

Optimizacija sustava za reprodukciju zvuka u ispitivanjima percepcije buke u zatvorenim prostorima

Dominik Kisić, mag. ing.

mentor: izv. prof. dr. sc. Marko Horvat
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
Fakultet
elektrotehnike i
računarstva

1. Uvod

Istraživanje se bavi proučavanjem utjecaja sustava za reprodukciju zvuka (zvučnici, slušalice, i njihove različite konfiguracije) na rezultate slušnih testova koji se provode u postupku subjektivnog vrednovanja akustičke kvalitete prostora i akustičkog komfora prostora. Navedeno uključuje subjektivna ispitivanja u području kvalitete zvučne izolacije promatranog prostora prema drugim prostorima te akustike unutar samog promatranog prostora. Istraživani slušni testovi primarno uključuju usporedbu glasnoće dva zvuka ili lokalizaciju dolazećeg zvuka. Vrednovanje parametara akustike prostora i zvučne izolacije subjektivnim putem novitet je samo po sebi jer se ono inače provodi isključivo objektivnim metodama, a rezultati vrlo često nisu usklađeni s načinom na koji čovjek doživljava zvuk. Subjektivna vrednovanja provode se u laboratorijskim uvjetima, pri čemu se koriste zvučni scenariji dobiveni auralizacijom, odnosno (re)konstrukcijom stvarnih ili simuliranih zvučnih okolina.

2. Opis problema

Početni cilj istraživanja je bilo određivanje značajki različitih sustava za reprodukciju zvuka u subjektivnim slušnim testovima u kojima se uspoređivala udarna zvučna izolacija stropova (tj. podova) različitih materijala. Rad na kalibraciji i postavu tih sustava u kombinaciji s vanjskim okolnostima (pandemije) otvorili su i pitanje točnosti kalibracije razine zvuka prilikom provedbe slušnih testova u nelaboratorijskim uvjetima.

3. Metodologija



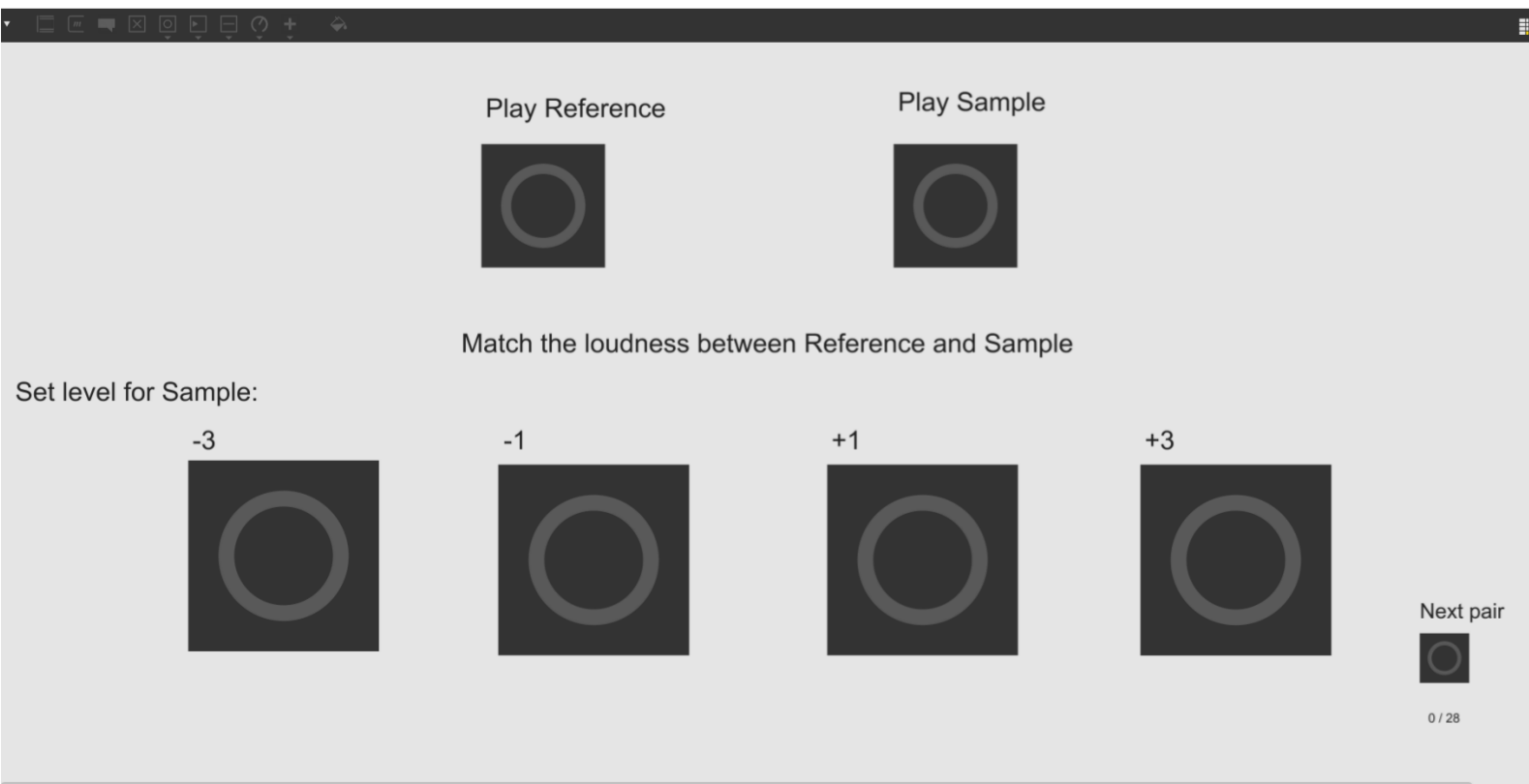
16.2 zvučnički sustav: a) TGM Beč



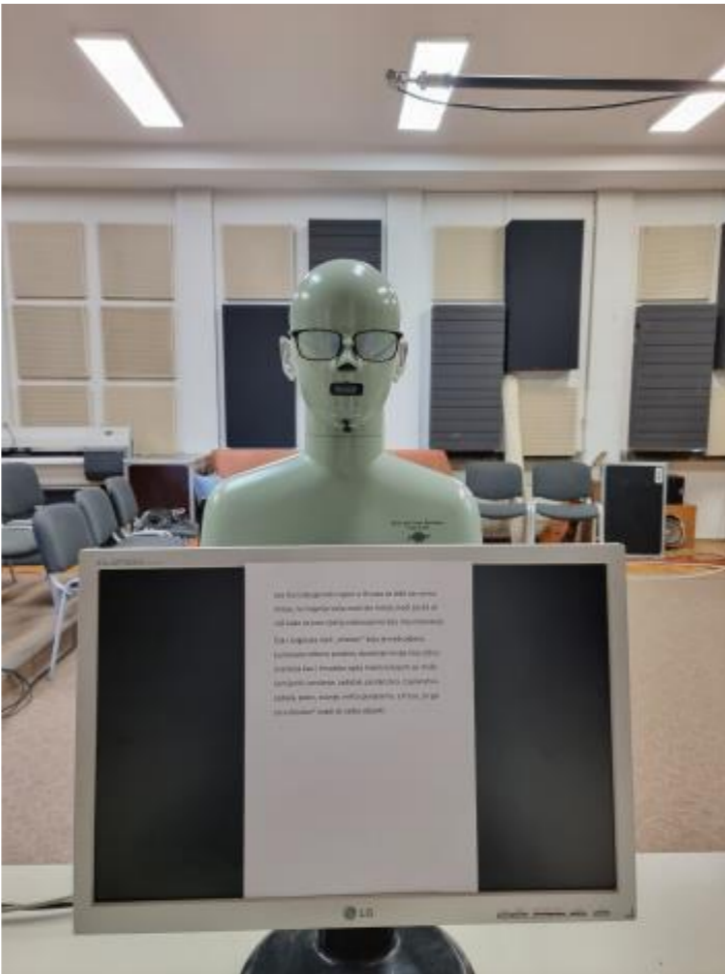
b) Auralab Zagreb



Postav za kalibraciju slušalica



Programsko sučelje za slušne testove razvijeno u Max 8



Vizualni stimulus za vrijeme slušnog testa

Zahvale

Istraživanje je sufinancirano sredstvima Hrvatske zaklade za znanost DOK-2018-01 i sredstvima projekta H2020-MSCA-RISE 2020 "Advanced physical-acoustic and psycho-acoustic diagnostic methods for innovation in building acoustics (papabuild)"

Reference

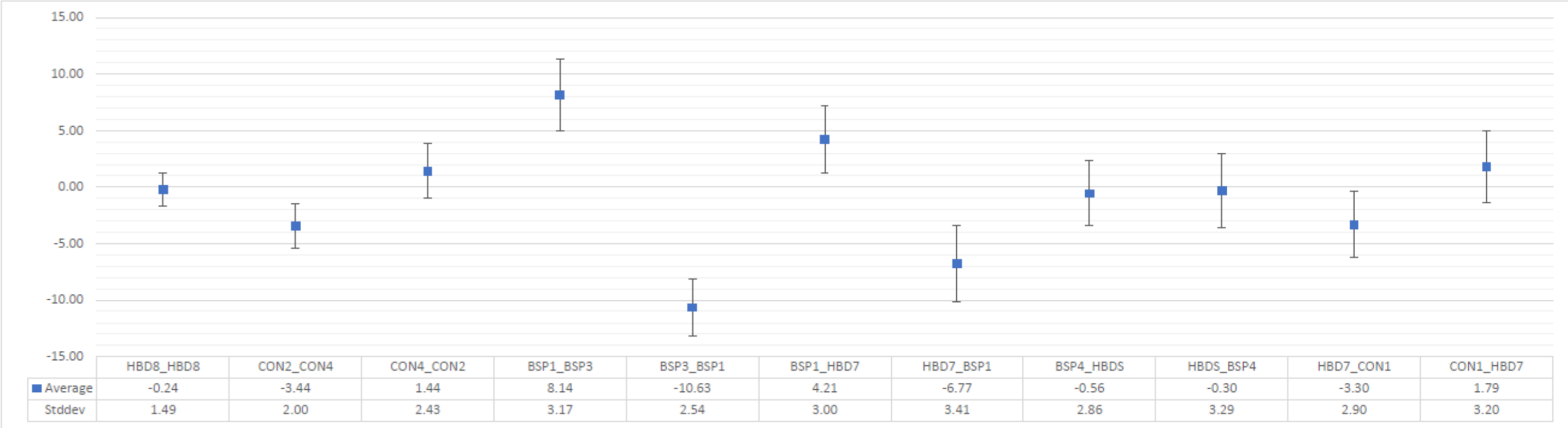
- [1] Kisić et al.: Comparison of single-number quantities for impact sound insulation to the subjective rating of different floor configurations. // Proceedings of e-Forum Acusticum 2020 / Lyon: Universite Lyon, 2021.
[2] Kisić, D; Horvat, M; Planinec, V; Jambrošić, K: How does the choice of the sound reproduction system affect the perceptual evaluation of impact sound insulation?. // Euronoise 2021.
[3] Kisić, D; Horvat, M; Jambrošić, K; Franček, P: The potential of speech as the calibration sound for level calibration of non-laboratory listening test setups. // Applied Sciences-Basel, 12 (2022), 14; 7202, 17 doi:10.3390/app12147202

Kontakt

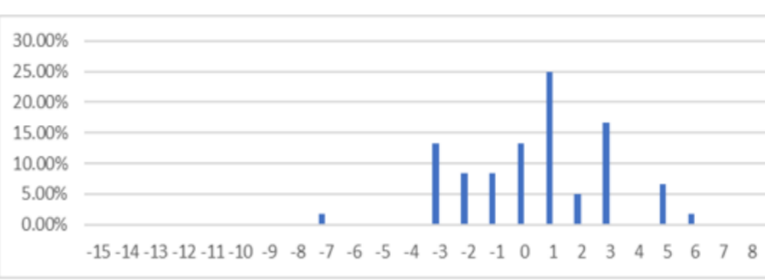
Dominik Kisić, mag. ing.
dominik.kisic@gmail.com
+385 91 1926 124

Dan doktorata Fakulteta elektrotehnike i računarstva, 01. lipnja 2023.

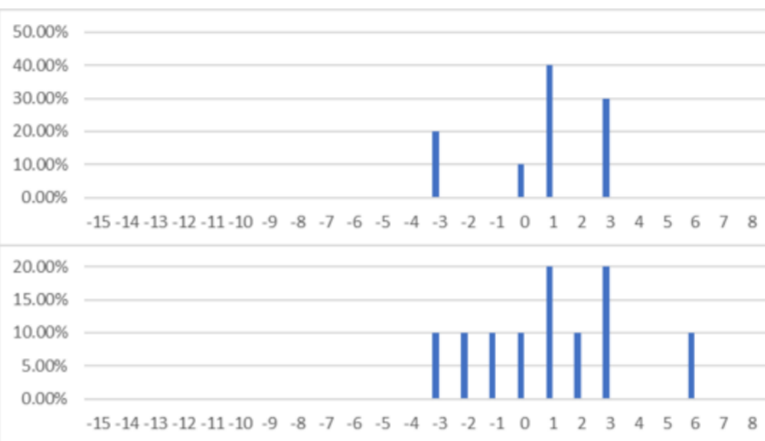
4. Rezultati



Usporedba glasnoće udarne buke stropova različitih materijala [1]



Histogram svih rezultata



16.2 zvučnički sustav

- Mono signal reproduciran pomoću gornja četiri kanala i niskotonskog zvučnika

- Ambisonics sustav drugog reda

Slušalice (HD650)

- Mono signal reproduciran na nekalibriranim slušalicama
- Mono signal reproduciran na frekvencijski kalibriranim slušalicama

- Mono signal reproduciran na hibridnom sustavu slušalica i niskotonskog zvučnika

- Binauralni Ambisonics sustav

Sustav za reprodukciju zvuka	Avg	StDev
Mono signal 4 zvučnika i niskotonac	0.7	2.21
Ambisonics drugog reda	1.0	2.67
Mono signal na ne kalibriranim slušalicama	0.2	2.25
Mono signal na kalibriranim slušalicama	0.4	2.37
Hibridni sustav slušalica i niskotonca	0.8	2.44
Binauralni Ambisonics sustav	0.0	3.62

Usporedba izbora sustava za reprodukciju zvuka prilikom subjektivnog ispitivanja zvučne izolacije od udarne buke [2]

Rezultat istraživanja govora kao izvora za kalibraciju razine u nelaboratorijskim uvjetima je pokazao da postoji statistički značajna razlika razina "normalne glasnoće" govora koja se pokazala 5dB glasnija prilikom korištenja slušalica u odnosu na stereo par zvučnika. Ne postoji statistički značajna razlika utjecaja vizualnog stimulusa u odnosu na zamišljenu osobu, kao niti drugih demografskih pokazatelja.

Glavni rezultat ovog testa je preporuka nove metode kalibracije uz pomoćnog čitatelja. [3]

5. Zaključak

Većina dosadašnjih rezultata ukazuju da izbor sustava za reprodukciju zvuka ne utječe statistički značajno na rezultate slušnih testova. Uz promišljeni dizajn slušnog testa utjecaj razlike sustava se pokazao sumjerljivim s pragom percepcije prosječnog ispitanika. Istraživanje pojedinosti metodologije otvorilo je neočekivana pitanja koja su rezultirala novom metodom kalibracije razine zvuka u nelaboratorijskim uvjetima. Područje istraživanja subjektivne evaluacije zvučne izolacije bitno je jer preispituje prilagodbu postojećih akustičkih normi novim metodama gradnje i modernom načina života, s ciljem poboljšanja kvalitete života.