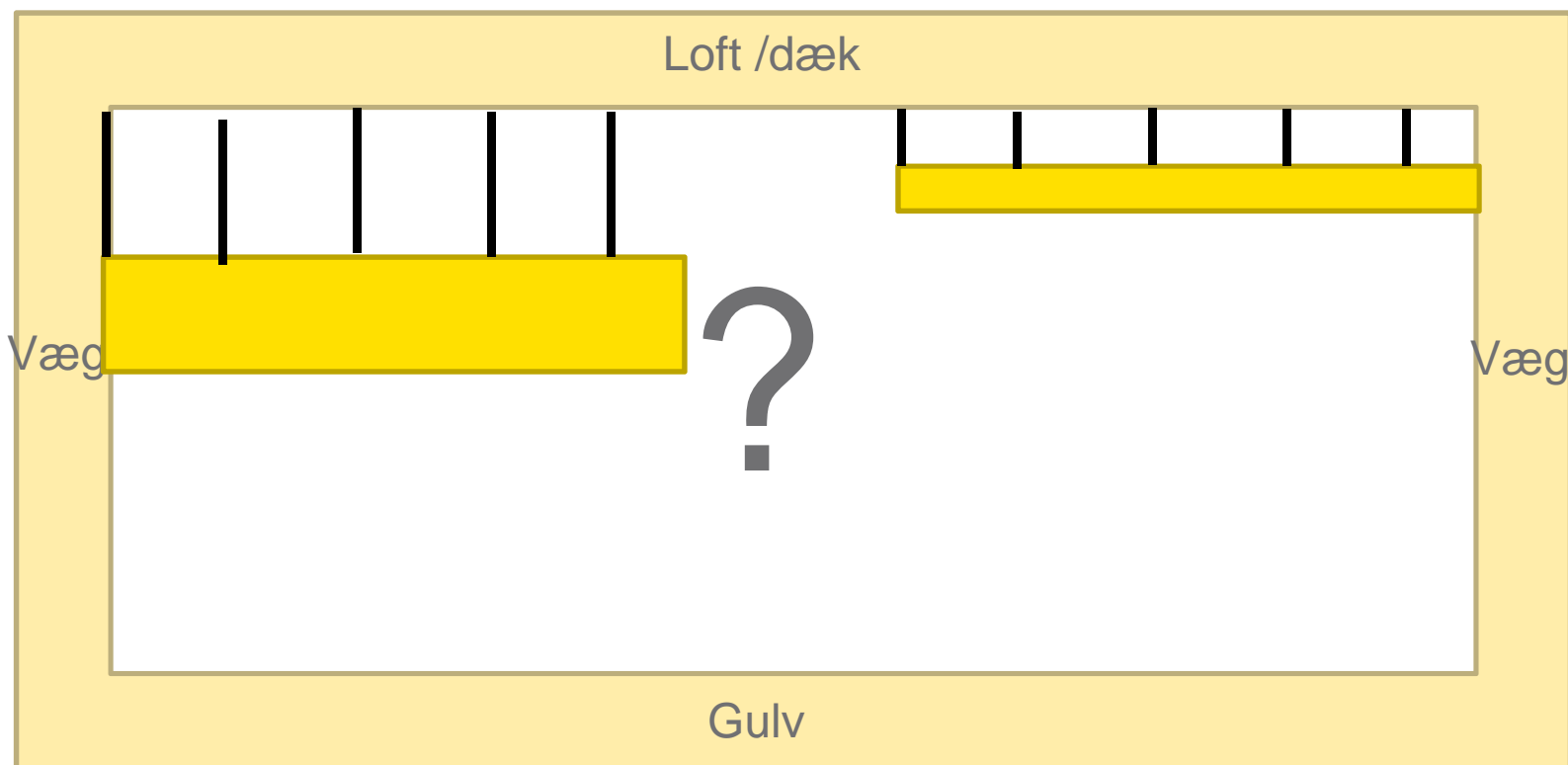
Åbne miljøer: Lydudbredelse og ISO 3382-3

Hvordan?

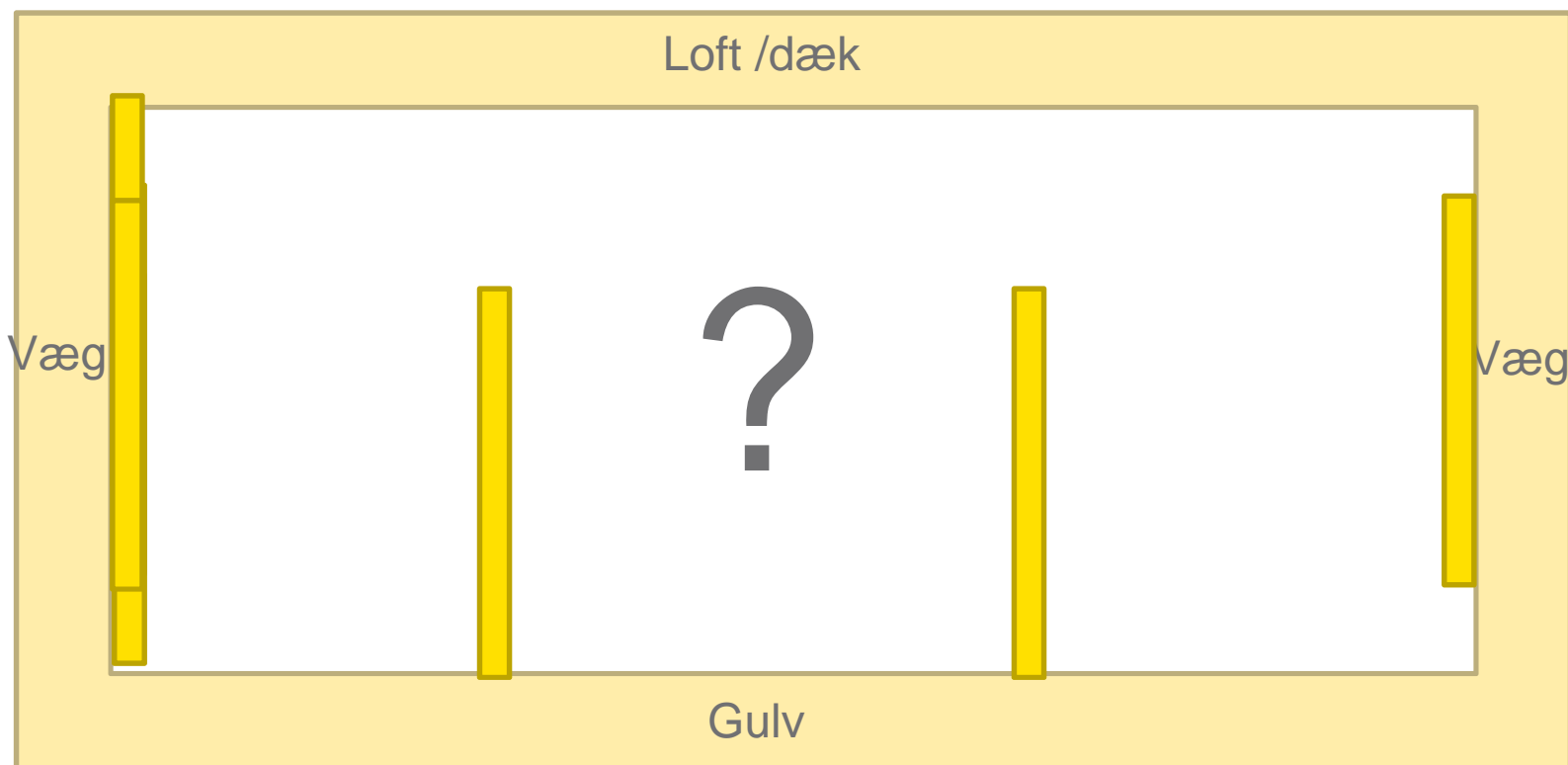
Hvordan skal vi prioritere?



Hvordan skal vi prioritere?



Hvordan skal vi prioritere?



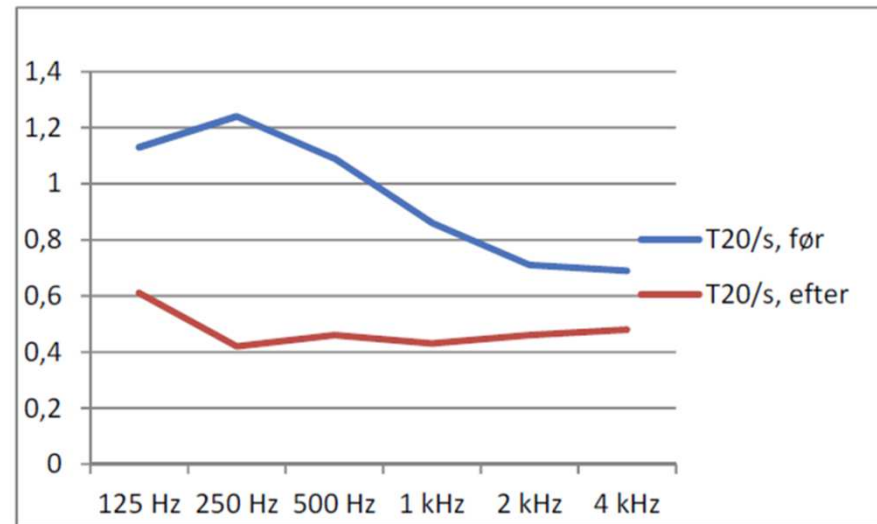
Thorning skole



Thorning skole

Oplysninger:

- 5A
- Pige med høretab
- Eksisterende loft er perf. gips
- Taletydigheden er dårlig
- Der er megen larm



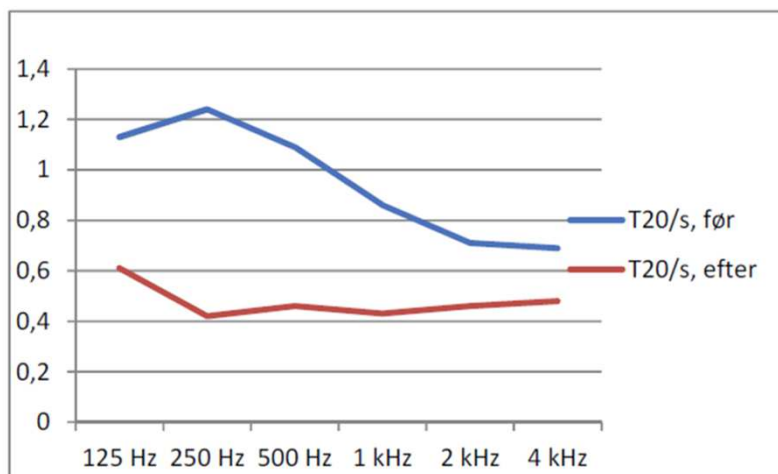
Arbejd i flere dimensioner...





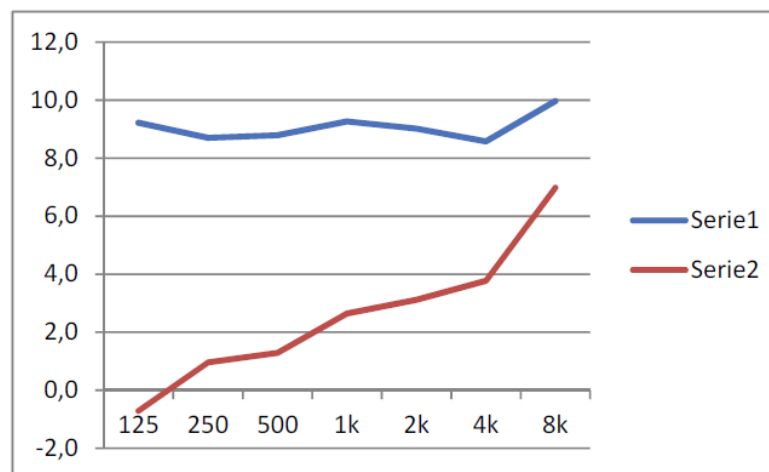
Akustiske resultater

Efterklangstid – T_{20}



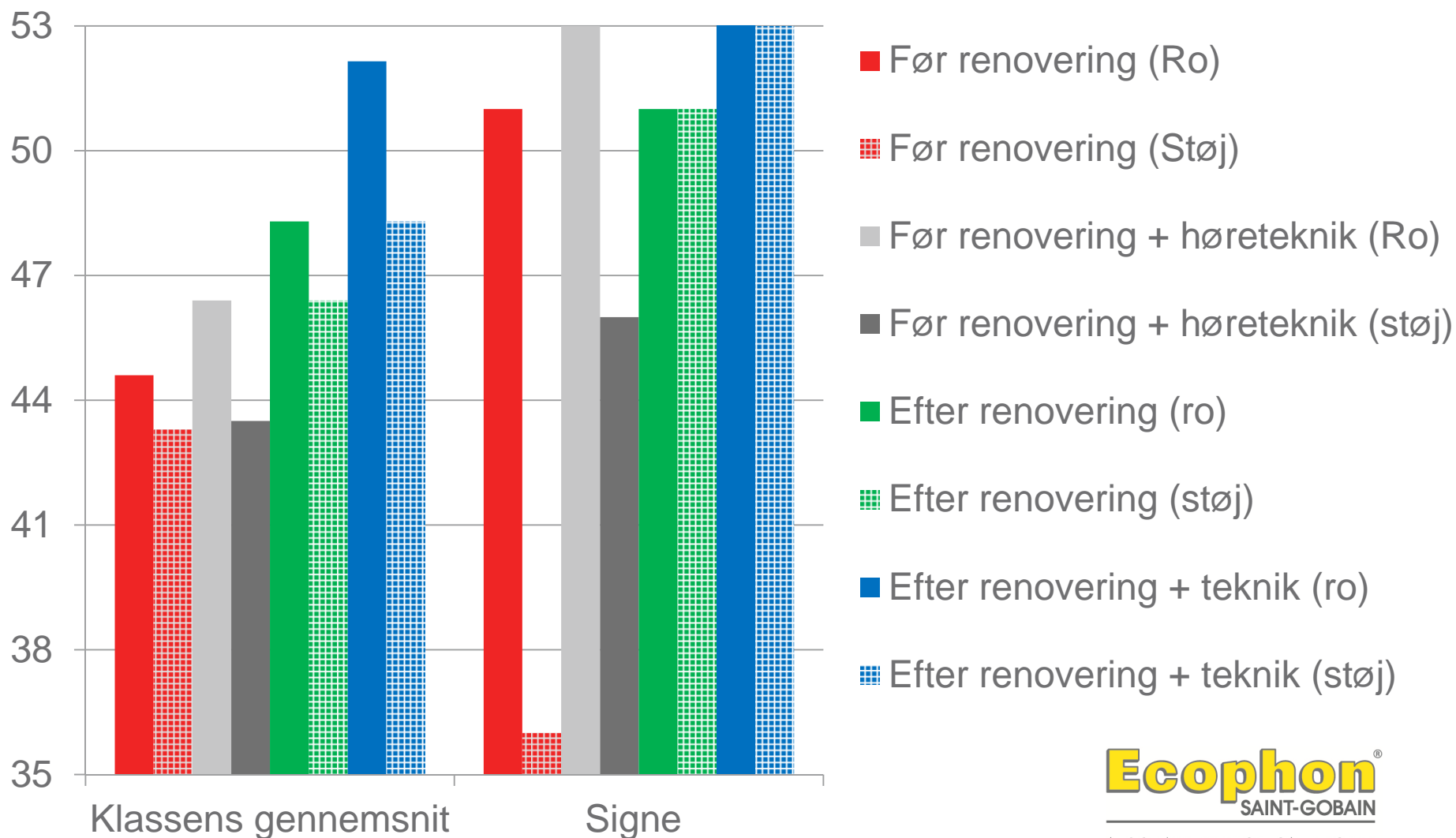
NB. Blå kurve = før regulering

Taleklarhed – C_{50}

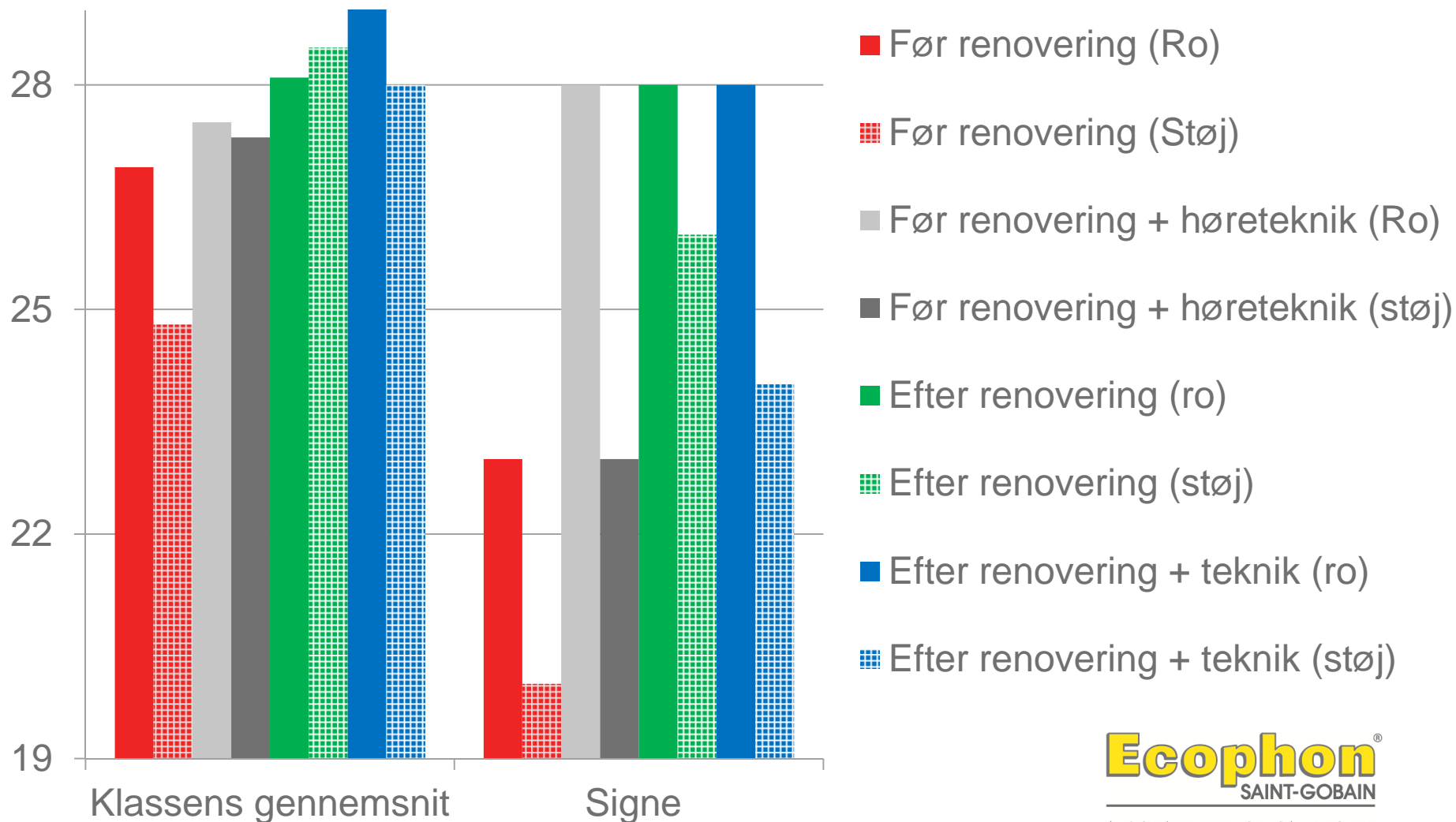


NB. Blå kurve = efter regulering

Working memory – klassens gennemsnit vs. Signe



Kommutationspar – klassens gennemsnit vs. Signe



Det man ikke kunne måle...



Eksempel: Renovering eller nybyg?





....Kreativt?



God akustik generelt – hvordan?



Rummet – mennesket - aktiviteten

Rummet

- Rummets geometri (– størrelse og form)
- Rummets overflader (- fokus på absorption)
- Tænk i flere dimensioner
- Diffusitet



Mennesket og aktiviteten



Hvis vi glemmer akustikken?





Inden I løber...



Tak fordi I lyttede!

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE