

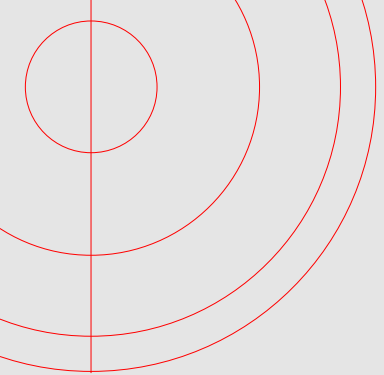
TEADMISTEPÕHINE EHITUS 2019

TEHNOSÜSTEEMI (VENTILATSIOONI) MÜRA
ARVUTUS ERINEVATE MEETODITEGA

23.4.2019

MARKO RÜNDVA

KAJAJA
ACOUSTICS



TUTVUSTUS

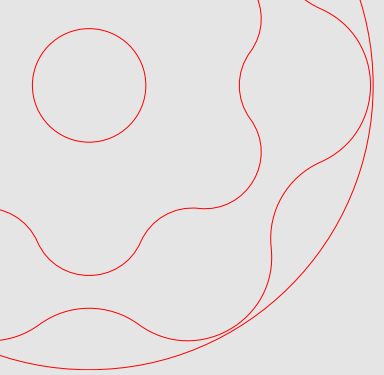
⊙ Marko Ründva

⊙ 1997 - 2002 TTÜ Ehitusteaduskond,
ehitustehnika

⊙ 12/2018 – Kajaja Acoustics OÜ:
partner, juhatuse liige

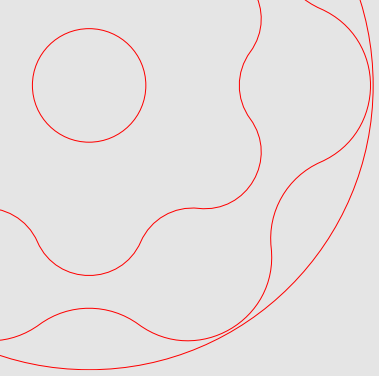
⊙ 8/2015 - TalTech Inseneriteaduskond:
Ehituse ja arhitektuuri instituut
õpetamise assistent | akustika
(õppeaine “Heliisolatsioon ja
ruumiakustika”)

⊙ 10/2003 - 4/2018 Akukon Oy Eesti
filiaal: akustikakonsultant, juhataja



Sisukord

- ⦿ Tehnoseadmete müraarvutused
 - ⦿ Seadmest ruumi
 - ⦿ Seadmest väliskeskkonda
 - ⦿ Ruumidevaheline helide ülekanne läbi ühiste ventilatsioonikanalite
- ⦿ Maarja Pitsi magistritöö ülevaade ja järeldused
- ⦿ Ruumisumbuvuse mõju



Hoonete tehnokommunikatsioonid

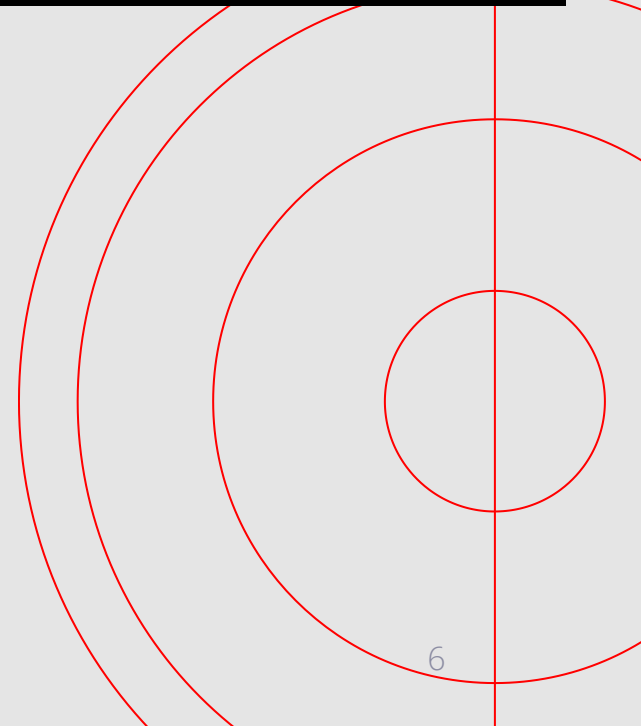
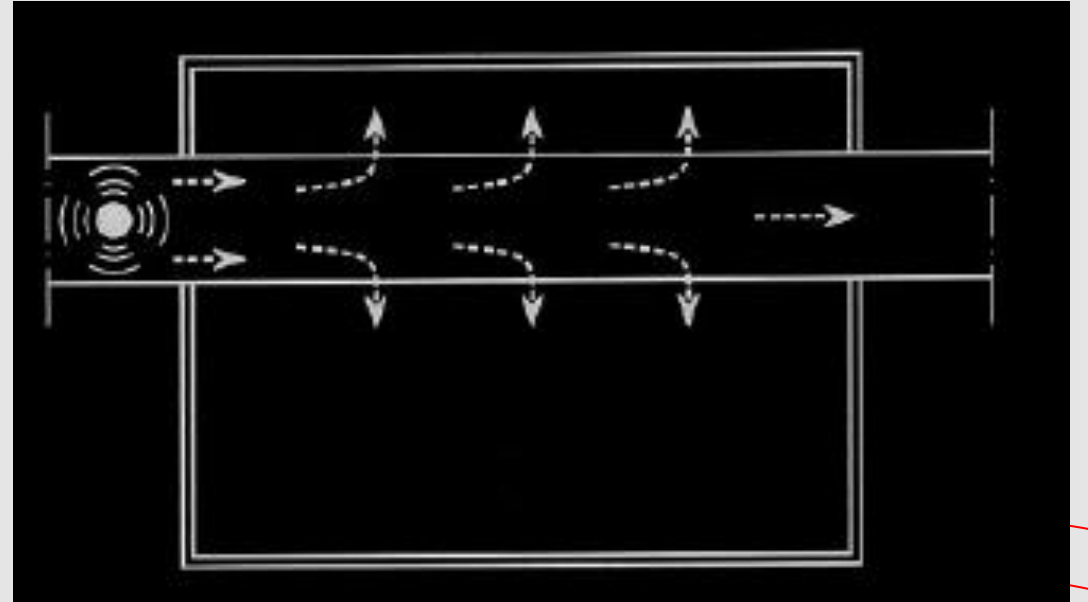
Sots.min. määrus nr 42 määratlus

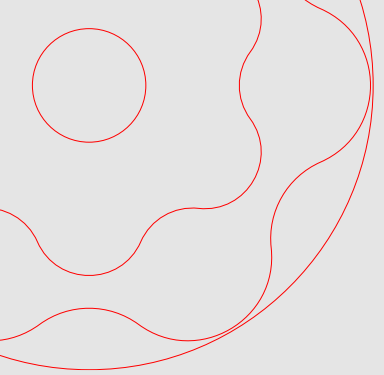
Tehnoseadmed on: hoonete tehnikommunikatsioonid (vee-, kanalisatsiooni-, kütte-, ventilatsiooni- ja jahutusseadmed, liftid) ning müratekitavad seadmed sama hoone või läheduses asuvate hoonete tootmis- ja teenindusruumides, kaubandus- ja tööstusettevõtetes

SEADMEST RUUMI

ARVUTUSPÕHIMÕTTED SEADMEST RUUMI

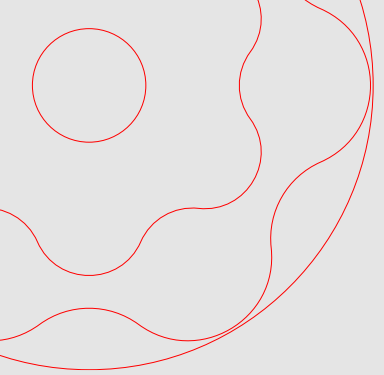
- ⊗ Lähtutakse tehnoseadmete müra normtasemetest
- ⊗ Eesmärk – võimalikult täpselt nõuetele vastav helirõhutase [L_{Aeq} , NR, NC vms]
- ⊗ Ventilatsiooniagregaadi müra kanalisse
- ⊗ Hargnemised
- ⊗ Klapid
- ⊗ Mürasummutid
- ⊗ Lõppelemendid
- ⊗ Ruumisumbuvus D





MÜRAALLIKAD

- Helirõhutaset mõjutavad tegurid
 - Õhu kiirus (l/s)
 - Rõhk (Pa)
 - Tüüp ja suurus



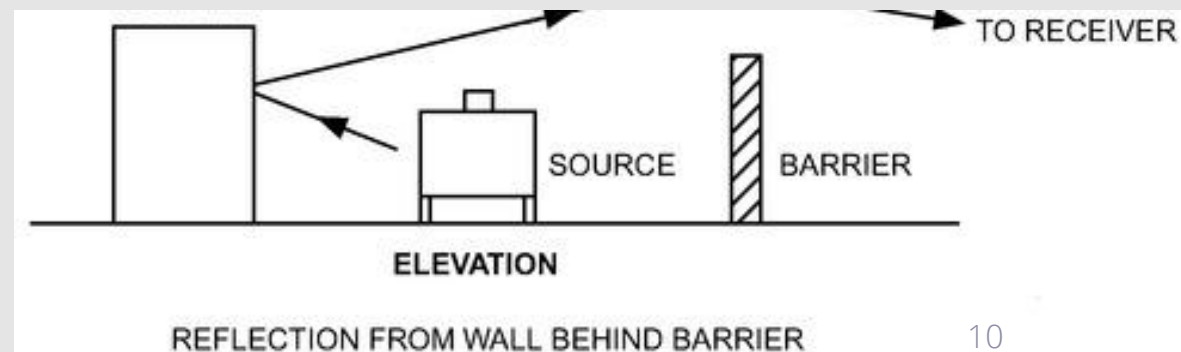
MÜRAALLIKATE SUMMEERIMINE

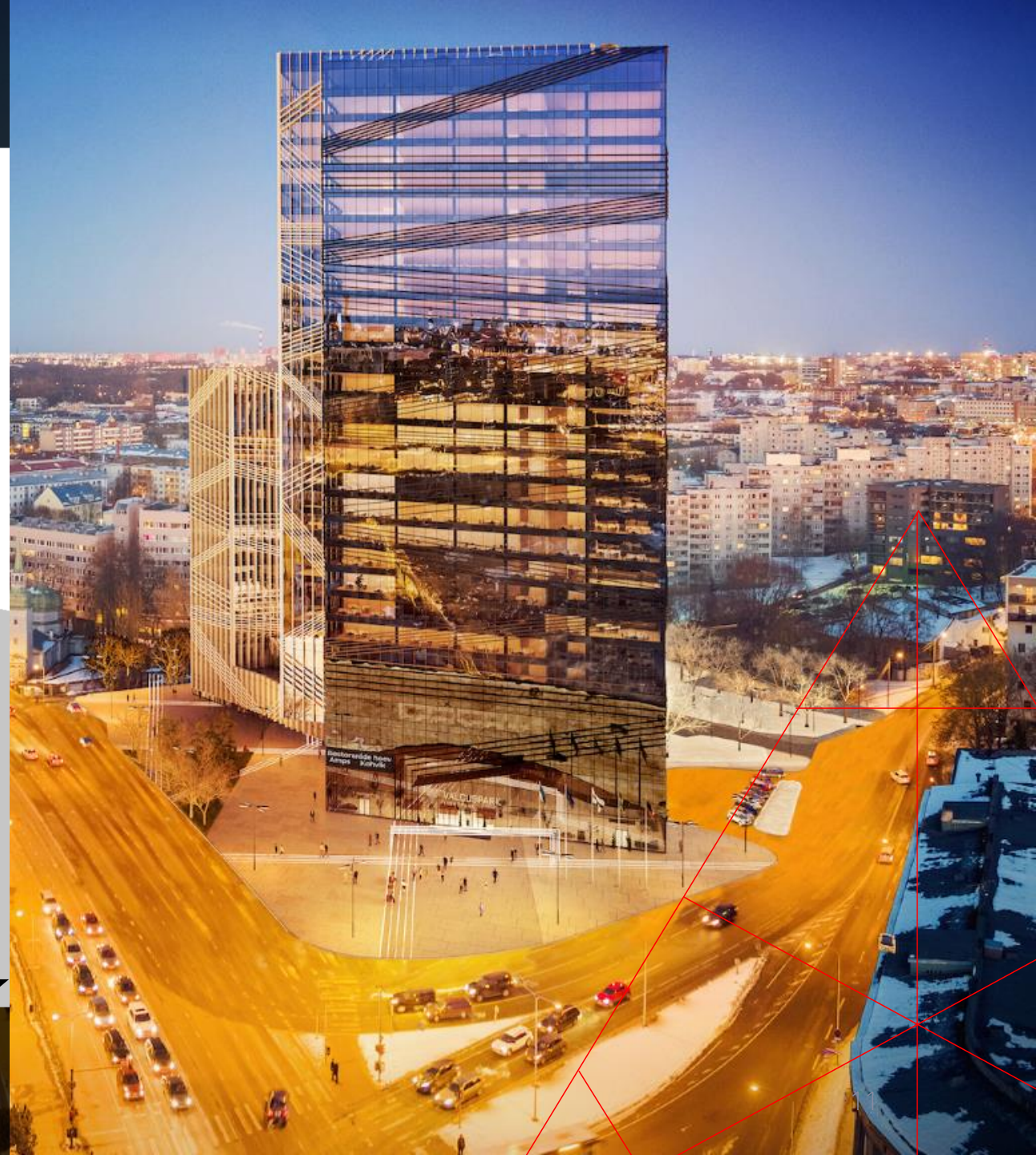
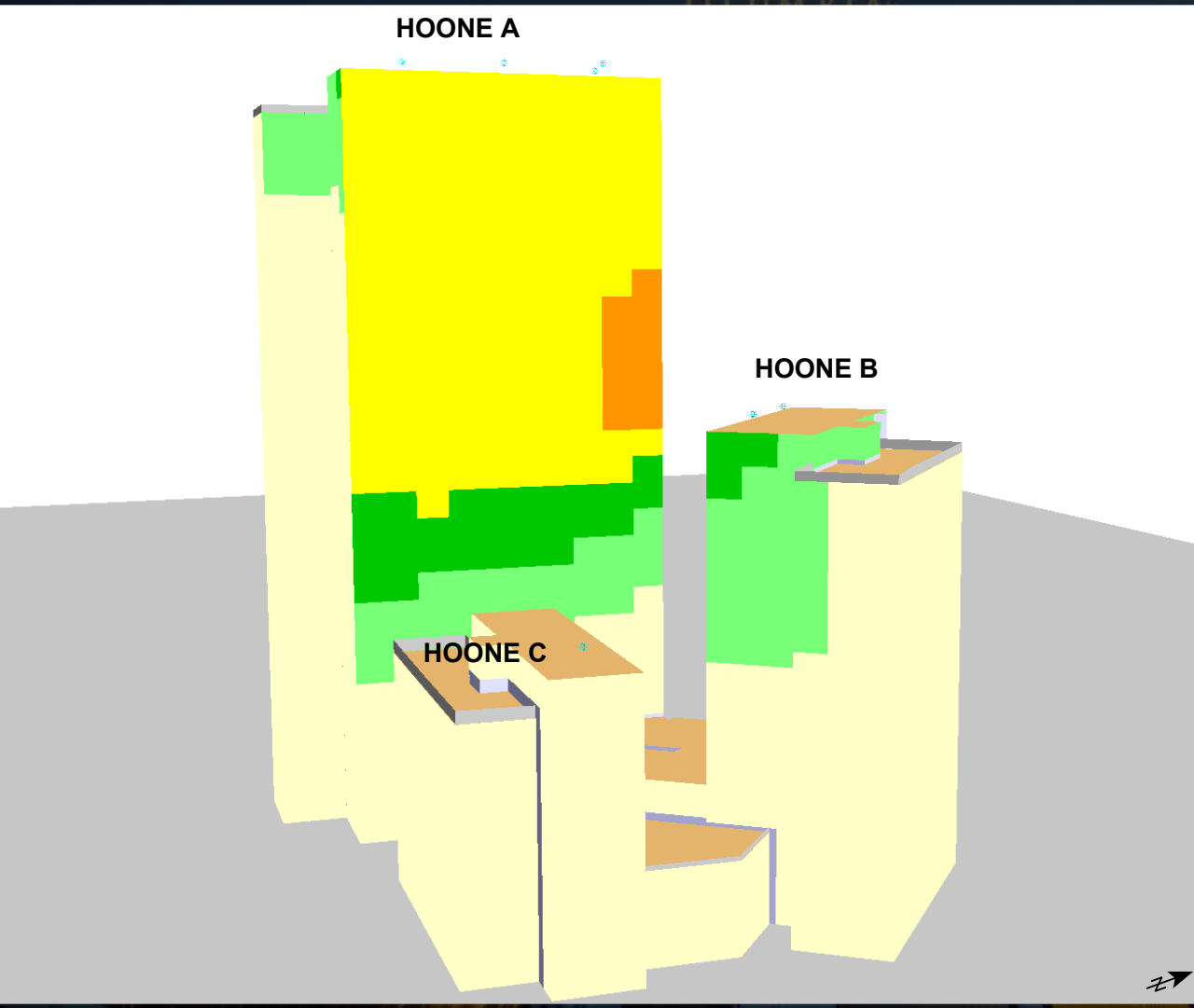
- 🌀 Kuulaja kaugus müraallikateni
- 🌀 Kas suures ruumis on võimalik kuulda kõiki müraallikaid?
- 🌀 Tüüpiliselt 1-2 müraallikat ruumis viibijast 3m raadiuses
- 🌀 Oluline arvestada milliste müraallikate müra summeerida

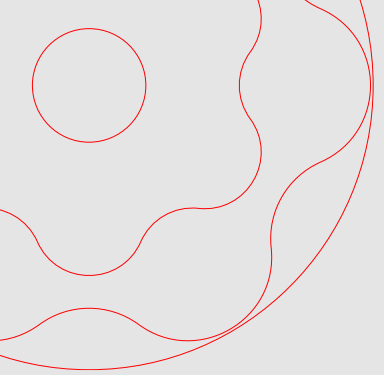
SEADMEST VÄLISKESKKONDA

ARVUTUSPÕHIMÕTTED SEADMEST VÄLISKESKKONDA

- ⊗ Müraallika helivõimsustase L_w [dB]
- ⊗ Sumbumine õhus
- ⊗ Helide peegeldused
- ⊗ Maapinna ja hoonete välispiirete akustilised omadused
- ⊗ Mürakaitseekraanide omadused
- ⊗ ISO 9613-2 Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation





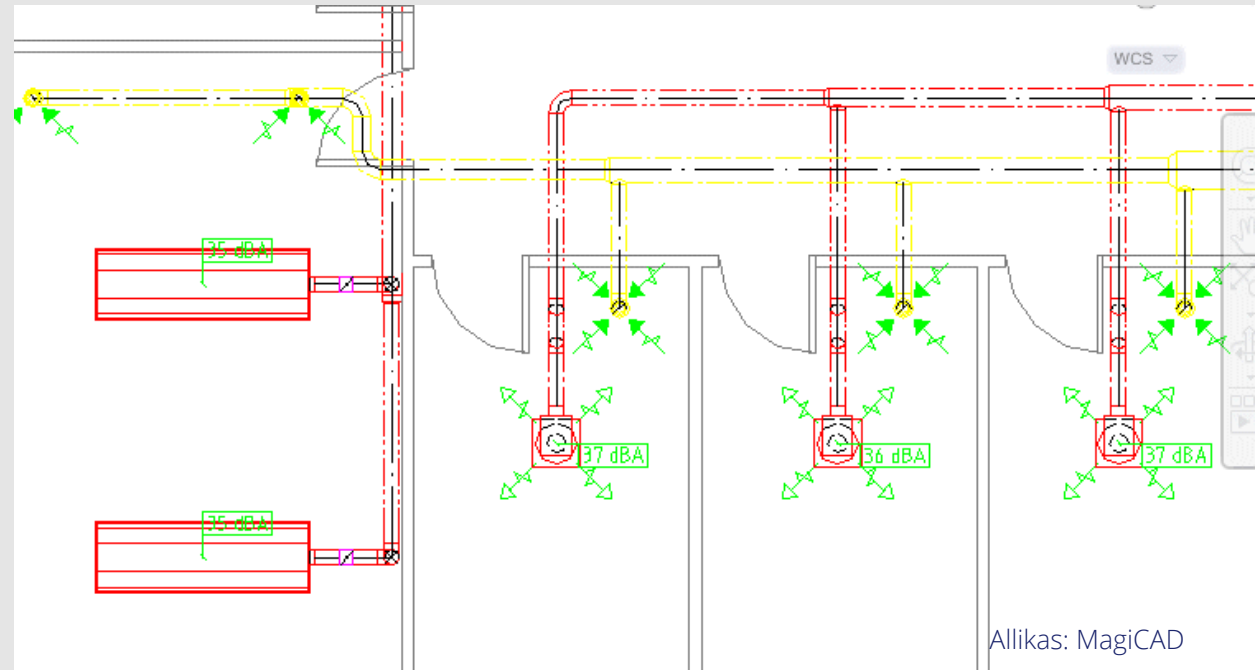


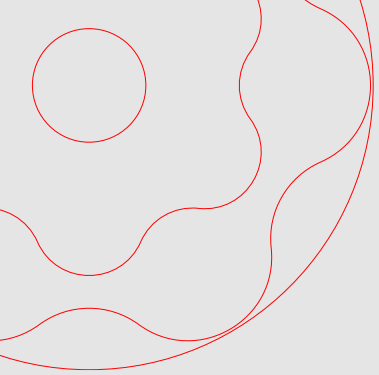
ERINEVAD VÕIMALUSED ARVUTUSTEKS

- ⊗ Ventilatsiooni projekteerimise tarkvara MagiCad
- ⊗ Tooja pool arendatud tarkvara DimSilencer (Lindab)
- ⊗ „käsitsi meetod“ Halme & Seppäneni raamatu alusel

MagiCAD / Sound calculation

- ⦿ KVJ süsteemide kavandamiseks, joonestamiseks ja dimensioneerimiseks
- ⦿ Samaaegselt tervikliku süsteemi projekteerimisega
- ⦿ Arvutust saab teostada kui süsteem projekteeritud
- ⦿ "lihtne" arvutus keeruline
- ⦿ Fikseeritud ruumisumbuvus [4 dB]
 - ⦿ Ülehindab lühema järelkõlakestusega ruume
 - ⦿ Alahindab pikema järelkõlakestusega ruume

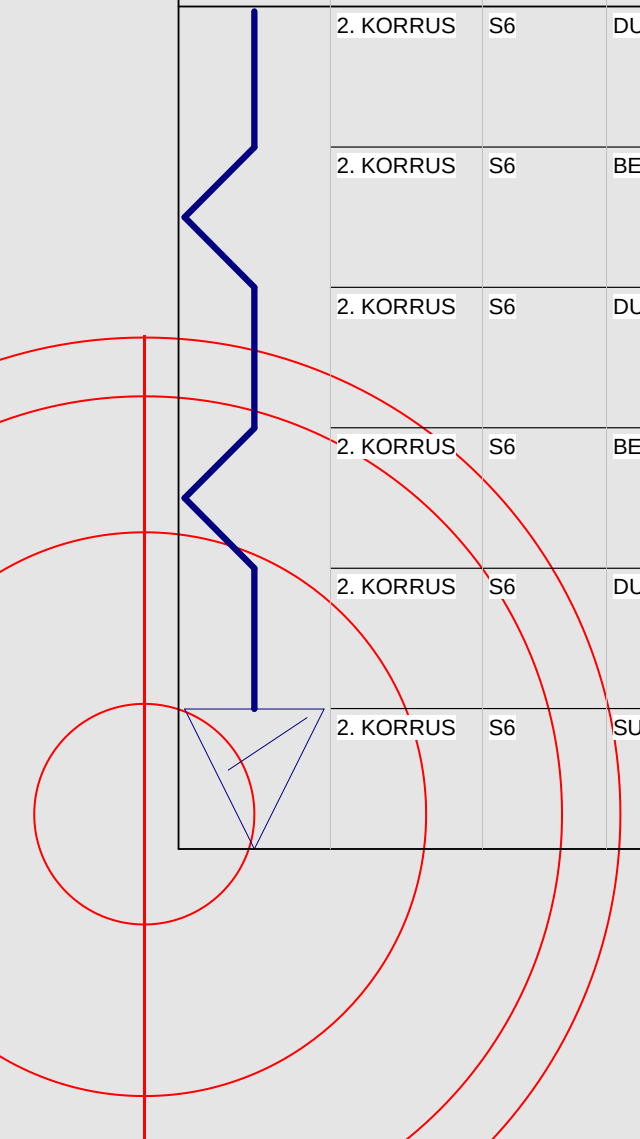




RUUMISUMBUVUS

- ④ 4 dB ($10 \text{ m}^2\text{-Sab}$) on tavaline ruumisumbuvus, mis vastab eluruumile või kontorile
- ④ Tegelik ruumisumbuvus võib sellest erineda olulisel määral
 - ④ Ventilatsioonikamber 4...10 dB
 - ④ Eluruumid 4 dB
 - ④ Köök, koridor 0...2 dB
 - ④ Vannituba, tualett -4...-7 dB

Sound Calculation Report

Location	Level	System	Type	Product	Size	L [m]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [Pa]		63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1k [dB]	2k [dB]	4k [dB]	8k [dB]	LpA(10sa [dB]	Warnings
	2. KORRUS	S6	DUCT		200	0,0	83,0	2,6	0,0	Sound in: Attenuation: Addition:	38,8 -0,0 +11,3	34,9 -0,0 +10,2	27,2 -0,0 +9,2	22,2 -0,0 +8,1	18,2 -0,0 +7,1	16,8 -0,0 +6,1	14,3 -0,0 +2,1	10,3 -0,0 +0,0		
	2. KORRUS	S6	BEND-45		200		83,0	2,6	0,8	Sound in: Attenuation: Addition:	38,8 -0,0 +11,3	34,9 -0,0 +10,2	27,2 -0,1 +9,2	22,4 -0,8 +8,1	18,5 -1,5 +7,1	17,1 -1,5 +6,1	14,5 -1,5 +2,1	10,6 -1,5 +0,0		
	2. KORRUS	S6	DUCT		200	0,2	83,0	2,6	0,1	Sound in: Attenuation: Addition:	38,8 -0,0 +11,3	35,0 -0,0 +10,2	27,2 -0,0 +9,2	21,8 -0,0 +8,1	17,5 -0,0 +7,1	16,1 -0,0 +6,1	13,4 -0,0 +2,1	9,7 -0,0 +0,0		
	2. KORRUS	S6	BEND-45		200		83,0	2,6	0,8	Sound in: Attenuation: Addition:	38,8 -0,0 +11,3	35,0 -0,0 +10,2	27,3 -0,1 +9,2	21,9 -0,8 +8,1	17,8 -1,5 +7,1	16,5 -1,5 +6,1	13,6 -1,5 +2,1	10,1 -1,5 +0,0		
	2. KORRUS	S6	DUCT		200	0,0	83,0	2,6	0,0	Sound in: Attenuation: Addition:	38,8 -0,0 +11,3	35,0 -0,0 +10,2	27,3 -0,0 +9,2	21,4 -0,0 +8,1	16,8 -0,0 +7,1	15,5 -0,0 +6,1	12,6 -0,0 +2,1	9,2 -0,0 +0,0		
	2. KORRUS	S6	SUPPLY	TLD/A+TLD/B-	200 (L)		83,0	2,6	37,6	Sound in: Attenuation: Addition: Total Lw:	38,8 -18,0 +35,1 35,3	35,0 -11,0 +30,9 31,7	27,4 -8,0 +32,3 32,5	21,6 -9,0 +26,7 26,9	17,3 -6,0 +24,4 24,6	16,0 -8,0 +16,3 16,9	12,9 -10,0 +5,7 7,5	9,7 -11,0 +0,0 2,4	25,4	

DimSilencer

- ☉ Tuleb eraldi koostada
- ☉ Piiratud toodete valik, kuid võimalik laiendada
- ☉ Võimalik sisestada ruumiakustilised parameetrid väga detailselt
- ☉ Sobilik esmasteks arvutusteks
- ☉ Ei ole täpselt kirjeldatud metoodikat kuidas kalkuleeritakse torustiku ja selle elementide (põlved, kolmikud jne) müra genereerimist ja sumbuust



Plant nr.

Room calculation

Sound pressure	
Supply	23 dB(A)
Exhaust	14 dB(A)
Other noise source	21 dB(A)
Actual sound pressure level	25 dB(A)
Allowed sound pressure level	26 dB(A)

Room data	
L x B x H	5,8 x 4,2 x 3,1 m
Area / Volume	24 m ² / 76m ³
Room type, attenuation	soft
Room attenuation	8,4 dB
Reverberation time (Ts):	0,4 s

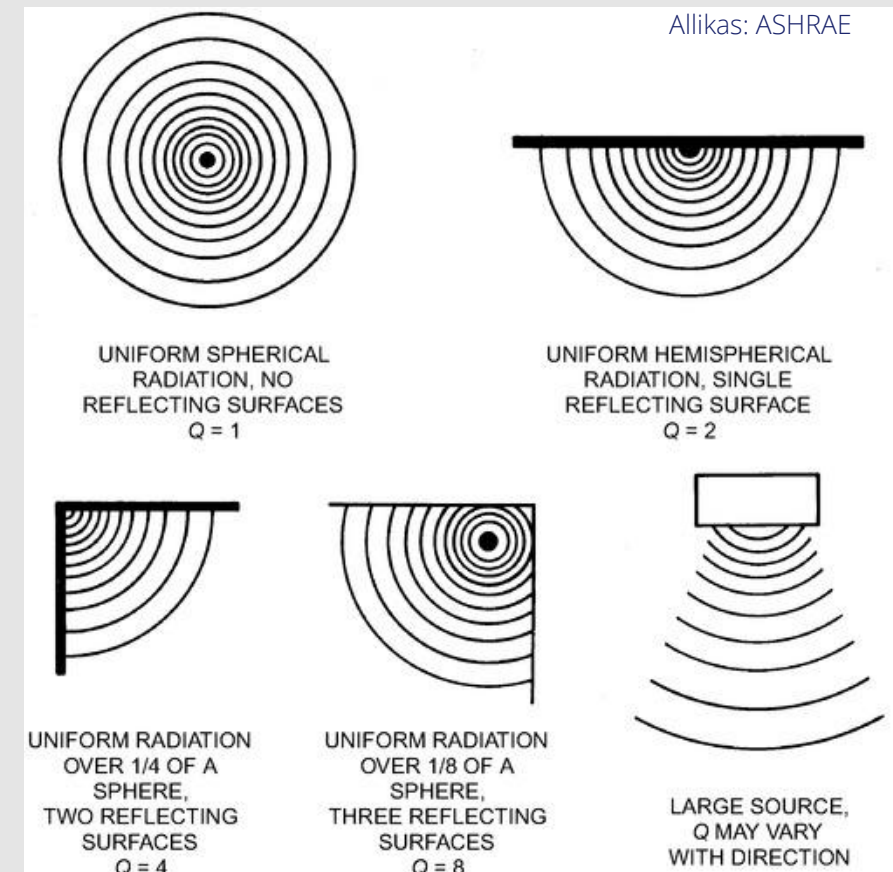
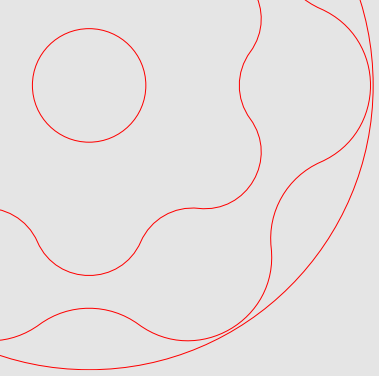


Figure 30. Directivity Factors for Various Radiation Patterns



DimSilencer / ruumiakustilised parameetrid

Room type, attenuation:	very soft	α	0,40
Room attenuation R	18	☐	Enter reverberation time in frequency band

Room type, attenuation:	soft	α	0,25
Room attenuation R	16	☐	Enter reverberation time in frequency band

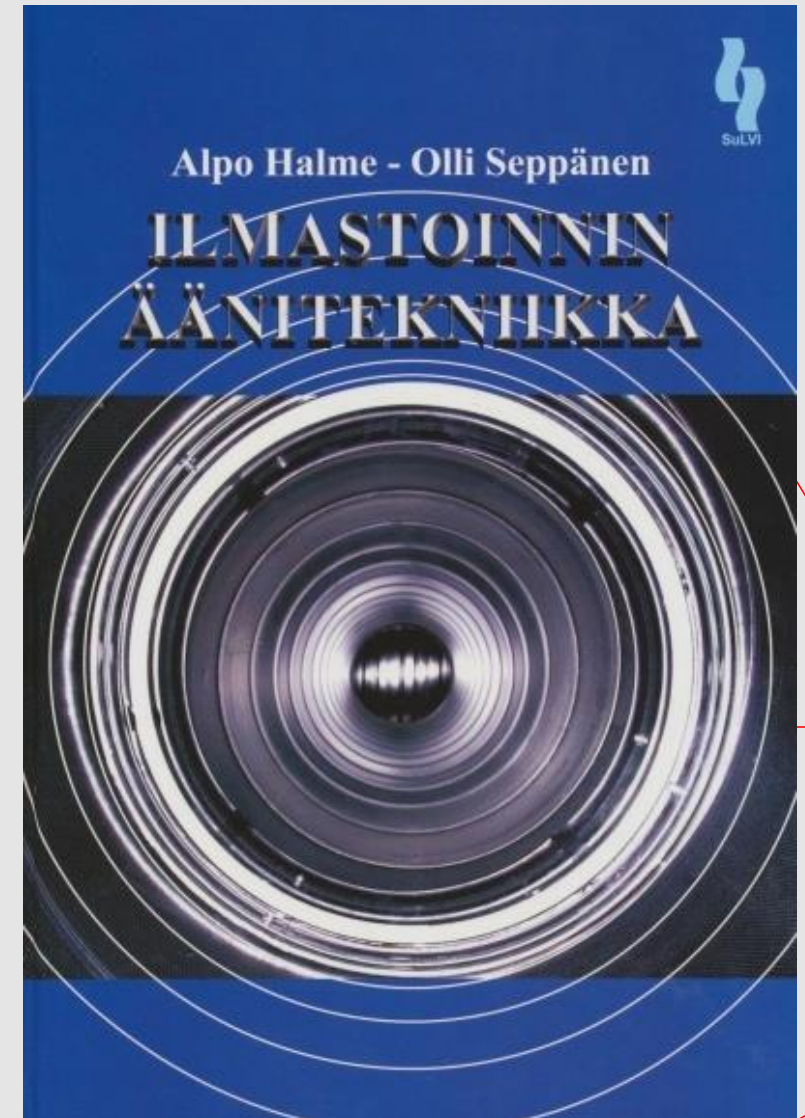
Room type, attenuation:	normal	α	0,15
Room attenuation R	13	☐	Enter reverberation time in frequency band

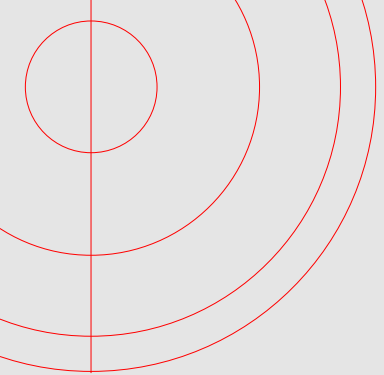
Room type, attenuation:	hard	α	0,10
Room attenuation R	12	☐	Enter reverberation time in frequency band

Room type, attenuation:	very hard	α	0,05
Room attenuation R	9	☐	Enter reverberation time in frequency band

Halme & Seppänen

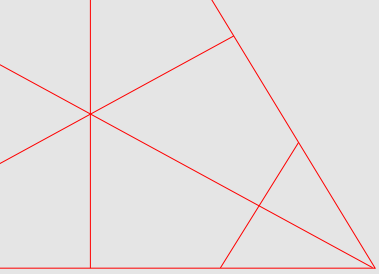
- ⦿ Alpo Halme ja Olli Seppäneni metoodika
- ⦿ 2002.a raamat „Ilmastoinnin äänitekniikka“
- ⦿ Väga detailne
- ⦿ Ajamahukas, keeruline
- ⦿ Kust saada vajalikud lähteandmed?





TALTECHI MAGISTRITÖÖ / MAARJA PITSI

- ⦿ „TEHNOSEADMETE ARVUTUSLIKU
HELIRÕHUTASEME SÕLTUVUS RUUMI
AKUSTILISTEST OMADUSTEST
LUBJA TN.4 KOHTUHOONE KOHTUSAALI NÄITEL“
- ⦿ Juhendajad: Marko Ründva, Endrik Arumägi
- ⦿ Retsensent: Teet Tark



MAGISTRITÖÖ EESMÄRGID



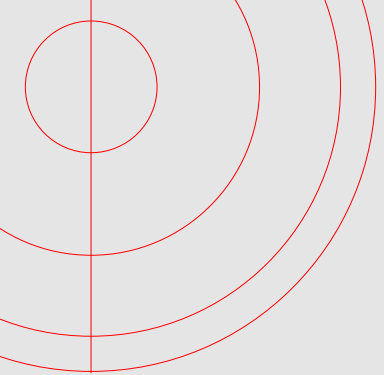
...



Kuidas mõjutab ruumi järelkõlakestus KVJ seadmete valikut.



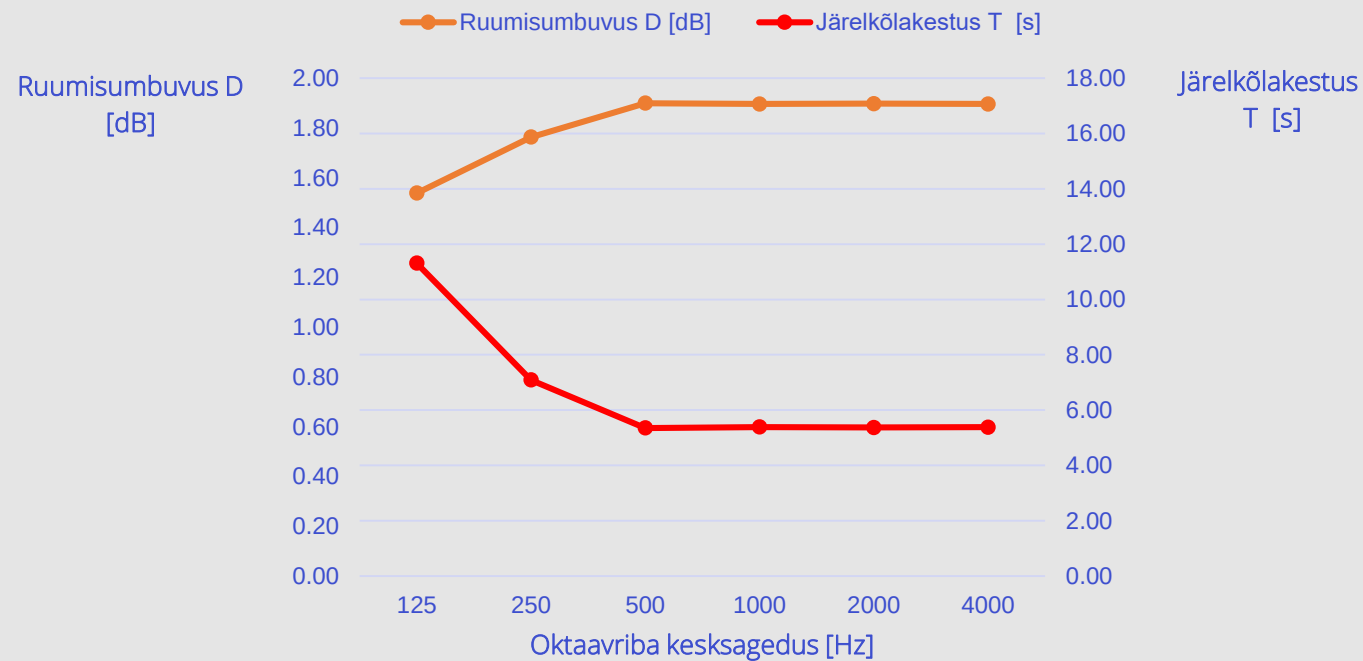
Kuidas mõjutab erinevate metoodikate ja arvutusprogrammide kasutamine arvutuslikku mürataset.

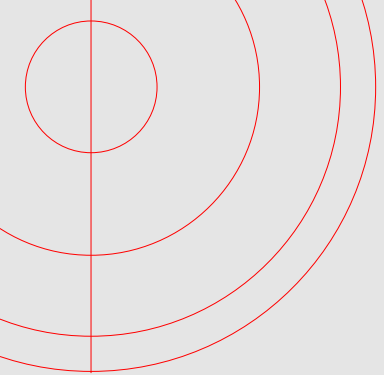


Ruumiakustika

(allikas: M. Pitsi magistritöö)

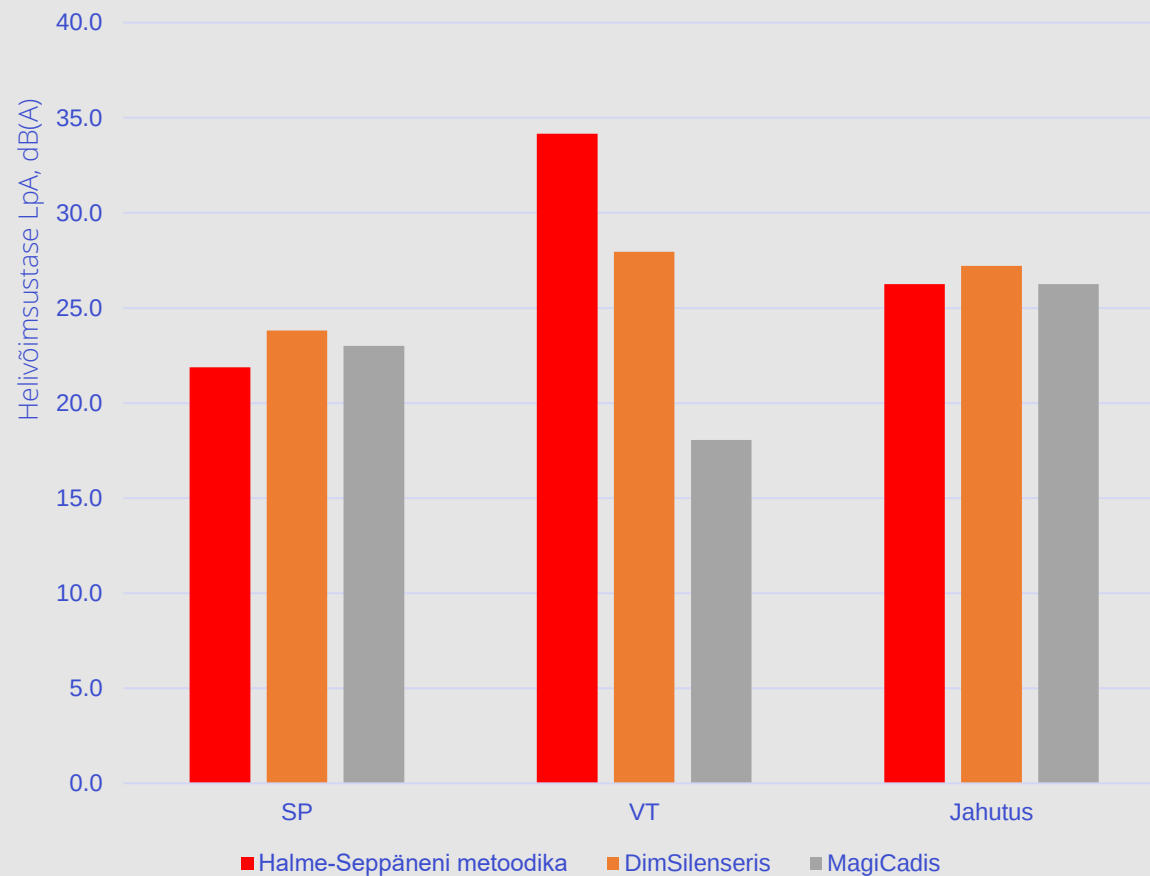
- ⊙ Ruumi järelkõlakestus $T = 0,7$ s
- ⊙ Ruumisumbuvus $D = 16$ dB
- ⊙ Helineeldumistegur $\alpha_k = 0,3$



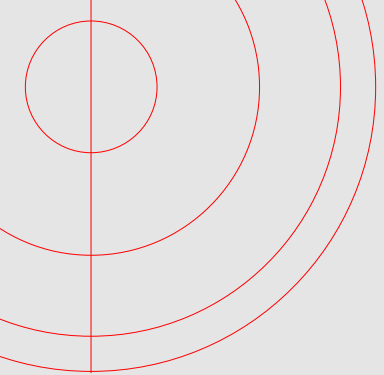


Helirõhutasemete tulemused

(allikas: M. Pitsi magistritöö)

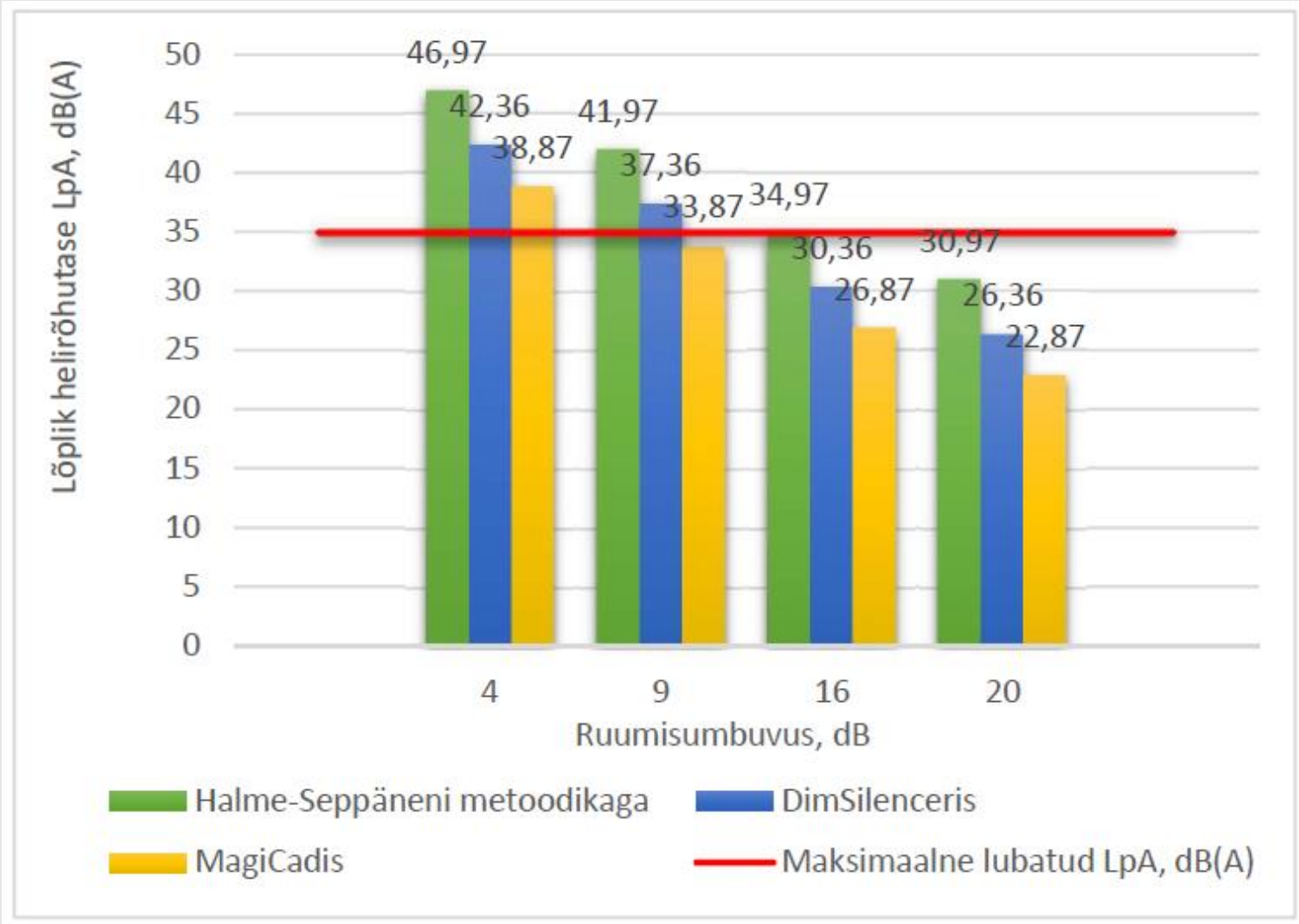


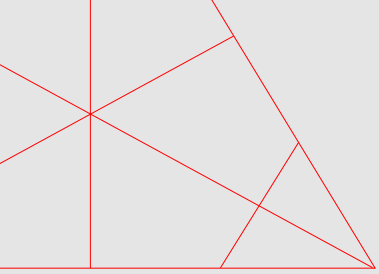
Joonis 4. Helirõhutasemete võrdlus



Helirõhutasemed erinevateel ruumisumbuvustel

(allikas: M. Pitsi magistritöö)





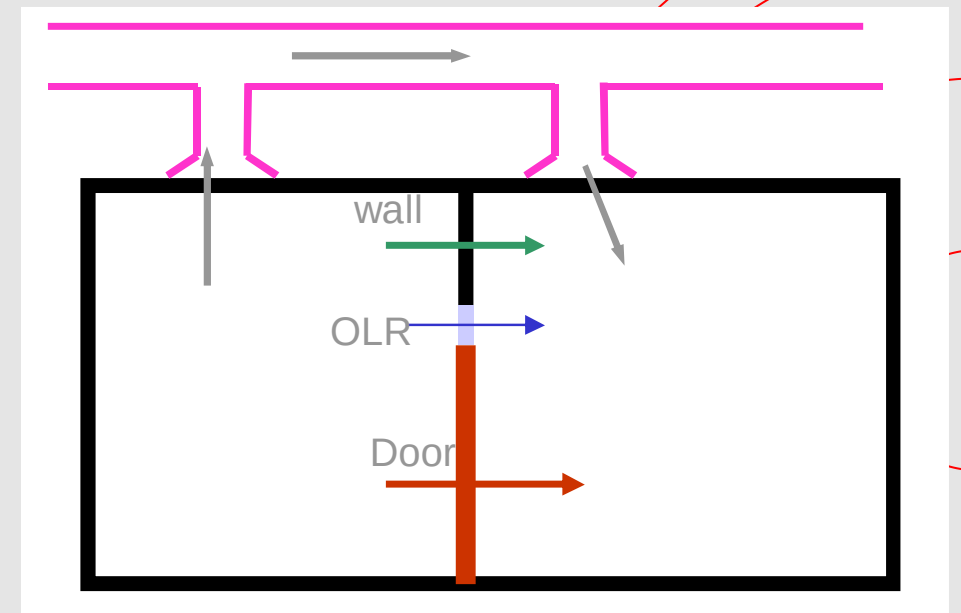
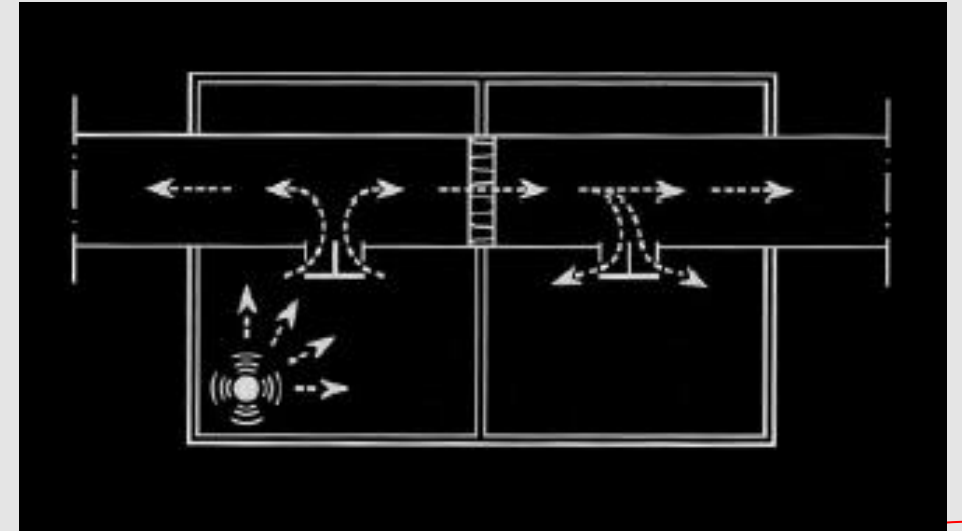
MAGISTRITÖÖ JÄRELDUSED

- △ Kriitilisemate ruumide puhul on oluline leida reaalne ruumisumbuvus läbi järelkõlakestuse – muidu oht üle- või aladimensioneerimiseks
- △ Erinevate metoodikate kasutamisel võivad arvutuslikud tulemused oluliselt erineda
- △ Arvutuste tegemisel võib kasutada iga üksiku lõppseadme sumbuuse asemel konstantset ruumisumbuvust
- △ Reaalne helirõhutase sõltub ka ehituskvaliteedist, materjalidest, mööblist, seadmete mürataseme tolerentsist jms, seetõttu on mõistlik seadmete valikul arvestada arvutuslikku helirõhutaset väikese varuga

RUUMIDEVAHELINE HELIDE ÜLEKANNE

ARVUTUSPÕHIMÕTTED

- ④ Helide ülekandumine ruumide vahel piki ühiseid ventilatsioonikanaleid
- ④ Kõige keerulisem
- ④ Ei ole selget arvutusmeetodit
- ④ Kuidas arvestada müra levikut ruumist kanalisse
 - ④ Mürasummutid
 - ④ Põlved ja hargnemised
 - ④ Torustiku pikkus
 - ④ Reguleerklapid
 - ④ Ruumi lõppelemendid
 - ④ Ruumisumbuvus



TÄNAN TÄHELEPANU EEST!

Marko Ründva

marko.ryndva@kajaja.ee

Tel +372 5626 4614

www.kajaja.ee