Akustikprojektering i storkök och matsal

MATHIAS BARBAGALLO

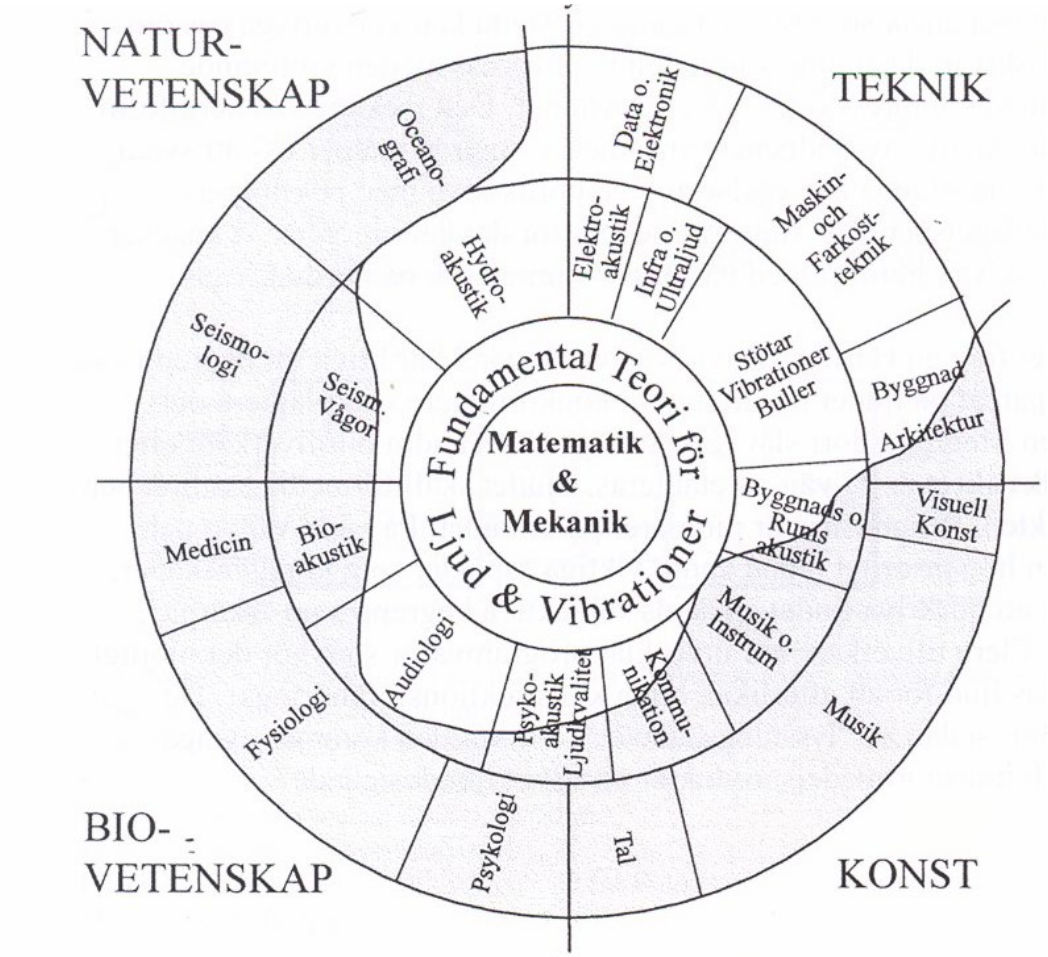
DIVISION OF ENGINEERING ACOUSTICS, LUND UNIVERSITY



Bakgrund

- Mathias Barbagallo
- MSc Sound and Vibration, Chalmers, 2008
- PhD Teknisk Akustik, KTH, 2013
- Akustikkonsult i privata bolag i olika branscher – offshore, marine, bygg, industri, 2013 – idag
- Forskare på LTH, 2019 – idag

Vad är akustik?



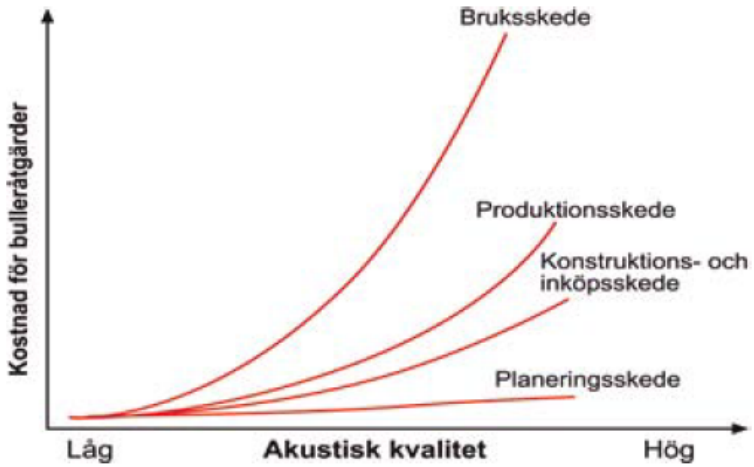
Vad är akustik?

- En akustikfråga är mångsidig och svaren brukar inte vara enkla utan mångsidiga.
- När man pratar om akustikprojektering av byggnader så kan följande frågeställningar vara aktuella:
    - Störkällor och deras akustiska egenskaper
    - Akustikprojektering av utrymmen där störkällorna ligger
    - Akustikprojektering av konstruktionselement mellan störkällorna och mottagare
    - Akustikprojektering av mottagarrummet
    - Hur mottagare uppfattar och störs av ljud
    - Vad är gällande regelverket? Bedömningsgrunder, mätprocedur, beräkningsprocedur.
- Allt detta är akustik – och dessutom en relativt liten del av den.

Varför pratar vi om akustik?

- Hälsofrågan
- Arbetsmiljöfrågan – Buller (AFS 2005:16), föreskrifter. Länk.
- Kostnadsfråga
- Boverket – Bullerskydd i bostäder och lokaler. Länk.

Figur 1.1
Samband mellan akustisk kvalitet och kostnad för bulleråtgärder.
Källa: SOU 1993:65



Kravsatta ljudparametrar

- BBR (avsnitt 7 för ljud), länk.
- Referens till SS 25268:2007 + T1:2017, Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader – Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell.
- I dessa tre dokument finns det fem kravställda ljudparametrar:
  - Luftljudsisolering
  - Stegljudsisolering (stegljudsnivå)
  - Ljudtrycksnivå från installationer och hissar
  - Ljudtrycksnivå från yttre ljudkällor och trafik
  - Efterklangstid
- Miljöbyggnad (efterklangstid ingår ej)

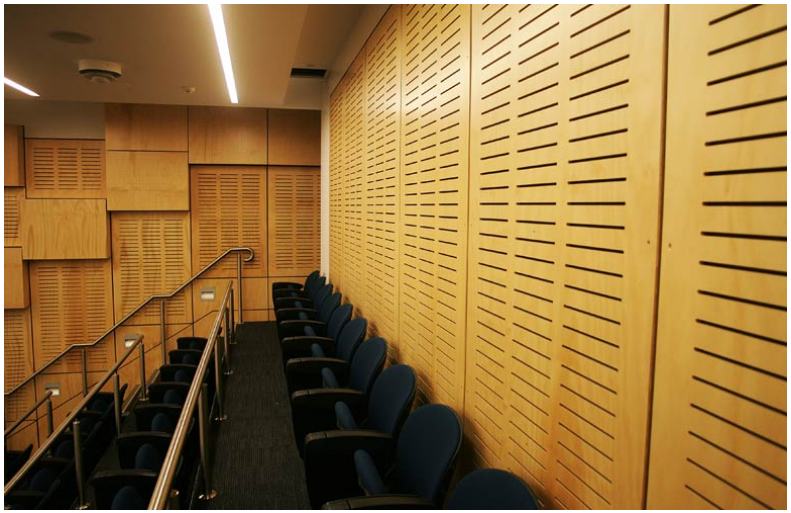
Efterklangstid



- Påverkas av absorption i rummet - intuitivt
  - Också av hur ljudets reflekteras och spridas ut av ytorna
- Nykelparameter

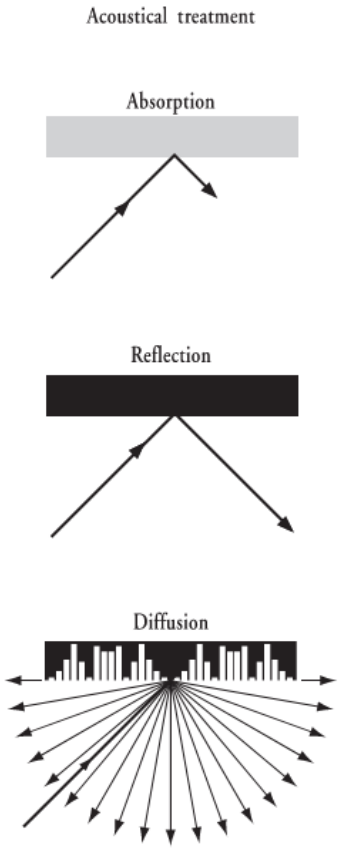
Efterklangstid





LUND UNIVERSITY

Diffusion



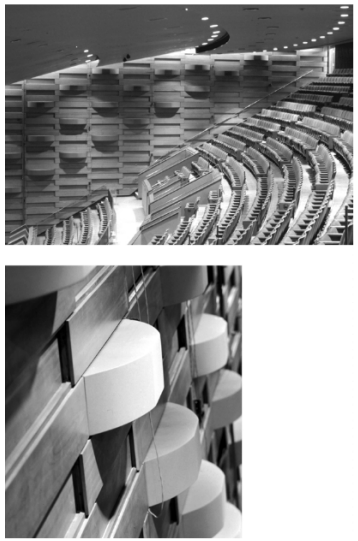
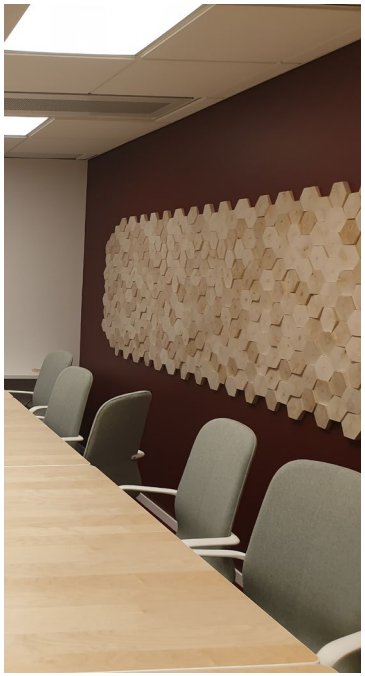
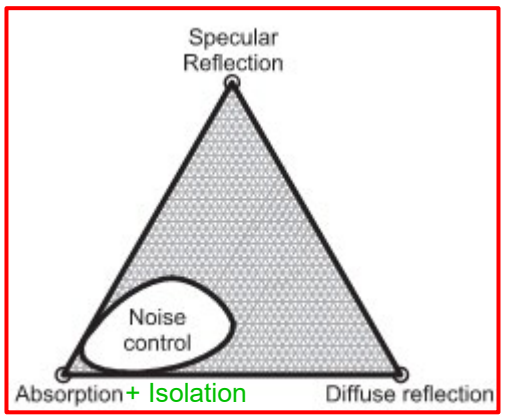


Figure 2.2 Application of optimized curved diffusers (OptiCurve™) in the Hummingbird Centre, Toronto (after D'Antonio and Cox [1]).





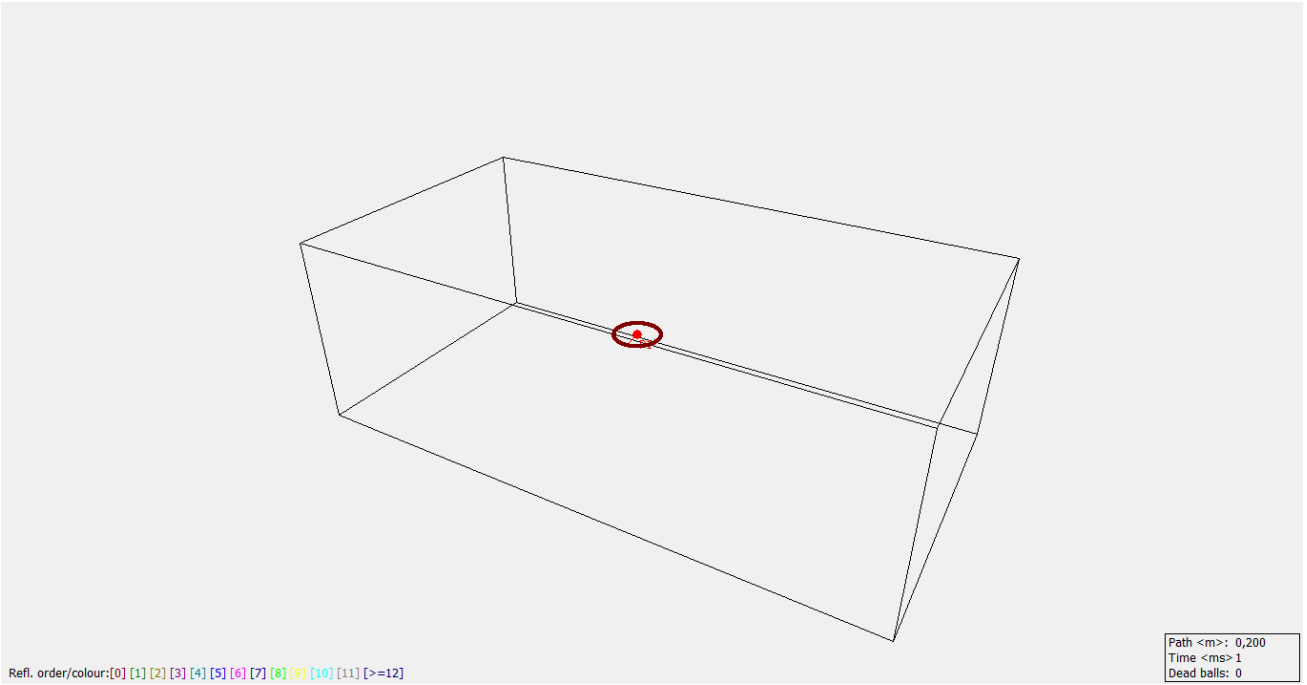


Cox, D'Antonio, Acoustic Absorbers and Diffusers

LUND UNIVERSITY

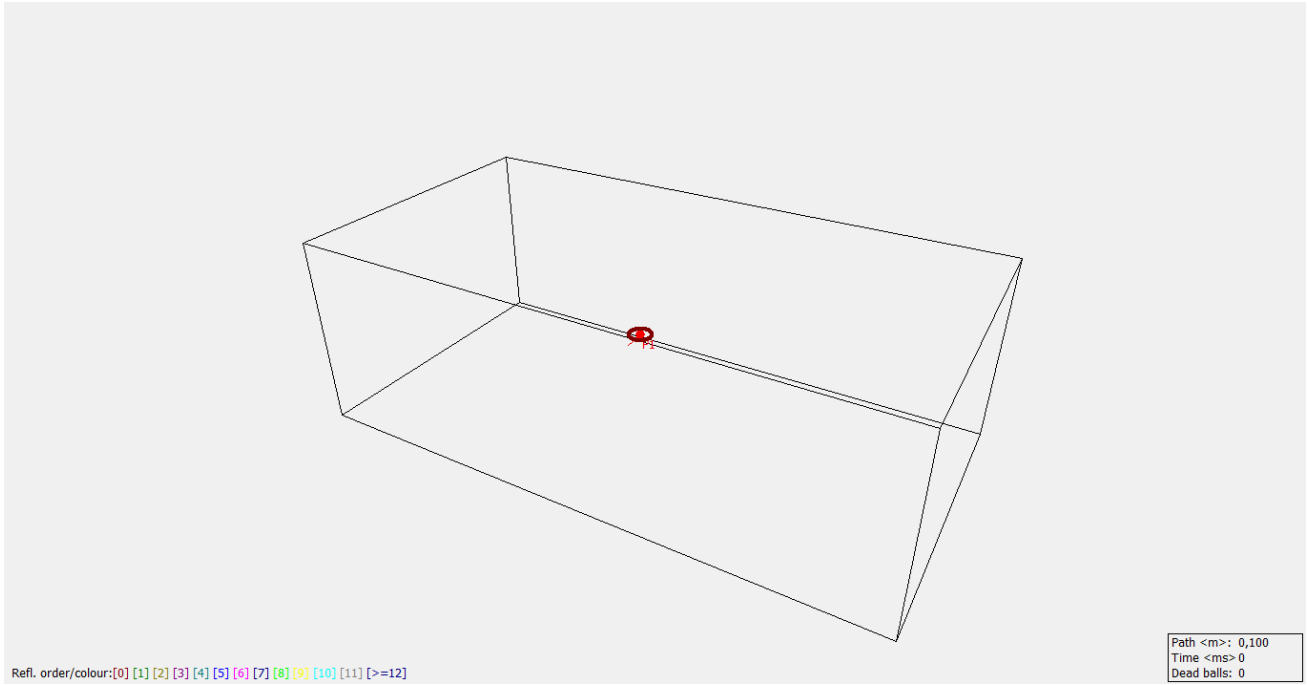
Diffusion

- Rum i putsad betong.
- Ingen ljuddiffusion. Fladder eko!

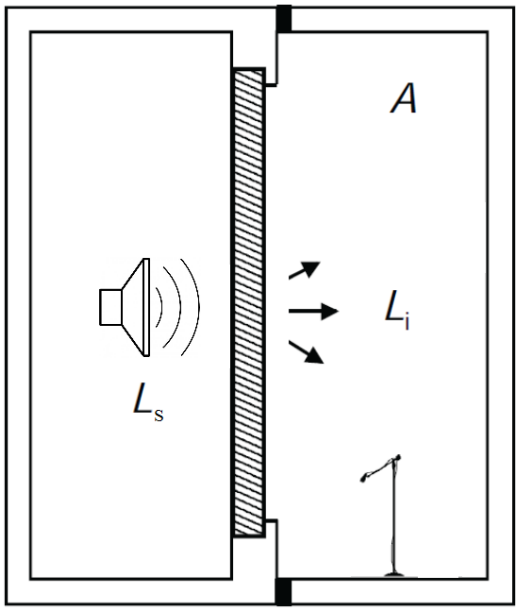


Diffusion

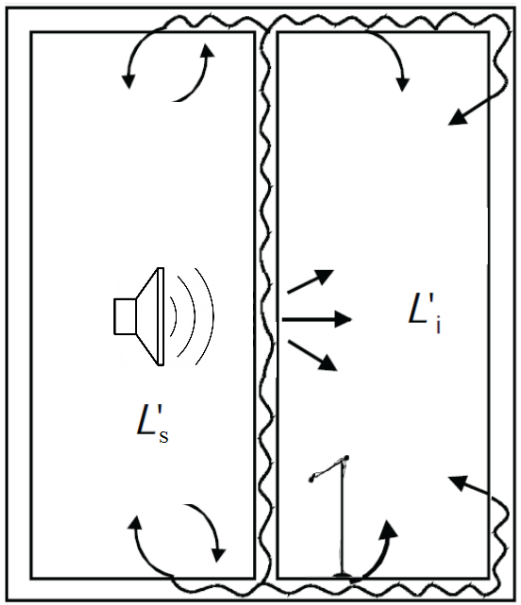
- Rum i putsad betong.
- Full ljuddiffusion. Inget mönster i reflexer, ljudenergi sprids ut.



Luftljudsisolering



ISO 717-1:2013
ISO 10140-2:2010
R_w



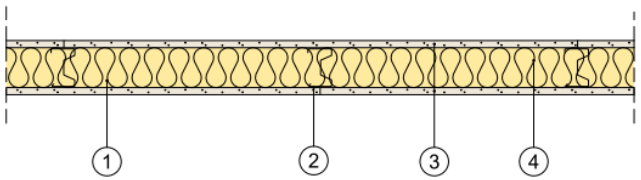
ISO 717-1:2013
ISO 16283-1:2014
R'_w

- Ju högre desto bättre

Luftljudsisolering

Innerväggar med stålstomme

3.1.1:104B Datablad Gyproc XR 450



44 dB

3.1.1

XR

Gyproc XR 70/70 (450) H-H M70

1. Kantprofil Gyproc AC 70/40 ACOUnomic (i golv, vägg och tak)
2. Regel Gyproc XR 70, c 450 mm
3. 12,5 mm Gyproc Habito Gipsskivor
4. 70 mm mineralull

Gyproc XR 95/95 (450) H-H M95

1. Kantprofil Gyproc AC 95/40 ACOUnomic (i golv, vägg och tak)
2. Regel Gyproc XR 95, c 450 mm
3. 12,5 mm Gyproc Habito Gipsskivor
4. 95 mm mineralull

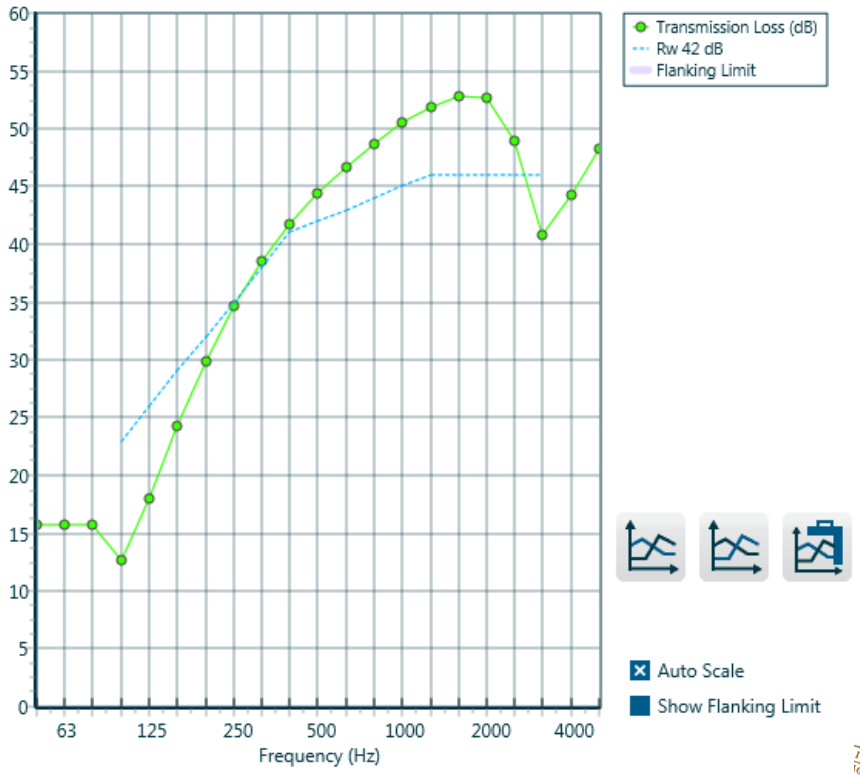
Hänvisning till typdetalj	
Anslutning mot tunga konstruktioner	3.1.1:201-206
Anslutning av vägg mot betongplatta	3.1.1:207
Anslutning av vägg mot håldäck	3.1.1:208
Anslutning av vägg mot massiv betong-vägg	3.1.1:209
Ytterhörn	3.1.1:212-214
T-hörn	3.1.1:215-218
Anslutning mot undertak	3.1.1:220-228
Anslutning mot yttervägg	3.1.1:240-243
Anslutning mot betongpelare	3.1.1:245
Dilatationsfog	3.1.1:246
Teleskopanslutningar	3.1.1:250-254
Flanktransmission i Gyproc Träbjälklag	3.1.1:261-262

Anmärkning
S = Isover Ultimate densitet lägst 18 kg/m³ alt. stenull med densitet minst 28 kg/m³

Systemegenskaper

Systemegenskaper för övriga Gyproc skivor se funktionsnycklar samt kodnyckel för skivor i kap 2.1

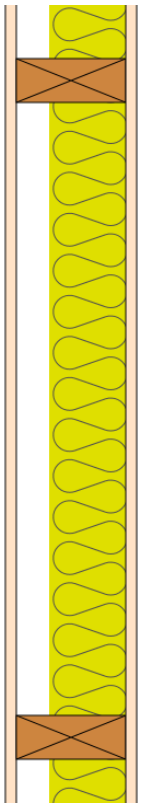
Väggtyp	R'_w (dB)	$R'_w + C_{50-3150}$ (dB)	Brand-klass	Max vägghöjd (mm)	Vägg-tjocklek (mm)
Gyproc XR 70/70 (450) H-H M70	44		EI 30	5250	95
Gyproc XR 70/70 (450) H-H S70	44		EI 60	3400	95
Gyproc XR 95/95 (450) H-H M95	44		EI 30	6000	120
Gyproc XR 95/95 (450) H-H S95	44		EI 60	4000	120

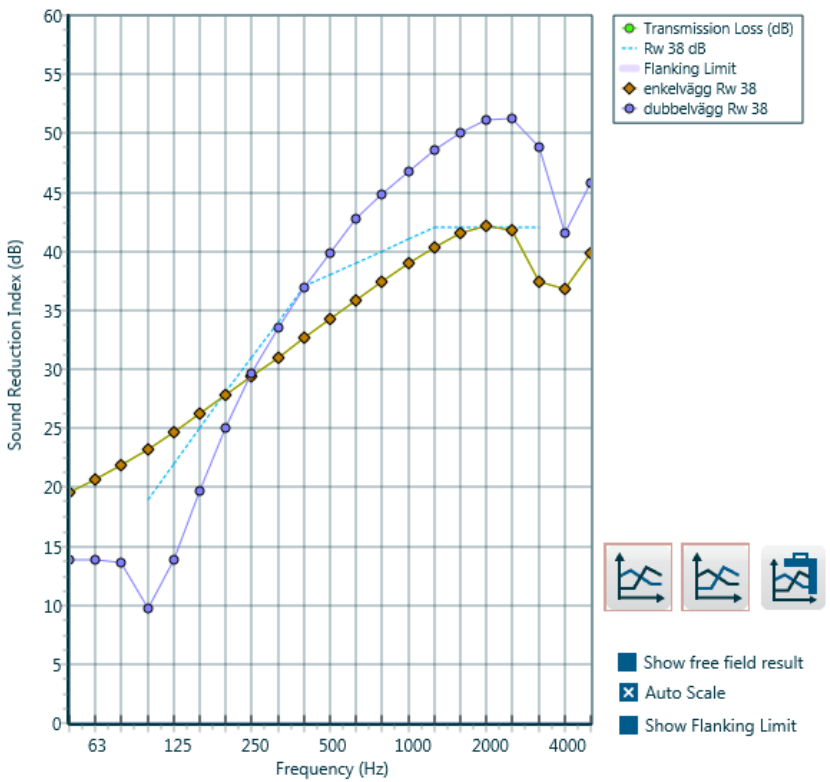


From INSUL

LUND UNIVERSITY

Luftljudsisolering



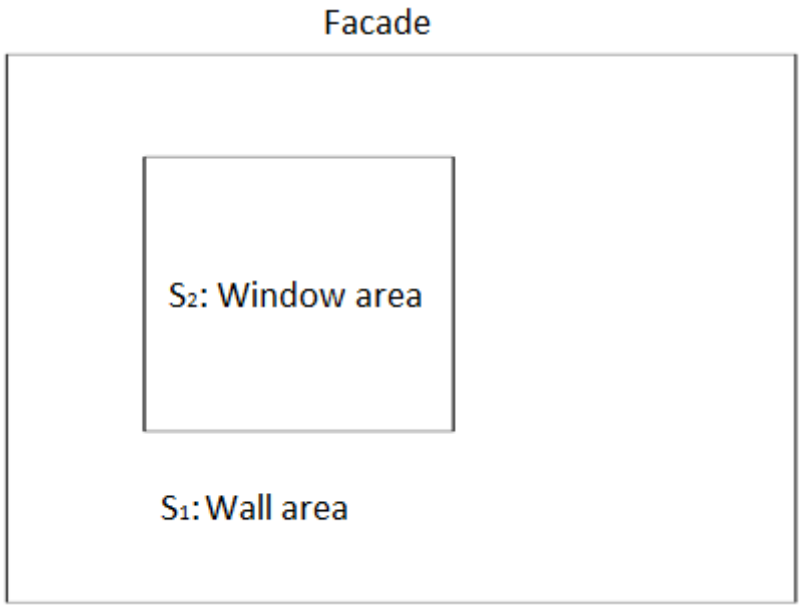


Bakom detta enkeltal R'w eller Rw så finns det en kurva. Vissa egenskaper kan inte tas fram bara genom att kolla enkeltalet.

From INSUL

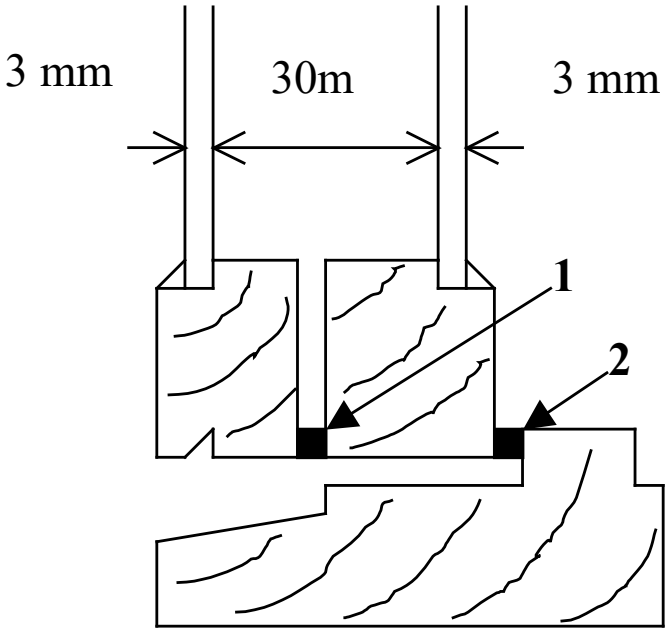
LUND UNIVERSITY

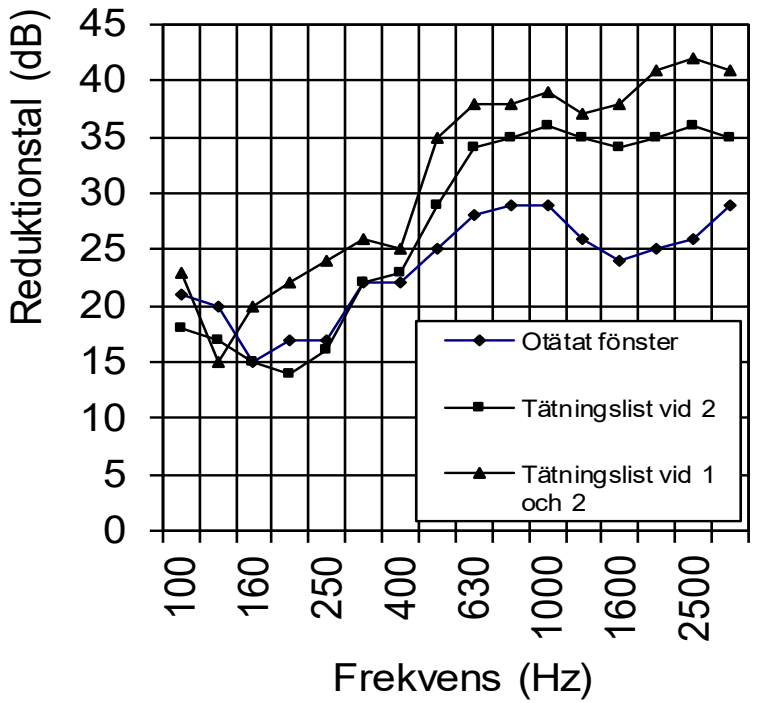
Luftljudsisolering – flera element



Luftljudsisolering - Tätning

Tätning av fönster och dörrar är avgörande!





Luftljudsisolering - Uppfattning

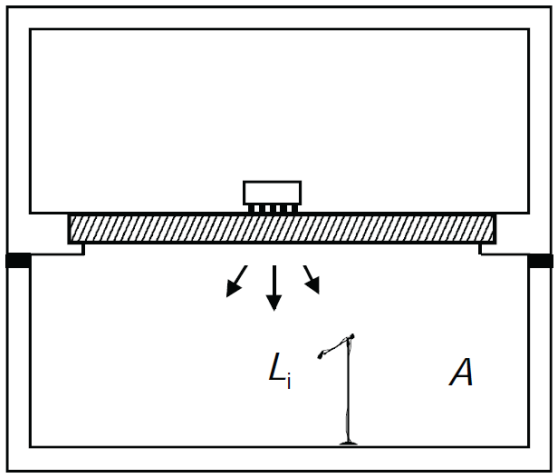
Tabell 4.3
Subjektiv uppfattning av ljud vid olika ljudisoleringar.

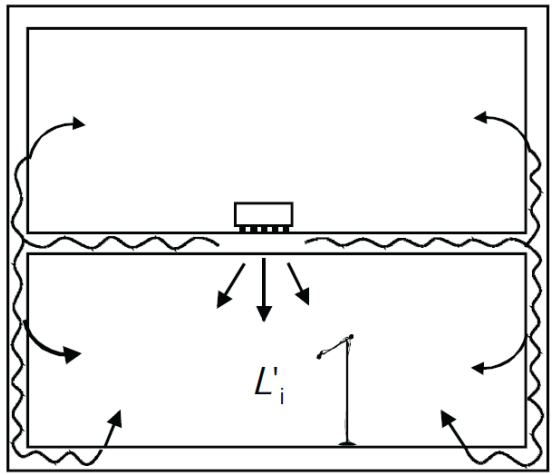
R'_{w} / D_{nTw}	Sorl	Normalt tal, kontorsmaskiner i lugn miljö	Normalt tal, kontorsmaskiner	Högröstat samtal	Skrik	Högtalarljud, måttlig nivå	Diskodunk
35							
40							
44							
48	**Röd** – hörs						
52	**vit** – hörs inte						
60	**Grå** – kan höras men stör inte under normala omständigheter						

Källa: Bullerskydd I bostäder och lokaler, Boverket

LUND UNIVERSITY

Stegljudsisolering





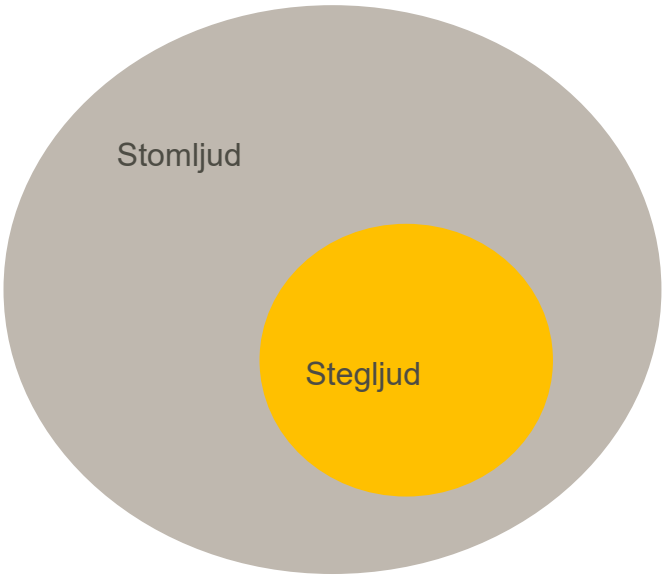


- Ju lägre desto bättre

LUND UNIVERSITY

Stegljudsisolering

- Stegljud är en typ av stomljud
- Den som bankar på bordet kan framkalla stomljud – som inte beskrivs av stegljudsmätningar.



LUND UNIVERSITY

Stegljudsisolering – Uppfattning

Tabell 4.6
Subjektiv upplevelse för olika stegljudsnivåer för lätta konstruktioner med god stegljudsdämpning vid låga frekvenser ($C_{I,50\text{-}2500}$ högst 4 dB).

$L'_{n,w}$ $L'_{nT,w}$	Lugn gångtrafik med mjuka skor	Lugn gångtrafik med klackskor	Snabb gång/ spring med mjuka skor	Snabb gång/ spring med klackskor	Barnlek/ hopp "normal"	Barnlek/ hopp "avancerad"	Gymnastik kraftiga dunsar etc.
64							
60							
56							
52							
48	röd – hörs						
44	vit – hörs inte men kan förnimmas						
40	grå – kan höras, men stör inte under normala omständigheter						

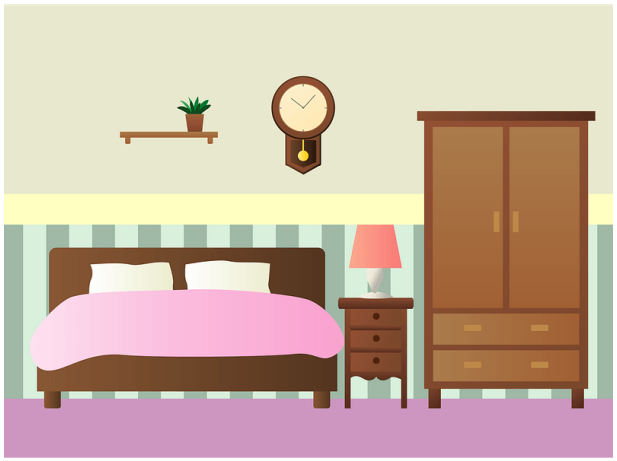
Tabell 4.7
Subjektiv upplevelse för olika stegljudsnivåer för tunga konstruktioner.

$L'_{n,w}$ $L'_{nT,w}$	Lugn gångtrafik med mjuka skor	Lugn gång trafik med klackskor	Snabb gång/ spring med mjuka skor	Snabb gång/ spring med klackskor	Barnlek/ hopp "normal"	Barnlek/ hopp "avancerad"	Gymnastik kraftiga dunsar etc.
64							
60							
56							
52							
48	röd – hörs						
44	vit – hörs inte men kan förnimmas						
40	grå – kan höras, men stör inte under normala omständigheter						

LUND UNIVERSITY

Ljudnivåer från installationer

- Analogi med glödlampa
- 40 W i sovrummet eller skogen



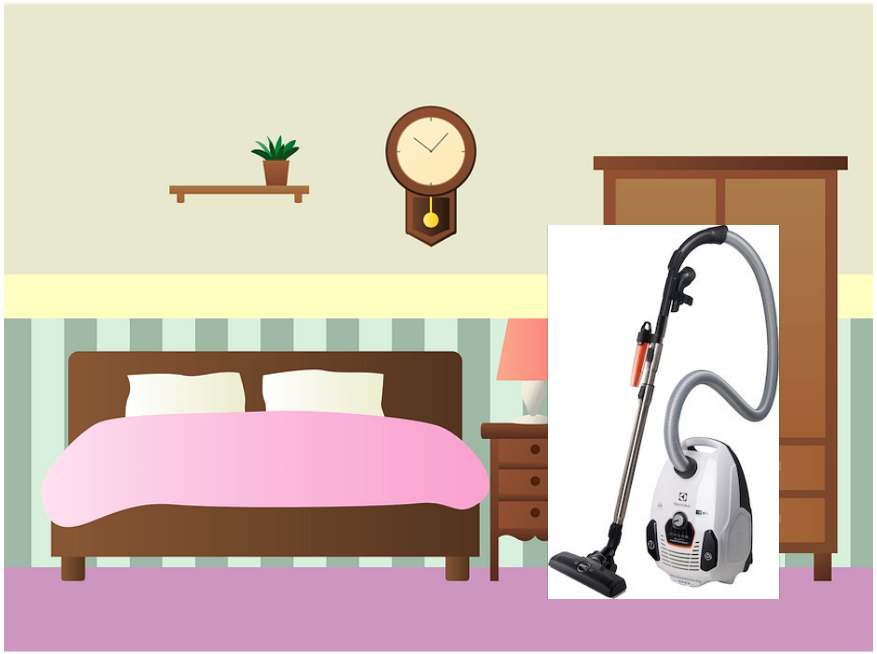




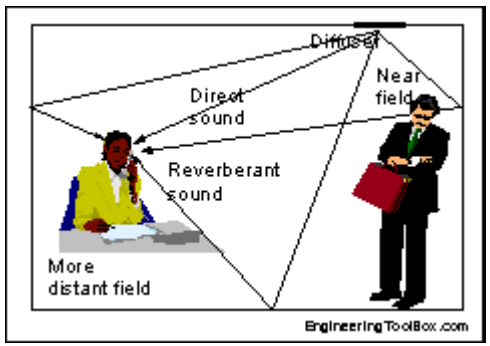
LUND UNIVERSITY

Ljudnivåer från installationer

- Placering av ljudkälla
  - Egenskaper av rummet



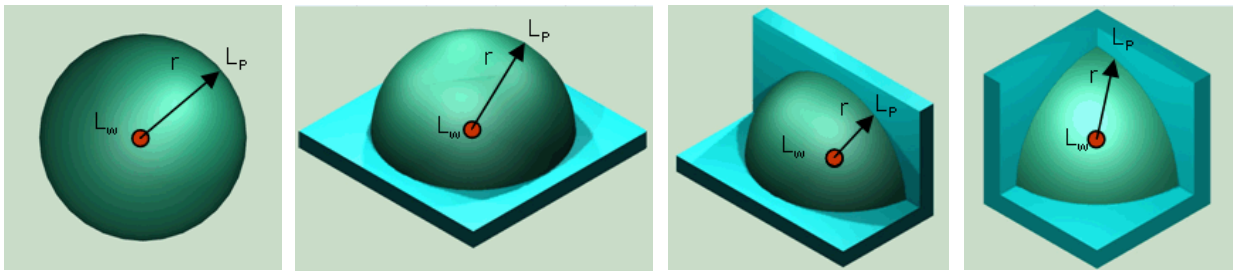




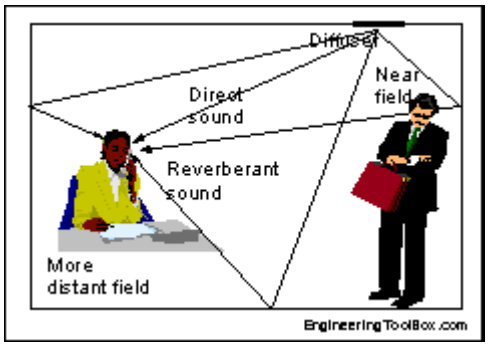
LUND UNIVERSITY

Ljudnivåer från installationer

- Placering av ljudkälla
  - Rumslig placering



Source: www.sengpielaudio.com



LUND UNIVERSITY

Arbetsmiljöverket

AFS 2005:16

Exponeringsvärden

3 § I dessa föreskrifter gäller nedanstående insats- och gränsvärden för buller avseende hörselskaderisk.

	Undre insatsvärden	Övre insatsvärden
Daglig bullerexponeringsnivå $L_{EX,8h}$ [dB]	80	85
Maximal A-vägd ljudtrycksnivå L_{pAFmax} [dB]	–	115
Impulstoppvärde L_{pCpeak} [dB]	135 [1)]	
[1)] Exponeringsvärdet skall ej tillämpas vid skjutning eller sprängning inom försvaret.		

→ Åtgärder!

Vid tillämpning av insatsvärdena skall hänsyn inte tas till eventuell användning av hörselskydd.

	Gränsvärden
Daglig bullerexponeringsnivå $L_{EX,8h}$ [dB]	85
Maximal A-vägd ljudtrycksnivå L_{pAFmax} [dB]	115
Impulstoppvärde L_{pCpeak} [dB]	135[1)]
[1)] Exponeringsvärdet skall ej tillämpas vid skjutning eller sprängning inom försvaret.	

Vid tillämpning av gränsvärdena skall, i de fall arbetstagarna bär hörselskydd, hänsyn tas till dämpningen hos dessa när bullerexponeringen bestäms.

LUND UNIVERSITY

Arbetsmiljöverket

Planering av arbete

4 § Arbeten skall planeras, bedrivas och följas upp så att bullerexponeringen minskas genom att bullret elimineras vid källan eller sänks till lägsta möjliga nivå. Hänsyn skall då tas till den tekniska utvecklingen och möjligheterna att begränsa bullret. Följande åtgärder skall uppmärksammas särskilt:

a) alternativa arbetsmetoder som ger minskad exponering för buller,

b) val av lämplig arbetsutrustning som ger så lågt buller som möjligt med tanke på det arbete som skall utföras, medräknat sådan arbetsutrustning som omfattas av bestämmelser som syftar till eller medför att bullerexponeringen minskar,

c) bullerbegränsande åtgärder på maskin eller annan bullerkälla,

d) utformning och planering av arbetsplatser,

7

AFS 2005:16

e) lämplig information och utbildning så att arbetstagarna får tillräckliga kunskaper om hur arbetsutrustningen skall användas på rätt sätt, för att minska exponeringen för buller,

f) tekniska åtgärder för att minska bullret, genom

   i) att minska luftburet buller, t.ex. med hjälp av skärmar, inbyggnader eller ljudabsorbenter i tak och på väggar,

   ii) att minska strukturburet buller t.ex. genom dämpning eller isolering,

g) lämpliga underhållsprogram för arbetsutrustningar samt arbetsplatser och kringutrustningar till dessa, och

h) bullerminskning genom arbetsorganisatoriska åtgärder som

   i) begränsning av exponeringens varaktighet och intensitet,

   ii) anpassning av arbetstiderna så att viloperioderna blir tillräckliga.

LUND UNIVERSITY

Kravsatta ljudparametrar – BBR

7 Bullerskydd

Detta avsnitt innehåller föreskrifter och allmänna råd till 3 kap. 13 § PBF. Avsnitt 7:4 innehåller också föreskrifter och allmänna råd till 8 kap. 7 § PBL.
(BFS 2011:26).

7:1 Allmänt

Byggnader, som innehåller bostäder eller lokaler i form av vårdlokaler, förskolor, fritidshem, undervisningsrum i skolor samt rum i arbetslokaler avsedda för kontorsarbete, samtal eller dylikt, ska utformas så att uppkomst och spridning av störande ljud begränsas så att olägenheter för människors hälsa därmed kan undvikas. *(BFS 2013:14).*

Allmänt råd
Regler för publika lokalers ljudmiljö för personer med nedsatt orienteringsförmåga finns i avsnitt 3:145.
Regler om buller ges även ut av Arbetsmiljöverket, Folkhälsomyndigheten och Naturvårdsverket. *(BFS 2013:14).*

7:22 Lokaler

Byggnader som innehåller lokaler, deras installationer och hissar ska utformas så att ljud från dessa och från angränsande utrymmen likväl som ljud utifrån dämpas. Detta ska ske i den omfattning som den avsedda användningen kräver och så att de som vistas i byggnaden inte besväras av ljudet.

De installationer som brukaren själv råder över och som inte påverkar ljudnivåer i någon annan lokal i samma byggnad, omfattas dock inte av ljudkraven.
I lokaler ska efterklangstiden väljas efter vad ändamålet med utrymmet kräver.
(BFS 2013:14).

Allmänt råd
Kraven i avsnitten 7:1 och 7:22 är uppfyllda om de byggnadsrelaterade kraven i ljudklass C enligt SS 25268 för respektive lokaltyp uppnås.
Om bättre ljudförhållanden önskas kan ljudklass A eller B väljas enligt SS 25268 för lokaler. *(BFS 2013:14).*

LUND UNIVERSITY

Kravsatta ljudparametrar – SS 25268

SS 25268:

Efterklangstiden ska väljas efter vad ändamålet med utrymmet kräver.

5.5.5 Utrymme med hög takhöjd

I stort utrymme med svag diffusering och hög takhöjd eftersträvas en ljuddiffuserande eller ljudabsorberande utformning av flertalet plana ytor. Beräknad mängd ljudabsorbenter fördelas så att minst den ena av två motstående begränsningsytor dämpas.

Vid reception i entréhall med hög takhöjd ska åtgärder vidtas för att skapa god talkommunikation och arbetsmiljö kring receptionsutrymmet.

5.5.6 Utrymme med kraftig ljudalstring

I intensivvårdsrum, slöjdsal, storköksutrymme, matsal, lekrum i förskola och annat utrymme med kraftig ljudalstring vidtas åtgärder för att både minska ljudalstring från ljudkällan och för att tillföra mesta möjliga absorptionsmängd i rummet, samt placera denna på flera av rummets begränsningsytor.

ANM.: I utrymme för barnlek och måltider bör bullerdämpande åtgärder vidtas. Exempel på sådana åtgärder är elastiska ytskikt på bord och bänkar, stegljudsdämpande släta golvbeläggningar och möbeltassar på bords- och stolsben. Möbler med låg ljudalstring vid hantering bör väljas. En ökad absorptionsmängd i rummet bidrar till att sänka ljudnivån.

Kravsatta ljudparametrar – SS 25268

Tabell 6 – Högsta A- och C-vägd ekvivalent ljudnivå från installationer, för vårdlokaler

Typ av utrymme	$L_{A,eq}$ [dB] Ljudklass A	B	C	D	$L_{C,eq}$ [dB] Ljudklass A	B	C	D
6a Utrymme för patienters sömn och vila, eller utrymme med krav på tystnad *exempelvis patientrum, vårdrum, uppvakning, förlossning, jourrum, vardagsrum i äldreboende, samlingssal i äldreboende, dagrum*	26	30	30	30	46	50	50	50
6b Utrymme för aktivt vårdarbete, enskilt arbete, samtal eller personalens vila *exempelvis expedition, kontor, undersökning, behandling, OP-sal inkl. stödjande ytor, sjukgymnastik, bassängrum, laboratorium, konferens, utbildning, vilrum, avdelningskorridor*	30	35	35	40	50	55	55	–
6c Utrymme för beredning av mat *exempelvis storköksutrymme*	50	50	55	–	65	–	–	–
6d Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt *exempelvis väntrum, matsal, personalrum*	30	35	35	40	55	–	–	–
6e Utrymmen där människor vistas tillfälligt *exempelvis gångstråk mellan avdelningar, entréhall, kopiering, kapprum, WC, trapphus*	40	40	45	–	60	–	–	–

Tabell 5 – Längsta tillåtna efterklangstid, T_{20}, för vårdlokaler

Typ av utrymme	T_{20} [s] Ljudklass A	B	C	D
5a Utrymme med särskilda krav på dämpad ljudmiljö *exempelvis intensivvård, uppvakningsrum, talträning, storköksutrymme, diskrum*	0,4	0,5	0,5	0,6
5b Små utrymmen för simning och bad *exempelvis bassängrum*	0,6	0,8	0,8	–
5c Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt *exempelvis undersökning, behandling, förlossning, OP-sal inkl. stödjande ytor, sjukgymnastik, patientrum, vårdrum, jourrum, expedition, kontor, laboratorium, reception, dagrum, väntrum, personalrum, avdelningskorridor, konferensrum, utbildning, matsal, vardagsrum eller samlingssal*	0,5	0,6	0,6	–
5d Utrymmen där människor vistas tillfälligt *exempelvis förbindelsestråk inkl. hisshall, vilrum, entréer*	0,6	0,8	0,8	–
5e – dock i trapphus	1,0	1,2	1,5	–

LUND UNIVERSITY

FoHMFS – Ljudnivåer inomhus

FoHMFS 2014:13

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus

Riktvärden

Dessa riktvärden bör tillämpas vid bedömningen av om olägenhet för människors hälsa föreligger. Såväl värdena i tabell 1 som tabell 2 bör beaktas vid bedömningen.

Tabell 1. Buller

Maximalt ljud	L_{AFmax} [1]	45 dB
Ekvivalent ljud	$L_{Aeq,T}$ [2]	30 dB
Ljud med hörbara tonkomponenter	$L_{Aeq,T}$ [2]	25 dB
Ljud från musikanläggningar	$L_{Aeq,T}$ [2]	25 dB

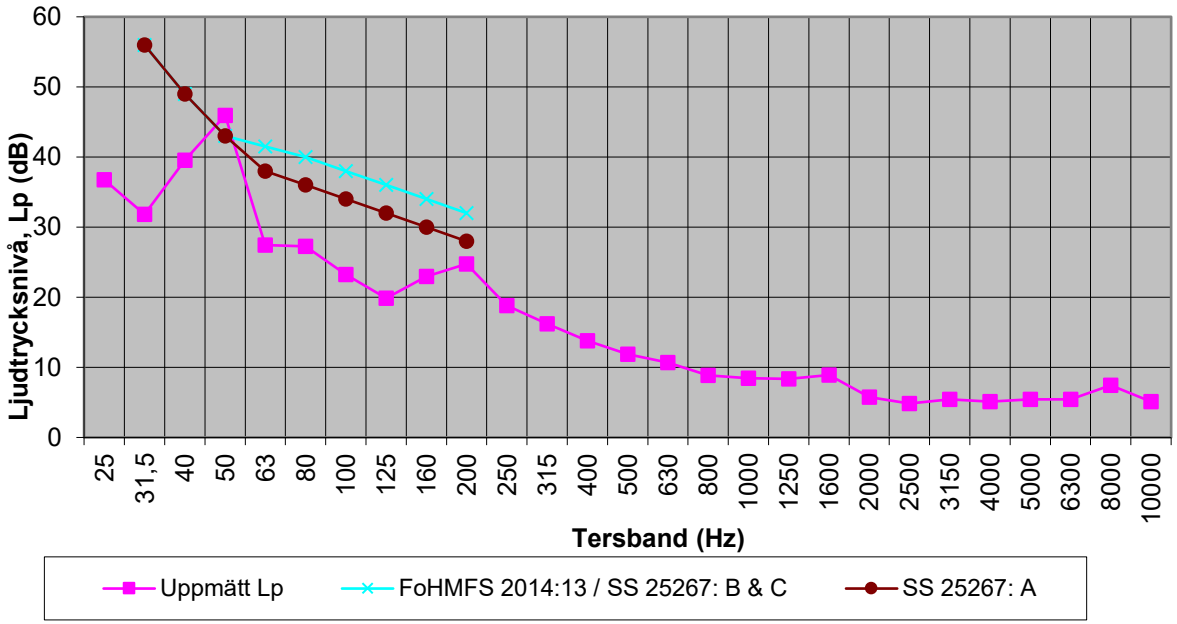
[1] Den högsta A-vägda ljudnivån.
[2] Den A-vägda ekvivalenta ljudnivån under en viss tidsperiod (T).

LUND UNIVERSITY

FoHMFS – Ljudnivåer inomhus

Högsta ekvivalent ljudtrycksnivå i bostadsrum från ljudkällor inomhus och utomhus, utom från trafik, L_{eq} i dB enligt SS 25267:2015 & FoHMFS 2014:13 (utdrag)

Ljudklass	Storhet	Tersband [Hz]								
		31,5	40	50	63	80	100	125	180	200
A	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq} [dB]	52	45	39	38	36	34	32	30	28
B och FoHMFS 2014:13	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq} [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32



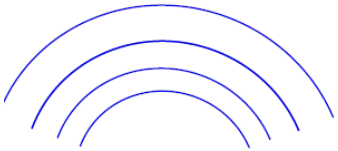
LUND UNIVERSITY

Storkök – åtgärder



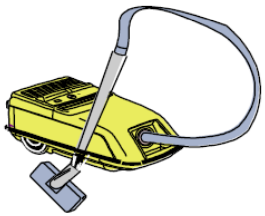
Receiver

Kockar, kokerska, osv vid sin arbetsplats



Path

Luftvolymer, väggar in i köket, olika ytor och hur de reagerar till ljud



Source

Teknisk utrustning, fläktar i köket, arbetsmoment

www.bksv.com, 2

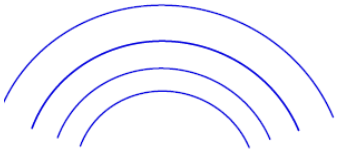
LUND UNIVERSITY

Matsal – åtgärder



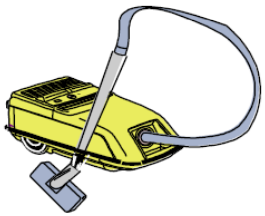
Receiver

Användare av matsalen



Path

Luftvolymer, väggar, olika ytor, öppningar mellan kök och matsalen

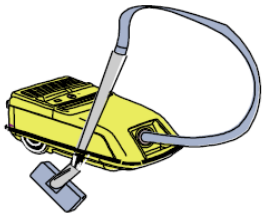


Source

Teknisk utrustning, fläktar i köket eller i matsalen

www.bksv.com, 2

Strategier och åtgärder för storkök



- Välj tyst teknisk utrustning, hög kvalitet
- Alternative arbetsmetoder
- Arbetsplanering
- Ställa krav på leverantör! T.ex. ställ krav på högst ekvivalent ljudeffektnivå 55 dBA
  - Utifrån akustikprojektering
- Skärmning av högljudda maskiner
- Vibrationsdämpande infästningar mellan XYZ och stommen
- Vibrationsdämpande tassar under rullbara föremål

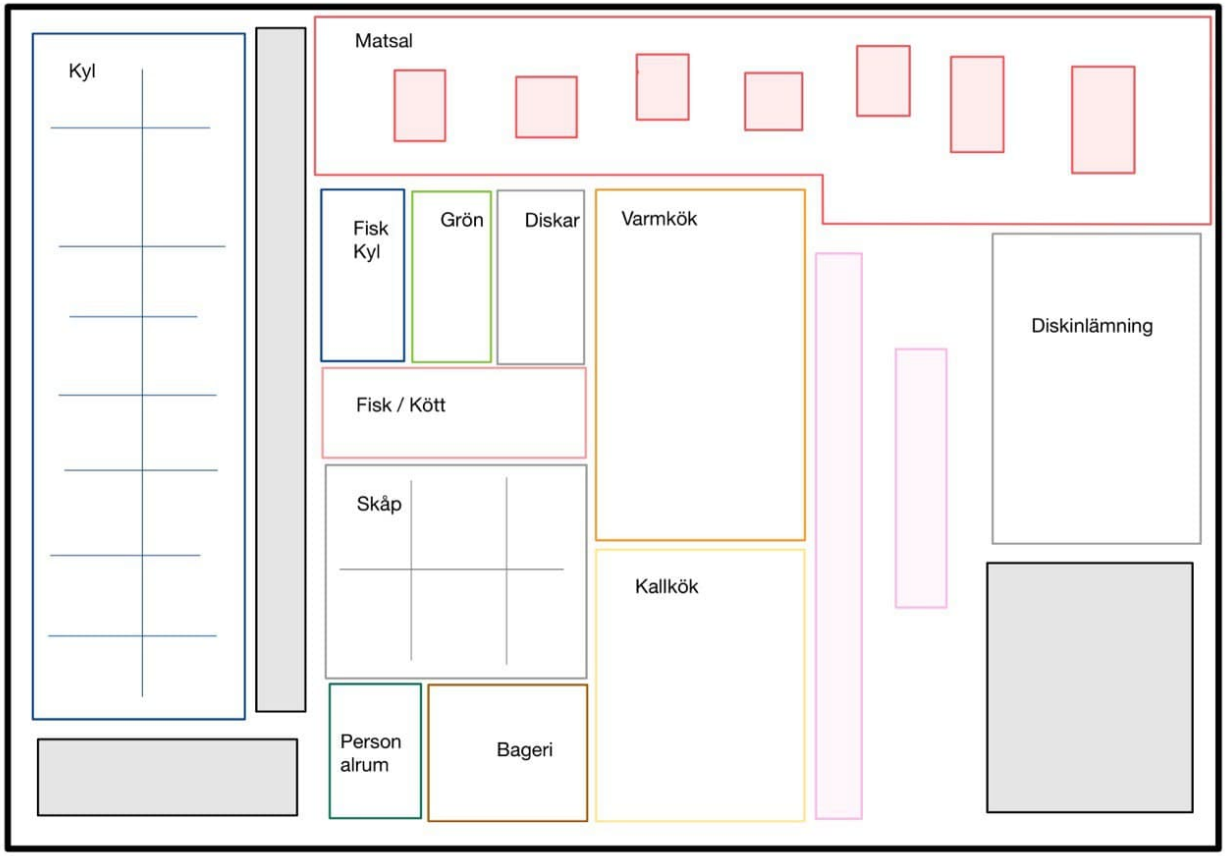
Strategier och åtgärder för storkök



- Tillagd absorption
  - Undertak
  - Väggar
  - (t.ex. Ecophons Hygienefamiljen eller motsvarande)
- Ljudklassade väggar och dörrar
- Stegljudsisolerande golvbeläggning
- Placera högljudda maskiner eller arbetsmoment i egna utrymmen
  - Välj rätt väggar, dörrar, tätningar
- God planering

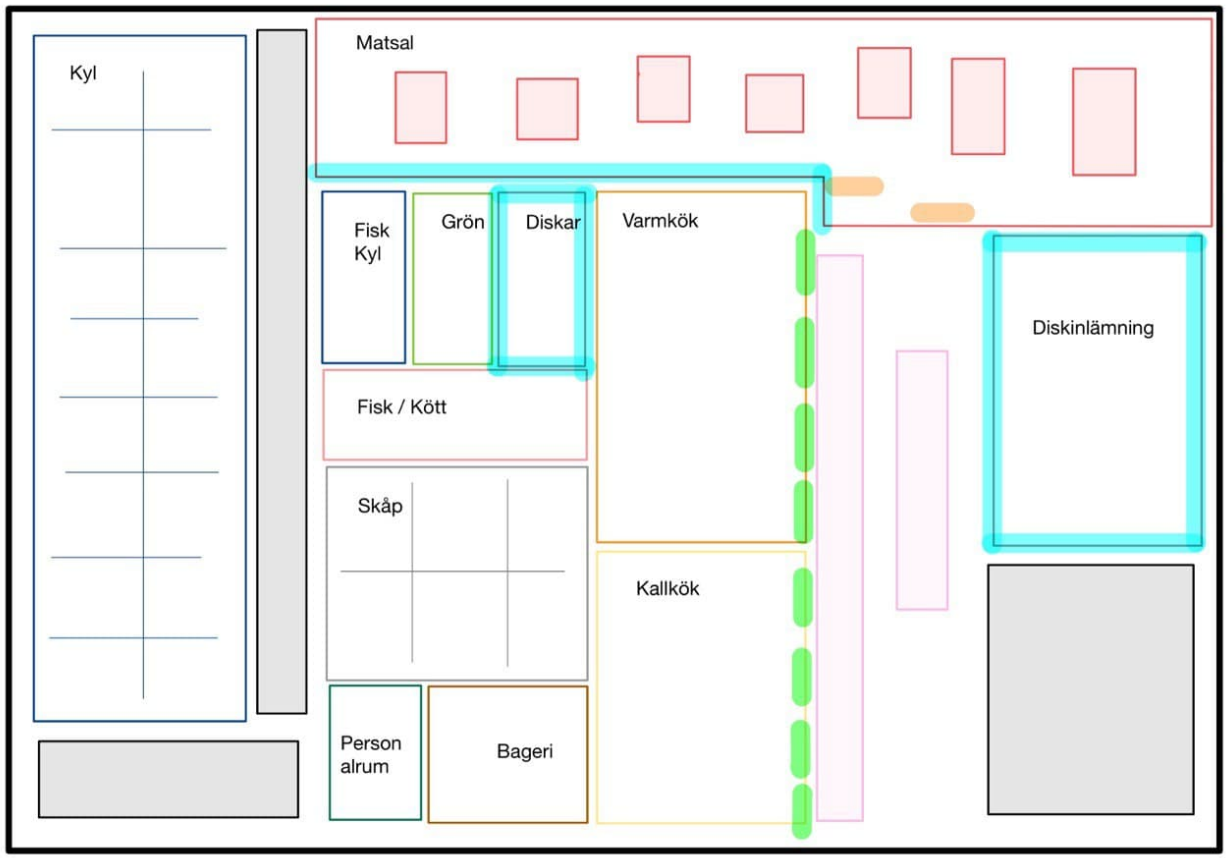
Strategier och åtgärder för storkök

- Uppdelning i olika relativt små utrymme
- Köket blir öppen miljö – små utrymme, vissa täta, tätt mot matsalen



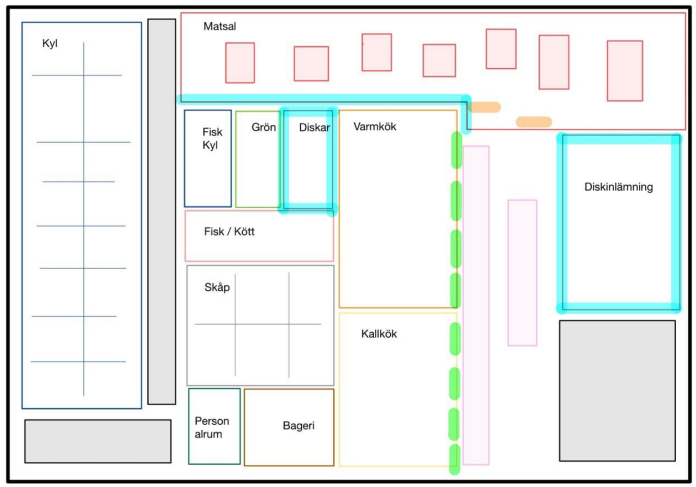
Strategier och åtgärder för storkök

- Bullriga rum blir eget, täta (blå)
- Vissa delar blir öppna – så liten öppning som möjligt, lågt tak, takabsorbenter (grön)
- Väggabsorbent utsidan diskinlämning



Strategier och åtgärder för storkök

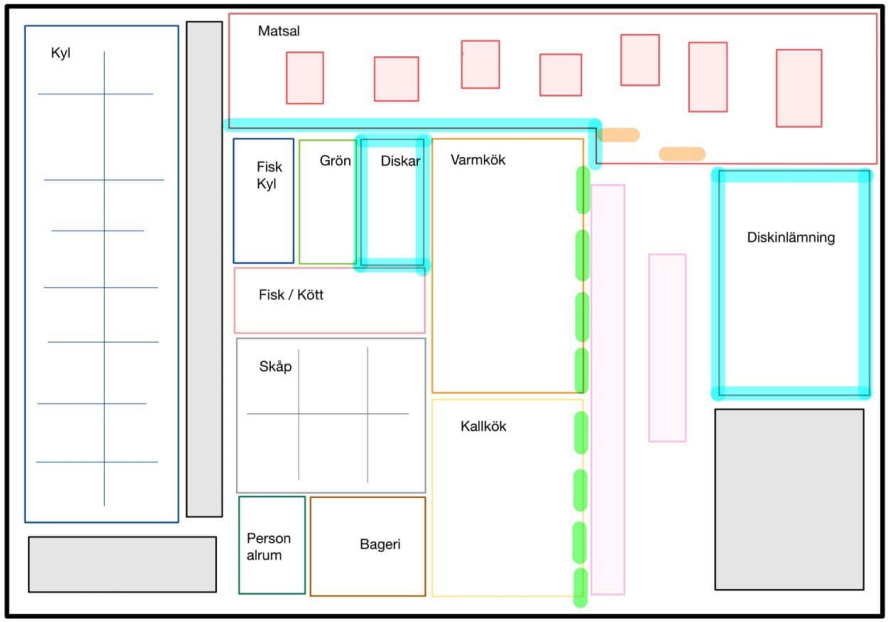




- Särskilt hänsyn till arbetsstationerna
- Säkerställa taltydlighet
  - Akustiska beräkningar krävs
  - Detta uppnås genom olika åtgärder som avser bakgrundsbuller, absorption, diffusion, planlösningar. Ej färdiga lösningar.
- Ha ett rum för personalens återhämtning, tyst och väl isolerat.

Strategier och åtgärder för matsalen





- Tätt ljudklassad vägg mot köket
- Använd skärmning (orange) mot servering
  - Absorberande skärmar
- Använd både absorption (undertak, väggabsorbenter, gardiner)
- Och diffusion
- Krävs akustikprojektering

Strategier och åtgärder för matsalen













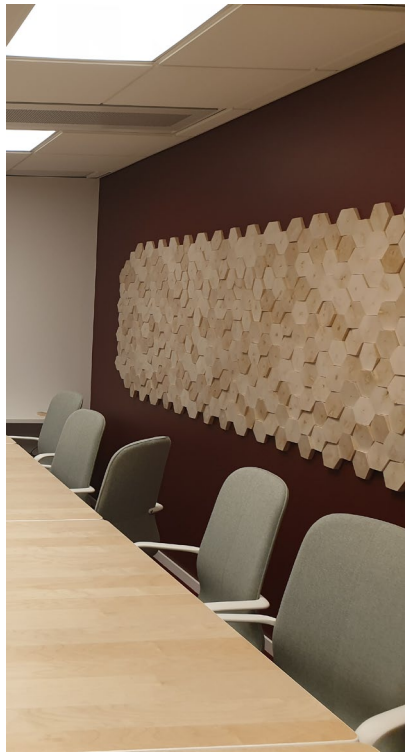
LUND UNIVERSITY

Strategier och åtgärder för matsalen

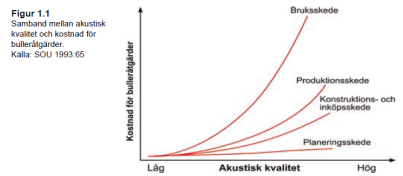




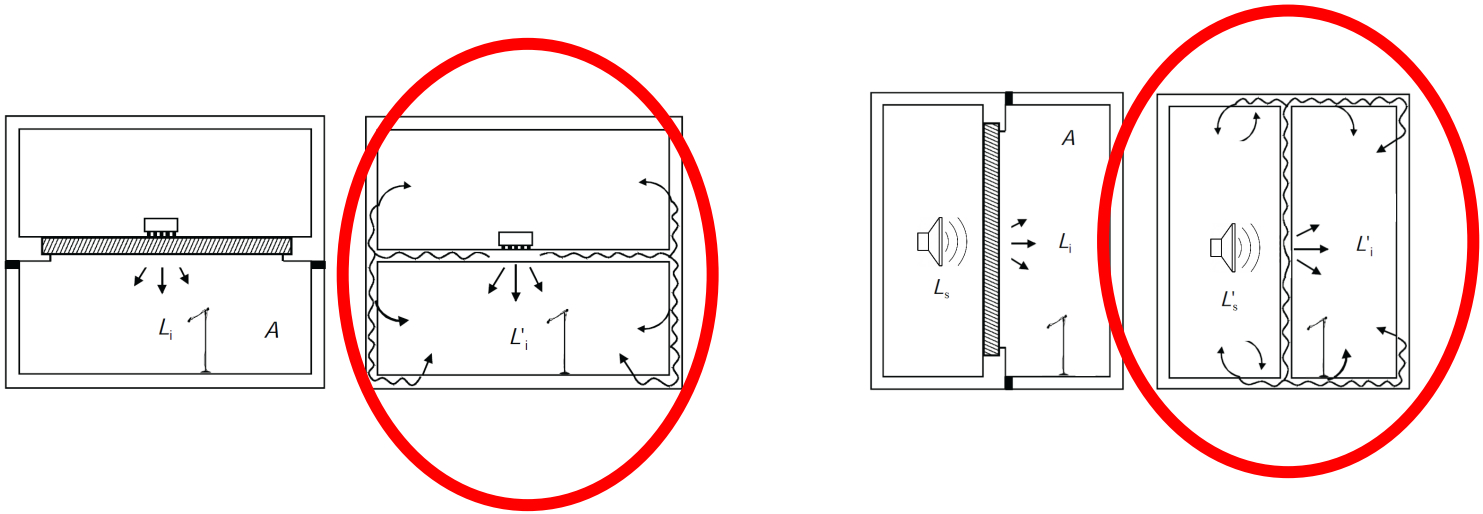
Googla: acoustic diffuser!



Verktyg



- Fråga akustiker! Anlita en konsult!
- Det är relativt lätt att begripa grundläggande akustiska begrepp men det är ett svårt ämne.
- En övergripande projektering krävs! Ej bara fokus på enskilda element såsom vägg, golvbeläggning, absorbenter osv



Länkar

- https://bullerbekamparen.se
- https://www.ecophon.com/sv
- https://www.akustikmiljo.se/
- **DET FINNS FLERA LIKVÄRDIGA ELLER BÄTTRE ELLER SÄMRE PRODUKTER på den svenska marknaden**
- Sökresultat

- Beräkningsverktyg https://www.ecophon.com/sv/e-tools/

Thank you for your attention!

mathias.barbagallo@construction.lth.se



LUND
UNIVERSITY