

Naručitelj:	Grad Rijeka Titov trg 3/V Rijeka
Predmet ispitivanja:	Željeznički promet na području Grada Rijeke
Program ispitivanja:	Mjerenje emisije buke pružnog prometa u skladu s odredbama HRN EN ISO 3095 (točka 3.4 „environmental assessment test“)
Prema narudžbi:	Ugovor oznake KLASA: 350-01/13-06/2; URBROJ: 2170/01-10-12-10 od 2013-04-21
Datum ispitivanja:	rujan 2013.g.
Broj stranica:	22

TERENSKO MJERENJE RAZINA BUKE  
Željeznički promet na području Grada Rijeke  
Ispitni izvještaj oznake 2013-AI -048

Izradili:



Jurica Barić, el.teh.spec.



Paško Tomić, dipl.ing.el.

Odobrio:



dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el.

Samobor, 24.10.2013

## SADRŽAJ

1.	OPĆI UVJETI PROVEDBE ISPITIVANJA.....	3
1.1.	Normativni okvir provedbe ispitivanja.....	3
1.2.	Mjerna oprema i korišteni programski paketi .....	3
1.3.	Umjeravanje radnim etalonima.....	3
1.4.	Tehnički i ostali bitni detalji provedbe ispitivanja.....	4
2.	NAMJENA ISPITIVANJA.....	5
2.1.	Tehnički zahtjev za provedbu mjerenja .....	5
2.2.	Zahtjev za ocjenu sukladno zakonskim propisima .....	5
3.	OPIS ISPITIVANJA.....	5
3.1.	Opis lokacija za provedbu mjerenja .....	5
3.2.	Detaljni opis lokacije .....	5
3.3.	Pregled lokacija za provedbu mjerenja.....	6
3.4.	Analiza modela terena .....	9
4.	REZULTATI ISPITIVANJA I ANALIZA .....	10
5.	PRILOZI.....	13
5.1.	Mjerni listovi .....	13

# 1. OPĆI UVJETI PROVEDBE ISPITIVANJA

## 1.1. Normativni okvir provedbe ispitivanja

- [1] „AR-INTERIM-CM method - Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping - 3.2.1: Railway Noise - Description of the calculation method“
- [2] HRN EN ISO 3095:2007 Oprema za željeznice – Akustika – Mjerenje buke koju proizvode željeznička vozila (ISO 3095:2005)

## 1.2. Mjerna oprema i korišteni programski paketi

- Zvukomjer Brüel & Kjær 2250 (Tip 1); tv.br.: 2590442 s mikrofonskim uloškom Brüel & Kjær 4189; tv.br.: 2589692 i programskom podrškom BZ 7225 i BZ 7226 verzija 3.4.3
- Zvukomjer Brüel & Kjær 2270 (Tip 1); tv.br.: 2706836 s mikrofonskim uloškom Brüel & Kjær 4189; tv.br.: 2725926 i programskom podrškom BZ 7225 i BZ 7226 verzija 3.4.3
- Zvukomjer Brüel & Kjær 2270 (Tip 1); tv.br.: 2706798 s mikrofonskim uloškom Brüel & Kjær 4189; tv.br.: 2710724 i programskom podrškom BZ 7225 i BZ 7226 verzija 4.1
- Zvukomjer Brüel & Kjær 2270 (Tip 1); tv.br.: 3002987 s mikrofonskim uloškom Brüel & Kjær 4189; tv.br.: 2866627 i programskom podrškom BZ 7225 i BZ 7226 verzija 4.1
- Umjerivač zvuka Brüel & Kjær 4231; tv.br.: 2513045
- Umjerivač zvuka Brüel & Kjær 4231; tv.br.: 2022726
- Za prijenos i analizu izmjerenih razina korišten je programski paket Brüel & Kjær 7815 Noise Explorer
- Za prijenos i analizu izmjerenih razina korišten je programski paket BZ5503 – Utility Software for Hand-held Analyzers B&K 2250 & 2270
- Mjerač vlage i temperature zraka KIMO HD 100; tv.br.: 09060796

## 1.3. Umjeravanje radnim etalonima

Mjerna oprema mjerila zvuka umjerene je prije i poslije provedbe mjerenja u skladu s normama navedenim u točki 1.1.

Razlike u umjernim razinama prije i poslije provedbe mjerenja prikazuje Tablica 1:

Tablica 1. Pregled umjernih razina prije i poslije provedbe mjerenja

Oznaka instrumenta	Umj. razina $L_{p,umj}$ / dB(A)	$D L_{p,umj} - L_{p,in}$ / dB(A)	$D L_{p,umj} - L_{p,poslj}$ / dB(A)	Datum i vrijeme umjeravanja
Prije mjerenja				
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2250, tv.br.: 2590442	93,9	0,16	0,03	2013-09-13T07:45
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 2706836	93,9	-0,07	0,00	2013-09-13T07:47
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 2706798	93,9	0,04	0,02	2013-09-12T18:31
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 3002987	93,9	0,03	0,06	2013-09-12T18:33
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 2706798	93,9	0,00	0,03	2013-09-13T09:14

Oznaka instrumenta	Umj. razina $L_{p,umj}$ / dB(A)	$D L_{p,umj} - L_{p,in}$ / dB(A)	$D L_{p,umj} - L_{p,poslj}$ / dB(A)	Datum i vrijeme umjeravanja
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 3002987	93,9	-0,09	-0,06	2013-09-13T09:12
Poslije mjerenja				
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2250, tv.br.: 2590442	93,9	0,07	-0,08	2013-09-13T12:41
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 2706836	93,9	-0,12	-0,05	2013-09-13T12:40
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 2706798	93,9	-0,03	-0,07	2013-09-12T22:11
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 3002987	93,9	-0,04	-0,07	2013-09-12T22:09
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 2706798	93,9	-0,05	-0,05	2013-09-13T12:57
Integrirajući zvukomjer Brüel & Kjær 2270, tv.br.: 3002987	93,9	-0,2	-0,1	2013-09-13T12:55

#### 1.4. Tehnički i ostali bitni detalji provedbe ispitivanja

- Ispitivani objekt:* Željeznički promet na području Grada Rijeke
- Mjesta provedbe:* Detaljno opisani u poglavlju 3.3.
- Datum i vrijeme:* Lokacija 1 – 2013-09-12T18:00 - 22:30  
Lokacija 1 – 2013-09-13T06:00 – 13:00  
Lokacija 2 – 2013-09-13 T07:30 - 13:00  
Lokacija 2 – 2013-09-13 T15:30 - 23:00
- Meteorološki uvjeti:*
- Temperatura zraka: 14 °C
  - Relativna vlažnost zraka: (20 – 40) %

## 2. NAMJENA I SPITIVANJA

Sukladno odredbama ugovora namjena ispitivanja je provesti mjerenja akustičkih svojstava pružnih vozila i tračničkih konstrukcija sukladno uputi „AR-INTERIM-CM method - Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping - 3.2.1: Railway Noise - Description of the calculation method“.

### 2.1. Tehnički zahtjev za provedbu mjerenja

S obzirom na krajnju namjenu mjerenja, konačni rezultati mjerenja moraju sadržavati sve podatke potrebne za izradu emisijskog modela željezničkog prometa u skladu s zahtjevima metodologije za izradu strateške karte buke.

### 2.2. Zahtjev za ocjenu sukladno zakonskim propisima

U okviru provedenih mjerenja nije zahtijevana ocjena sukladnosti.

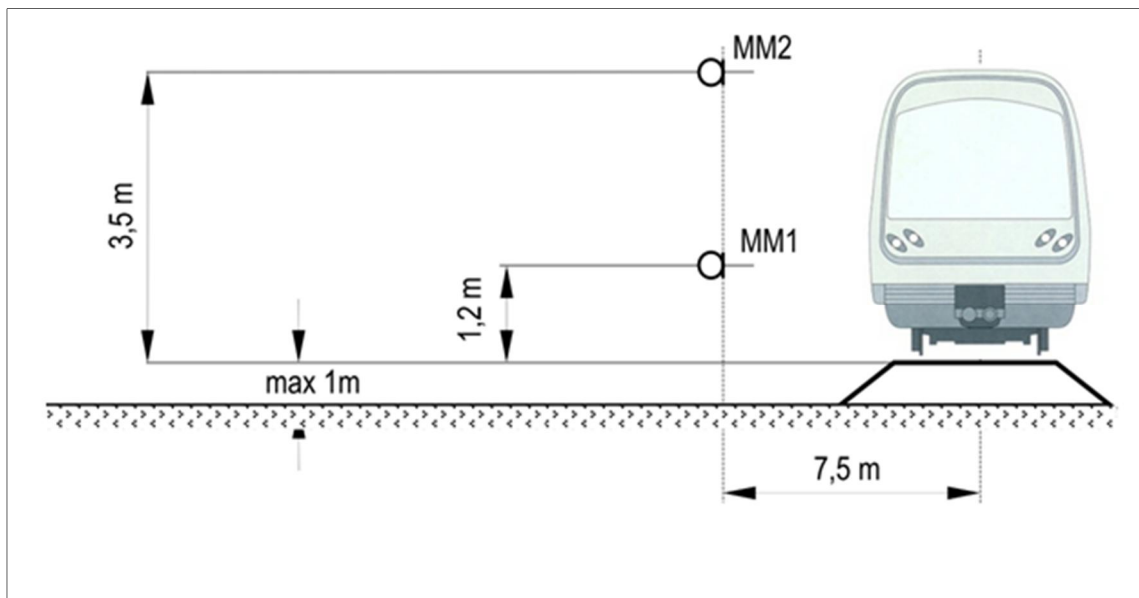
## 3. OPIS I SPITIVANJA

### 3.1. Opis lokacija za provedbu mjerenja

Lokacije za provedbu mjerenja su odabrane sukladno zahtjevima „AR-INTERIM-CM method - Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping - 3.2.1: Railway Noise - Description of the calculation method“. Na svim lokacijama je osigurano slobodno zvučno polje, bez prepreka širenja zvuku od zidova, zgrada, nasipa ili mostova uz ravan teren. S obzirom na različite vrste sustava ugradnje pruge na području Grada Rijeka, kao i zbog različitih tipova pružnih vozila koji prometuju po određenim prugama, lokacije su odabrane s ciljem ispunjavanja ugovorenog okvira mjerenja.

### 3.2. Detaljni opis lokacije

Sukladno uputi „AR-INTERIM-CM method - Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping - 3.2.1: Railway Noise - Description of the calculation method“, na svakoj lokaciji za provedbu mjerenja, mjerna mjesta su odabrana na udaljenosti 7,5 m od centralne osi pruge na kojoj se provodi mjerenja, prilikom čega je kao referentna visina korištena visina pruge. Na udaljenosti 7,5 m od osi pruge, postavljena su dva mjerila zvuka na visini  $(1,2 \pm 0,1)$  m (u daljnjem tekstu MM 1), odnosno na visini  $(3,5 \pm 0,1)$  m (u daljnjem tekstu MM 2), relativno u odnosu na referentnu visinu. Shematski prikaz mjernog mjesta prikazuje Slika 1.

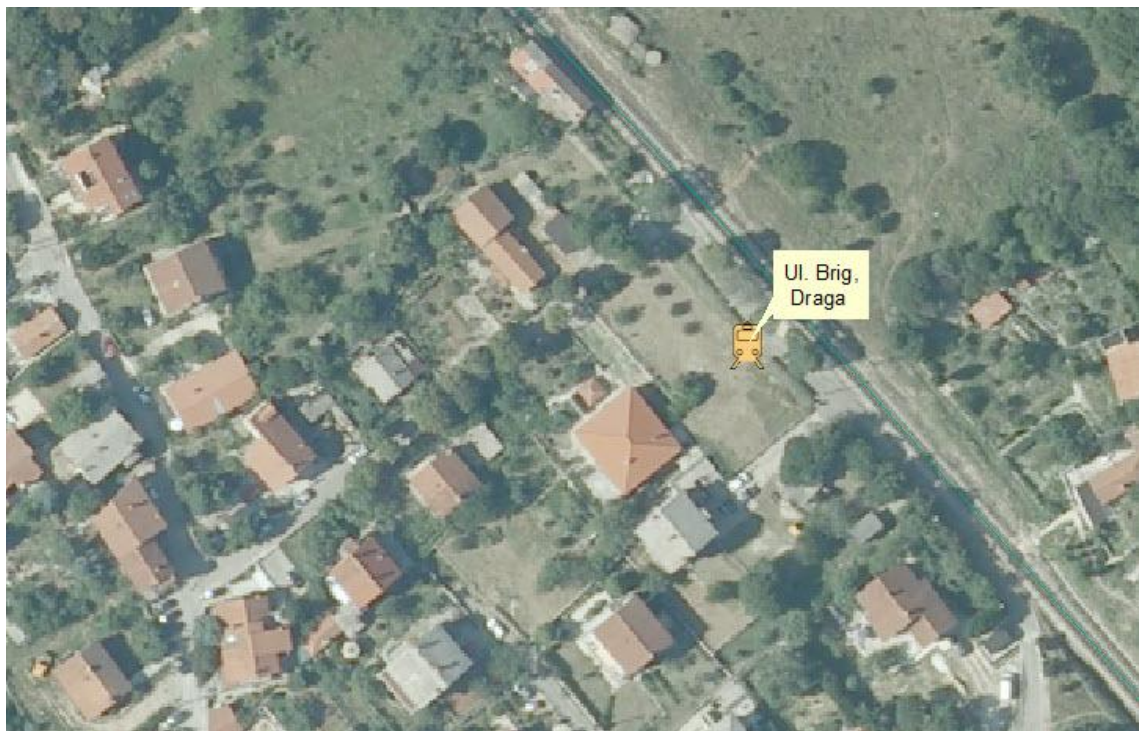


Slika 1. Položajni prikaz mjernog mjesta

### 3.3. Pregled lokacija za provedbu mjerenja

Mjerenja su provedena na sljedećim lokacijama:

- Lokacija 1 – s južne strane pruge, Brig ulica, Draga (Slika 2).
- Lokacija 2 – sa sjeverne strane pruge, Put Luskino, Matulji, (Slika 3).

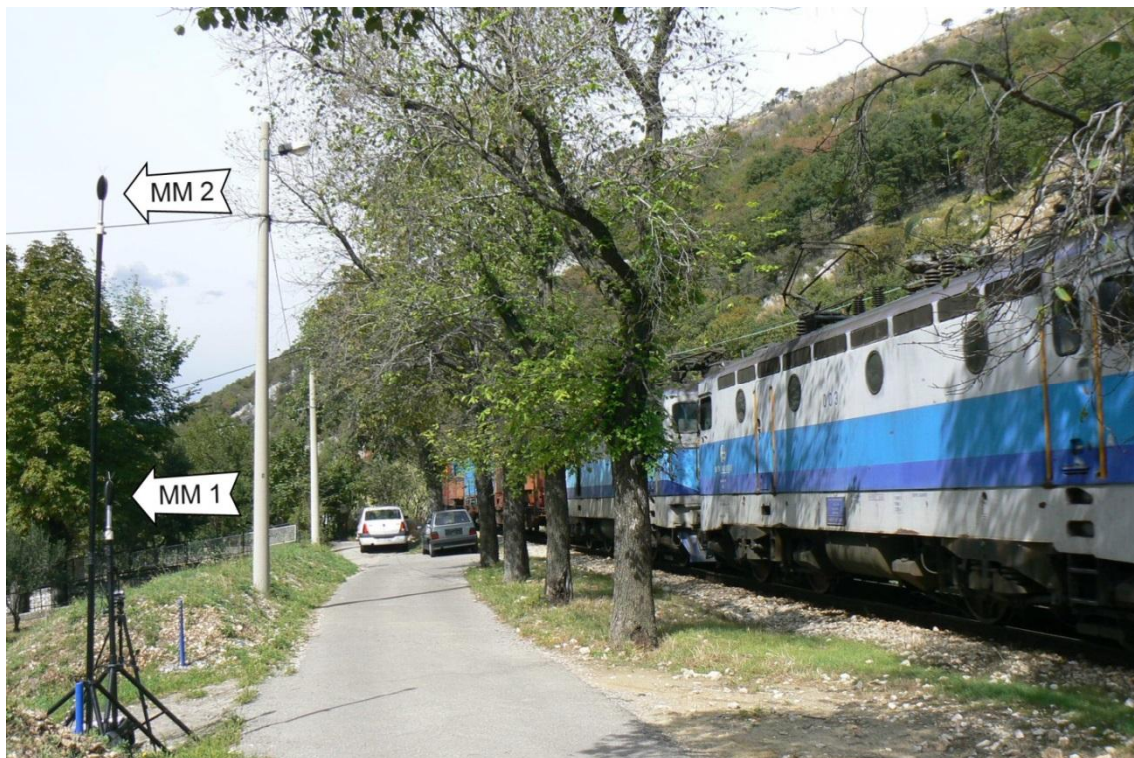


Slika 2. Položajni prikaz lokacije 1



Slika 3. Položajni prikaz lokacije 2

Položaji mjernih mjesta na pojedinim lokacijama redom prikazuju Slika 4 i Slika 5.



Slika 4. Položaj mjernih mikrofona tijekom mjerenja na lokaciji 1

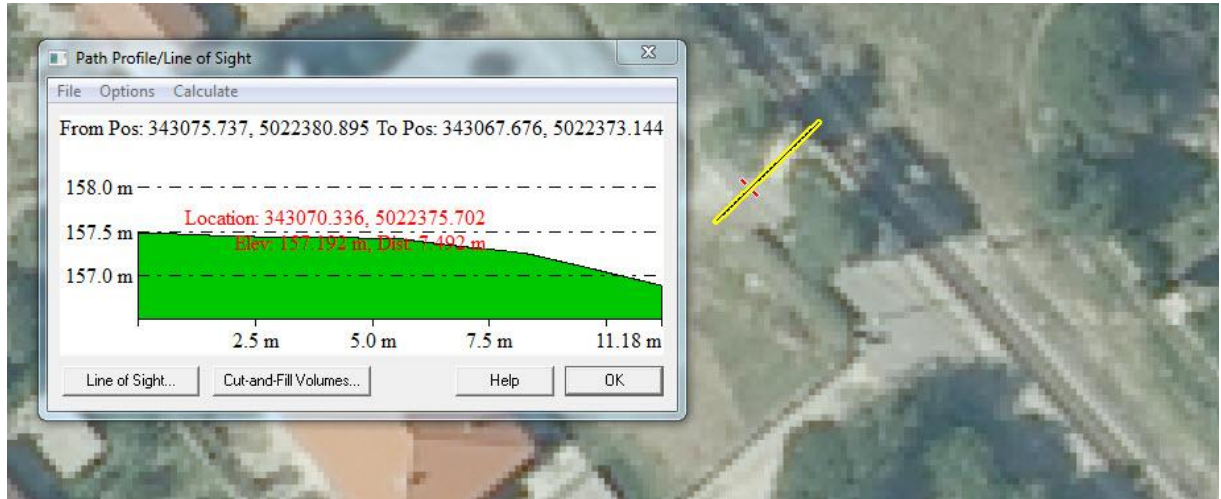


Slika 5. Položaj mjernih mikrofona tijekom mjerenja na lokaciji 2

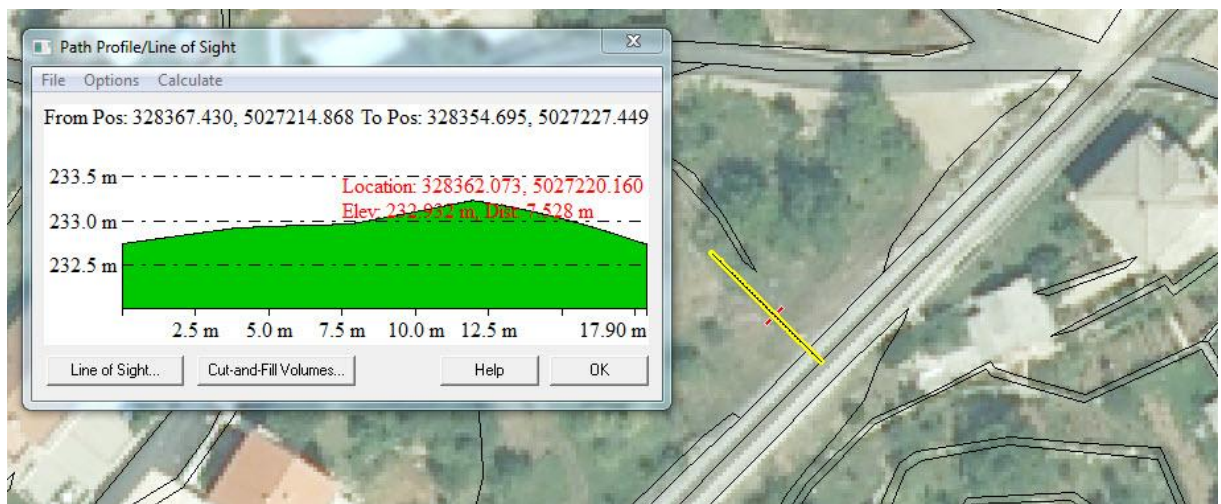


### 3.4. Analiza modela terena

Analizu poprečnih profila modela terena duž mjerne linije koja spaja poziciju mjernog mjesta 2 i okomita je na os ispitivane pruge osi prikazuju Slika 6 i Slika 7.



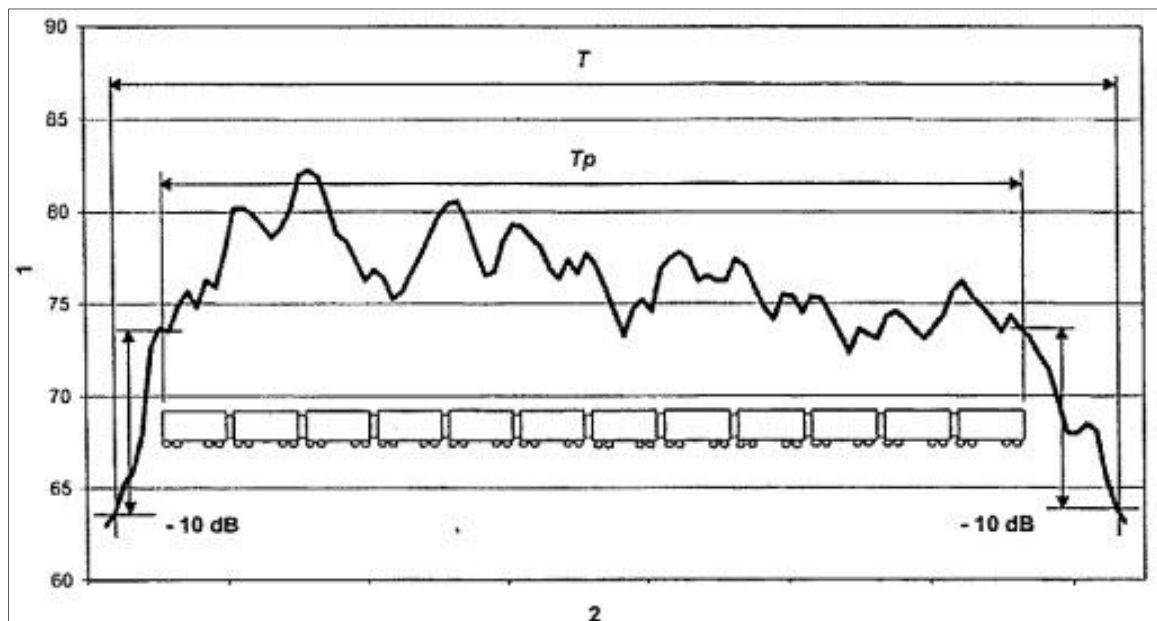
Slika 6. Analiza poprečnog profila modela terena na lokaciji 1



Slika 7. Analiza poprečnog profila modela terena na lokaciji 2

#### 4. REZULTATI I SPITIVANJA I ANALIZA

Način određivanja trajanja prolaska pojedinačnog pružnog vozila  $T_p$  i mjerenja  $T$  prikazuje Slika 8. Početak mjerenja odgovara trenutku kad je A-vrednovana razina zvučnog tlaka za 10 dB niža od trenutka prolaska početka pružnog vozila ispred mjernog mikrofona. Mjerenje se završava u trenutku kad je A-vrednovana razina zvučnog tlaka za 10 dB niža od trenutka prolaska kraja pružnog vozila. Na temelju razlike završetka i početka mjerenja pojedinačnog pružnog vozila određuje se ukupna trajanja mjernih intervala  $T_p$  i  $T$ .



Slika 8. Način određivanja vremenskih intervala mjerenja  $T_p$  i  $T$

Tijekom mjerenja svakog pojedinačnog prolaska pružnog vozila provodi se mjerenje rezidualne razine buke,  $L_{res}$ , kao i A-vrednovane ekvivalentne razine zvučnog tlaka tijekom vremenskog intervala mjerenja  $T$ ,  $L_{pAeq,T}$ , kao i maksimalne vrijednosti A-vrednovane razine zvučnog tlaka tijekom vremenskog intervala mjerenja  $T$  uz korištenje vremenskog vrednovanja „fast“,  $L_{pAFmax}$ .

Koristeći odredbe [2], točka 3.13 određuje se A-vrednovana razina izloženosti buci pojedinačnog mjerenog prolaska tijekom vremenskog intervala  $T$  normalizirana na referentni vremenski interval  $T_0= 1$  s, SEL.

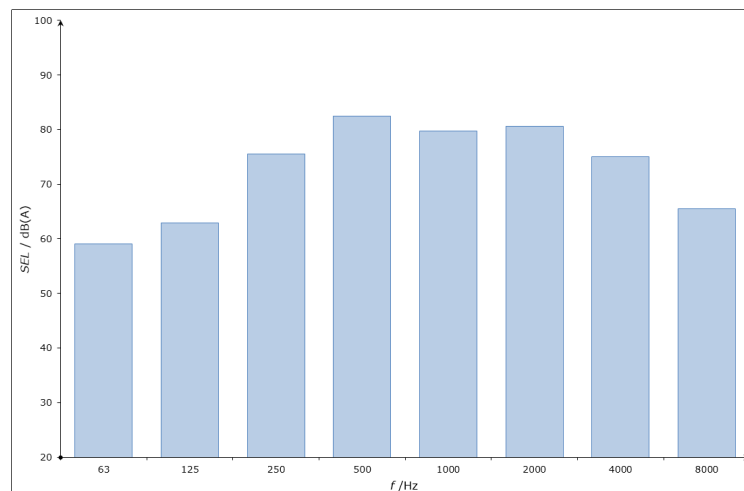
Koristeći odredbe [2], točka 3.14 određuje se A-vrednovana razina izloženosti buci tijekom mjerenog prolaska, TEL.

U prilogu ovog ispitnog izvještaja, nalaze se „mjerni listovi“ koji opisuju svaki pojedinačni prolazak pružnog vozila na određenoj lokaciji. Na svakom mjernom listu nalaze se sljedeći podaci:

1. Detaljni podaci o ispitivanom prolasku pružnog vozila

Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-12	19:52	Draga	putnička	elektro	73,6	2	80,2	3,3

2. Oktavni spektar prilikom ispitivanog prolaska pružnog vozila na mjernom mjestu 1



3. Izmjerene i proračunate akustičke veličine prilikom ispitivanog prolaska pružnog vozila

Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
1							
2							
3							

- $T_p$  Trajanje prolaska pružnog vozila
- $T$  Vremenski interval mjerenja
- $L_{res}$  Rezidualna razina buke
- $L_{pAeq,T}$  A-vrednovana ekvivalentna razina zvučnog tlaka tijekom vremenskog intervala mjerenja  $T$
- $L_{pAFmax}$  Maksimalna vrijednost A-vrednovane razine zvučnog tlaka tijekom vremenskog intervala mjerenja  $T$  uz korištenje vremenskog vrednovanja „fast“
- $L_{pAeq,Tp}$  A-vrednovana ekvivalentna razina buke tijekom prolaska trajanje  $T_p$
- SEL A-vrednovana razina izloženosti buci pojedinačnog mjerenog prolaska tijekom vremenskog intervala  $T$  normalizirana na referentni vremenski interval  $T_0= 1$  s (SINGLE EVENT LEVEL).
- TEL A-vrednovana razina izloženosti buci tijekom mjerenog prolaska (TRANSIT EXPOSURE LEVEL)

4. Moguće napomene vezane uz prolazak pružnog vozila

Ukupne pregledne rezultate mjerenja emisije buke pružnih vozila na određenom sustavu ugradnje pruge pri određenoj brzini kretanja pružnih vozila prikazuje Tablica 2.

Tablica 2. Pregledni rezultati mjerenja emisije buke pružnih vozila

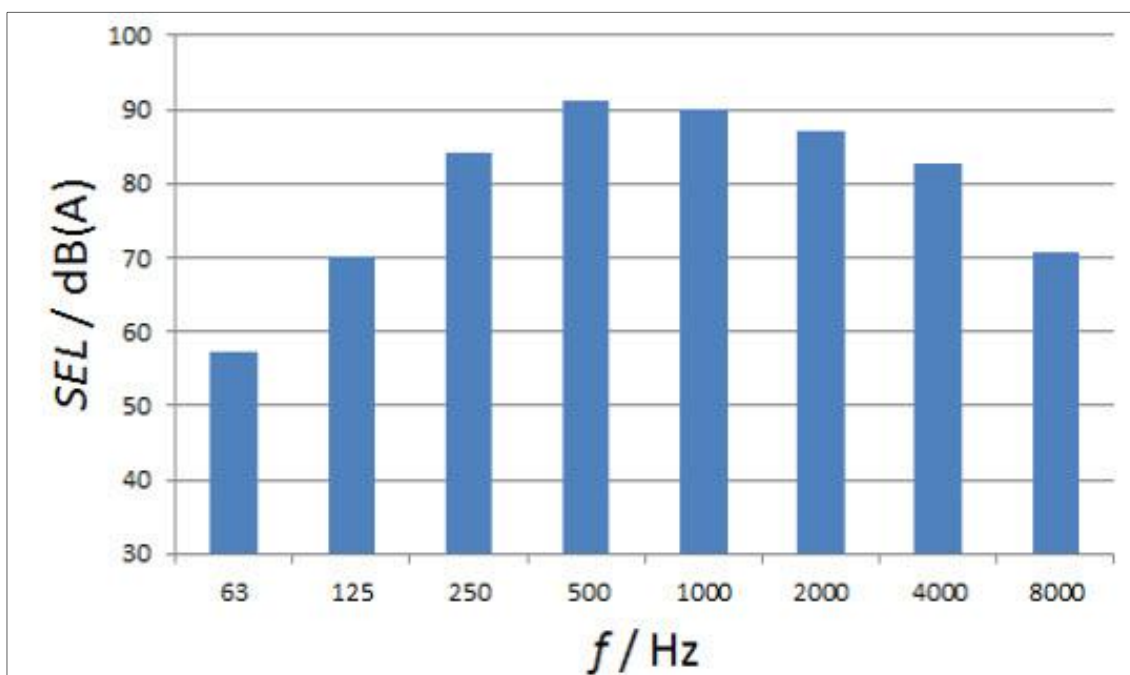
RB	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Brzina kretanja / km/h	SEL / dB(A)	Oznaka mjernog lista
1	Putnička	Elektro	80,2	95,2	ML 1
2	Putnička	Elektro	58,8	93,8	ML 2
3	Teretna	Elektro	58,2	101,3	ML 3
4	Teretna	Elektro	57,1	101,2	ML 4
5	Teretna	Elektro	63,2	105,0	ML 5
6	Putnička	Elektro	64,1	91,3	ML 6
7	Teretna	Elektro	63,8	101,8	ML 7
8	Putnička	Diesel	29,6	94,1	ML 8
9	Teretna	Diesel	31,3	101,1	ML 9
10	Putnička	Diesel	36,6	102,1	ML 10

## 5. PRILOZI

### 5.1. Mjerni listovi

ML 1 Vrsta kompozicije putnička; vrsta pogona elektro; brzina 80,2 km/h

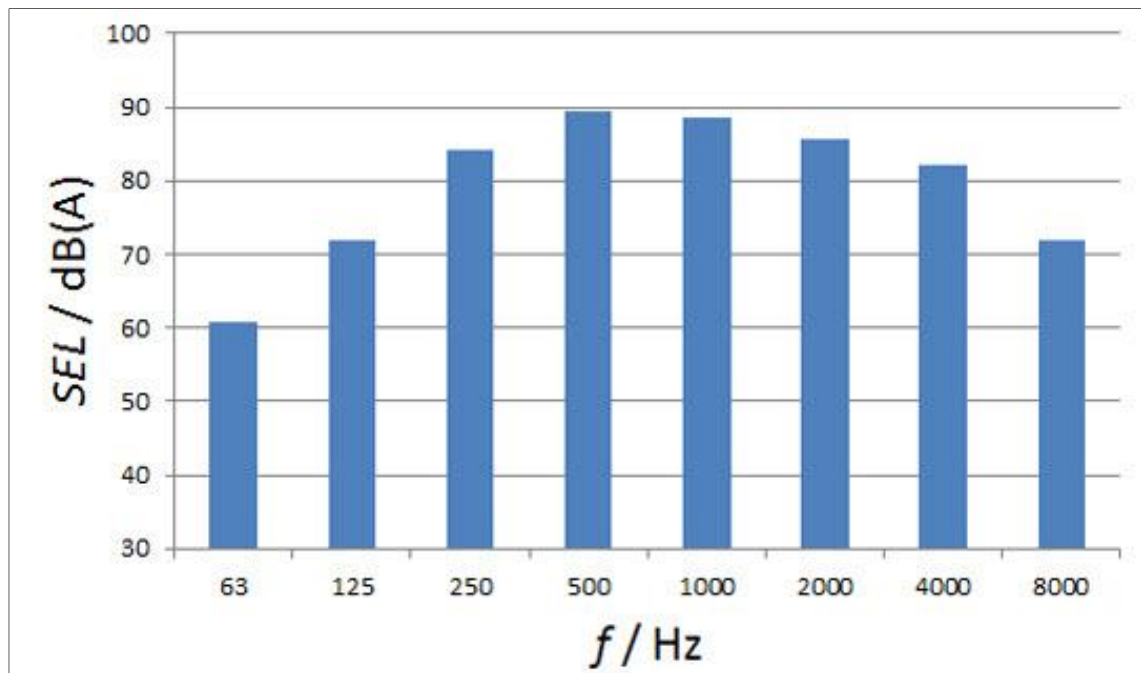
Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p / s$
2013-09-12	19:52	Draga	putnička	elektro	73,6	2	80,2	3,3



Oznaka mjernog mjesta	$T / s$	$L_{res} / dB(A)$	$L_{pAeq,T} / dB(A)$	$L_{pAeq,Tp} / dB(A)$	$L_{pAFmax} / dB(A)$	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	4,0	38,0	89,2	90,3	93,9	95,2	90,0
MM 2	4,0	39,4	88,1	89,0	92,9	94,1	88,9

ML 2 Vrsta kompozicije putnička; vrsta pogona elektro; brzina 58,8 km/h

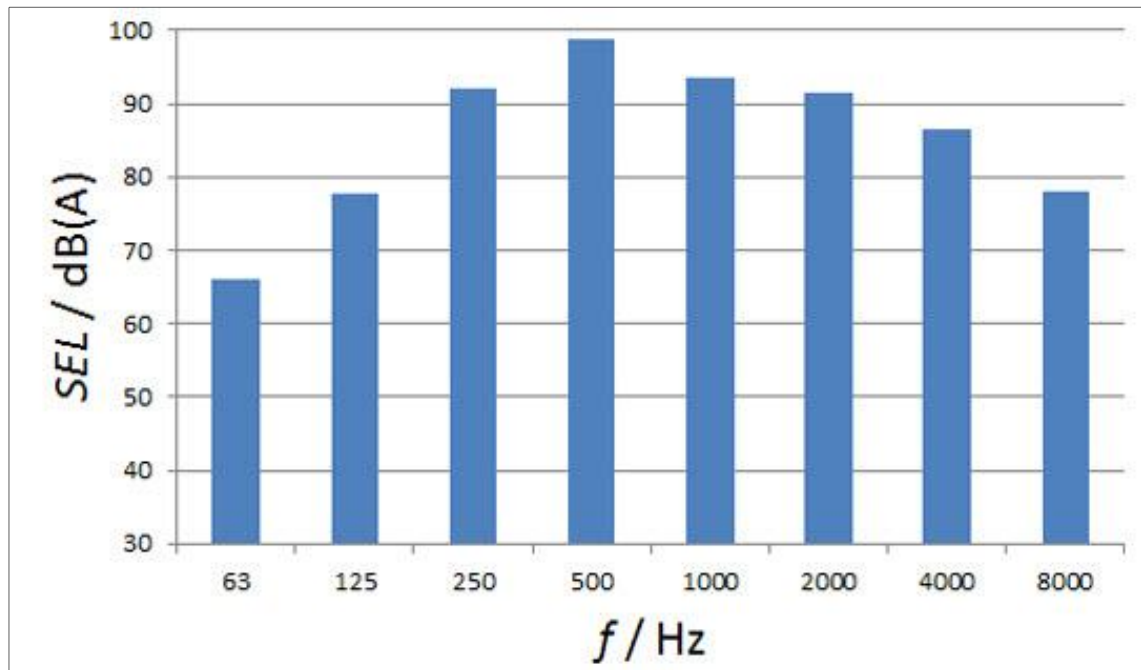
Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-12	21:23	Drag	putnička	elektro	147,0	6	58,8	9



Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	10,0	34,6	83,8	84,1	92,5	93,8	84,3
MM 2	10,0	35,6	82,8	83,1	91,8	92,8	83,3

ML 3 Vrsta kompozicije teretna; vrsta pogona elektro; brzina 58,2 km/h

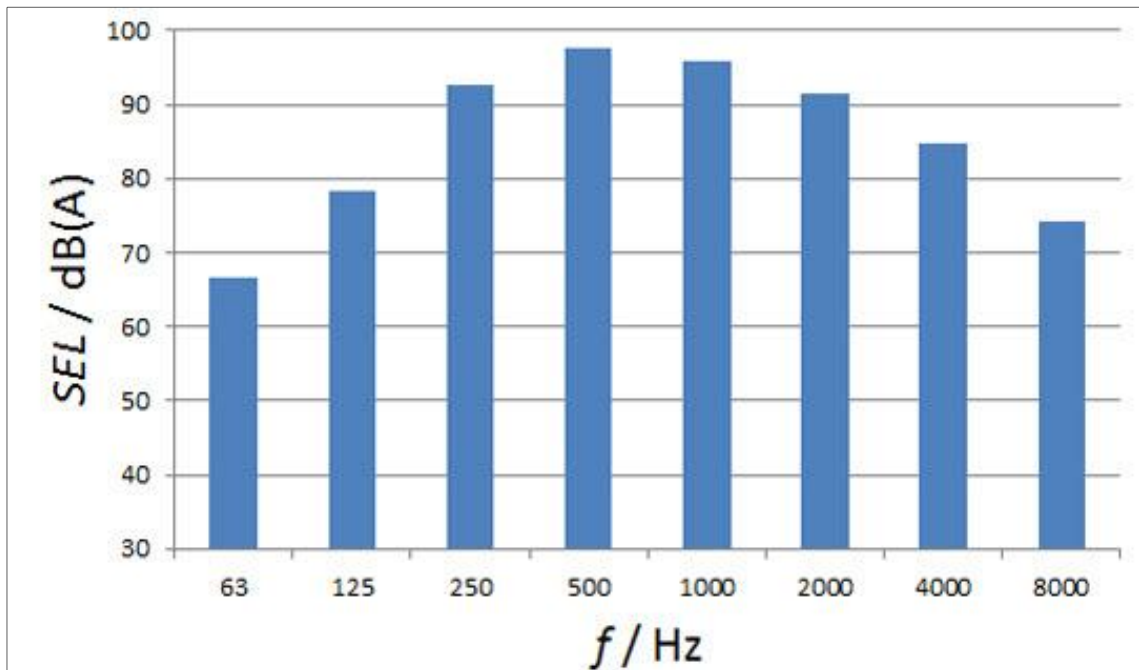
Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-12	21:53	Draga	teretna	elektro	210,0	9	58,2	13



Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	14,0	37,5	89,8	90,0	97,3	101,3	90,1
MM 2	15,0	39,4	88,2	88,6	95,8	100,0	88,8

ML 4 Vrsta kompozicije teretna; vrsta pogona elektro; brzina 57,1 km/h

Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-13	9:29	Draga	teretna	elektro	237,8	11	57,1	15

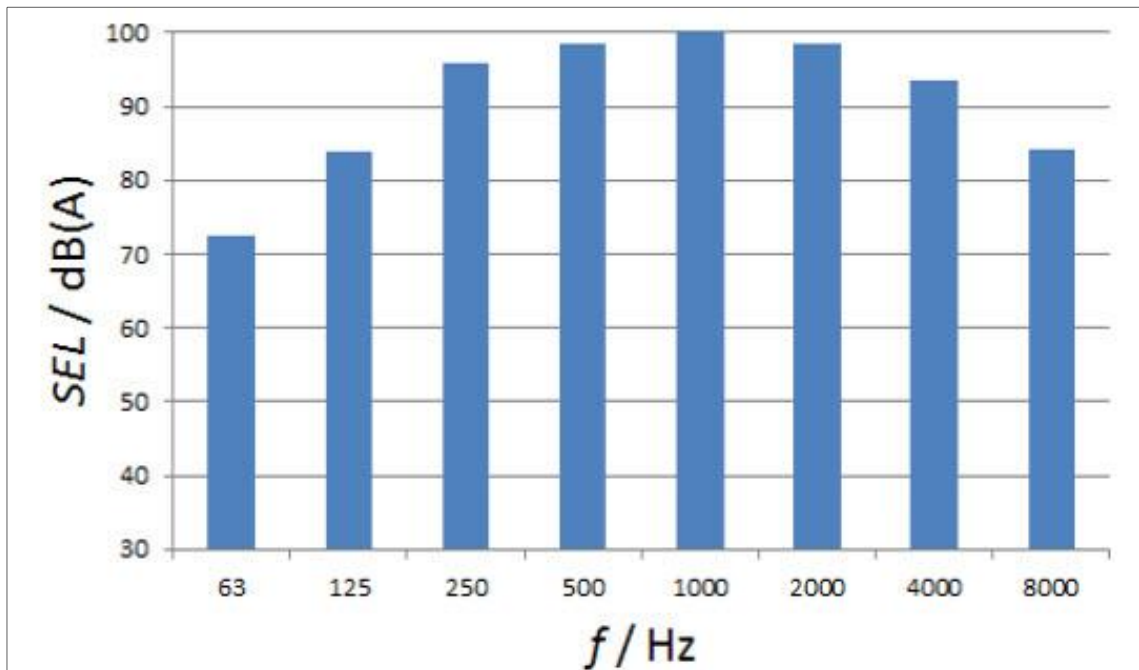


Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	17,0	44,0	88,9	89,3	96,5	101,2	89,4
MM 2	17,0	45,3	88,6	88,9	96,5	100,9	89,1



ML 5 Vrsta kompozicije teretna; vrsta pogona elektro; brzina 63,2 km/h

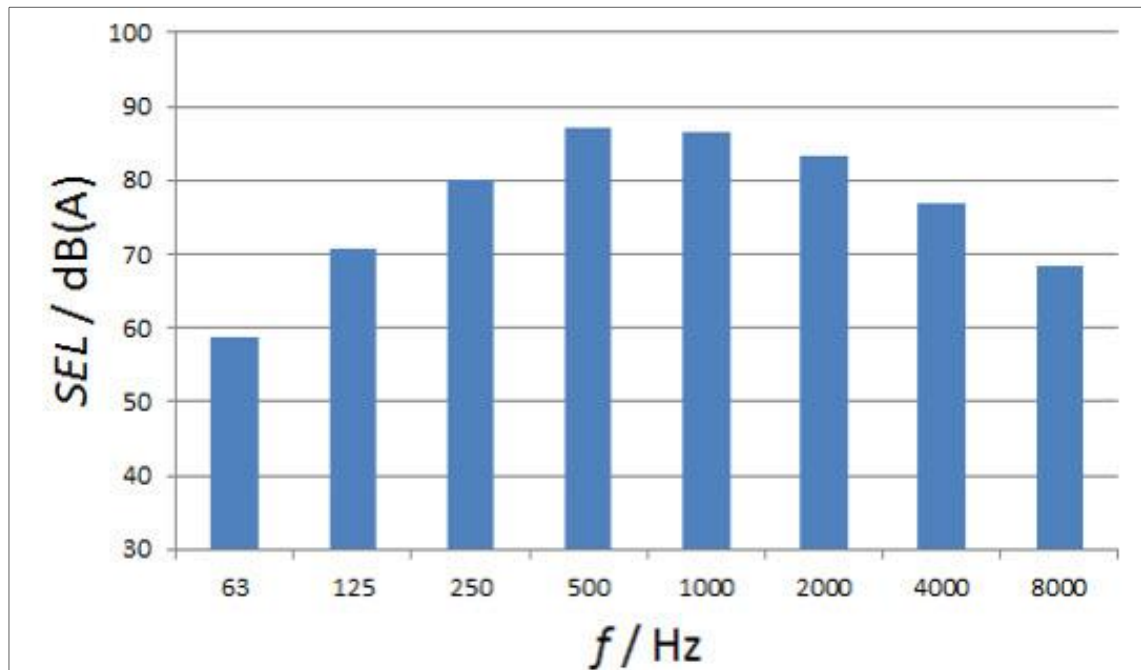
Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-13	12:09	Draga	teretna	elektro	350,9	16	63,2	20



Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	22,0	42,2	91,6	92,0	94,9	105,0	92,0
MM 2	23,0	43,4	90,9	91,4	94,1	104,5	91,5

ML 6 Vrsta kompozicije putnička; vrsta pogona elektro; brzina 64,1 km/h

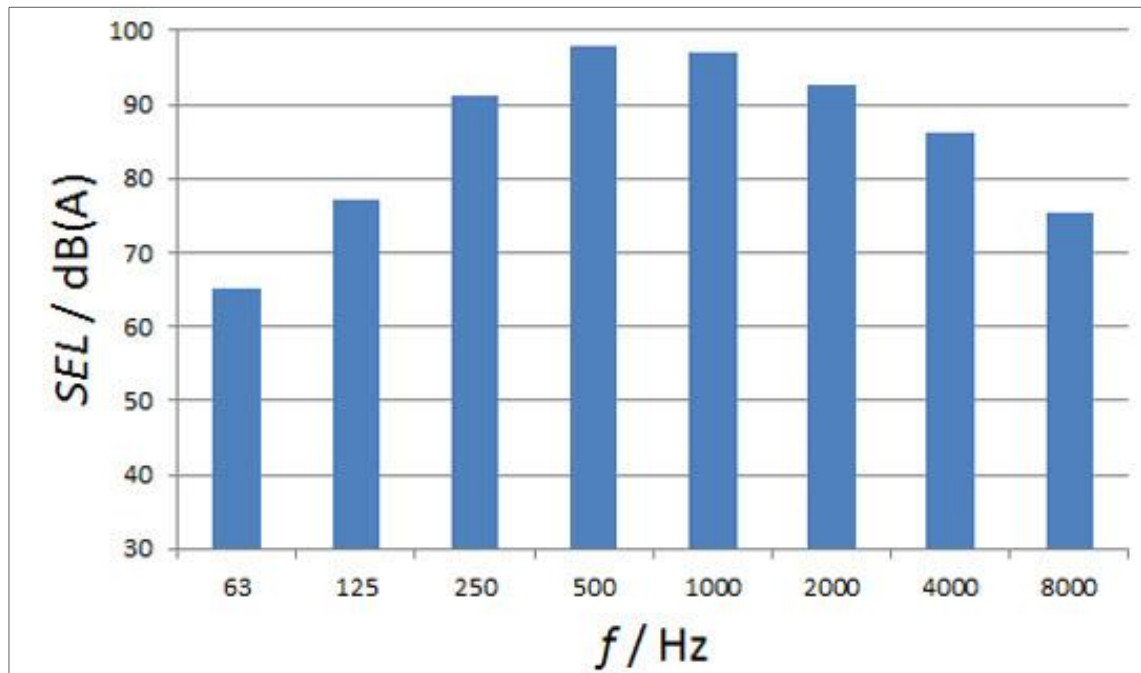
Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-13	12:27	Draga	putnička	elektro	89,0	3	64,1	5



Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	6,0	41,9	83,5	84,3	91,3	91,3	84,3
MM 2	6,0	43,6	82,9	83,5	89,1	90,7	83,7

ML 7 Vrsta kompozicije teretna; vrsta pogona elektro; brzina 63,8 km/h

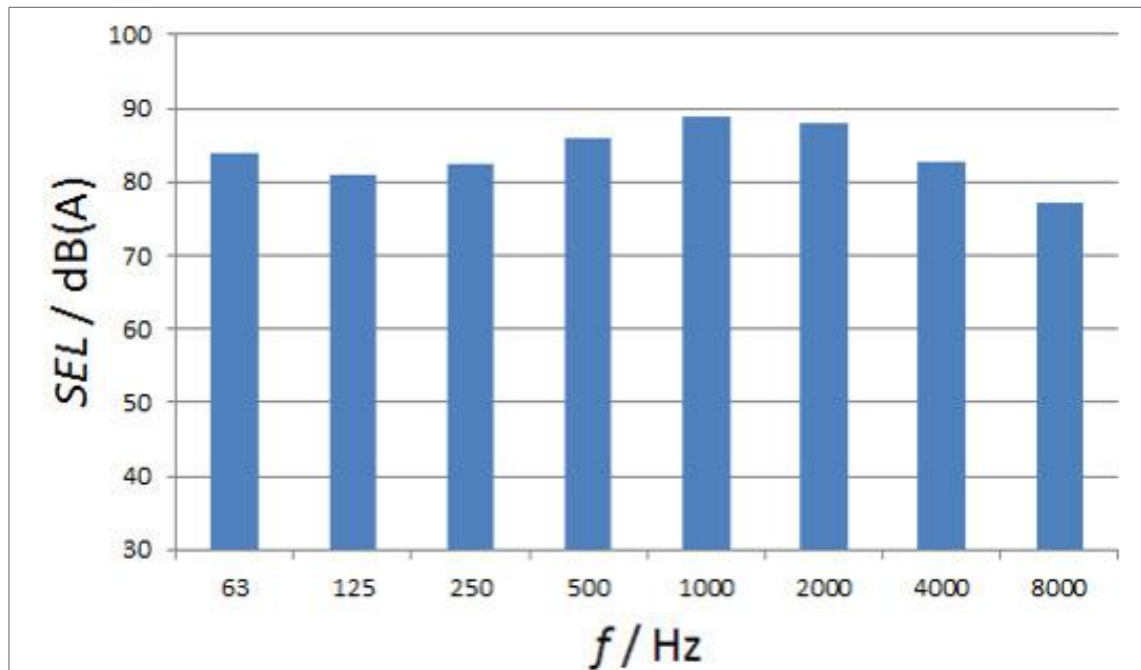
Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-13	12:50	Draga	teretna	elektro	283,6	13	63,8	16



Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	19,0	42,9	89,0	89,4	96,6	101,8	89,7
MM 2	19,0	44,1	88,6	89,0	93,6	101,4	89,3

ML 8 Vrsta kompozicije; vrsta pogona; brzina km/h

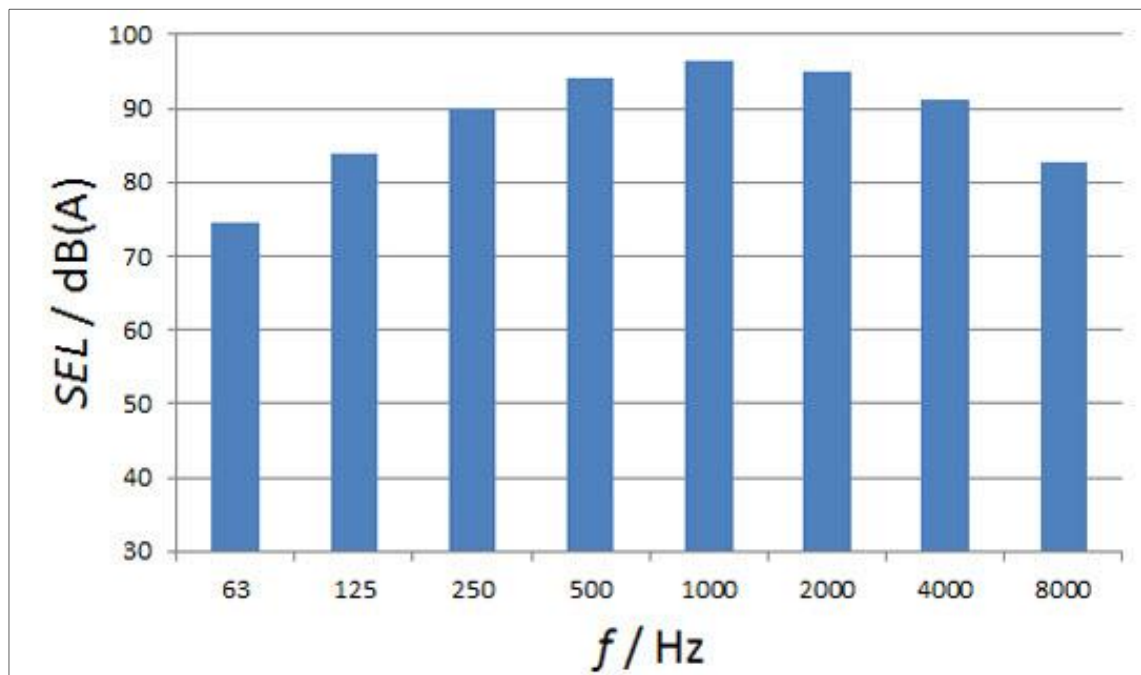
Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p / s$
2013-09-13	9:15	Matulji	putnička	diesel	115,1	4	29,6	14



Oznaka mjernog mjesta	$T / s$	$L_{res} / dB(A)$	$L_{pAeq,T} / dB(A)$	$L_{pAeq,Tp} / dB(A)$	$L_{pAFmax} / dB(A)$	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	17,0	41,5	81,8	82,2	92,8	94,1	82,6
MM 2							

ML 9 Vrsta kompozicije; vrsta pogona; brzina km/h

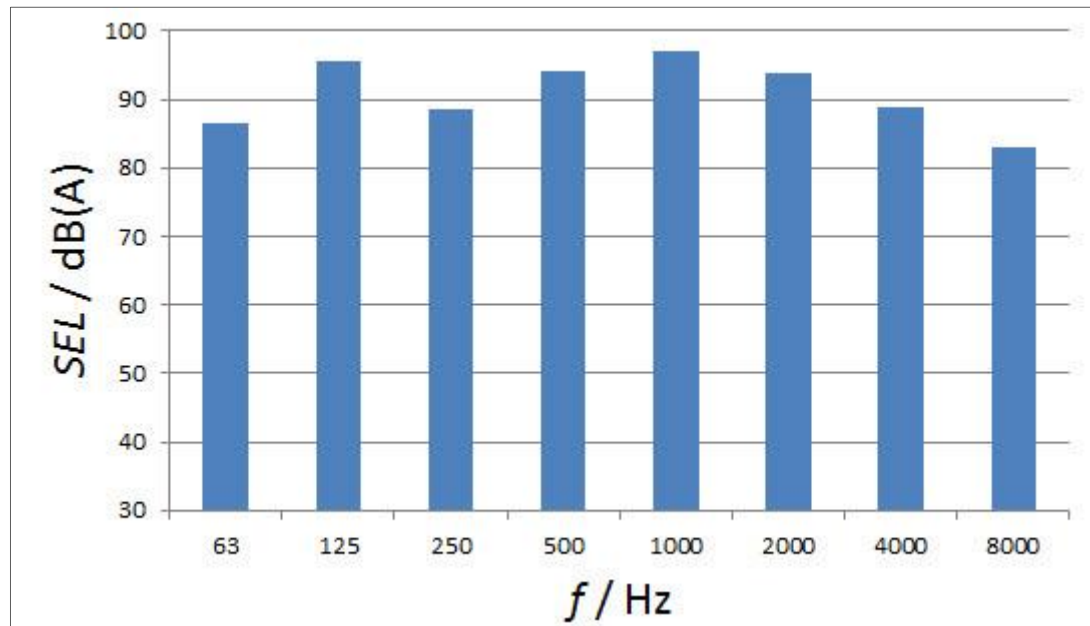
Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-13	11:28	Matulji	teretna	diesel	382,1	26	31,3	44



Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	47,0	37,1	84,4	84,6	88,8	101,1	84,7
MM 2	49,0	37,1	83,6	83,9	87,8	100,5	84,1

ML 10 Vrsta kompozicije; vrsta pogona; brzina km/h

Datum	Vrijeme	Lokacija	Vrsta kompozicije	Vrsta pogona	Dužina pružnog vozila / m	Broj kola	Brzina kretanja / km/h	$T_p$ / s
2013-09-13	12:13	Matulji	putnička	diesel	91,4	3	36,3	9



Oznaka mjernog mjesta	$T$ / s	$L_{res}$ / dB(A)	$L_{pAeq,T}$ / dB(A)	$L_{pAeq,Tp}$ / dB(A)	$L_{pAFmax}$ / dB(A)	SEL / dB(A)	TEL / dB(A)
MM 1	19,0	44,0	89,3	92,2	97,3	102,1	92,5
MM 2	20,0	37,8	90,1	93,3	97,9	103,1	93,6