

Sveučilište u Zagrebu  
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Mario Dilberović

**Razumljivost govora u školskim učionicama**

Zagreb, 2016.

Ovaj rad izrađen je na Odsjeku u za logopediju Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta, Laboratoriju za slušnu i govornu akustiku, pod vodstvom prof. dr. sc. Mladena Hedjevera i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2015./2016.

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. RAZUMLJIVOST GOVORA</b> .....	1
<b>1.1.1. Razina buke</b> .....	1
<b>1.1.2. Udaljenost slušača od govornika</b> .....	1
<b>1.1.3. Glasnoća govora</b> .....	2
<b>1.1.4. Vrijeme reverberacije (odjeka)</b> .....	2
<b>1.2. METODE PROCJENE/ISPITIVANJA RAZUMLJIVOSTI GOVORA</b> .....	2
<b>1.2.1. Subjektivne metode procjene razumljivosti govora</b> .....	2
<b>1.2.1. Objektivne metode procjene razumljivosti govora</b> .....	3
<b>1.3. RAZUMLJIVOST GOVORA U UČIONICAMA</b> .....	3
<b>2. CILJ RADA</b> .....	4
<b>3. HIPOTEZE</b> .....	4
<b>4. METODE RADA</b> .....	4
<b>4.1. NAČIN PROVOĐENJA ISTRAŽIVANJA</b> .....	4
<b>4.2. UZORAK</b> .....	5
<b>4.3. MJERNI INSTRUMENT</b> .....	5
<b>4.4. VARIJABLE ISTRAŽIVANJA</b> .....	6
<b>4.5. METODE OBRADE PODATAKA</b> .....	7
<b>5. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	7
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	11
<b>7. LITERATURA</b> .....	12
<b>SAŽETAK</b> .....	14
<b>SUMMARY</b> .....	15
<b>ZAHVALE</b> .....	16
<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	17

## **1. UVOD**

Govor je najbrži i najjednostavniji način prenošenja poruka i informacija bez posredovanja uređaja ili pomagala te je unatoč razvoju mrežnih i računalnih tehnologija, i dalje glavno sredstvo komunikacije. Također, govor je vodeći način podučavanja u školskim sustavima u cijelom svijetu, stoga su važne akustičke karakteristike učionica, a posebice se naglasak i važnost stavlja na razumljivost govora. Svrha ovog istraživanja jest utvrditi utječe li udaljenost učenika od katedre, veličina učionice te udaljenost (blizina) učionice od prometnice na razumljivost govora, a dobivene vrijednosti staviti u okvire važećih zakonskih odredbi i pedagoških standarda.

### **1.1. RAZUMLJIVOST GOVORA**

Razumljivost govora odnosi se na kvantitativni broj govornih jedinica (slogova, riječi i rečenica) koje su ispravno poslone od strane govornika te shvaćene od strane slušača. U svim prostorijama gdje se komunicira govorom potrebno je osigurati njegovu dobru razumljivost. Prema Drinčić, Krstić i Ivanović (2010) odrasli imaju razvijeniju sposobnost razumijevanja govora od djece te stoga valja staviti naglasak na dobru razumljivost govora upravo kod školske populacije, naročito u učionicama i prostorijama u kojima se obavljaju intelektualne aktivnosti, poput čitaonica i knjižnica. Loša razumljivost govora može se odraziti na loše usvajanje prezentiranog sadržaja u učionici, što posljedično može dovesti do lošijih akademskih postignuća. Najvažniji faktori koji utječu na razumljivost govora u nekoj prostoriji su razina buke, udaljenost između govornika i slušača, glasnoća govora te vrijeme reverberacije.

#### **1.1.1. Razina buke**

Razumljivost govora ovisi o više faktora, a jedan od važnijih jest količina buke u prostoru. Općenito se svaki neželjeni zvuk naziva bukom. Smetajući učinci buke ovise o jakosti i frekvenciji zvuka. Tako npr. više frekvencije više smetaju od nižih, a čisti tonovi su neugodniji za slušanje od šumova. No, isto tako glasni zvukovi nižih frekvencija mogu maskirati više frekvencije te ih učiniti nečujnima. Razina buke u prostoru i razumljivost govora negativno koreliraju na način da se povećanjem buke u prostoru smanjuje njegova razumljivost. Buka može dolaziti iz različitih izvora, pa tako govorimo o vanjskoj buci (prometnice, školska igrališta), unutrašnjoj buci (projektor, računalo) te o buci same učionice (rasvjeta, sustav za grijanje/hlađenje) (Drinčić i sur, 2010). Najviše dopuštene ekvivalentne razine buke u zatvorenim prostorijama poput predavaonica, učionica i sličnih prostorija ne smiju iznositi više od 35 dB. (Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave, NN 145/04). Prema Rabelo, Santos, Oliveira i Magalhaes (2014) u komunikaciji, razlika između govora i pozadinske buke mora biti najmanje +15dB, odnosno signal (govor) mora biti za 15dB glasniji od pozadinske buke kako bi se osigurala dobra razumljivost govora.

#### **1.1.2. Udaljenost slušača od govornika**

Izuzetno je važno koliko je slušač udaljen od govornika. Što je govornik udaljeniji od slušača time će ga slušač lošije razumjeti. Svi se ponekad nađemo u situaciji kada smo poprilično udaljeni od govornika te se trudimo razumjeti njegove riječi. U tim situacijama se

oslanjamo na kontekst koji je također izuzetno važan za razumljivost govora. Također, pojedini glasovi su akustički snažniji od drugih te ih time lakše razumijemo. Poznato je da su vokali snažniji od konsonanata i nalaze se u nižim frekvencijskim pojasevima, ali konsonanti su ti koji znatno više doprinose razumljivosti govora. Vokali su važni jer nose akustičku energiju i bez njih bi govor bio pretih, ali djelomično razumljiv, dok bez konsonanata govor gubi razumljivost jer konsonanti nose jezičnu i semantičku informaciju. (Heđever, 2012).

### ***1.1.3. Glasnoća govora***

S time u vezi izuzetno je važna i glasnoća govora koja također utječe na razumljivost govora. Prosječna jačina govora na udaljenosti 1m od govornika iznosi oko 60 do 65 dB (misli se na normalnu glasnoću govora kada na primjer dvije osobe razgovaraju u tihoj prostoriji). Ukoliko govornik govori tiše i ne udovoljava uvjetu od +15dB u korist govora u odnosu na buku, govor može biti nerazumljiv.

### ***1.1.4. Vrijeme reverberacije (odjeka)***

U velikim dvoranama, većini slušača, teško je razumjeti govor ili predavanje. Razlog tome jest odjek ili reverberacija, odnosno odbijeni zvuk koji se reflektira od zidova maskira izvorni govorni signal. Dulje vrijeme reverberacije poželjno je u dvoranama u kojima nastupaju orkestri ili se izvodi klasična glazba, dok je kraće vrijeme reverberacije potrebno u prostorima u kojima se komunicira govorom (nastava, predavanja) kako bi razumljivost govora bila najbolja. (Akiko, Takayuki, Keisuke, Nao, Nany, 2005)

Vrijeme odjeka, na zadanoj frekvenciji, je vrijeme u sekundama koje je potrebno da prosječna razina zvučnog tlaka ustaljenog stanja opadne za 60 dB nakon što je izvor prestao emitirati zvuk (Bilan, 1989). Zvuk se na određenom mjestu slušanja u prostoriji najčešće sastoji od direktnog i reflektiranog zvuka. Direktan zvuk je zvuk koji dolazi direktno od izvora do točke mjerenja (slušača), dok je reflektirani zvuk rezultat refleksija od površina u prostoriji. Zbroj svih reflektiranih zvukova zove se reverberacijsko zvučno polje, a ono se sastoji od svih zvukova koji su se odbili jedanput, dva ili više puta. Što je reverberacija veća, slušač će teže razumjeti govornika.

## ***1.2. METODE PROCJENE/ISPITIVANJA RAZUMLJIVOSTI GOVORA***

Razumljivost govora može se ispitati subjektivnim i objektivnim metodama ispitivanja. Znanstveno gledano objektivne metode mnogo su pouzdanije zbog minornog utjecaja ispitivača te mogućnosti ponavljanja mjerenja. Ponavljanje procjene u objektivnim metodama uvijek će dati ujednačene rezultate, dok kod subjektivnih metoda rezultati uvelike ovise o ispitivačima i njihovim sposobnostima percepcije govora.

### ***1.2.1. Subjektivne metode procjene razumljivosti govora***

Subjektivne metode procjene razumljivosti govora temelje se na fonemima, riječima (ili logatomima – riječima bez značenja) te rečenicama. Princip ove metode jest da slušač govorne uzorke (riječi, logatome, foneme ili rečenice) sluša zajedno sa pozadinskom bukom te na ispitne obrasce zapisuje što je čuo. (Andrijašević, Ivančević, Horvat, 2012). Odgovori mogu biti otvorenog i zatvorenog tipa. Otvoreni tip omogućuje slušaču da navede što je čuo ili misli da je čuo dok zatvoreni tip slušaču daje mogućnost odabira između predloženih

odgovora. (Steeneken, 1980). Konačni rezultat jest postotak ispravno shvaćenog ispitnog materijala koji uvelike ovisi o vrsti materijala (riječi, logatomi ili fonemi), upoznatošću s ispitnim materijalom te prethodnim iskustvom u takvim ispitivanjima.

### **1.2.1. Objektivne metode procjene razumljivosti govora**

Dobra razumljivost govora važna je svakom koji sluša, bez obzira da li je to učenik, student ili bilo koja osoba koja komunicira govorom i jednako je bitna onima koji dobro čuju kao i osobama oštećena sluha.

U akustici prostorija područje relevantno za analizu, proteže se od 50 Hz do 10 kHz, pri čemu najviše pozornosti treba obratiti na područje od 100 Hz do 5000 Hz (Kuttruf, 2009). Oktave s centralnim frekvencijama od 500 Hz, 1 kHz i 2 kHz najznačajnije su za dobro razumijevanje govora (Heđever, 2012).

Razumljivost govora osobito će biti narušena maskiranjem akustički slabijih konsonanata (Everest, 2010). Tako na primjer u engleskoj riječi "back", ukoliko jasno ne razumijemo završetak "ck", cjelokupna riječ je gotovo nerazumljiva jer upravo "ck" razlikuje riječ "back" od drugih sličnih riječi (poput "bat, bad, bass, ban"). U hrvatskom jeziku kao primjer možemo uzeti riječ *nož* i *noć*, gdje se zamjenom zadnjeg glasa značenje u potpunosti mijenja.

Brojne su mjerne jedinice osmišljene za procjenu razumljivosti govora. Najčešće se koriste: artikulacijski indeks (AI - articulation indeks) te indeks razumljivosti govora, STI (Speech transmission Indeks).

### **1.3. RAZUMLJIVOST GOVORA U UČIONICAMA**

Oko 60% aktivnosti u učionicama svodi se na govornu komunikaciju između predavača i učenika ili između učenika međusobno (Drinčić i sur, 2010). Zbog toga je u tim prostorima važno postići zadovoljavajuću razinu razumljivosti govora. Drinčić i sur. (2010) lošu akustiku učionice uspoređuju s čitaonicom u kojoj je sustav rasvjete vrlo loš pa je čitanje otežano. Zbog loše razumljivosti nastaju problemi ne samo za učenike koji se naprežu da bi čuli i razumjeli predavanje, nego i za nastavnika koji uslijed loše akustike i velike buke unutar prostora mora povećati glasnoću svog govora, koja nerijetko dovodi do glasovnog zamora i može izazvati nastanak nodula na glasnicama.

Pregledom novije literature može se uočiti da u svijetu postoji sve veći broj studija i istraživanja povezanih s akustikom učionica, što je omogućilo formiranje standardiziranih normi akustike učionica. Općenito, može se zaključiti da nivo buke u praznoj učionici (bez učenika) ne bi smio biti veći od 35 dBA. Optimalno vrijeme reverberacije u učionicama zapremine do 283 m<sup>3</sup> ne bi smjelo biti iznad 0,6 sekundi, dok u većim učionicama između 283 m<sup>3</sup> i 566 m<sup>3</sup> ne bi smjelo prelaziti 0,7 sekundi (ASHA, 2016).

## 2. CILJ RADA

Primarna tri cilja ovog istraživanja bilo je utvrditi kakva je razumljivost govora s obzirom na:

- udaljenost učenika (slušača) od katedre (nastavnika),
- veličinu učionice,
- udaljenost učionice od prometnice.

Nadalje cilj je bio izmjeriti razinu buke u učionicama te dobivene vrijednosti usporediti s važećim zakonskim normama i pravilnicima kao i s pedagoškim standardima u odgoju i obrazovanju.

## 3. HIPOTEZE

Za potrebe istraživanja formirane su dvije hipoteze:.

*H1: Udaljenost slušača (učenika) od katedre (nastavnika) utječe na razumljivost govora.*

*H2: Razumljivost govora u učionicama bližim prometnici je lošija nego u učionicama udaljenijim od prometnice.*

## 4. METODE RADA

### 4.1. NAČIN PROVOĐENJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je vršeno u četiri osnovne škole na području Grada Velike Gorice. Tri škole nalaze se u Gradu Velikoj Gorici i sve se nalaze u neposrednoj blizini neke veće prometnice, dok se četvrta škola nalazi u prigradskom naselju, ali također uz glavnu cestu koja vodi kroz mjesto. Kako se ne bi ometao sam proces nastave mjerenja su provedena u vrijeme kada je u školi boravio najmanji broj učenika, odnosno u terminima prije ili nakon nastave.

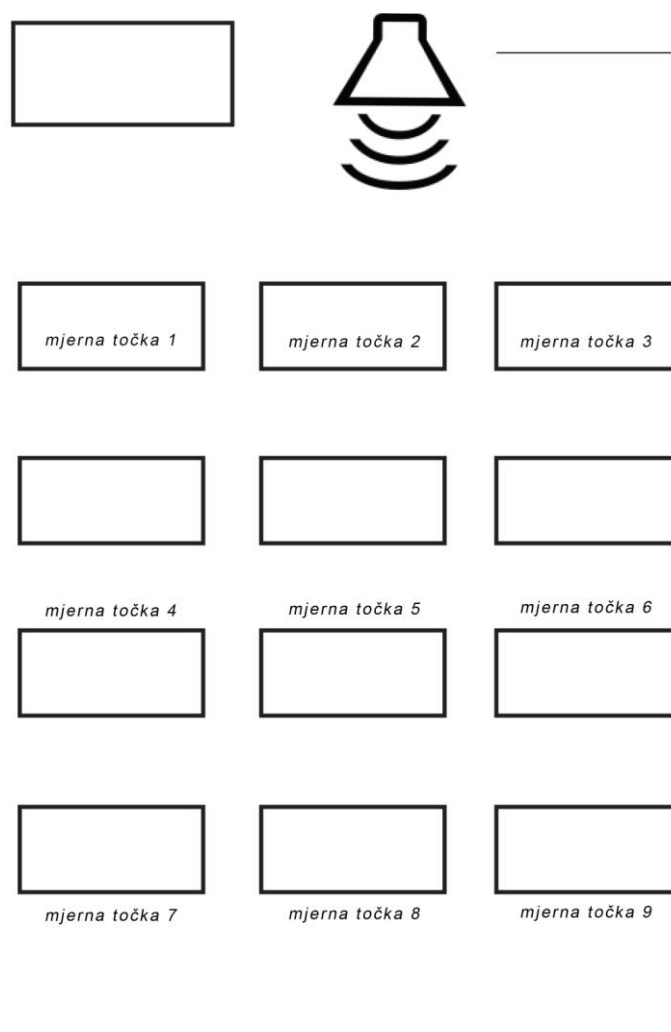
Učenika nije bilo niti na hodnicima niti ispred osnovnih škola. U svakoj školi odabrane su četiri učionice i to po dvije na katu i dvije u prizemlju, tako da se jedna nalazi okrenuta prema većoj prometnici, dok je druga okrenuta ka mirnijoj strani, udaljenijoj od prometnice.

Unutar svake učionice mjerenje je napravljeno u 9 točaka. Budući da su školske klupe raspoređene u tri reda, u svakom redu načinjeno je po tri mjerenja i to na početku, kraju te u sredini reda. Prije puštanja generičkog zvuka izmjerili smo prosječnu razinu buke u prostoru dok su sva nastavna pomagala bila u uporabi (svjetlo, grafoskop/projektor te računalo). Svaka mjerna točka mjerena je tri puta, a u obzir je uzeta srednja vrijednost izračuna.

## 4.2. UZORAK

Mjerenja su provedena na ukupno 16 učionica, po 9 mjernih točaka u svakoj učionici što znači da su izmjere napravljene na ukupno 144 točke.

Učionice su se razlikovali dimenzijama te svojim unutarnjim uređenjem poput vrste podne obloge (parket ili linoleum), vrste prozora (PVC ili drveni), obloženosti zidova (pluto panoi) te zastorima na prozorima.



Slika 1 Shematski prikaz učionice i mjernih točaka.

## 4.3. MJERNI INSTRUMENT

Za potrebe istraživanja korišten je uređaj “VERIFIER Speech Intelligibility instrument”. Uređaj se sastoji od kalibriranog mikrofona, predpojačala, aktivnog zaslona sa upravljačkim gumbima te programa (protokola) za standardizirano mjerenje razumljivosti govora. Gumbi su namijenjeni za pokretanje uređaja te upravljanje postavkama samog uređaja. Verifier ima mogućnost mjerenja zvučnog tlaka u decibelima u odnosu na referentni zvučni tlak, takozvana razina zvučnog tlaka ( $L_{AS}$ ) te  $L_{(aeq)}$  odnosno prosječnu razinu buke. (The verifier: User Manual, 2012)



Uređaj mjeri skale STI-PA te CIS razumljivosti. Postupak mjerenja STI provodi se tako da se s mjesta nastavnika (katedre) generira posebno pripremljen zvučni signal koji svojim frekvencijskim spektrom i intenzitetskim modulacijama imitira ljudski govor (muški ili ženski). Mjerni uređaj Verifier postavlja se na mjestu slušatelja te vrši akustičku analizu generiranog zvuka. Verifier vrši analizu frekvencijskog raspona od 7 oktavnih pojaseve s centralnim frekvencijama od 125 Hz do 8 kHz. Pri tome se analiziraju podaci o razini govornog signala, razini pozadinske buke te vremenu odjeka i reverberacije.

STI-PA skala mjerenja razumljivost govora dijeli se u 5 stupnjeva koji su prikazani u tablici 1.

**Tablica 1. Vrijednosti STI-PA skale**

vrijednost	ocjena	Razumljivost slogova u %	Razumljivost riječi u %	Razumljivost rečenica u %
0 - 0.3	1. loša	0 - 34	0 - 67	0 - 89
0.3 - 0.45	2. slaba	34 - 48	67 - 78	89 - 92
0.45 - 0.6	3. zadovoljavajuća	48 - 67	78 - 87	92 - 95
0.6 - 0.75	4. dobra	67 - 90	87 - 94	95 - 96
0.75 - 1	5. odlična	90 - 96	94 - 96	96 - 100

Analizirajući tablicu dolazimo do zaključka da je učenik kod rezultata u rasponu od 0.6 do 0.75 u mogućnosti razumjeti 90% riječi, što znači da 10% riječi tijekom predavanja neće razumjeti, odnosno svaka deseta riječ će mu promaknuti.

#### **4.4. VARIJABLE ISTRAŽIVANJA**

Varijable istraživanja su:

- dužina učionice (m)
- širina učionice (m)
- površina učionice (m<sup>2</sup>)
- etaža na kojoj se nalazi učionica (prizemlje / kat)
- točke mjerenja razumljivosti govora STI-PA vrijednost mjerena u 9 točaka – lokacija u učionici (0 do 1)
- udaljenost slušača od katedre
- blizina ulice (izvora vanjske buke)
- buka (dB)

Dužina i širina učionice mjerene su u metrima uz pomoć laserskog mjernog uređaja dok je površina učionice izračunata pomoću vrijednosti duljine i širine učionice.

Mjerenja su vršena u učionicama na dvije etaže odnosno na prizemlju i na katu. Razumljivost govora mjerena je STI-PA skalom u devet točaka u učionici, u vrijednosti od 0 do 1.

Udaljenost slušača od katedre mjerena je u metrima. Prva mjera udaljena je 1m od katedre, dok je svaka iduća mjera udaljena 1,5m od prethodne prema rasporedu klupa u učionici.

Uz učionice u prizemlju i na katu, odabir učionica vršen je na temelju blizine ulice odnosno izvora vanjske buke. Također, prije svakog mjerenja u učionici načinjeno je mjerenje prosječne razine buke u praznoj učionici.

#### **4.5. METODE OBRADE PODATAKA**

Podatci su obrađeni programom Statistica for Windows, vr. 5.0. Izračunata je deskriptivna statistika, Kolmogorov – Smirnov testom provjerena je normalnost distribucije, T-testom je ispitana značajnost razlika aritmetičkih sredina između učionica u prizemlju i na katu, te između učionica koje su bliže ili dalje od ulice. Također su izračunati Pearsonovi koeficijenti korelacije (korelacijska matrica) kako bi se utvrdile povezanosti među ispitivanim varijablama.

### **5. REZULTATI I RASPRAVA**

Sveukupni (prosječni) rezultati mjerenja razumljivosti govora metodom STI-PA nalaze se u rasponu od 0,618 do 0,708 (tablica 2). Uspoređujući ove rezultate sa standardiziranom STI-PA skalom, vidimo da se svi rezultati nalaze u kategoriji "dobre" razumljivosti. Međutim, niti jedna mjerna točka u ovome istraživanju nije postigla razumljivost govora u kategoriji "odličan" (gdje je raspon rezultata od 0.75 do 1).

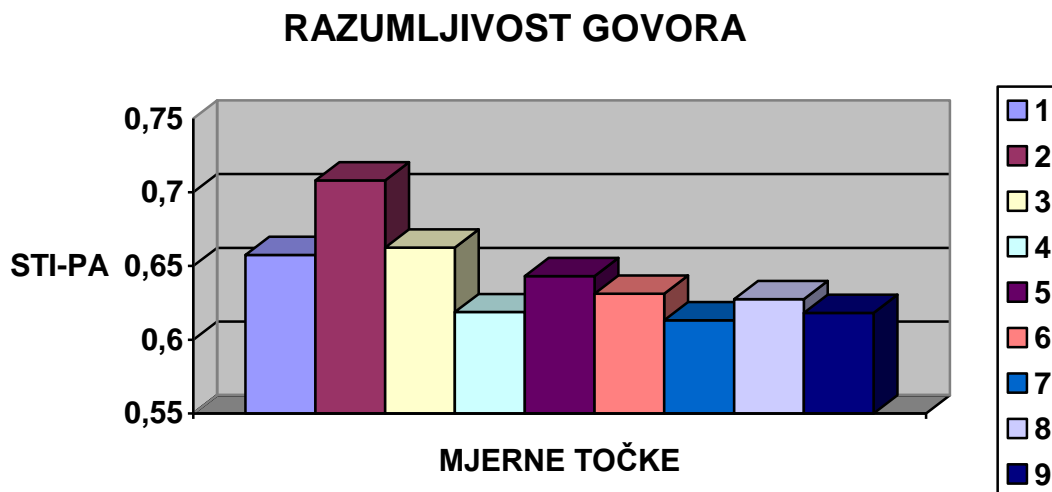
**Tablica 2. Deskriptivna statistika za sve učionice (svi podaci).**

	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
MJER_1	,65750	,56000	,75000	,05373
MJER_2	,70813	,61000	,86000	,06473
MJER_3	,66250	,59000	,74000	,04359
MJER_4	,61875	,55000	,68000	,03500
MJER_5	,64312	,59000	,77000	,05225
MJER_6	,63125	,58000	,68000	,02729
MJER_7	,61313	,56000	,67000	,03459
MJER_8	,62750	,57000	,70000	,03856
MJER_9	,61813	,57000	,67000	,03600
BUKA	39,66187	28,80000	48,20000	5,46070
DIMENZ_A	9,00000	5,00000	13,00000	1,96638
DIMENZ_B	6,93750	4,00000	8,00000	1,18145
POVRŠINA	63,93750	24,00000	91,00000	20,84696

Iz tablice 2 također je vidljivo da razumljivost u učionicama jako varira od učionice do učionice. Najniža izmjerena vrijednost je 0.55 što je u kategoriji "zadovoljavajuće" a to znači da je u toj učionici čak 20% riječi nerazumljivo. To je za učenike zabrinjavajuće kada se to promatra kroz uspješnost praćenja nastave uspjeh u školi. Samo nekoliko mjernih točaka (od njih 144) ima rezultate razumljivosti govora u najvišoj kategoriji iznad 0,75 ("odlična" razumljivost).

Izmjerene maksimalne vrijednosti razine buke prije mjerenja razumljivosti govora iznosile su 13dB iznad dopuštene razine propisane važećim pravilnikom i zakonom što je veoma zabrinjavajuće s obzirom da su mjerenja vršena u praznim učionicama te da je za vrijeme mjerenja u školi boravio malen broj učenika ili uopće nisu bili prisutni.

Grafikon 1. Razumljivost govora izmjerena u 9 mjernih točaka učionice



Iz grafikona 1 vidi se da su prve tri mjerne točke koje se odnose na prvi red učeničkih klupa do katedre postigle najbolje ocjene razumljivosti. Srednji dio učionice (mjerne točke 4, 5 i 6) imaju slabije rezultate dok zadnji najudaljeniji dio učionice u odnosu na katedru ima najslabije rezultate (lošija razumljivosti govora). Stoga se, uvidom u tablicu 2 i temeljem grafičkog prikaza (grafikon 1) hipoteza H1 (*Udaljenost slušača (učenika) od katedre (nastavnika) utječe na razumljivost govora*) može prihvatiti ali samo na deskriptivnoj razini budući da ovdje nije primjenjena statistička obrada podataka.

Da bi provjerili hipotezu o razlikama u razumljivosti govora između učionica s obzirom na udaljenost učionice od izvora vanjske buke (ulice) trebalo je odabrati adekvatnu statističku metodu obrade podataka. Stoga je učinjen Kolmogorov – Smirnov Test kako bi se provjerila normalnost distribucije podataka. Test je pokazao da je distribucija normalna (tablica 3) pa je za provjeru hipoteze H2 upotrijebljen T – test kako bi se ispitala značajnost razlika izmjerenih STI-PA vrijednosti u učionicama s obzirom na njihovu udaljenost od ulice.

**Tablica 3. Kolmogorov-Smirnov Test (distribucija je normalna)**

	N	max D	p
MJER_1	16	,124176	p > .20
MJER_2	16	,123700	p > .20
MJER_3	16	,117691	p > .20
MJER_4	16	,126533	p > .20
MJER_5	16	,233481	p > .20
MJER_6	16	,159892	p > .20
MJER_7	16	,185627	p > .20
MJER_8	16	,112539	p > .20
MJER_9	16	,130167	p > .20
BUKA	16	,131982	p > .20
DIMENZ_A	16	,250000	p > .20
DIMENZ_B	16	,253258	p > .20
POVRŠINA	16	,279497	p < ,15

**Tablica 4. T-test između učionica koje su dalje i učionica koje su bliže ulici**

	Mean	Mean			Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	učionice dalje od ulice	učionice bliže ulici	t-value	p	učionice dalje od ulice	učionice bliže ulici	variances	variances
MJER_1	,69000	,62500	2,99368	,009672	,04721	,03928	1,444444	,639656
MJER_2	,71625	,70000	,48921	,632267	,05579	,07559	1,835915	,441314
MJER_3	,66875	,65625	,56027	,584151	,04291	,04627	1,162949	,847250
MJER_4	,62000	,61750	,13811	,892123	,03381	,03845	1,293750	,742647
MJER_5	,63875	,64750	-,32482	,750122	,05668	,05092	1,238981	,784612
MJER_6	,64000	,62250	1,31287	,210342	,02673	,02659	1,010101	,989763
MJER_7	,61500	,61125	,20982	,836830	,03928	,03182	1,523810	,592073
MJER_8	,63125	,62375	,37775	,711281	,04086	,03852	1,125150	,880376
MJER_9	,61750	,61875	-,06709	,947456	,03327	,04086	1,508065	,601176
BUKA	37,09875	42,22500	-2,0738	,057025	5,92211	3,71628	2,539437	,242013
DIMENZ_A	9,37500	8,62500	,75168	,464694	2,19984	1,76777	1,548571	,578082
DIMENZ_B	7,00000	6,87500	,20473	,840726	,92582	1,45774	2,479167	,253972
POVRŠINA	66,50000	61,37500	,47888	,639416	20,01428	22,70895	1,287402	,747380

U tablici 4 prikazani su rezultati T-testa između učionica bliže ili dalje od ulice samo je jedna značajna razlika na mjernoj točki 1 (prvi red do katedre u sredini, na mjernom mjestu broj 1). Iako razlike na drugim mjernim mjestima nisu statistički značajne, pokazalo se da na ukupno 8 mjernih točaka rezultati su bolji u učionicama koje su dalje od ulice dok je samo mjerna točka 8 imala neznatno bolji rezultat kod učionica bliže ulici. Nadalje, prosječna buka

u učionicama bliže ulici bila je za 5 dB viša (42,2 dB) u odnosu na buku u učionicama koje su udaljenije od ulice (37 dB). Iako hipotezu H2 možemo na temelju ovih rezultata samo djelomično potvrditi, sigurno je da će dodatnih 5 dB buke u učionicama bliže ulici dodatno otežavati kvalitetno praćenje nastave.

**Tablica 5. Matrica korelacija za sve varijable**

	ŠKOLA	ETAŽA	ULICA	MJER_1	MJER_2	MJER_3	MJER_4	MJER_5	MJER_6	MJER_7	MJER_8	MJER_9	BUKA	DIMENZ_A	DIMENZ_B	POVRŠINA
ŠKOLA	1,00	-,00	-,00	-,06	-,20	-,08	,16	,06	,13	,34	,15	,02	,32	-,18	,17	-,00
ETAŽA	-,00	1,00	0,00	,24	,35	,24	-,15	-,19	-,28	-,47	-,30	-,02	,02	,39	,16	,36
ULICA	-,00	0,00	1,00	-,62	-,13	-,15	-,04	,09	-,33	-,06	-,10	,02	,48	-,20	-,05	-,13
MJER_1	-,06	,24	-,62	1,00	,37	,30	,17	,19	,34	-,08	,27	,48	-,25	-,13	-,18	-,18
MJER_2	-,20	,35	-,13	,37	1,00	,53	,38	,41	,25	-,17	,23	,37	-,23	-,08	-,17	-,13
MJER_3	-,08	,24	-,15	,30	,53	1,00	,43	,37	,48	-,03	,28	,37	,04	-,18	-,18	-,20
MJER_4	,16	-,15	-,04	,17	,38	,43	1,00	,54	,55	,59	,64	,53	,08	-,45	-,39	-,46
MJER_5	,06	-,19	,09	,19	,41	,37	,54	1,00	,20	,28	,75	,52	,43	-,60	-,33	-,53
MJER_6	,13	-,28	-,33	,34	,25	,48	,55	,20	1,00	,50	,60	,65	-,23	-,46	-,62	-,60
MJER_7	,34	-,47	-,06	-,08	-,17	-,03	,59	,28	,50	1,00	,68	,29	,10	-,34	-,17	-,30
MJER_8	,15	-,30	-,10	,27	,23	,28	,64	,75	,60	,68	1,00	,61	,08	-,62	-,59	-,66
MJER_9	,02	-,02	,02	,48	,37	,37	,53	,52	,65	,29	,61	1,00	,11	-,54	-,63	-,63
BUKA	,32	,02	,48	-,25	-,23	,04	,08	,43	-,23	,10	,08	,11	1,00	-,48	,04	-,25
DIMENZ_A	-,18	,39	-,20	-,13	-,08	-,18	-,45	-,60	-,46	-,34	-,62	-,54	-,48	1,00	,69	,94
DIMENZ_B	,17	,16	-,05	-,18	-,17	-,18	-,39	-,33	-,62	-,17	-,59	-,63	,04	,69	1,00	,89
POVRŠINA	-,00	,36	-,13	-,18	-,13	-,20	-,46	-,53	-,60	-,30	-,66	-,63	-,25	,94	,89	1,00

Kako bi stekli širi uvid u ovo istraživanje, izračunati su i Pearson-ovi koeficijenti korelacije između svih varijabli s ciljem utvrđivanja moguće povezanosti među ispitivanim varijablama. Značajne korelacije tako pokazuju da je razumljivost govora povezana i s oblikom (dimenzijama) i veličinom (površinom) učionice. Povećanjem površine učionice razumljivost govora se smanjuje. Izmjerena buka nije bila u nikakvoj značajnoj vezi bez obzira na blizinu ili udaljenost prometnice, osim u mjernom mjestu br.1 gdje je ona statistički značajna. Međutim, većina korelacija između buke i rezultata razumljivosti ima negativan predznak što logično ukazuje da buka smanjuje razumljivost govora. U obzir treba uzeti

ograničenost mjerenja, odnosno nemogućnost izolacije i određivanja točne vrijednosti vanjske buke i buke same učionice (sustava za grijanje/hlađenje, projektora, svjetla). Vrijednosti STI-PA skale razumljivosti govora u granicama su "dobre" razumljivosti (ali ne i odlične) što je za učionice i proces učenja jako važno.

## 6. ZAKLJUČAK

U ovome istraživanju dobivene vrijednosti razumljivosti govora na STI-PA skali pokazuju kako učionice nisu dovoljno akustički prilagođene dobrom razumijevanju govora. Razumljivost govora u učionicama i pri najboljim uvjetima (prazna škola, bez utjecaja vanjske buke) na granici je prihvatljivosti, što nije zadovoljavajuće za zahtjevnu razinu intelektualne aktivnosti koja se obavlja u školi.

Analizirajući rezultate dolazimo do zaključka da je učenik kod rezultata razumljivosti govora u rasponu od 0.6 do 0.75 (kakvi su izmjereni u ovome istraživanju) u mogućnosti razumjeti oko 90% riječi, što znači da 10% riječi tijekom predavanja neće razumjeti, odnosno svaka 10. riječ će mu promaknuti. Ukoliko je upravo ta riječ ključna riječ za određeno gradivo, učenikovo razumijevanje može biti narušeno.

U stvarnim uvjetima, u prisustvu veće buke unutar učionice i one koju proizvode učenici, možemo pretpostaviti kako bi razumljivost govora bila još više narušena. Izmjerena razina buke u praznoj učionici krši važeći Zakon o zaštiti od buke i vrijednosti propisane Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi borave i rade, a time nije ispunjen Pedagoški standard koji je propisan i obvezujući za sve škole.

Stoga bi trebalo znatno više informirati sve institucije i pojedince koji brinu o sustavu obrazovanja i pedagoškim standardima o potrebi poboljšanja akustičkih osobina učionica u školama. Američka asocijacija logopeda i audiologa – ASHA na svojim mrežnim stranicama daje pregled značajki unutrašnjeg uređenja učionice koje mogu doprinijeti povećanju razumljivosti govora odnosno smanjenju reverberacije zvuka. Prvenstveno se odnose na stropove, podove te zidove gdje se savjetuje postavljanje materijala koji apsorbiraju zvučnu energiju, poput panoa, tepiha. Kako bismo uklonili buku visokih frekvencija na pod možemo postaviti tepih, a na stolove i stolice gumene podloge kako ne bi proizvodile dodatnu buku. Ukloniti klupe od izvora buke (akvarij, grafoskop/projektor). Smjestiti police u kutove prostorije kako bi se smanjila reverberacija. (Koški, Perak, 2010) Važno je učionicu dobro izolirati od vanjske buke, pa je tako dobro postaviti prozore s dvije staklene stjenke i vrata s jakim brtvama što se pokazalo kao dobra zvučna izolacija od okolinske buke.

S obzirom da je ovo bilo pilot-istraživanje s malim uzorkom i po prvi puta provedeno u Hrvatskoj, svakako bi bilo poželjno provesti sustavno istraživanje razumljivosti govora na reprezentativnom uzorku škola. Učenicima je važno osigurati propisane standarde razumljivosti govora jer razumljivost direktno utječe na njihova akademska postignuća a to je jednako važno za svakog učenika kao i za cijelu zajednicu.

## 7. LITERATURA

1. Andrijašević, A., Ivančević, B., Horvat, M., (2012). Evaluation of speech intelligibility in two acoustically different spaces using logatome test and measured impulse responses. *Engineering Review*, 32, (2), 78-85.
2. Ansi/asa (2010). Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools, Part 1: Permanent Schools. S12 (60).
3. ASHA (2016) American Speech-Language-Hearing Association, <http://www.asha.org/public/hearing/Classroom-Acoustics/>[20. veljače 2016.]
4. ASHA (2016) American Speech-Language-Hearing Association, <http://www.asha.org/public/hearing/American-National-Standard-on-Classroom-Acoustics/> [20. veljače 2016.]
5. ASHA (2016) American Speech-Language-Hearing Association, <http://www.asha.org/public/hearing/American-National-Standard-on-Classroom-Acoustics/> [20. veljače 2016.]
6. Bilan, O. (1998). *Akustika prostorija: zvučnici, pojačala i spojni vodovi*. Split: vlastita naklada.
7. Drinčić, D., Krstić, S., Ivanović, M., (2010). Akustičke karakteristike učionica VIŠER., ur. 18. Telekomunikacioni forum TELFOR, Beograd: Društvo za telekomunikacije, 1049-1052.
8. Drinčić, D., Krstić, S., Ivanović, M., (2010). Merenje akustičkih parametara prostorija za govor i muziku primenom softverskog paketa EASER. *INFOTEH-JAHORINA*, 9 (8), 449-453.
9. Everest, F.A. (2009). *Master handbook of acoustics*. PA: McGraw-Hill.
10. Heđever, M. (2012). Govorna akustika (Nastavni materijal za studente logopedije). Preuzeto sa: [http://www.erf.unizg.hr/stari\\_web/Studenti/Dokumenti/](http://www.erf.unizg.hr/stari_web/Studenti/Dokumenti/)
11. [GOVORNA AKUSTIKA2012.pdf](#)
12. Koški, Ž., Perak, M., (2010). *Poboljšanje akustike prostorija apsorpcijskim materijalima i elementima*. Elektronički časopis Građevinskog fakulteta Osijek [online], 1 (1). Preuzeto sa: <http://e-gfos.gfos.hr/images/stories/clanci/broj1/poboljsanje-akustike-prostorija/poboljsanje-akustike-prostorija-apsorpcijskim-materijalima-i-elementima.pdf> [11. siječnja 2016.]
13. Kusumoto, A., Arai, T., Kinoshita, K., Hodoshima, N., Vaughan, N. (2005). Modulation enhancement of speech by a pre-processing algorithm for improving intelligibility in reverberant environments. *Speech Communication*, 45 (2), 101-113.
14. Kuttruff, H. (2009). *Room acoustics*. New York: Spoon press.
15. Narodne novine (2009). *Zakon o zaštiti od buke*. Zagreb: Narodne novine d.d., 30 (1).
16. Narodne novine (2004) *Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave*. Zagreb: Narodne novine d.d., 145 (10), str. 2548-2554.
17. Narodne novine (2008) *Državni pedagoški standard osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja*. Zagreb: Narodne novine d.d. 63 (08), str. 2128-2152.
18. Rabelo, A.T.V., Santos, J.N., Oliveira, R.C., Magalhaes, M.de C. (2014). Effect of classroom acoustics on the speech intelligibility of students. *CoDAS* [online], 26 (5).

- Preuzeto sa: <http://www.scielo.br/pdf/codas/v26n5/2317-1782-codas-26-05-0360.pdf>[19. siječnja 2016.]
19. Steeneken, H.J.M., (1980). The measurement of speech intelligibility. [online]. Nizozemska: Gold lin. Preuzeto sa: [http://www.gold-line.com/pdf/articles/p\\_measure\\_TNO.pdf](http://www.gold-line.com/pdf/articles/p_measure_TNO.pdf) [23. veljače 2016.]
  20. 3M Occupational Health & Environmental Safety Division, (2012). The verifier: User manual. [online]. Sjedinjene američke države: Oconomowoc. Preuzeto sa: <http://multimedia.3m.com/mws/media/7927510/verfier-sound-level-meter-user-manual.pdf> [20.2.2016.]
  21. Wikipedia, Speech transmission indeks [online]. Preuzeto sa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Speech\\_transmission\\_index](https://en.wikipedia.org/wiki/Speech_transmission_index)[02. veljače, 2016.]



## SAŽETAK

Mario Dilberović: **Razumljivost govora u školskim učionicama**

Govor je vodeći način poučavanja u svim ustanovama formalnog i neformalnog obrazovanja. Poučavanje je uglavnom vezano uz učionice te je vrlo važno osigurati dobru razumljivost govora u svim dijelovima učionice jednako. Loša razumljivost govora može dovesti do lošijeg razumijevanja prezentiranog sadržaja i lošijih akademskih postignuća. Cilj ovog istraživanja jest istražiti kakva je razumljivost govora u školskim učionicama odnosno kako utječe udaljenost slušača od govornika na razumljivost govora, postoji li razlika u razumljivosti između učionica bližih odnosno udaljenijih od prometnica te dobivene rezultate usporediti s važećim zakonskim normama, Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave te pedagoškim standardima. Uz pomoću uređaja Verifier, načinjen je niz mjerenja, a statističkom analizom potvrđeno je da se razumljivost govora smanjuje s udaljenošću od govornika. Također, utvrđeno je kako razina buke u većini učionica premašuje dopuštene vrijednosti definirane Pravilnikom. Utvrđeno je da je razumljivost govora povezana s oblikom (dimenzijama) i veličinom (površinom) učionice, što je površina učionice veća, razumljivost govora u pojedinim točkama mjerenja ima tendenciju smanjivanja. Istraživanjem nije utvrđena statistički značajna povezanost između udaljenosti učionice od prometnice i razumljivosti govora, osim u jednoj točki mjerenja. Dobivena mjerenja daju naslutiti da učenik u prosjeku ne razumije svaku desetu riječ, a to može značajno utjecati na usvajanje predmetnog gradiva.

Ključne riječi: razumljivost govora, Speech transmission Indeks, buka, učionica

## **SUMMARY**

Mario Dilberović: **The intelligibility of speech in elementary school classrooms**

Speech is leading method of teaching mostly in all institutions of formal and nonformal education. Teaching usually takes place in classroom and therefore is important to insure good speech intelligibility in all parts of classrooms equally. Poor speech intelligibility can lead to bad comprehension of teaching materials and consequently to poor academic performance. Purpose of this research is to explore what's degree of speech intelligibility in classrooms, which impact have distance between teacher and student and to determine is there difference among classrooms which are closer or further from street and put the results in applicable regulations of noise levels. Using device Verifier we made measurements and statistical analysis showed that speech intelligibility decreases with distance from the teacher. Also, results show that in most of classroom, noise level is above the permitted level prescribed in "*The rules of maximum permissible noise levels in areas where people work and live*" (Croatian: "Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave"). Also results shows that speech intelligibility is related with shape (dimensions) and size (surface) of classroom, what the surface of classroom is greater, speech intelligibility has decreasing tendency. In the research isn't spotted correlation among classroom distance from the street with speech intelligibility, except in one measure point. The resulting measures give's us opinion that student in average don't understand each 10 word and that can significantly affect on learning.

Key words: speech intelligibility, Speech transmission Index, noise, classroom

## **ZAHVALE**

*Na pruženoj prilici za izradu ovog rada u okviru Odsjeka za logopediju Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta u Zagrebu, mentoru prof.dr.sc. Mladenu Hedjeveru . Zahvaljujem i svim profesorima koji su me podržali i usmjeravali u pisanju ovoga rada.*

*Zahvaljujem svim ravnateljima osnovnih škola u kojima je provedeno istraživanje na ukazanom povjerenju i susretljivosti.*

## **ŽIVOTOPIS**

### **Mario Dilberović**

Rođen sam 29. studenog 1993. godine u Vinkovcima. Pohađao sam Osnovnu školu Jurja Habdelića u Velikoj Gorici. Maturirao sam u Gimnaziji Velika Gorica 2012. godine. Preddiplomski studij logopedije završio sam 2015. godine na Edukacijsko-rehabilitacijskom fakultetu u Zagrebu, a iste godine upisao sam diplomski studij logopedije. Aktivno sudjelujem u radu i vođenju Turopoljske udruge skauta «Tur» te sam predsjednik Savjeta mladih Grada Velike Gorice. Aktivno sam sudjelovao u kreiranju Lokalnog programa djelovanja za mlade u Gradu Velikoj Gorici. Obavljao sam dužnost demonstratora 2015. godine u okviru kolegija «Osnove fiziološke i govorne akustike» nositelja prof. dr. sc. Mladena Hedjevera. Također kao tonski snimatelj sudjelujem u radu Tonskog studija Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta (TOSTER).