



# *Informatīvais biļetens 2000-1 (3)*

2000. gada marts

20 lappuses

Bez maksas izdevums apvienības biedriem.

## **Priekšvārds trešajam izdevumam**



Cienītie kolēģi!

Arvien jaunu tehnoloģiju un materiālu invāzija Latvijas tirgū rada papildus problēmas projektētājiem un būvniekiem, t.sk. arī akustisko procesu izpratnē. Šajā biļetena izlaidumā apkopoti vairāku aktīvu LAA dalībnieku viedokļi un pētījumu rezultāti, kas aptver diapazonu no pilsētas mērogiem līdz atsevišķai telpai un elementam.

Ceru, ka piedāvātie materiāli palīdzēs būvakustisko procesu izpratnē un veicinās veselīgas profesionālas diskusijas arhitektu, būvnieku un akustiķu starpā. Vēlot veiksmi turpmākajā darbā,

**JURIS SAPROVSKIS,**  
SIA "R&D Akustika"  
direktors

<b>Saturs:</b>	<b>lpp</b>
1. Priekšvārds trešajam izdevumam .....	1.
2. 7 jautājumi par akustiku .....	2.
3. Gaisa vadu klusinātāju mērījumi un citu akustisko mērījumu īsa analīze .....	6.
4. Trokšņu prognozēš. datorprogr. plusi un mīnusi .....	9.
5. Jautājumā par trokšņu līmeņa samazināšanu sabiedriskajās un dzīvojamajās ēkās .....	12.
6. Latvijā reģistrētie akustikas un vibrācijas standarti	14.
7. Inform. par LAA sertifik. komisijas darbību 1999.g.	17.
8. Reklāma .....	18.
9. Īsziņas .....	20.

<b>Contents:</b>	<b>pg</b>
1 Editorial .....	1
2 7 questions about acoustics .....	2
3 Short analysis of measurements of air duct silencers and some another measurements .....	6
4 Pluses and minuses of noise prognosis software .....	9
5 Question about noise elimination in public and living buildings .....	12
6 List of acoust. and vibrat. Standards regist. in Latvia	14
7 Inform. about LAA certif. commis. work in 1999 ...	17
8 Advertisement .....	18
9 News in brief.....	20

<b>Содержание:</b>	<b>стр</b>
1 От издателя .....	1
2 7 вопросов об акустики .....	2
3 Краткий анализ измерений глушителей воздуховодов а также других измерений .....	6
4 Плюсы и минусы программ прогнозир. шума ..	9
5 К вопросу об уменьшении шума в общественных и в жилых зданиях .....	12
6 Регистр. в Латвии стандарты об акуст. и вибрац ..	14
7 Информ. о работе сертиф. комисс. ЛОА в 1999 г.	17
8 Реклама .....	18
9 Короткие новости .....	20

## 7 JAUTĀJUMI PAR AKUSTIKU

**ANDRIS ZABRAUSKIS,**

RTU pr.docents, akustikas zinātņu maģistrs.

Autoram 15 akustikas konsultanta darbības gados nācies atbildēt uz neskaitāmiem jautājumiem par skaņas procesiem ēkās, taču ir tēmas, kas, acīmredzot, aktuālas visiem arhitektiem un būvinženieriem visos laikos. Šajā rakstā mēģināts rast atbildi uz “viskarstākajiem” no tiem.

### 1. Ko var mācīties un izmantot mūsdienu akustikā no vēsturiskajām būvēm un to stiliem?

Būvniecības vēsture ir atstājusi daudz akustiski nozīmīgu celtnu, taču to novērtējumam parasti pietrūkst sistemātiskuma. Daudz aprakstītie senās Grieķijas un Romas amfiteātri, neapšaubāmi, bija izcilas būves piemērs vairāk nekā 2000 gadu garumā, taču no mūsdienu skatupunkta tajos nav nekā noslēpumaina. Perfektais skatītāju izvietojums pusapļa vai eliptiskā amfiteātrī, plašais spēcīgi skaņu atstarojošo akmens materiālu pielietojums kombinācijā ar “orhestras” radītajiem atstarojumiem nodrošināja “lielisku akustiku”. Tajā pat laikā nereti tiek nenovērtēti tādi būtiski elementi kā vēlīnā periodā Romas impērijā lietotās trīslīmeņu aizskatuves sienas, kas bagātīgi izkļiedē skaņu un, protams, rezonējošo tilpumu ieviešana. Pirmie renesanses teātri īstenībā bija pārsegti romiešu amfiteātri, bet jaunā skaņas procesa – reverberācijas – iespaidā to akustika nepavisam nebija izcila. Visnozīmīgākais būvakustiskais mantojums, gan kvantitatīvi, gan kvalitatīvi, ir sakrālās celtnes, taču dažādie stili visai būtiski iespaido akustiskos procesus tajās. Bizantiskā stila dievnamus ar augstiem kupolu pārsegumiem un maksimālu akmens materiālu pielietojumu raksturo liela reverberācija un nevienmērīgs



skaņas sadalījums tilpumā, tādējādi padarot to asimilāciju mūsdienu akustiskajām prasībām visai problemātisku. Romāniskas un gotikas katedrālēs augstu novietotās velves un kolonādes nodrošina lielisku skaņas izkļiedi kombinācijā ar lielu reverberāciju – teicama vide kora un ērģeļmūzikai. Jaunākie (sevišķi protestantu konfesiju) dievnami ar mazāku kubatūru un koka apdari labi atbilst arī simfoniskās un kameramūzikas raksturam.

18–19 gs. atstājis virkni teātra ēku visā Eiropā, kas pamatoti var kalpot par akustisku etalonu mūsdienās – perfekti balansēts vokālistu un orķestra skanējums, atbilstoša rever-

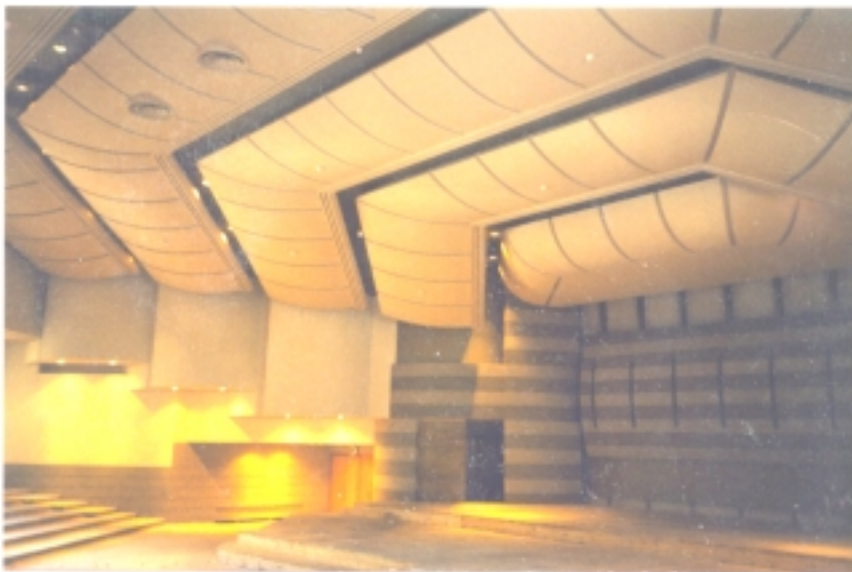
berācija, skaņas skaidrība un telpiskums vienlaikus – tās ir īpašības kas nepieciešamas ikvienā atbildīgā mūsdienu zālē. Būtiska ir nevis tieša analogija ar šīm ēkām, bet gan akustiska, t.i pareizas proporcijas, izkļiedējoši elementi un perfekta apdare.

## 2. Cik ticamas ir akustiskās prognozes un aplēses?

Pēdējos divdesmit gados notikušais lielais “izrāviens” akustiskajā prognozēšanā galvenokārt saistīts ar datorizāciju. Septiņdesmitajos projektēšana aprobežojās ar visai aptuveni reverberācijas aprēķiniem un ģeometrisku atstarojumu zīmēšanu divās plaknēs, kas gan pieredzējušiem būvakustiķiem, kā docents Vecsīlis, nereti bija pietiekami kvalitatīva rezultāta sasniegšanai. Astoņdesmitie ļāva veikt visa veida aplēses daudz plašāk un ātrāk (kvantitatīvas izmaiņas), bet deviņdesmitie ienesa jaunas kvalitātes – iespēju trīsdimensionāli modelēt jebkuru apbūves situāciju vai telpu ar visām (vai gandrīz visām) akustiskajām īpašībām. Nav problēma noteikt to vai citu no vairāk par 10 kritērijiem jebkurā vides punktā, problēma ir to novērtēšana un optimizācija. Augstākā modelēšanas pakāpe ir t.s. auralizācija, kad caur akustisko datormodeli ir iespējams noklausīties jebkuru skaņdarbu jebkurā projektējamās telpas (vai citas būvvides) punktā.

## 3. Kāda nozīme ir skaņas difuzitātei un kā to nodrošināt ?

Difuzitāte, kas izsaka skaņas sadalījuma vienmērību gan tilpumā, gan pa virzieniem, ir kļuvusi par vienu no galvenajiem būvakustikas parametriem, nereti “konkurējot” ar reverberāciju. Līdzīgi kā reverberācijas aprēķinam nepieciešams zināt materiālu skaņas absorbcijas īpašības, tā difuzitātes noteikšanai jānosaka atbilstošie koeficienti. Difūzās īpašības piemīt daudzām konstrukcijām, taču jāatceras, ka detaļas



mazākas par 10 cm ir nebūtiskas, bet lielās plaknes (virs 3 – 4 m) neno- drošina izkliedi.

Zināma konfrontācija iespējama salīdzinot septiņdesmito gadu “plakņu arhitektūru” ar, piemēram, 19.gs. oper- teātra zāli – cik viena ģeometriski dalīta, tik otra bagāta ar dažādu dimensiju elemen-

tiem – balkoniem, kolonām, ložām, margapmalēm. Rezultātā skaņas difuzitāte atšķiras visai būtiski, izraisot jautājumu par izkliedes iespējām 70–80 gados projektētajās zālēs vispār. Izeja meklējama lielo plakņu sīkākā dalījumā, izliektu elementu pielietojumā un akustiski dažādu materiālu kombinācijās. Jāatceras, ka izklienētājiem jābūt dažādu dimensiju elementiem ar gabarītu diapazonu 0,2 – 2 m. Nedaudzas ražotājfirmas pasaulē piedāvā arī gatavus izklienētājiurogus (difuzorus), kas vairāk gan piemēroti nelielām telpām.

#### 4. Vai augsta skaņas izolācija vienmēr saistīta ar lielu konstrukcijas masu?

Liela būvelementa masa parasti tiešām nodrošina augstu skaņas izolāciju, taču tā nekādā gadījumā nav vienīgā risinājuma iespēja. Šo īpatnību izskaidro t.s. “Bergera likums” – katram frekvences vai konstrukcijas masas dubultojumam atbilst skaņas izolācijas pieaugums par 6 dB (un tikai!). Mūsdienās iespējams radīt daudzkārtu plānsienu sistēmas – gan sienām, logiem un pārsegumiem, kuru skaņas izolācija pie 70 – 100 kg/kvm ir augstāka nekā 250 – 300 kg/kvm smagām monolītām konstrukcijām. Veidojot šādas vieglas sistēmas jāievēro dažas sekojošas īpatnības:

izmantotajām loksņēm jeb plātnēm ieteicams dažāds biezums vai atšķirīgi materiāli,

- šķirkārta noteikti aizpildāma ar skaņu absorbējošu materiālu. Pārsegumos šim aizpildījumam jā saglabā elastīgums arī zem ekspluatācijas slodzes.
- cieto slāņu saistei būtu jābūt minimālai, lai konstrukcija nepārvērstos par “akustiski viendabīgu”

Daudzslāņu vieglo konstrukciju vienīgais trūkums ir relatīvi nelielā skaņas izolācija (20–30 dB) pie 63– 125 Hz, kas tiek kompensēta ar 50–70 dB pārējā diapazonā.

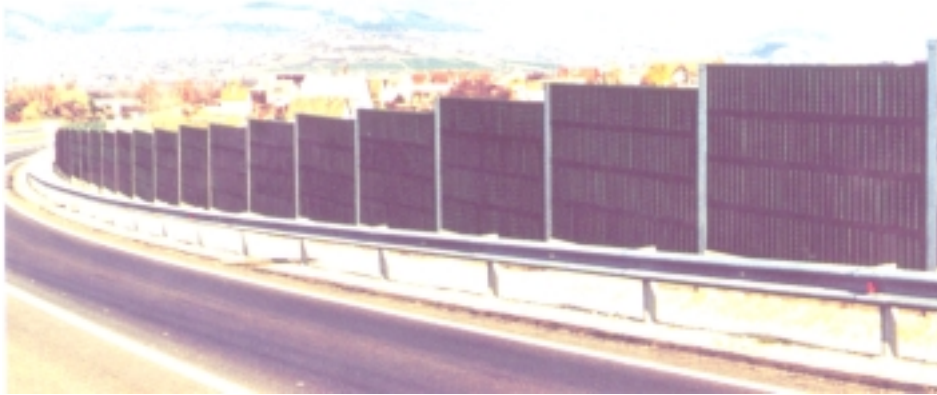
#### 5. Kādas ir “akustisko materiālu” iespējas, kur tie lietojami un kur nē ?

Pareizi būtu runāt par skaņu slāpējošiem vai absorbējošiem materiāliem, jo “akustiski” zināmā mērā ir visi. Jebkura veida absorbents transformē skaņas enerģiju siltumenerģijā, taču process katrā materiālu struktūrā ir savādāks. Porainajos un pavedienstruktūru slāpētājos (akmensvate, vieglbetoni) tas notiek berzes rezultātā, membrānveida (apšuvumi un paneļi) – pateicoties šķirkārtas aizpildījuma pretestībai ātrai spiedei un paneļa pretestībai ātrai liecei. Vēl citādi absorbē Helmholca rezonatori, jeb jau minētie grieķu rezonatori, kuros mijiedarbojas telpas pamattilpums un rezonatora tilpums un absorbcija atkarīga no to svārstību stāvokļa fāzē vai pretfāzē.

90% no praksē lietotajiem absorbentiem Latvijā ir akmensvates vai minerālvates izcelsmes, kas nosaka to augsto efektivitāti 500 – 4000 Hz diapazonā. Jāatzīst, ka šie materiāli nav optimāli “basu” slāpēšanai, jo tad nepieciešams vai nu 100mm biezums, vai montāža ar 200 –400 mm šķirkārtu. Absorbentu pielietojums vienmēr izmaina telpas akustiskās īpašības, saīsinot reverberācijas laiku un pazeminot skaņas līmeni tajā. Trokšņa slāpēšana ar absorbentu palīdzību visefektīvākā ir neapdarinātās telpās, jo katrs slāpējošo materiālu daudzuma divkārtējums pazemina troksni aptuveni par 3 dB. Profesionāli projektējot skatītāju zāles speciālo absorbentu pielietojums zināmā mērā uzskatāms par “sliktu toni”, jo visbiežāk liecina par autora nepareizi izvēlētu telpas tilpumu. Atšķirīga situācija veidojas rekonstruējamās vai elektroakustiski apskaņojamās telpās, kur absorbentu pielietojums ir objektīva nepieciešamība. Pilnīgi nepamatota ir absorbentu apšuvumu lietošana skaņas izolācijas uzlabošanai.

## 6. Kā veidojami prettrokšņa ekrāni gar maģistrālēm un citiem trokšņa avotiem?

Prettrokšņa ekrāni ir absolūta mūsdienu realitāte, kas ne tikai aptver Eiropas autostrādes, bet ienākusi arī Rīgas Krasta ielas apbūvē. Šīm būvēm kā pilsētbūvnieciskam solim pretī klusumam praktiski nav akustiskas alternatīvas, jo zaļo stādījumu joslas blīvas apbūves un īsas veģetācijas apstākļos nav efektīvas. Jebkurš ekrāns – valnis, siena vai nogāze – pirmkārt ir šķērslis tiešās skaņas ceļā no trokšņa avota uz aizsargājamo objektu un tam jābūt ar pietiekamu skaņas izolāciju. Ekrāna efektivitāte atkarīga no tā, cik dziļi “akustiskajā ēnā” atrodas objekts, t.i. par cik atšķiras tiešās un ap malām difragētās skaņas ceļi tajā. Reālās situācijās trokšņa samazināšanās sākas ar 5 dBA, kas atbilst vizūras līnijai no trokšņa avota gar ekrāna malu uz objektu, un beidzas ar 15–20 dBA vērtību. Projektēšanas praksē ekrānu optimizāciju parasti veic izmantojot visas apkārtējās apbūves datormodelēšanu. Prettrokšņa risinājumā nav pieļaujama vaļēju ailu, caurumu un



spraugu klātbūtne, kas stipri pazemina aprēķina efektivitāti. Pret skaņas avotu vērstajai ekrāna pusei ieteicams absorbenta iesegums, lai notiktu trok-

šņa papildus atstarošanās pretējā virzienā. Industriālu ekrānu ražošanā specializējas daudzas pasaules firmas, taču augstākas estētiskās kvalitātes uzrāda individuālie projekti.

## 7. Kādu risinājumu iespējas piedāvā Latvijas akustiķi?

Kopš 1999.gada sākuma vairums ar praktiskās akustikas nozarēm saistīto speciālistu apvienojušies Latvijas akustiķu apvienībā (Rīgā, Kurzemes prosp. 3, tel. 2417212), kas tādējādi uzskatāma par pirmo šāda veida struktūru Latvijas vēsturē. Apvienība piedāvā gan dažādas konsultācijas un mērījumus, gan slēdzienus, atzinumus un risinājumus par plašu problēmu loku no elektroakustiskās apskaņošanas līdz trokšņa kontrolei visdažādākajās vides situācijās. Latvijas skaitliski nedaudzie akustikas speciālisti ar mūsdienu aparatūras, laboratorijas un datormodrošinājuma palīdzību spēj veiksmīgi konkurēt ar ārvalstu kompānijām, nereti nodrošinot augstāku kvalitāti pie ievērojami zemākām cenām.



## GAISA VADU KLUSINĀTĀJU AKUSTIKIE MĒRĪJUMI UN CITU AKUSTIKO MĒRĪJUMU ĪSA ANALĪZE

**DZINTARS LASIS**,  
SIA “R&D Akustika”, tehniskais direktors.

Autoram 25 darbības gados elektroakustikas un akustisko mērījumu laukā pēdējo gadu laikā aizvien biežāk nācies saskarties ar celtniecības materiālu, būvelementu un konstrukciju akustisko īpašību noteikšanu. SIA “R&D Akustika” atrodas patreiz vienīgās mūsu valstī pastāvīgi funkcionējošās akustiski slapētā ( $2000\text{ m}^3$ ) un reverberācijas ( $200\text{ m}^3$ ) kameras, kā arī pietiekoši plašs mēraparatūras klāsts, kas dod iespēju veikt praktiski visus ar akustiku saistītos mērījumus. Paplašinoties celtniecības materiālu tirgotāju, kā arī šo materiālu un būvelementu Latvijas ražotāju ieinteresētībai par tirgus izvērtēšanu, aktuāls kļūst jautājums par materiālu un būvelementu akustisko īpašību savstarpēju salīdzinājumu, kas paplašina reklāmas iespējas kā arī nereti nosaka vai pamato šī ražojuma cenu. Tas attiecas gan uz specifiskiem akustiskiem materiāliem – akmens vate, gumija, plastikāta starplikas un būvelementiem (konstrukcijām) – vakuma paketēm, gaisa vadu klusinātāju, skaņu slāpējošiem, izolējošiem vai atstarojošiem elementiem gan arī uz nespecifiskiem, bet plaši pielietojamiem šāda tipa ražojumiem. Kā piemēru tam var minēt nesen izskatīto jautājumu par esošās reverberācijas kameras piemērošanu durvju un logu bloku akustiskās izolācijas parametru noteikšanai. Viena no galvenajām grūtībām šajos mērījumos saistīta ar ISO un ES standartu piemērošanu un tiem atbilstošu akustisko mērīšanas apstākļu radīšanu. Tādēļ tīri formāli dažreiz nav iespējams dot starptautiski kvalificētu slēdzienu par SIA “R&D Akustika” veikto mērījumu. Tomēr tas nekavē mūs veikt salīdzinošos mērījumus ar drošu garantiju par šo mērījumu ticamību, kā arī specifiskus laboratorijas mērījumus, lai dotu slēdzienus un ieteikumus par konkrētā materiāla vai būvelementa izvēli vai arī Latvijas ražojumu akustisko īpašību uzlabošanu. Tālāk šī raksta konkrētajā piemēra parādīts, kā to iespējams veikt.

Nesen pie SIA “R&D Akustika” griezās kāda Latvijas firma, kas ir uzsākusi gaisa vadu klusinātāju ražošanu, ar uzdevumu noteikt šo klusinātāju trokšņu vājināšanas līmeni interesējošos frekvenču diapazonos. Ventilācijas sistēmas skaņas klusinātāju mērīšanas metodiku reglamentē sekojoši standarti:

1. ISO 7235:1991; (Latvijā patreiz neregistrēts un neieviests standarts)  
Akustika – gaisa vadu klusinātāju ievietošanas zudumu, plūsmas trokšņa un pilnā spiediena zuduma mērījumu procedūras.
2. LVS EN ISO 11691:1998; (Latvijā reģistrēts, bet neieviests standarts)  
Akustika – gaisa vadu klusinātāju skaņas vājinājuma (ievietošanas zudumu) mērīšana bez gaisa plūsmas – laboratorijas pārskata metode.

Tā kā klusinātāji bija neliela diametra (iekšējais  $\varnothing$  125 un 160), un paredzēti ievietot gaisa vadu atzaros ar nelielu plūsmas ātrumu, tad tos pilnīgi pieļaujams mērīt bez gaisa plūsmas saskaņā ar ISO 11691:1998. Tomēr ir zināmas grūtības izveidot tādu starotāju, kas pietiekoši plašā diapazonā nodrošinātu difūzu skaņas lauku un kas atbilstu šī standarta prasībām. Šādos gadījumos arī ārvalstu inženieru asociācijas nereti izstrādā vadošus materiālus [sk., piemēram, Verien Deutscher Ingenieure–VDI 2567, Schallschutz durch Schalldämpfer], kas pieļauj veikt šādus mērījumus ar papildus laboratorijas

metodēm it sevišķi gadījumos, kad mērījumi paredzēti ražojumu izstrādes (attīstības) procesā, kāds bija arī augšminētais gadījums.

Šī iemesla dēļ tika izstrādāti divi starotāji, kas nodrošina pietiekošu difūzu lauku :

1. S1– uz RRR skaļruņa 25ZT-1 bāzes 5 dm<sup>3</sup> slēgtā tilpumā ar speciālu izkliedētāju sistēmu frekvenču diapazonam no 20 – 1500 Hz ;

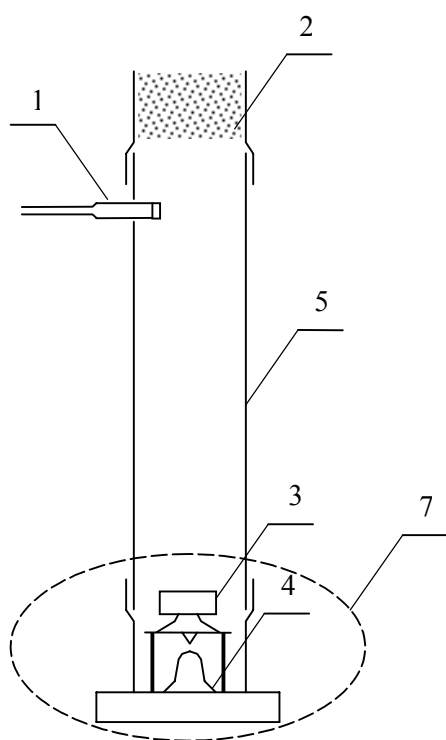
2. S2– uz poļu firmas “TONSIL” ruporveida skaļruņa GDWT 9/80/5F bāzes ar papildus atstarotāju-izkliedētāju frekvenču diapazonam no 1000 – 20000 Hz .

Tālāk tika piemērota sekojoša laboratorijas metode :

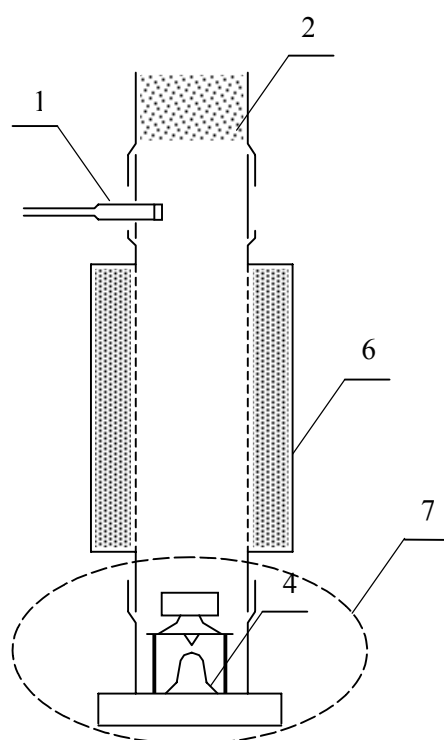
1. Tiek nomērīts skaņas līmenis 1/3 vai 1 okt joslās gaisa vada galā bez klusinātāja (klusinātājs aizvietots ar gludu neslāpētu gaisa vadu) (sk. 1.zīm.) ;

2. Tas pats tiek izdarīts ievietojot gaisa vada aizvietojamā posma vietā klusinātāju nemainot mikroфона novietojumu (sk. 2.zīm.)

Viss augšminētais tiek veikts ar abiem starotājiem S1 un S2



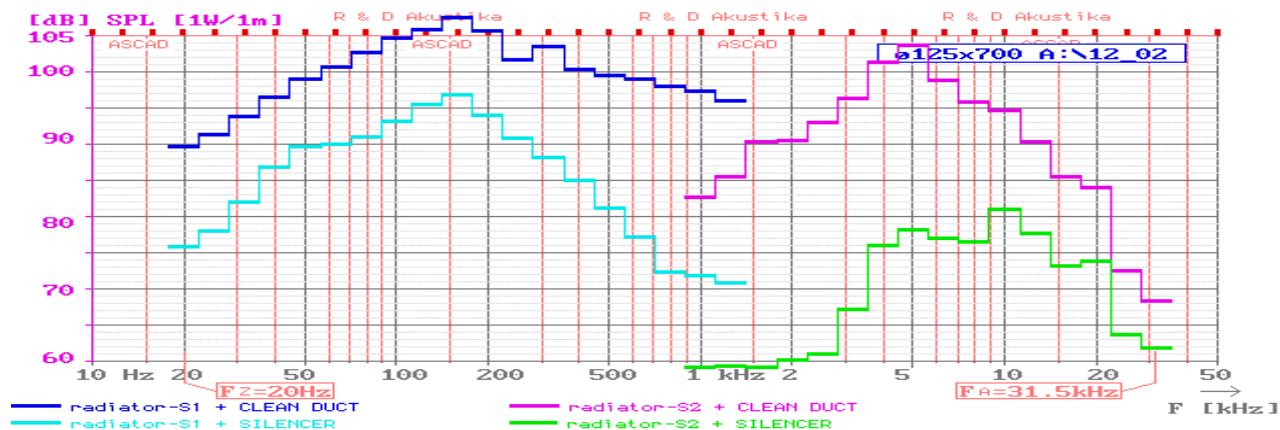
1. Zīm.



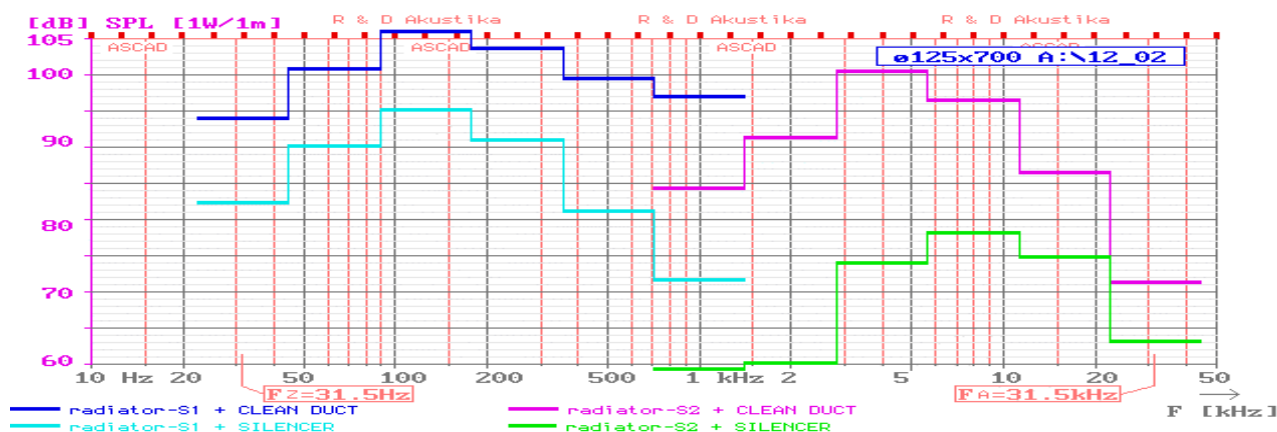
2. Zīm.

1. Mikrofons.
2. Slāpējums stāvviļņu novēršanai (lauka difuzitātes palielināšanai)
3. Skaļrunis
4. Atstarotājs – izkliedētājs
5. Gaisa vada posms – klusinātāja aizvietotājs
6. Klusinātājs
7. Skaņas starotājs S1 vai S2 (dotajos zīm. shematiski attēlots S2)

Mērījumu rezultāti parādīti raksturlīknēs un salīdzinājums ar ārzemju paraugu redzams tabulā.



2. Zīm. Laboratorijas metodikas mērījumu rezultāti (trokšņu līmeņu frekvenču rasturlīknes 1/3 okt. rozā trokšņa joslās) mērot bez un ar klusinātāju ar starotājiem S1 un S2 paraugam kura izmēri  $\varnothing 125 \times 700$



2. Zīm. Laboratorijas metodikas mērījumu rezultāti (trokšņu līmeņu frekvenču rasturlīknes oktāvu rozā trokšņa joslās) mērot bez un ar klusinātāju ar starotājiem S1 un S2 paraugam kura izmēri  $\varnothing 125 \times 700$

Tabula. Augšminēto mērījumu rezultātu salīdzinājums ar firmas "Kanālflākt" reklāmdatiem.

Ventilācijas vadu klusinātāju trokšņu līmeņa vērtējums [dB] katrā no mērītajām frekvenču joslām

Rozā trokšņa joslās vidējā frekvence		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k	6,3k	8k	10k	
1/3 okt.																							
1/1 okt.		125			250			500			1k			2k			4k			8k			
Nom. izmērs $\varnothing 125 \times 700$	Mērītais paraugs	11,6	10,3	10,7	11,8	10,9	15,4	15,2	18,2	21,8	25,6	25,4	26,2	31,1	30,4	32,0	29,0	25,5	25,4	21,8	19,3	13,6	
		10,9		12,7			18,3			25,8			31,2			26,7			18,2				
	Ārzemju analoga reklāmdati	6,0		12,0			22,0			28,0			37,0			38,0			22,0				
Nom. izmērs $\varnothing 160 \times 700$	Mērītais paraugs	6,4	5,4	8,6	9,8	5,8	11,4	10,2	16,8	21,7	23,3	25,7	26,8	30,7	32,4	29,0	20,3	17,2	18,4	13,7	13,5	8,5	
		6,8		9,0			16,1			25,5			30,7			18,6			11,9				
	Ārzemju analoga reklāmdati	5,0		10,0			18,0			23,0			33,0			30,0			19,0				

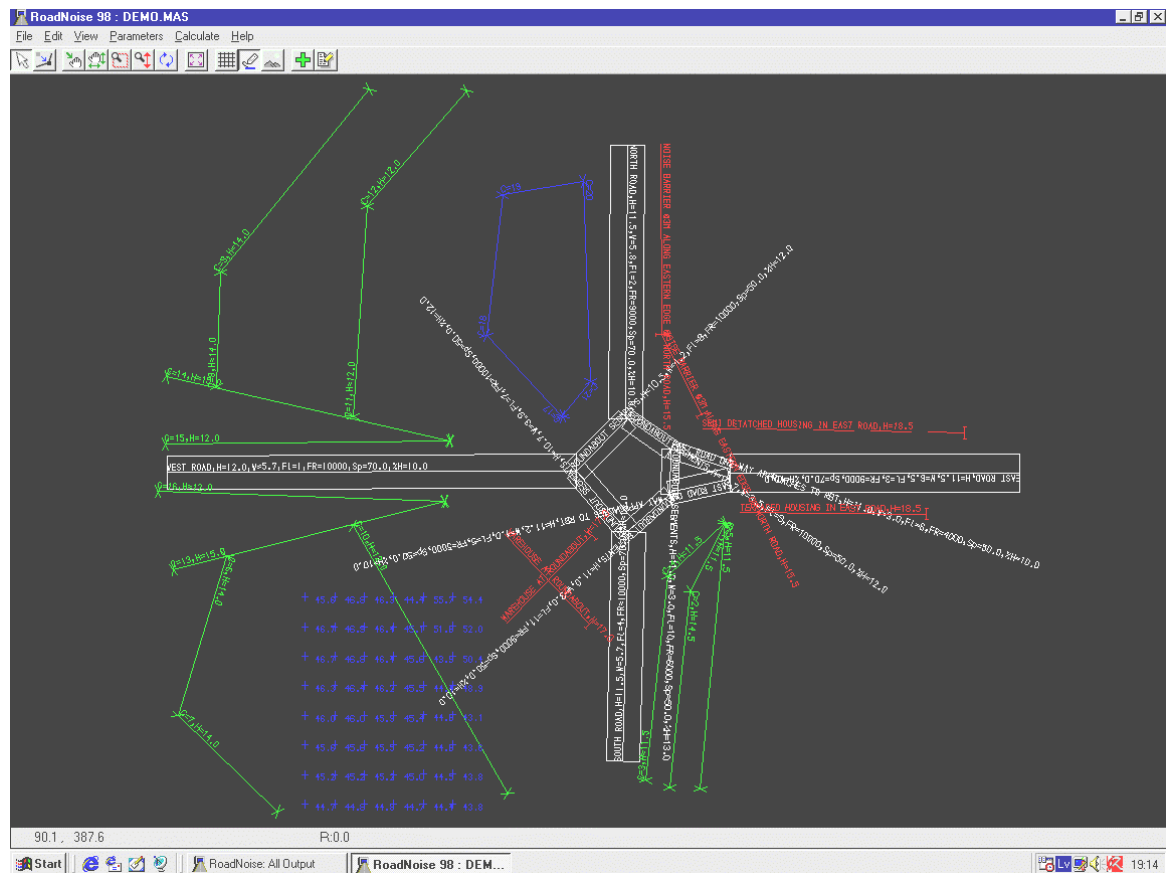
Kā redzams tabulā Latvijas firmas izgatavotā slāpētāja parauga parametri atbilst un ārzemju paraugu frekvenču diapazonā līdz  $\sim 1,25$  kHz. Tomēr augšējā frekvenču diapazona daļā (it sevišķi 4kHz rajonā), pamatojoties uz mērījumu rezultātiem tika noteiktas konstrukcijas nepilnības un izstrādāti ieteikumi to novēršanai.



## 2. NOISE 2000.

Britu “atbilde” Eiropai ietver 3 galvenos moduļus : Road Noise, Rail Noise un Site Noise. Pēdējais paredzēts būvlaukumu un citu atklāto darba zonu trokšņa prognozēšanai (piem.ostas teritorijas, atklātie parki utt.) un šobrīd ir tāds vienīgais. Pārējās iespējas līdzīgas Soundplan, taču importēt iespējams tikai BMP formātu, tāpēc rezultējošā grafika ir mazāk iespaidīga.

Galvenās grūtības saistītas ar iespēju lietot tikai Britu Standartus, kas niansēs atšķiras no modelēt stādīju “kontinenta” un gatavas trokšņa avotu datubāzes trūkumu.



Nepatīkami, ka nevar tieši mu masīvus un mainīt ekrānu absorbējošās īpašības.

Cenas – no 4980 stlg, taču par mazāku summu var iegūt veiksmīgu variantu aprēķinam atsevišķos punktos (skat.attēlu). Vērtējums – visumā veiksmīga.

## 3.SPM 9613.

Amerikāņu “budžeta” programma. Veidota uz starptautiskā ISO standarta bāzes, pietiekami ātrdarbīga. It kā ļauj veikt visa veida prognozēšanu no visa veida avotiem taču, piem. lineāru avotu aproksimē ar 56 punktiem, kas noved pie kļūdām “tuvajā laukā”. Visa datu ievade – analītiska, t.i. bez “peles” un attiecīgi ļoti lēna. Grūti lietojama, ja runa par jebkādu lielāku situācijas analīzi. Ārkārtīgi neērti, ka galīgie trokšņa kontūri neietver situācijas elementus. Krāsu kartējums neatļauj melnbaltu izdruku.

Cena – standarta 1000 USD. Vērtējums – visumā neveiksmīga.