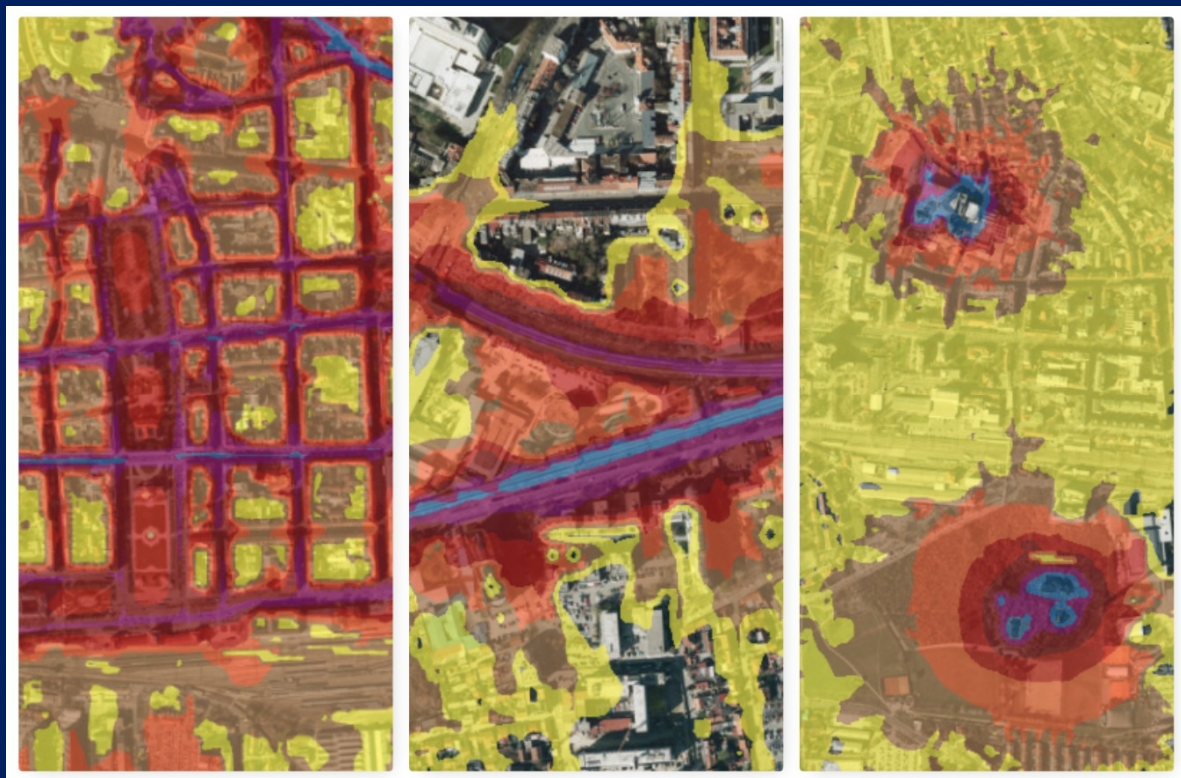
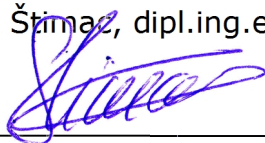


<b>Naručitelj:</b>	<b>Grad Zagreb</b> <b>Trg Stjepana Radića 1, 10 000 Zagreb</b>
<b>Nositelj izrade:</b>	<b>Gradski ured za gospodarstvo, energetiku i zaštitu okoliša</b> <b>Trg Stjepana Radića 1, 10 000 Zagreb</b>
<b>Naziv projekta</b>	<b>Izrada dokumenata za ocjenu i upravljanje bukom okoliša</b>
<b>Naziv dokumenta</b>	<b>Strateška karta buke Grada Zagreba za 3.krug izvještavanja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Strateška karte buke cestovnog prometa</li> <li>– Strateška karte buke željezničkog prometa</li> <li>– Strateška karta buke industrijskih pogona i postrojenja</li> </ul>
<b>Oznaka dokumenta:</b>	<b>2017-SKBAP-007/09</b>

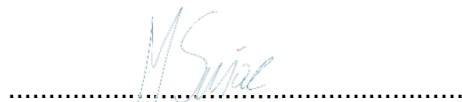


### Voditelj projekta


dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el.



### Suradnici:



Maroje Sušac, dipl.ing.građ.



Jurica Barić, spec.tech.

### Odobrio:



dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el.

DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku

Ljubičin prolaz 3

10 430 Samobor

URL: <http://www.darh2.hr>

E-mail: [akustika@darh2.hr](mailto:akustika@darh2.hr)

### Grad Zagreb

Trg Stjepana Radića 1

10 000 Zagreb

### Nositelj izrade:

Gradski ured za gospodarstvo,  
energetiku i zaštitu okoliša

Trg Stjepana Radića 1

10 000 Zagreb

Ugovor za uslugu „Izrada dokumenata  
za ocjenu i upravljanje bukom okoliša “;  
br. 502/2017 od 2017-04-05

### Strateška karta buke Grada Zagreba za 3.krug izvještavanja

DARH 2 oznaka dokumenta:

2017-SKBAP-007/09

U Samoboru, lipanj 2018.



## SADRŽAJ

1.	UVOD .....	10
2.	O PROJEKTU STRATEŠKE KARTE BUKE .....	11
3.	NARUČITELJ I OVLAŠTENIK IZRADE STRATEŠKE KARTE BUKE.....	11
4.	RELEVANTNA GODINA.....	11
5.	POSTUPAK IZRADE STRATEŠKE KARTE BUKE.....	12
5.1.	<i>Korištene računalne metode proračuna i ocjene buke .....</i>	<i>14</i>
6.	OPIS PODRUČJA IZRADE STRATEŠKE KARTE BUKE.....	15
7.	PREGLED KORIŠTENIH ULAZNIH PODATAKA.....	16
7.1.	<i>Geografski podatci .....</i>	<i>18</i>
7.1.1.	Digitalni model terena .....	18
7.1.2.	Podatci o tlocrtima i visinama građevinskih objekata .....	18
7.1.3.	Podatci o mostovima .....	22
7.1.4.	Podatci o pokrovu terena .....	25
7.1.5.	Meteorološki podatci.....	26
8.	PODATCI O STANOVNIŠTVU I STAMBENIM JEDINICAMA .....	28
8.1.	<i>Popisni krugovi s stanovništvom sa stambenim jedinicama za stalno stanovanje.....</i>	<i>28</i>
8.2.	<i>Popisni krugovi s stanovništvom bez stambenih jedinica za stalno stanovanje .....</i>	<i>29</i>
8.3.	<i>Popisni krugovi s stambenim jedinicama za stalno stanovanje bez stanovništva .....</i>	<i>29</i>
8.4.	<i>Sumarni podatci o stanovništvu i stambenim jedinicama za stalno stanovanje.....</i>	<i>29</i>
9.	PODATCI O IZVORIMA BUKE .....	31
9.1.	<i>Podatci o cestovnom prometu.....</i>	<i>31</i>
9.1.1.	Prostorni podaci o položaju prometnice.....	31
9.1.1.1.	Preporuke stručne prakse.....	31
9.1.2.	Prometni podaci o cestovnom prometu .....	36
9.1.2.1.	Zahtjevi stručne prakse .....	36
9.1.3.	Sumarni rezultati mjerenja buke i brojanja cestovnog prometa.....	43
9.1.3.1.	Rezultati mjerenja buke .....	43
9.1.3.2.	Rezultati brojanja prometa .....	44
9.1.4.	Analiza podataka od Hrvatskih autocesta d.o.o., Autocesta Zagreb – Macelj d.o.o., Autocesta Rijeka – Zagreb d.d. i Hrvatskih cesta d.o.o.....	50
9.2.	<i>Podatci o izvorima buke – željezničkom prometu .....</i>	<i>52</i>
9.2.1.	Ulazni podatci i podloge .....	52
9.2.2.	Podaci o intenzitetu pružnog prometa .....	53
9.2.2.1.	Podaci o intenzitetu pružnog prometa na pruzi M101 .....	53
9.2.2.2.	Podaci o intenzitetu pružnog prometa na pruzi M 102 .....	55
9.2.2.3.	Podaci o intenzitetu pružnog prometa na prugama M 202 i M 502 .....	57
9.2.3.	Mjerenje buke željezničkog prometa.....	65
9.3.	<i>Podatci o izvorima buke – industrijskim pogonima i postrojenjima .....</i>	<i>70</i>
10.	OPIS AKUSTIČKOG MODELA .....	72
10.1.	<i>Opis provedenih proračuna .....</i>	<i>72</i>

10.2. Postavke proračuna razina buke cestovnog prometa.....	74
10.3. Postavke proračuna razina buke željezničkog prometa.....	76
10.4. Postavke proračuna razina buke industrijskih pogona i postrojenja.....	78
11. ANALIZA IZLOŽENOSTI STANOVNIŠTVA I STAMBENIH JEDINICA.....	80
11.1. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica cestovnom prometu .....	81
11.1.1. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica razinama buke cestovnog prometa – glavna cesta.....	83
11.2. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica željezničkom prometu .....	84
11.2.1. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica razinama buke željezničkog prometa – glavna pruga.....	86
11.3. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica industrijskim pogonima i postrojenjima .....	87
12. KONFLIKTNA KARTA BUKE.....	89
13. OPIS REZULTATA U GRAFIČKOM OBLIKU .....	92
13.1. Opis rezultata strateške karte buke.....	92
13.2. Opis rezultata konfliktne karte buke.....	92
14. ELEKTRONIČKI DIO ELABORATA.....	93
15. PRILOZI.....	94
15.1. Rječnik akustičkih i tehničkih termina.....	94
15.2. Opis korištenog programskog paketa za izradu strateške karte buke.....	95
16. GRAFIČKI DIO STRATEŠKE KARTE BUKE.....	1
16.1. Cestovni promet.....	2
16.1.1. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$ .....	3
16.1.2. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$ .....	4
16.1.3. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$ .....	5
16.1.4. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{den}$ .....	6
16.1.5. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$ - „glavna cesta“.....	7
16.1.6. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$ - „glavna cesta“.....	8
16.1.7. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$ - „glavna cesta“.....	9
16.1.8. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{den}$ - „glavna cesta“.....	10
16.2. Željeznički promet.....	11
16.2.1. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$ .....	12
16.2.2. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$ .....	13
16.2.3. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$ .....	14
16.2.4. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{den}$ .....	15
16.2.5. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$ - „glavna pruga“.....	16
16.2.6. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$ - „glavna pruga“.....	17

16.2.7.	Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{night}}$ - „glavna pruga“ .....	18
16.2.8.	Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{den}}$ - „glavna pruga“ .....	19
16.3.	<i>Industrijski pogoni i postrojenja</i> .....	20
16.3.1.	Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{day}}$ .....	21
16.3.2.	Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{evening}}$ .....	22
16.3.3.	Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{night}}$ .....	23
16.3.4.	Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{den}}$ .....	24
16.4.	<i>Konfliktne karte buke</i> .....	25
16.4.1.	Cestovni promet - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{day}}$ .....	26
16.4.2.	Cestovni promet - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{night}}$ .....	27
16.4.3.	Željeznički promet - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{day}}$ .....	28
16.4.4.	Željeznički promet - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{night}}$ .....	29
16.4.5.	Industrijski pogoni i postrojenja - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{day}}$ .....	30
16.4.6.	Industrijski pogoni i postrojenja - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{\text{night}}$ .....	31

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Pregled postupka izrade strateške karte buke.....	12
Slika 2.	Prikaz procesa izrade strateške karte buke glavnih izvora .....	13
Slika 3.	Obuhvat proračuna karte buke i izrade akustičkog modela .....	15
Slika 4.	Elementi terena, rubovi nasipa i usjeka na području izrade projekta.....	18
Slika 5.	Prikaz postupka analize podataka o visinama za poligonski objekt zgrade .....	21
Slika 6.	Primjer konačnog prikaza 3D modela terena s mostovima i zgradama unutar programskog paketa Predictor - LimA.....	22
Slika 7.	Primjer digitalizacije poligona mosta.....	23
Slika 8.	Računalna interpretacija izvornih podataka .....	23
Slika 9.	Prikaz izvornih podataka .....	23
Slika 10.	Ispravna interpretacija poligona mosta .....	23
Slika 11.	Primjer konačnog prikaza 3D modela terena s izvedenim mostom.....	24
Slika 12.	Vizualizacija izvedenih mjera zaštite od buke na dionici autoceste Buzin – Kosnica u razdoblju 2011.g.-2016.g.....	24
Slika 13.	Primjer modeliranih mostova/nadvožnjaka unutar programskog paketa Predictor - LimA.....	25
Slika 14.	Akustičke karakteristike pokrova terena na području Grada Zagreba .....	26
Slika 15.	Godišnja ruža vjetra za Zagreb Grič u razdoblju od 2006. – 2015. godine .....	27
Slika 16.	Prikaz preporuke iz WG-AEN GPG v2 .....	31
Slika 17.	Obuhvat izrade strateške karte buke cestovnog prometa .....	34
Slika 18.	Zastupljenost prometnica u ukupnoj duljini po kategoriji prometnice .....	35
Slika 19.	Zastupljenost prometnica u ukupnoj duljini po upravitelju prometnicom .....	36
Slika 20.	Položaj mjernih mjesta .....	42
Slika 21.	Karakteristični postav mjerne opreme .....	43
Slika 22.	Dodatno uključene dionice u akustički model za izradu Strateške karte buke Grada Zagreba .....	51
Slika 23.	Položajni prikaz mjernih mjesta 1 do 5 .....	66
Slika 24.	Položajni prikaz mjernih mjesta 6 do 10 .....	66
Slika 25.	Podjela Grada Zagreba tijekom provedbe proračuna buke cestovnog prometa ..	73
Slika 26.	Postavke rasterskog proračuna razina buke cestovnog prometa.....	74
Slika 27.	Postavke fasadnog proračuna razina buke cestovnog prometa.....	75
Slika 28.	Postavke rasterskog proračuna razina buke željezničkog prometa.....	76
Slika 29.	Postavke fasadnog proračuna razina buke željezničkog prometa .....	77
Slika 30.	Postavke rasterskog proračuna razina buke industrijskih pogona i postrojenja..	78
Slika 31.	Postavke fasadnog proračuna razina buke industrijskih pogona i postrojenja....	79
Slika 32.	Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke $L_{den}$ .....	82
Slika 33.	Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke $L_{night}$ .....	82
Slika 34.	Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama buke željezničkog prometa - indikator $L_{den}$ .....	85

Slika 35.	Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama buke željezničkog prometa - indikator $L_{\text{night}}$ .....	85
Slika 36.	Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke $L_{\text{den}}$ .....	88
Slika 37.	Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke $L_{\text{night}}$ .....	88
Slika 38.	Grafičko predstavljanje pojasa buke širine 5 dB(A).....	92
Slika 39.	Grafičko predstavljanje pojasa razlike razina buke širine 3 dB(A) .....	92

## POPIS TABLICA

Tablica 1.	Pregled korištenih podataka za izradu projekta .....	16
Tablica 2.	Analiza podataka topografske osnove Grada Zagreba .....	19
Tablica 3.	Statistička analiza pojedinačnih podataka za objekte zgrada (DMR i DSM) .....	20
Tablica 4.	Detaljna analiza pojedinačnih podataka za objekte zgrada za DMR sloj .....	20
Tablica 5.	Detaljna analiza pojedinačnih podataka za objekte zgrada za DSM sloj .....	21
Tablica 6.	Primjer rezultata analize podataka za poligonski objekt zgrade .....	22
Tablica 7.	Vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (%o) po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Zagreb Grič u razdoblju od 2006. – 2015. godine.....	27
Tablica 8.	Rezultati statističke analize popisa stanovništva za 2011.g.....	28
Tablica 9.	Rezultati statističke analize gustoće naseljenosti popisnih krugova .....	28
Tablica 10.	Rezultati statističke analize naseljenosti po gradskim četvrtima .....	29
Tablica 11.	Područja Grada Zagreba na kojima je provedena rekonstrukcija gradskih prometnica.....	32
Tablica 12.	Zastupljenost prometnica u ukupnoj duljini po kategoriji prometnice .....	35
Tablica 13.	Zastupljenost prometnica u ukupnoj duljini po upravitelju prometnicom .....	35
Tablica 14.	Opis položaja mjernih mjesta .....	37
Tablica 15.	Sumarni pregled ocjenskih razina buke po mjernim mjestima.....	44
Tablica 16.	Pregled prometnih podataka tijekom provedbe mjerenja.....	44
Tablica 17.	Pregled prometnih podataka iz brojanja prometa za potrebe Master plana .....	46
Tablica 18.	Prikaz atributa u programskom paketu LimA .....	48
Tablica 19.	Podaci o broju vlakova za prijevoz putnika na pruzi M101 .....	53
Tablica 20.	Podaci o broju vlakova za prijevoz tereta, lokomotivskih i industrijskih vlakova na pruzi M101 .....	53
Tablica 21.	Podaci o broju lokomotiva (po načinu pogona) na pruzi M101.....	53
Tablica 22.	Podaci o broju vagona kod putničkih vlakova na pruzi M101.....	54
Tablica 23.	Podaci o broju vagona kod teretnih vlakova na pruzi M101.....	54
Tablica 24.	Podaci o maksimalnim brzinama kretanja, duljinama i konstrukciji pojedinih dionica pruge M101.....	54
Tablica 25.	Podaci o broju vlakova za prijevoz putnika na pruzi M102 .....	55
Tablica 26.	Podaci o broju vlakova za prijevoz tereta, lokomotivskih i industrijskih vlakova na pruzi M102 .....	55
Tablica 27.	Podaci o broju lokomotiva (po načinu pogona) na pruzi M102.....	55



Tablica 28. Podaci o broju vagona kod putničkih vlakova na pruzi M102.....	56
Tablica 29. Podaci o broju vagona kod teretnih vlakova na pruzi M102.....	56
Tablica 30. Podaci o maksimalnim brzinama kretanja, duljinama i konstrukciji pojedinih dionica pruge M102.....	56
Tablica 31. Podaci o broju vlakova za prijevoz putnika .....	57
Tablica 32. Podaci o broju vlakova za prijevoz tereta, lokomotivskih i industrijskih vlakova	57
Tablica 33. Podaci o broju lokomotiva (po načinu pogona).....	57
Tablica 34. Podaci o broju vagona kod putničkih vlakova.....	58
Tablica 35. Podaci o broju vagona kod teretnih vlakova .....	58
Tablica 36. Podaci o maksimalnim brzinama kretanja, duljinama i konstrukciji pojedinih dionica pruge M202 i M502 .....	58
Tablica 37. Podaci o maksimalnim brzinama, duljinama pojedinih dionica i konstrukcije pruge na području izrade akustičkog modela .....	59
Tablica 38. Podaci o maksimalnim brzinama kretanja, duljinama i konstrukcije pruge na području izrade akustičkog modela .....	63
Tablica 39. Sumarni pregled ocjenskih razina buke.....	67
Tablica 40. Statistička analiza izmjerenih vrijednosti indikatora $L_{day}$ .....	67
Tablica 41. Statistička analiza izmjerenih vrijednosti indikatora $L_{evening}$ .....	68
Tablica 42. Statistička analiza izmjerenih vrijednosti indikatora $L_{night}$ .....	68
Tablica 43. Standardna devijacija izmjerenih dnevnih vrijednosti indikatora $L_{night}$ .....	68
Tablica 44. Usporedba izmjerenih vrijednosti s proračunatim vrijednostima .....	69
Tablica 45. Pregled industrijskih pogona i primijenjenih metoda za ocjenu buke industrijskih pogona na području Grada Zagreba .....	70
Tablica 46. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke cestovnog prometa, indikator buke $L_{den}$ i indikator buke $L_{night}$ .....	81
Tablica 47. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke cestovnog prometa – glavna cesta, indikator buke $L_{den}$ i indikator buke $L_{night}$ .....	83
Tablica 48. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke željezničkog prometa, indikator buke $L_{den}$ i indikator buke $L_{night}$ .....	84
Tablica 49. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke željezničkog prometa – glavna pruga, indikator buke $L_{den}$ i indikator buke $L_{night}$ .....	86
Tablica 50. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke cestovnog prometa, indikator buke $L_{den}$ i indikator buke $L_{night}$ .....	87
Tablica 51. Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije u otvorenom prostoru .....	89
Tablica 52. Dopuštene razine buke u odnosu na korištenje i namjenu prostora .....	90

## 1. UVOD

Na temelju Ugovora broj 502/2017 od 5. travnja 2017., I. Aneksa Ugovoru broj A-363/2017 od 12. prosinca 2017. i II. Aneksa Ugovoru broj A-281/2018 od 27. lipnja 2018., koje su sklopili Grad Zagreb, Trg Stjepana Radića 1 i ovlaštena tvrtka DARH 2 d.o.o. iz Samobora, Ljubičin prolaz 3, u ovom elaboratu su prikazani detaljni podatci i informacije o postupku izrade strateške karte buke Grada Zagreba za 3. krug izvještavanja kao i sa njima povezanim podatcima o izloženosti stanovništva koje je u skladu s ugovornim obavezama, izradio DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku, Ljubičin prolaz 3, Samobor.

Detaljnije informacije o djelatnostima DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku, program akustika, raspoložive su od:

dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el.

Voditelj programa akustike

Tel. (0)1 652 29 76; (0)1 652 29 78; (0)1 336 66 49

Fax. (0)1 652 29 85; (0)1 336 66 49

E-mail: [akustika@darh2.hr](mailto:akustika@darh2.hr)

## 2. O PROJEKTU STRATEŠKE KARTE BUKE

Propisi iz područja buke okoliša Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu propisi) postavljaju odgovornosti u području izrade strateških karata buke i akcijskih planova. Određene su pravne osobe odgovorne za izradu strateških karata buke (obveznici izrade strateških karata buke), dok je Ministarstvo zdravstva (MiZ) zaduženo za nadgledanje provedbe zakonskih propisa. Zakonski okvir za izradu strateške karte buke Grada Zagreba je članak 7. Zakona o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13 i 41/16) (u daljnjem tekstu Zakon). Nositelj izrade strateške karte buke Grada Zagreba je Grad Zagreb, Gradski ured za gospodarstvo, energetiku i zaštitu okoliša.

Strateška karta buke je izrađena u skladu sa odredbama Zakona, Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova, te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (NN 75/09)<sup>1</sup> odnosno Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke<sup>2</sup> (NN 60/16), Direktive 2002/49/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća od 25. lipnja 2002. godine o procjeni i upravljanju bukom okoliša, kao i Preporukama Europske agencije za okoliš i Radne skupine Opće uprave za okoliš Europske komisije o ocjeni izloženosti buke „Predstavljanje informacija o kartama buke javnosti“, ožujak 2008. Sukladno prije navedenim propisima, strateška karta buke mora se izrađivati za točno određenu kalendarsku godinu, te se karte buke moraju izrađivati u točno određenim vremenskim ciklusima od najviše 5 godina. Ova strateška karta buke za 3. krug izvještavanja odnosi se na stanje opterećenosti bukom za 2016.g. te sadržava procjenu izloženosti bukom od glavnih izvora buke - cestovnog prometa, željezničkog prometa te industrijskih pogona i postrojenja na području Grada Zagreba koja je ažurirana sa podacima o stanovništvu za 2016.g.

## 3. NARUČITELJ I OVLAŠTENIK IZRADA STRATEŠKE KARTE BUKE

Naručitelj izrade: Grad Zagreb, Gradski ured za gospodarstvo, energetiku i zaštitu okoliša, Trg Stjepana Radića 1, Zagreb.

Ovlaštenik izrade: DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku, Ljubičin prolaz 3, Samobor.

## 4. RELEVANTNA GODINA

Sukladno odredbama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (NN 75/09, 60/16), strateška karta buke mora odražavati stanje razina buke u kalendarskoj godini koja prethodi godini izrade strateške karte buke, s time da se strateške karte buke trajno usklađuju s izmjenama u prostoru, a obvezno se obnavljaju svakih pet godina. Terminološki, „godina“ označava relevantnu godinu u pogledu emisije buke i prosječnu godinu u pogledu meteoroloških prilika.

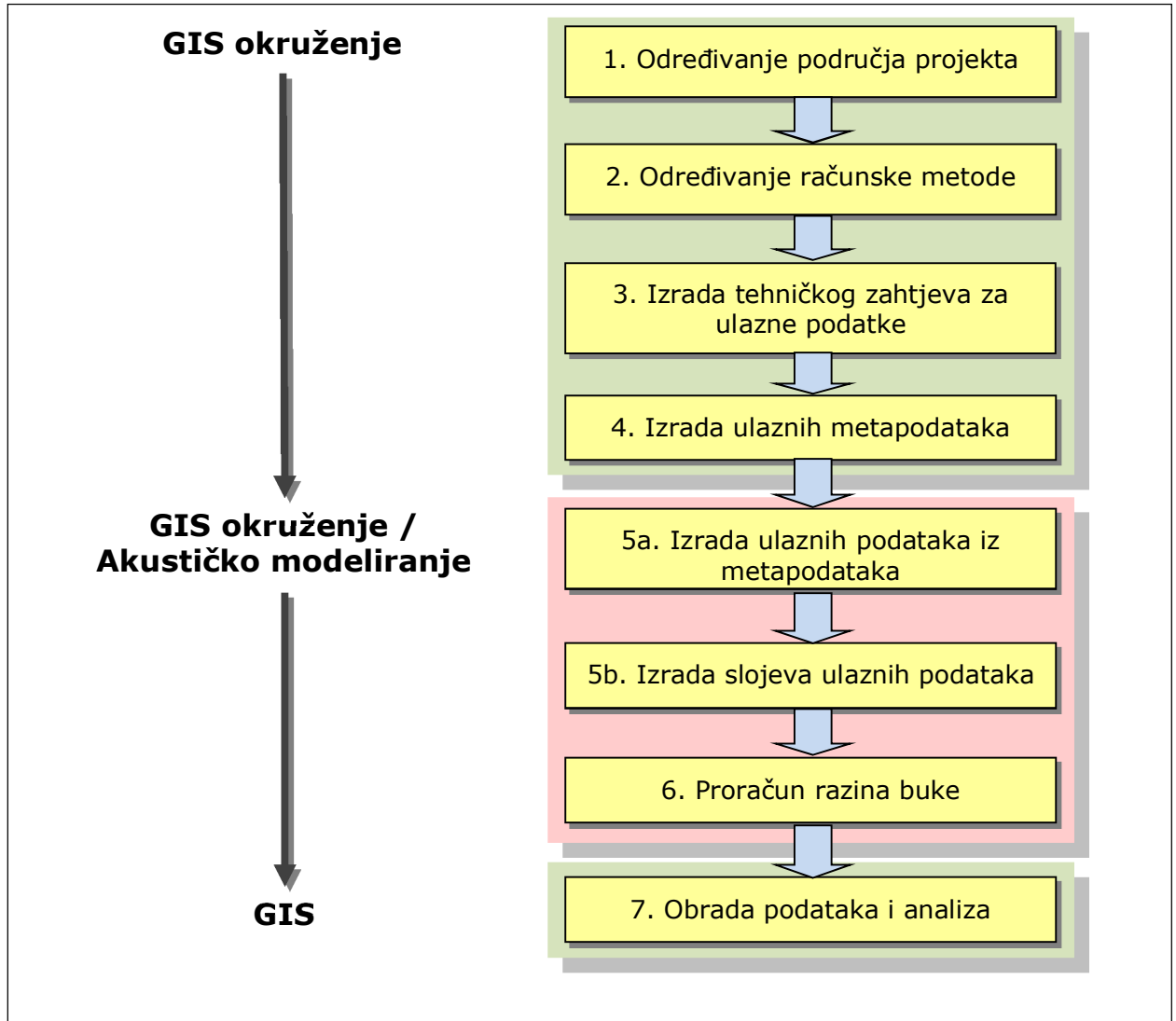
Sukladno navedenim odredbama, u ovom projektu izrade strateške karte buke Grad Zagreb, obrađena je **kalendarska godina 2016.g.**

<sup>1</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_06\\_75\\_1811.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_06_75_1811.html)

<sup>2</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016\\_07\\_60\\_1516.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_07_60_1516.html)

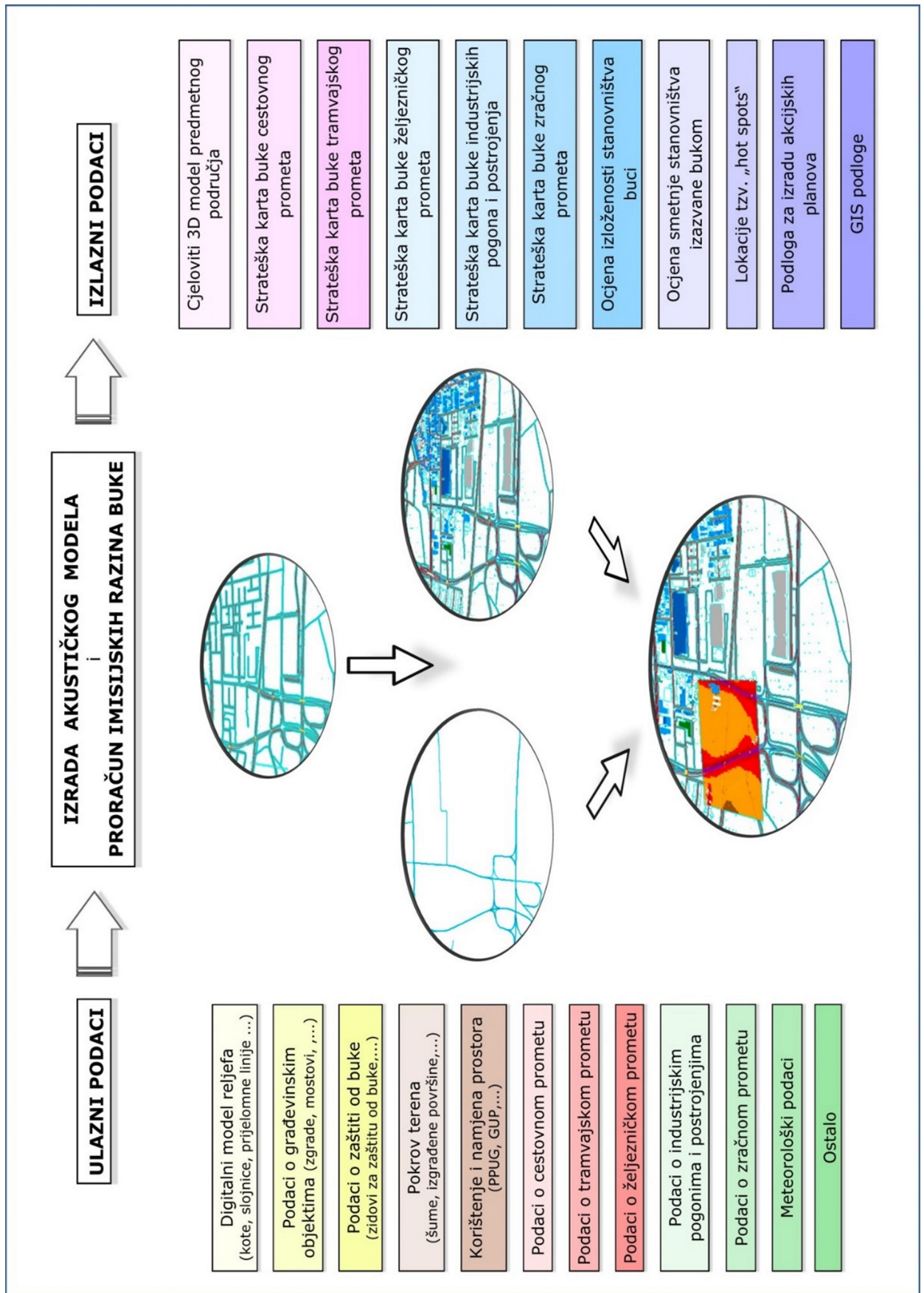
## 5. POSTUPAK IZRADE STRATEŠKE KARTE BUKE

Strateška karta buke izrađuje se pomoću računalnih metoda proračuna emisije i propagacije zvuka/buke emitiranih od poznatih izvora buke u geografskom prostoru poznatih karakteristika. Primijenjeni postupak provedbe projekta (Slika 1) te izračuna i procjene utjecaja buke glavnih izvora identičan je za sve glavne izvore.



Slika 1. Pregled postupka izrade strateške karte buke

Po provedenom prikupljanju podataka i primjeni najbolje stručne prakse u slučaju nedostatnih podataka, svi podatci unijeti su u akustički model te se provodi proračun (Slika 2).



Slika 2. Prikaz procesa izrade strateške karte buke glavnih izvora

## 5.1. Korištene računalne metode proračuna i ocjene buke

Pravilnik o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (NN 75/09; NN 60/16) definira obavezne računalne metode proračuna i ocjene buke okoliša koje je potrebno koristiti kod izrade strateških karata buke.

Normirana računalna metoda korištena za izradu strateške karte buke cestovnog prometa je:

- „NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)“, navedena u „Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Službeni list od 10. svibnja 1995., Članak 6.“ i u francuskoj normi „XPS 31-133“

Normirana računalna metoda korištena za izradu strateške karte buke željezničkog prometa je:

- „Reken- en meetvoorschriften railverkeerslawaaai '96“ objavljena od strane Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directoraat-Generaal Milieubeheer

Normirana računalna metoda korištena za izradu strateške karte buke industrijskih pogona i postrojenja je:

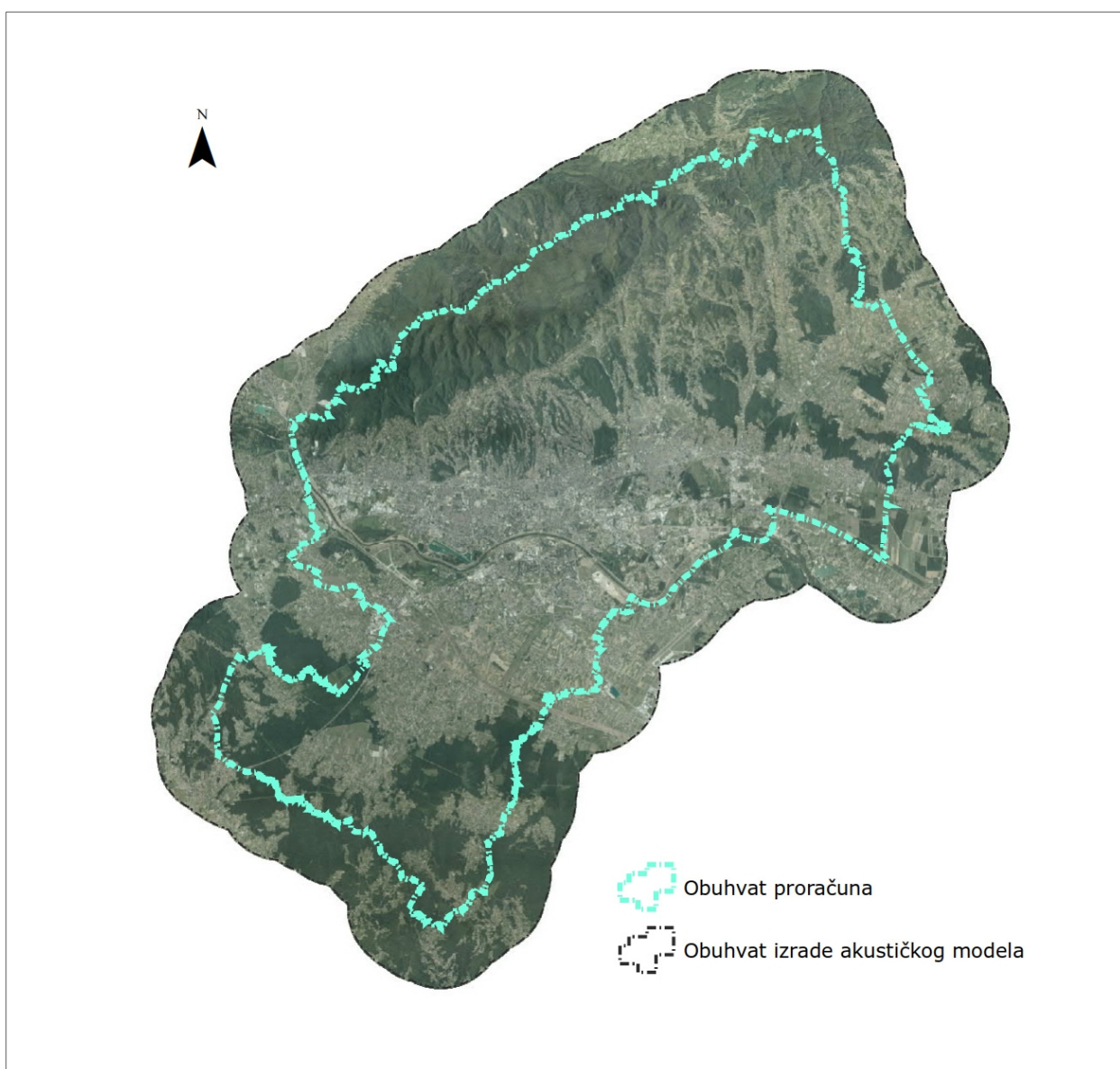
- „ISO 9613-2: "Akustika – Gušenje zvuka pri širenju na otvorenom, 2. dio: Opća metoda proračuna“

Sve prije navedene norme bilo je potrebno koristiti uvažavajući prilagodbe navedene u Preporuci Europske komisije za adaptaciju računalnih metoda za izradu karata buke iz 2003/613/EC<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Preporuka Europske komisije 2003/613/EC od 2003-08-05 za revidirane privremene računalne metode za proračun buke, industrijskih postrojenja, zračni, cestovni i pružni promet i njima povezanim podacima o emisiji buke

## 6. OPIS PODRUČJA IZRADE STRATEŠKE KARTE BUKE

Obuhvat proračuna karte buke (područje izrade strateške karte buke) obuhvaća cjelokupno područje Grada Zagreba približne površine  $\approx 641 \text{ km}^2$ , s ukupnim opsegom  $\approx 177 \text{ km}$ . Područje izrade akustičkih modela se razlikuje od obuhvata proračuna karte buke jer postoje izvori buke smješteni van područja izrade karte buke, ali koji imaju utjecaj na razine buke unutar područja izrade karte buke (npr. dionice autoceste A1, A2, A3, A4 i A11 koje se nalaze „izvan“ obuhvata proračuna karte buke utječu na razine buke unutar proračuna karte buke). Iz navedenog razloga, tijekom izrade akustičkog modela uključena su i tzv. „buffer“ područja u širini 3000 m administrativne granice Grada Zagreba. Ovo dodatno područje zahtijevalo je ulazne podatke za ukupnu površinu  $\approx 1077 \text{ km}^2$ , s ukupnim opsegom  $\approx 142 \text{ km}$ . Obuhvat proračuna karte buke i izrade akustičkog modela prikazuje Slika 3.



Slika 3. Obuhvat proračuna karte buke i izrade akustičkog modela

## 7. PREGLED KORIŠTENIH ULAZNIH PODATAKA

Za izradu strateške karte buke koristili su se svi raspoloživi izvori podataka s garantiranom vjerodostojnošću. Ulazni podatci za provedbu projekta podijeljeni su u tri bitne grupe:

Grupa 1 Podatci o predmetnom području izrade projekta,

Grupa 2 Podatci o izvorima buke,

Grupa 3 Podatci o namjeni područja i naseljenosti predmetnog područja.

Pregled korištenih podataka prikazuje Tablica 1.

Tablica 1. Pregled korištenih podataka za izradu projekta

Opis potrebnih ulaznih podataka		Korišteni ulazni podatci
Grupa 1	Podatci o topografiji terena	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalni model površina 1:5.000, rasterski podatci u HTRS96, administrativno područje Grada Zagreba</li> <li>- Digitalni model reljefa 1:5.000, rasterski podatci u HTRS96, administrativno područje Grada Zagreba</li> <li>- Digitalni model reljefa, „buffer“ područje u širini 3000 m od administrativne granice Grada Zagreba, Državna geodetska uprava</li> </ul>
	Vrsta pokrova terena	- Hrvatska osnovna karta, Državna geodetska uprava
	Položaj, visina i značajke građevinskih objekata i ostalih prepreka širenju zvuka	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baza podataka Corine Land Cover, Agencija za zaštitu okoliša</li> <li>- Digitalni model površina 1:5.000, rasterski podatci u HTRS96, administrativno područje Grada Zagreba</li> </ul>
	Vrsta građevina Pokrov terena	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalni model reljefa 1:5.000, rasterski podatci u HTRS96, administrativno područje Grada Zagreba</li> <li>- Digitalni rasterski ortorektificirani snimci Grada Zagreba, u boji, u HTRS96 za cijelo administrativno područje Grada Zagreba</li> <li>- Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, Version 2, 13th January 2006, Bruxelles, EC WG-AEN</li> </ul>
Grupa 2	Podatci o cestovnom prometu	- Podatci o prometnim opterećenjima za sve dionice autoceste A1, A3, A4 i A11 u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. koje se nalaze na području izrade akustičkog modela
	Vrsta podloge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Podatci o prometnim opterećenjima za sve dionice autoceste A2 - Zagreb – Macelj u nadležnosti koncesijskog društava Autocesta Zagreb – Macelj d.o.o., koje se nalaze na području izrade akustičkog modela</li> <li>- Podatci o prometnim opterećenjima za sve dionice autoceste A1 Zagreb – Bosiljevo – Rijeka u nadležnosti Autoceste Rijeka –Zagreb d.d. na području izrade akustičkog modela</li> </ul>



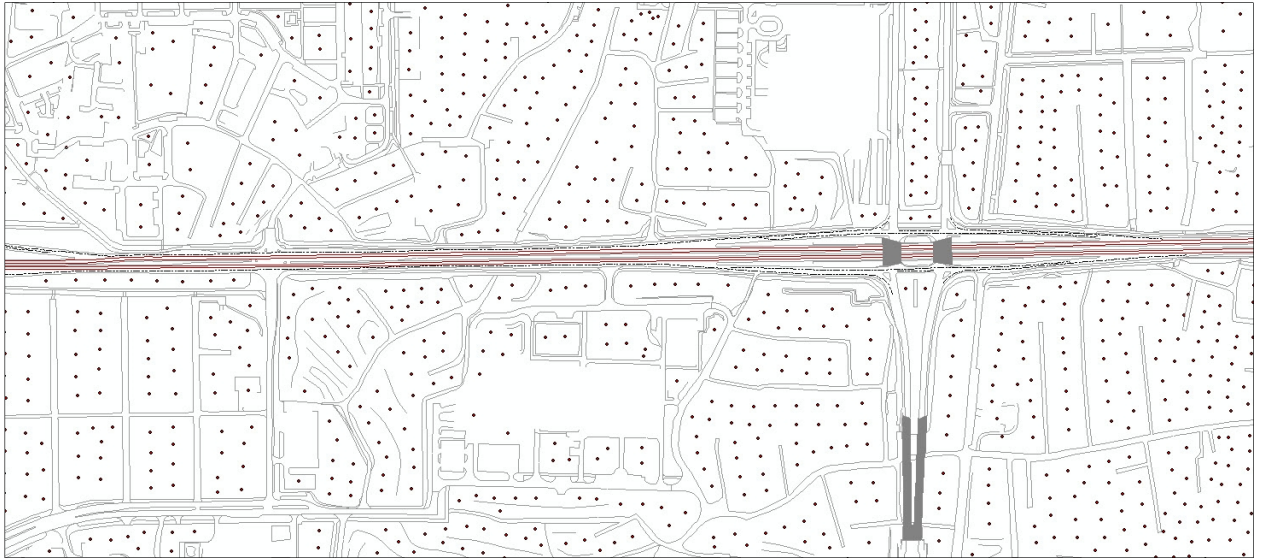
Opis potrebnih ulaznih podataka	Korišteni ulazni podatci
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Podatci o prometnim opterećenjima za sve dionice državnih cesta u nadležnosti Hrvatskih cesta d.o.o., na području izrade akustičkog modela</li> <li>- Podatci o mjerenju razina buke i brojanju cestovnog prometa, DARH 2 d.o.o.</li> <li>- Digitalni katastarski plan Grada Zagreba</li> <li>- Digitalni model reljefa, Državna geodetska uprava</li> </ul>
<p>Podatci o željezničkom prometu Klasifikacija željezničkih pruga Vrsta podloge</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Podatci dostavljeni elektroničkom poštom 2017-03-09 odnosno 2017-03-30; HŽ Infrastruktura d.o.o. od Odjel Organizacija i regulacija prometa</li> <li>- Podatci o maksimalnim brzinama kretanja na dionicama pruge, duljinama pojedinih dionica pruge i konstrukciji pruge na području grada Zagreba</li> <li>- Rezultati mjerenja razina buke izrađivača projekta</li> </ul>
<p>Podatci o industrijskim pogonima i postrojenjima</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Javno dostupni podatci nadležnog Ministarstva <sup>4</sup> o izdanim okolišnim dozvolama</li> <li>- Podatci od upravitelja izvora buke</li> <li>- Rezultati mjerenja razina buke i proračuna zvučne snage izrađivača projekta</li> </ul>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Grupa 3</p> <p>Podatci o namjeni površina i broju stanovnika</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GIS baza podataka koja obuhvaća podatke o namjeni prostora definirane prostornim planovima (Prostorni plan Grada Zagreba, GUP Zagreba i GUP Sesveta) za cijelo administrativno područje Grada Zagreba</li> <li>- Georeferencirani podatci popisa stanovništva, kućanstava i stanova iz 2011. prema gradskim četvrtima, mjesnim odborima i popisnim krugovima</li> </ul>

<sup>4</sup> <https://www.mzoip.hr/hr/okolis/okolisna-dozvola.html>

## 7.1. Geografski podatci

### 7.1.1. Digitalni model terena

Za izradu 3D modela terena korišten je izvorni digitalni model reljefa, uključujući kote, nasipe, usjeka i sl. prijelomnice. Stručna praksa je pokazala da ovako modelirani teren predstavlja vrlo točan model stvarnog stanja. Primjer korištenih podataka prikazuje Slika 4.



Slika 4. Elementi terena, rubovi nasipa i usjeka na području izrade projekta

### 7.1.2. Podatci o tlocrtima i visinama građevinskih objekata

Prostorni položaj raznih objekata sa visinama na području Grada Zagreba preuzet je iz podataka Grada Zagreba koji su dobiveni prostornom analizom digitalnih modela površina (DSM) i digitalnog modela reljefa (DMR) Grada Zagreba. S obzirom da topografska osnova sadržava osnovnu namjenu površina za izradu 3D modela objekata korišteni su geometrijski poligoni koji prema opisu odgovaraju namjeni koja se odvija u zgradama. Navedene odabrane namjene površina su:

- 2100A - stambeni i mješoviti objekti
- 2100B - javni objekti
- 2200 - gospodarski objekti
- 2300A - kulturno-povijesni objekti
- 2300B - vjerski objekti
- 2400 - ostali objekti
- 2500 - objekti posebne namjene

Prema dostavljenim Podacima unutar administrativnog područja Grada Zagreba izdvojeno je ukupno 248440 geometrijskih poligona koji su korišteni za trodimenzionalni model zgrada (Tablica 2).

Tablica 2. Analiza podataka topografske osnove Grada Zagreba

<b>RB</b>	<b>Namjena</b>	<b>Korišten u izradi 3D modela objekata</b>	<b>Broj objekata</b>
1	2100A - stambeni i mješoviti objekti	DA	131386
2	2100B - javni objekti	DA	2630
3	2200 - gospodarski objekti	DA	20553
4	2300A - kulturno-povijesni objekti	DA	53
5	2300B - vjerski objekti	DA	444
6	2400 - ostali objekti	DA	93256
7	2500 - objekti posebne namjene	DA	119
8	4100 - cestovni promet	NE	10616
9	4200A - željeznički promet	NE	108
10	4200B - tramvajski promet	NE	100
11	4300 - zračni promet	NE	5
12	5100A - obradivo zemljište - oranica	NE	5204
13	5100B - obradivo zemljište - livada	NE	14987
14	5100C - obradivo zemljište - voćnjaci i vinogradi	NE	4900
15	5100E - park	NE	3170
16	5100F - šumsko zemljište - šuma	NE	2314
17	5100G - šumsko zemljište - šikara	NE	2257
18	5200 - neplodno zemljište	NE	51
19	5300A - izgrađene površine - javne	NE	7416
20	5300B - izgrađene površine - gospodarske	NE	759
21	5300C - izgrađene površine - prometne	NE	26
22	5300D - dvorište	NE	11646
23	5300F - izgrađene površine - groblje	NE	31
24	5400 - površine intenzivne gospodarske djelatnosti	NE	142
25	5500 - površine posebne namjene	NE	6
26	6100A - vode tekućice	NE	870
27	6100B - vode stajaćice	NE	237
Ukupno geometrijskih poligona			313287
Ukupno geometrijskih poligona korištenih za izradu 3D modela zgrada			248440

Korištenjem GIS tehnika, svako hvatište geometrijskog poligona 2D modela zgrade je pretvoreno u točku prilikom čega sva hvatišta koja potječu od istog poligona su preuzela jedinstveni ID broj poligona od kojeg potječu.

Koristeći izrađeni podatkovni sloj točaka koji predstavljaju hvatišta poligona, prostornim preklapanjem s digitalnim modelom reljefa (DMR) odnosno digitalnim modelom površina (DSM) preuzete su visine s izvornog sloja digitalnog modela reljefa odnosno digitalnog modela površina.

Navedenim postupkom, svako hvatište poligona zgrade preuzelo je visinu modela reljefa (koje u našem modelu predstavlja apsolutnu visinu temelja zgrade) odnosno visinu modela površina (koje u našem modelu predstavljati apsolutnu visinu građevinskog vijenca zgrade).

Zbog uspostave što točnijeg 3D modela zgrada napravljena je statistička analiza podataka o visini hvatišta po svakom objektu na području proračuna strateške karte buke kako bi se unaprijed pretpostavile moguće netočnosti.

Tablica 3. Statistička analiza pojedinačnih podataka za objekte zgrada (DMR i DSM)

Statistička veličina	DMR	DSM
Broj objekata	248440	248440
Minimalni raspon razlike u visinama hvatišta / m	0	0
Maksimalni raspon razlike u visinama hvatišta / m	15	87,5
Srednja vrijednost / m	0,86	5,12
Medijan	0.4	4,4
Najčešća vrijednost /m	0.2	3,4
Standardno odstupanje / m	1,06	3,64
Varijanca / m	1,13	13,26
Koeficijent simetrije	2,47	3,17
Koeficijent spljoštenosti	8,87	23,96

Tablica 4. Detaljna analiza pojedinačnih podataka za objekte zgrada za DMR sloj

Granice pojasa	Broj uzoraka	Srednja vrijednost st.dev	Pravilo za određivanje apsolutne visine temelja
0 < h ≤ 2	217716	0,21	Srednja vrijednost + 0,21
2 < h ≤ 4	25921	1,14	Srednja vrijednost + 1,14
4 < h ≤ 6	3879	1,89	Srednja vrijednost + 1,89
6 < h ≤ 8	725	2,62	Srednja vrijednost + 2,62
8 < h ≤ 10	151	3,36	Srednja vrijednost + 3,36
10 < h ≤ 12	36	3,92	Srednja vrijednost + 3,92
12 < h ≤ 14	10	4,73	Srednja vrijednost + 4,73
14 < h ≤ 16	2	4,73	Srednja vrijednost + 4,73

Tablica 5. Detaljna analiza pojedinačnih podataka za objekte zgrada za DSM sloj

Granice pojasa	Broj uzoraka	Srednja vrijednost st.dev	Pravilo za određivanje apsolutne visine krova
0 < h ≤ 4	111910	0,53	Srednja vrijednost + 0,53
4 < h ≤ 8	102450	2,11	Srednja vrijednost + 2,11
8 < h ≤ 12	23623	3,48	Srednja vrijednost + 3,48
12 < h ≤ 16	6206	4,89	Srednja vrijednost + 4,89
16 < h ≤ 20	2484	6,10	Srednja vrijednost + 6,10
20 < h ≤ 24	922	7,17	Srednja vrijednost + 7,17
24 < h ≤ 28	380	8,42	Srednja vrijednost + 8,42
28 < h ≤ 32	168	9,78	Srednja vrijednost + 9,78
32 < h ≤ 36	101	-	Srednja vrijednost
36 < h ≤ 40	62	-	Srednja vrijednost +
40 < h ≤ 44	29	-	Srednja vrijednost
44 < h ≤ 48	28	-	Srednja vrijednost
48 < h ≤ 52	28	-	Srednja vrijednost
52 < h ≤ 56	23	-	Srednja vrijednost
56 < h ≤ 60	15	-	Srednja vrijednost
60 < h ≤ 64	4	-	Pojedinačni pregled objekta
64 < h ≤ 68	3	-	Pojedinačni pregled objekta
68 < h ≤ 72	2	-	Pojedinačni pregled objekta
72 < h ≤ 76	0	-	-
76 < h ≤ 80	0	-	-
80 < h ≤ 84	1	-	Pojedinačni pregled objekta
84 < h ≤ 88	1	-	Pojedinačni pregled objekta

Oduzimanjem preuzete visine modela površine od visine modela reljefa proračunata je relativna visina zgrade na odabranom hvatištu.

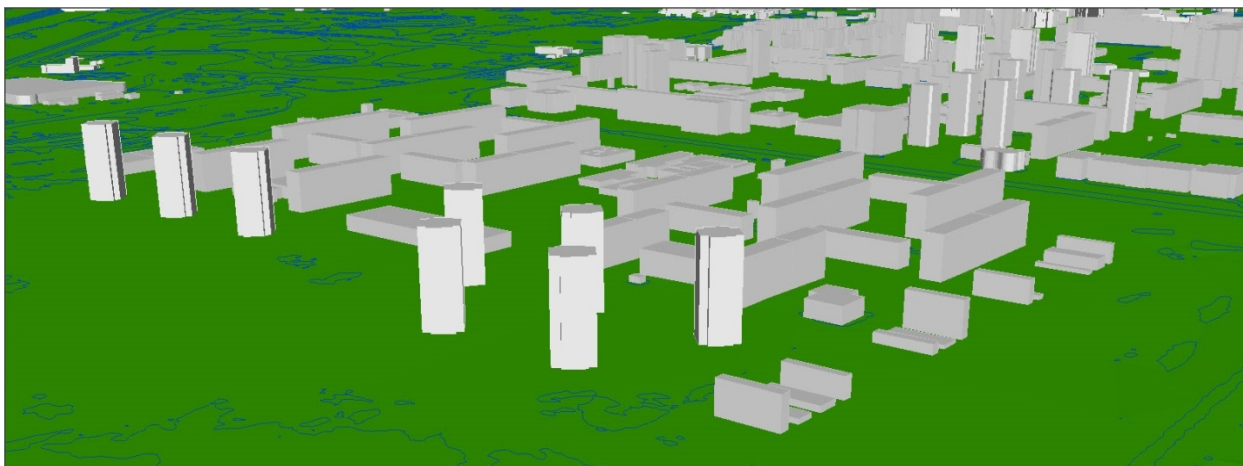


Slika 5. Prikaz postupka analize podataka o visinama za poligonski objekt zgrade

Tablica 6. Primjer rezultata analize podataka za poligonski objekt zgrade

Podatkovni set	ID	Broj hvatišta	Median / m	St.dev. / m	Min / m	Max / m	Srednja vrijednost / m	Širina pojasa / m
DMR	209156	7	115,9	0,0	115,8	115,9	115,8	0,1
DSM	209156	7	123,7	2,3	122,3	128,0	125,1	5,7

Konačni prikaz trodimenzionalnog modela terena s građevinskim objektima prikazuje Slika 6.



Slika 6. Primjer konačnog prikaza 3D modela terena s mostovima i zgradama unutar programskog paketa Predictor - LimA

### 7.1.3. Podatci o mostovima

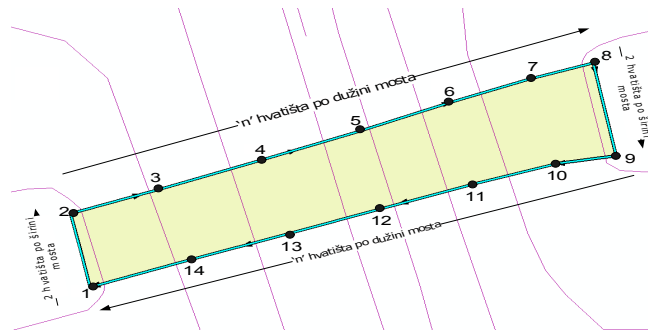
Podatci o mostovima preuzeti su iz digitalnog modela reljefa kao i iz podataka dostavljenih od Grada Zagreba. Usporedno s digitalnim modelom reljefa, korištena je i ortofotogrametrijska snimka kako bi se identificirali mostovi kojih nema u izvornim Podatcima ili su neispravno kategorizirani najčešće kao rubovi ceste. Zbog navedenog razloga provedene su pripadajuće procedure osiguranja kvalitete (QA procedure). U okviru ovih postupaka provedena je provjera slijedećih mogućih pogrešaka:

- provjera cjelovitosti površine poligona,
- dvostruki objekti,
- provjera međusobnog križanja objekata
- smjer digitalizacije poligona mosta i
- provjera ispravnog smještaja objekata

Provjera cjelovitosti površine poligona, dvostrukih objekata kao i provjera međusobnog križanja poligona mosta provedena je na identični način kao i za poligone građevinskih objekata.

#### Smjer digitalizacije poligona mosta

Poligoni koji se žele koristiti kao mostovi u programskom paketu za izradu strateških karata buke, koji se koristio u ovom projektu (LimA) moraju biti digitalizirani u smjeru suprotnom od smjera kazaljke na satu, s time da jednaki broj hvatišta mora biti na svakoj stranici poligona.



Slika 7. Primjer digitalizacije poligona mosta

### Provjera ispravnog smještaja poligona mosta

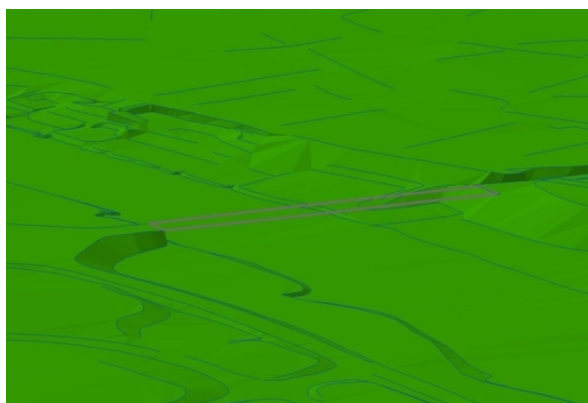
Ispravni smještaj poligona mosta na računalni model terena zahtijeva iterativno modeliranje poligona mostova kao i ručno uređivanje 3D modela terena, kako bi se napravio odgovarajući 3D model potreban za ocjenu buke. Na slijedeće tri slike prikazan je postupak vrste ručnog uređivanja 3D modela terena i mostova, kako bi se dobio odgovarajući model koji opisuje smještaj mosta iznad rijeke s odgovarajućim prijelomnicama. 3D model koji predstavlja računalnu interpretaciju izvornih podataka (Slika 9) prikazuje Slika 8, iz kojeg je vidljivo da element mosta nije nezavisno modeliran od okolnog terena, i da postoji neispravno modeliranje terena ispod elementa mosta. Po provedenim popravnim radnjama moguća je ispravna interpretaciju izvornih podataka koja je izuzetno bitna za ocjenu buke okoliša (Slika 10).



Slika 8. Računalna interpretacija izvornih podataka

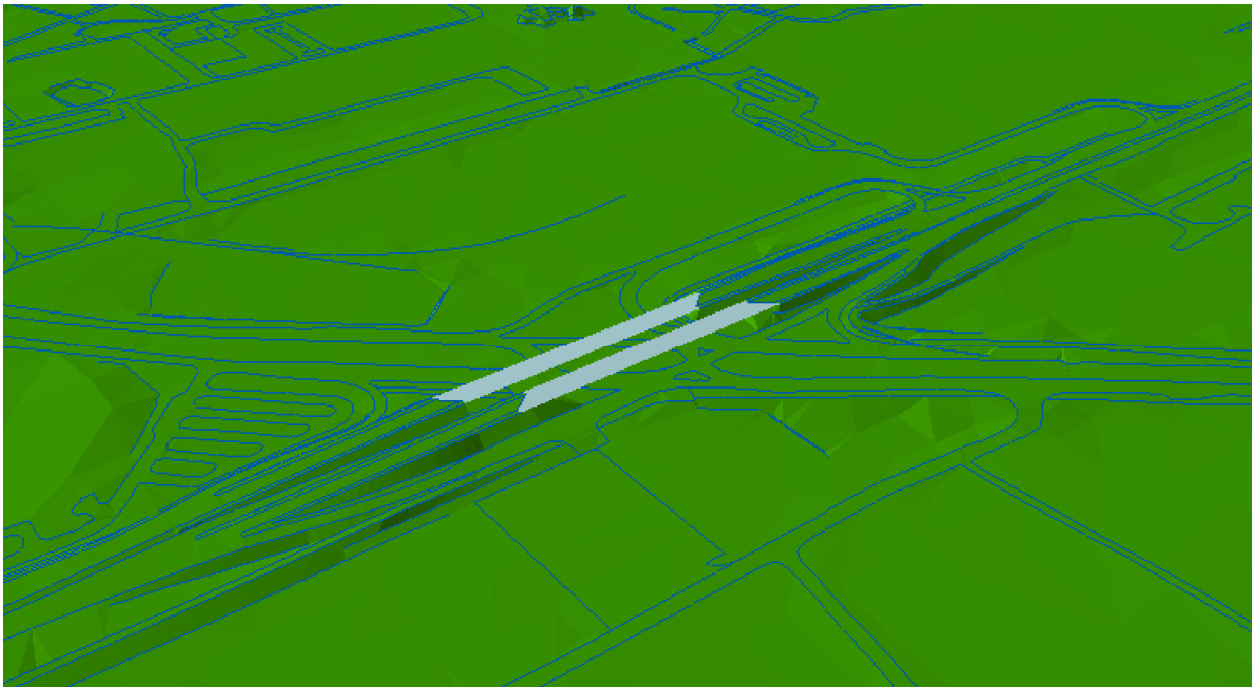


Slika 9. Prikaz izvornih podataka

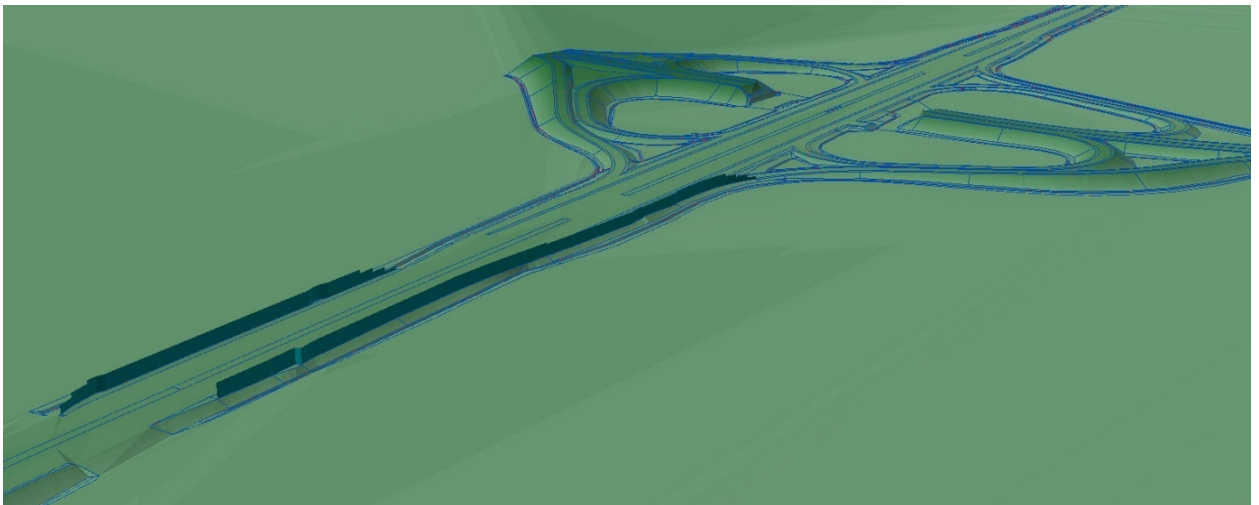


Slika 10. Ispravna interpretacija poligona mosta

Primjer konačnog prikaza 3D modela terena s izvedenim mostom prikazuje Slika 11.

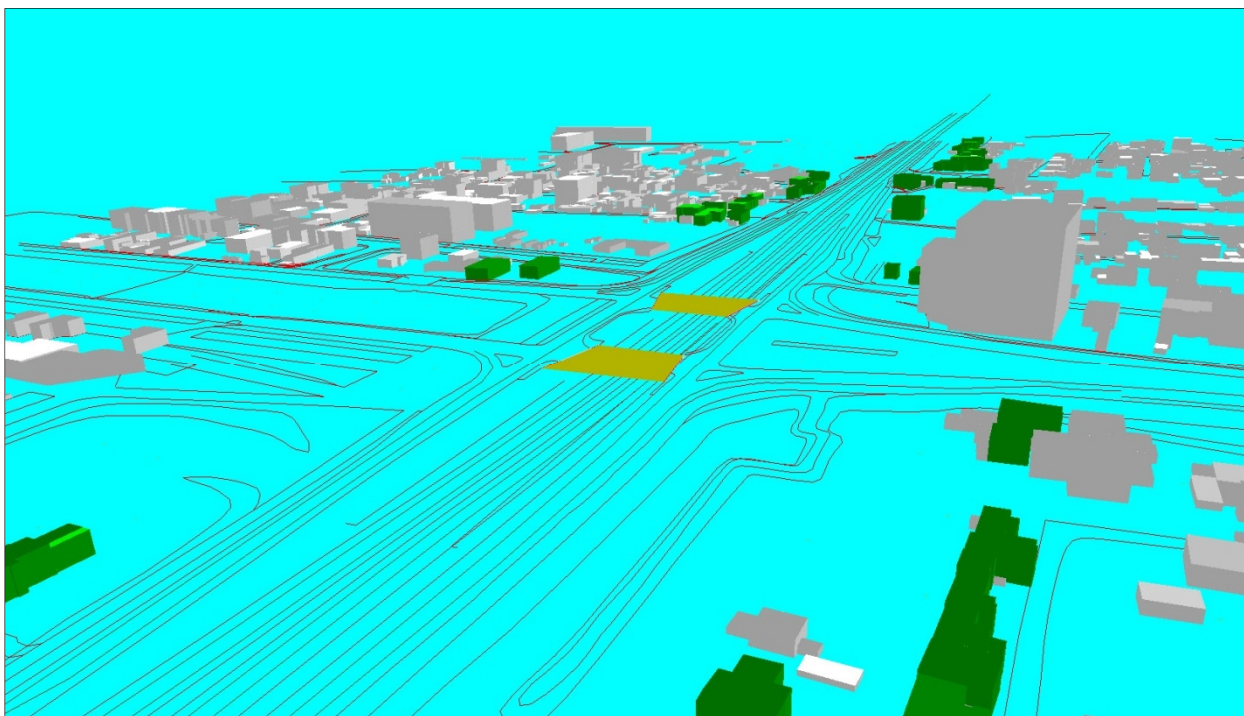


Slika 11. Primjer konačnog prikaza 3D modela terena s izvedenim mostom



Slika 12. Vizualizacija izvedenih mjera zaštite od buke na dionici autoceste Buzin – Kosnica u razdoblju 2011.g.-2016.g.

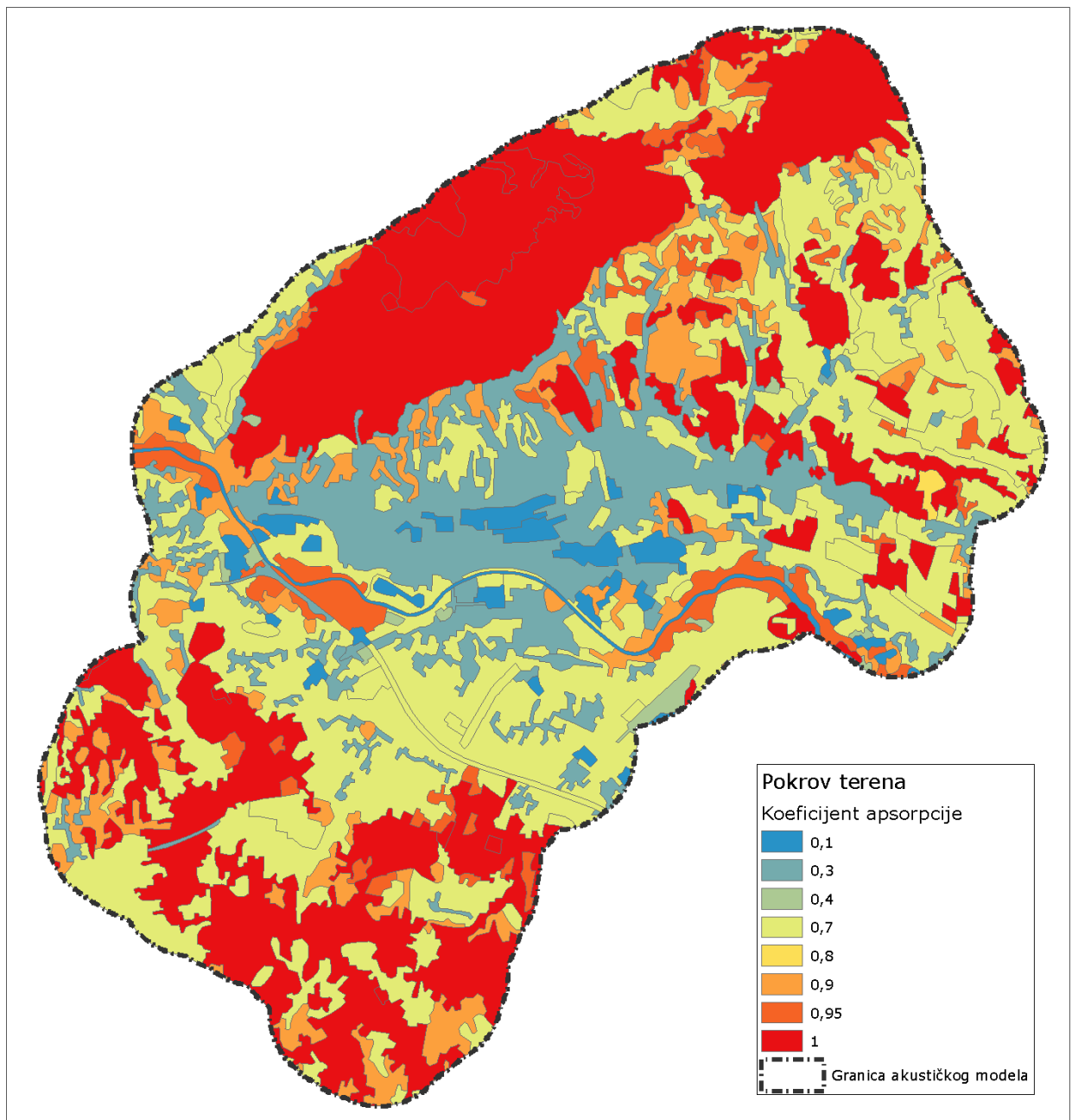




Slika 13. Primjer modeliranih mostova/nadvožnjaka unutar programskog paketa Predictor - LimA

#### 7.1.4. Podatci o pokrovu terena

Podatci o pokrovu terena preuzeti su iz posljednje službene verzije publikacije „Corine Land Cover“, prilikom čega je svakoj vrsti pokrova terena pridodijeljen određeni koeficijent apsorpcije zvučnog vala (Slika 14).



Slika 14. Akustičke karakteristike pokrova terena na području Grada Zagreba

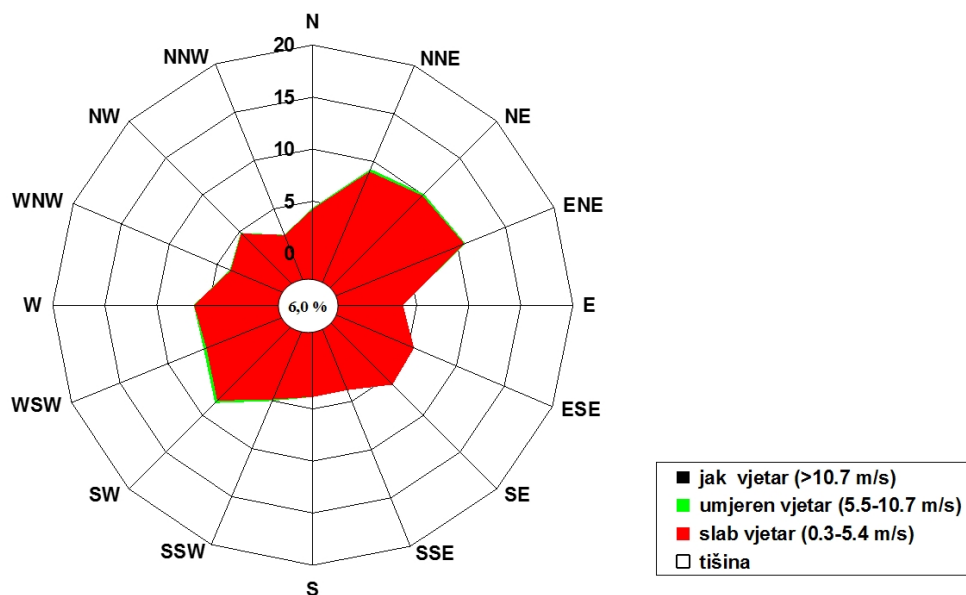
### 7.1.5. Meteorološki podatci

Za potrebe izrade ovog projekta korišteni su podatci o meteorološkim uvjetima tijekom 10-godišnjeg razdoblja (2006.-2015.g) sa meteorološke mjerne stanice Zagreb – Grič. Izvorne podatke prikazuje Tablica 7, odnosno Slika 15.

Tablica 7. Vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (‰) po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Zagreb Grič u razdoblju od 2006. – 2015. godine

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (m/s)	0.0 -	0.3 -	1.6 -	3.4 -	5.5 -	8.0 -	10.8- 13.8	13.9- 17.1	17.2- 20.7	20.8- 24.4	24.5- 28.4	28.5- 32.6	32.7- 36.9	
N		26,8	13,0	2,7	0,8	0,3	0,0							43,5
NNE		41,8	39,5	8,0	2,3	0,4								92,1
NE		33,3	49,5	16,1	2,1	0,1								101,1
ENE		49,4	48,8	8,8	1,0	0,1								108,1
E		21,6	14,5	0,5										36,6
ESE		26,9	27,6	1,1										55,5
SE		33,1	24,5	0,7										58,3
SSE		19,7	17,7	0,7										38,1
S		21,4	15,9	0,9	0,1									38,3
SSW		22,9	19,8	5,8	1,6	0,1								50,3
SW		35,7	33,3	11,0	2,8	0,3								83,0
WSW		26,8	25,1	8,5	2,4	0,3								63,0
W		32,1	27,7	4,4	0,2									64,4
WNW		19,5	12,0	4,2	0,8									36,4
NW		28,6	15,9	2,9	0,5	0,0								48,0
NNW		16,2	5,2	1,2	0,2	0,0	0,0							22,9
C	60,3													60,3
zbroj	60,3	455,8	389,9	77,6	14,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1000

Broj nedostajućih podataka: 890



Slika 15. Godišnja ruža vjetra za Zagreb Grič u razdoblju od 2006. – 2015. godine

## 8. PODATCI O STANOVNIŠTVU I STAMBENIM JEDINICAMA

Izvor podataka o stanovništvu i kućanstvima preuzet je od georeferenciranih podataka popisa stanovništva za 2011.g. Navedeni podatci sadrže popise stanovništva, kućanstava i stanova iz 2011. prema gradskim četvrtima, mjesnim odborima i popisnim krugovima prilikom čega su korišteni prvi, nekorrigirani i neusklađeni rezultati popisa stanovništva. Rezultate statističke analize prikazuje Tablica 8.

Tablica 8. Rezultati statističke analize popisa stanovništva za 2011.g.

	Broj stanovnika	Kućanstva ukupno	Kućanstva privatna	Stambene jedinice ukupno	Stambene jedinice za stalno stanovanje
Uk. popisnih krugova	4931	4931	4931	4931	4931
Minimum	0	0	0	0	0
Maksimum	554	198	198	310	310
Suma	788822	302311	301984	384363	369965
Srednja vrijednost	159,97	61,31	61,24	77,95	75,03
Standardna devijacija	84,26	29,17	29,18	34,58	34,26

Rezultati analize ulaznih podataka o stanovništvu ukazali su na potrebu definiranja određenih pretpostavki, dok su sumarni podatci prikazani u poglavlju 8.1.

### 8.1. Popisni krugovi s stanovništvom sa stambenim jedinicama za stalno stanovanje

Statističkom analizom popisnih krugova proračunata je prosječna gustoća naseljenosti (broj stanovnika/stambenoj jedinici za stalno stanovanje) na razini popisnog kruga.

Tablica 9. Rezultati statističke analize gustoće naseljenosti popisnih krugova

Broj PK u analizi	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
4801	0,020833	257	2,450389	7,54028

Na razini Grada Zagreba prosječno u jednoj stambenoj jedinici za stalno stanovanje živi 2,13 stanovnika, dok primjenom iste metodologije slijedi da ovisno o popisnom krugu broj stanovnika po popisnom krugu iznosi (0,02 - 257) stanovnika po stambenoj jedinici.

## 8.2. Popisni krugovi s stanovništvom bez stambenih jedinica za stalno stanovanje

Prilikom proračuna gustoće naseljenosti zabilježeno je 8 popisnih krugova sa ukupno 1379 stanovnika (raspon broja stanovnika po popisnom krugu od 6 do 383 stanovnika) na kojima nisu zabilježene stambene jedinice za stalno stanovanje. Pregledom svakih od 8 popisnih krugova ustanovljena je potreba za određenom pretpostavkom broja stambenih jedinica unutar popisnog kruga kako bi raspodjela stanovništva imala smisla.

U nedostatku ostalih pokazatelja s ciljem proračuna broja stambenih jedinica, korištena je prosječna gustoća naseljenosti na razini Grada Zagreba (2,13 stanovnika / stambenoj jedinici).

Na opisani način se za u računalni model za postojećih 1379 stanovnika kreiralo 642 stambene jedinice koje će ravnopravno biti raspodijeljene po popisnim krugovima.

## 8.3. Popisni krugovi s stambenim jedinicama za stalno stanovanje bez stanovništva

Statističkom obradom popisnih krugova zabilježeno je ukupno 17 popisnih krugova s ukupno 685 stambenih jedinica za stalno stanovanje bez stanovništva. Pregledom dotičnih popisnih krugova ustanovljeno je da navedeni popisni krugovi obuhvaćaju zgrade s neuseljenim stanovima. S obzirom da je navedeni slučaj realan, u ovom slučaju nisu poduzete nikakve popravne aktivnosti.

## 8.4. Sumarni podatci o stanovništvu i stambenim jedinicama za stalno stanovanje

Na temelju ovih podataka može se zaključiti da će se za potrebe strateške karte buke koristiti podatci iz 4931 popisna kruga na kojima ukupno živi 788822 stanovnika u 370607 stambenih jedinica za stalno stanovanje.

Tablica 10. Rezultati statističke analize naseljenosti po gradskim četvrtima

Gradska četvrt	Broj popisnih krugova	Ukupan broj stanovnika	Ukupan broj stambenih jedinica za stalno stanovanje
Brezovica	84	12039	3904
Črnomerec	277	38760	19268
Donja Dubrava	166	36371	14489
Donji Grad	353	36872	21559
Gornja Dubrava	311	61828	24556
Gornji Grad - Medveščak	272	30908	16290
Maksimir	292	49253	23974
Novi Zagreb - Istok	356	59005	28689
Novi Zagreb - Zapad	369	57876	26444
Peščenica - Žitnjak	347	56179	25992
Podsljeme	109	19196	8400
Podsused - Vrapče	248	45543	19390
Sesvete	397	70431	28014
Stenjevec	264	51523	22706

<b>Gradska četvrt</b>	<b>Broj popisnih krugova</b>	<b>Ukupan broj stanovnika</b>	<b>Ukupan broj stambenih jedinica za stalno stanovanje</b>
Trešnjevka - Jug	383	66213	33495
Trešnjevka - Sjever	390	54942	30467
Trnje	313	41883	22970

Na temelju izrađenog 2.5D modela zgrada proračunata je ukupna korisna stambena površina po svakom objektu. Ukupna korisna stambena površina proračunata je na način da se broj katova unutar zgrade pomnožio s tlocrtnom površinom objekta (pretpostavljena visina kata 3 m).

Na izvornom podatkovnom setu 2.5D modela objekata zabilježeno je ukupno 131386 objekata stambene i mješovite namjene s ukupnom stambenom površinom od 55927140,8 m<sup>2</sup>.

## 9. PODATCI O IZVORIMA BUKE

### 9.1. Podatci o cestovnom prometu

Programski paket Brüel & Kjær LimA namijenjen za izradu strateških karata buke i akcijskih planova za proračun emisijskih razina buke cestovnih prometnica koristi geometrijski oblik 2.5D polilinja s odgovarajućom atribucijom podataka o promatranoj prometnici s kojom čini jedinstveni oblik prihvatljiv u svakoj GIS aplikaciji. Unutar programskog paketa Brüel & Kjær LimA, linijski izvor buke koji predstavlja os cestovne prometnice modelira se u obliku „RUE“ objekta. Navedeni oblik dobiva se konverzijom izvornog podatka koji je najčešće \*.shp oblik ili ručnom digitalizacijom. Za svaku cestovnu prometnicu koja je uključena u akustički proračun pribavljeni su podaci koji se po svojim značajkama mogu podijeliti u dvije grupe, prostorne i prometne podatke.

#### 9.1.1. Prostorni podaci o položaju prometnice

##### 9.1.1.1. Preporuke stručne prakse

Preporuke stručne prakse sažeto su predočene u dokumentu WG-AEN GPG v2<sup>5</sup> koji preporučuje način modeliranja cestovne prometnice, kao što prikazuje Slika 16:

#### **WG-AEN's recommendations**

WG-AEN recommends that for strategic noise mapping either data for each lane or for each direction of a multi-lane road should be used when available. However, where such data is unavailable it may be appropriate to divide the total flow equally across each lane of a multi-lane road.

- Split carriageways should be modelled with two centrelines in the following situations:
  - More than 5.0m separation between lanes
  - More than 1.0m height difference between outside edges of lanes
  - When there are 4 lanes in one or both directions
  - Possibly when there are 3 lanes in one or both directions

Slika 16. Prikaz preporuke iz WG-AEN GPG v2

Polazna osnova za izradu ažuriranog sloja cestovnih prometnica bio je sloj koji je izrađen tijekom 2. kruga izrade strateške karte buke Grada Zagreba. Navedeni podatkovni sloj prometnica aktualiziran je, unutar granice izrade akustičkog modela, preradom dostavljenih podataka dionika, ručnom digitalizacijom novosagrađenih prometnica, građevinskih objekta na temelju ortofotogrametrijske snimke (DOF, 2011.) i digitalnog modela reljefa, te ostala područja Grada Zagreba na kojima je provedena rekonstrukcija gradskih prometnica (Tablica 11).

<sup>5</sup> European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise; Position Paper „Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure“, version 2, 2006

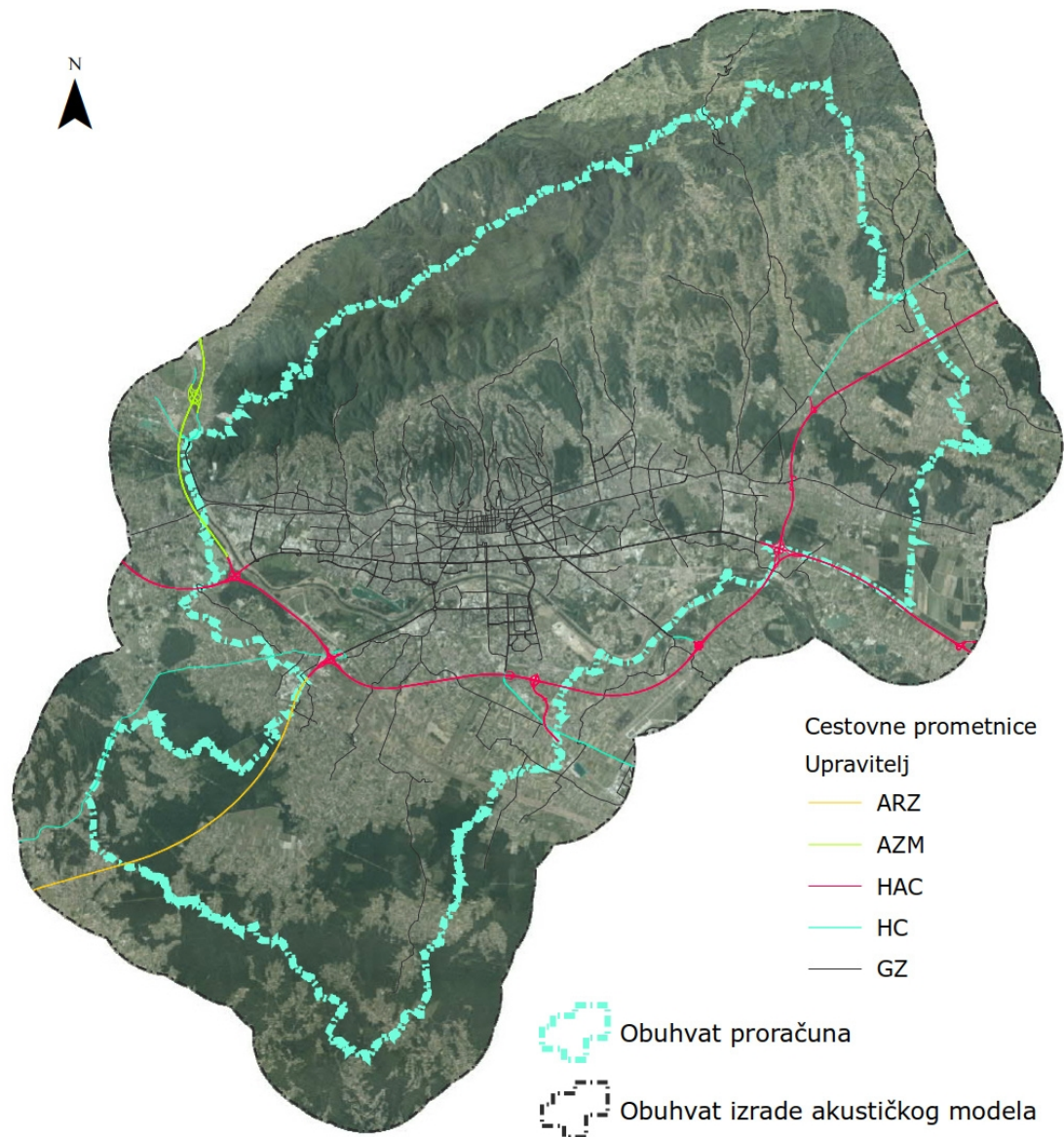
Tablica 11. Područja Grada Zagreba na kojima je provedena rekonstrukcija gradskih prometnica

Rb.	Naziv projekta	Vrijeme dovršetka projekta	Projekt ili snimka izvedenog stanja u dwg-u
1.	GRADSKA ČETVRT GORNJI GRAD		
	Bakačeva – Cesarčeva – Kurelčeva – Stara Vlaška	2014.	
	Rekonstrukcija Mesničke, Streljačke i Ulice Tituša Brezovačkog	2014.	
	Alagovićeve ulica	2016.	
	Radićeve ulica	2016.	DA, dostavljen
2.	GRADSKA ČETVRT DONJI GRAD		
	Katančićeva ulica	2013.	DA, dostavljen
3.	GRADSKA ČETVRT TRNJE		
	Izgradnja odvojka Strojarske ceste i rekonstrukcija dijela strojarske ceste	2014.	
	Ulica Ivane Zahara	2015.	
	Izgradnja Branimirove ulice od ulice Zavrtnica do Heinzlove ulice	2016.	
	Uređenje Gajeve ulice, od Mihanovićeve do Tesline	2016.	
4.	GRADSKA ČETVRT MAKSIMIR		
	Pristupna prometnica za bazen na Sveticama	2015.	DA, dostavljen
	Izgradnja prometnice - odvojka Ulice I. Jordanovački odvojak	2016.	DA, dostavljen
5.	GRADSKA ČETVRT PEŠĆENICA ŽITNJAK		
	Rekonstrukcija Radničke ceste od Ulice grada Vukovara do Heinzlove ulice		
	Rekonstrukcija Radničke ceste – II. etapa od ulice Koledovčina do željezničke pruge s komunalnom infrastrukturom	2014.	
	Slavonska avenija – desni skretač na Marofsku		
	Izgradnja ulice Koledovčina, od Radničke ceste do Črnkovečke ulice		
	Lovinčićeva ulica	2015.	
	Produžena Ivekovićeve	2015.	
	Produžena Ulica Frana Krste Frankopana	2015.	
Izgradnja pristupne prometnice na ulicu Vukomerec	2016.	DA, dostavljen	
6.	GRADSKA ČETVRT NOVI ZAGREB - ISTOK		
	Izgradnja parkirališta na Jakuševečkoj cesti	2013.	
	Rekonstrukcija ulice Viktora Kovačića i izgradnja parkirališta	2013.	
	Izgradnja parkirališta kod Doma zdravlja u Dugavama – Kauzlarićev prilaz	2013.	
	Izgradnja prometnica prema UPU Buzinski krči – ranžirni kolodvor jug (ulice oznake 5, 13 i 14)	2015.	DA, dostavljen
	Priključne prometnice (Ulica 3E i Ulica 14E) na državnu cestu D 30 preko sjeverne rampe čvora Buzin		
	Raskrižje Stonska - Knifferova	2016.	
Rekonstrukcija Ulice Julija Kniffera	2016.		
7.	GRADSKA ČETVRT NOVI ZAGREB-ZAPAD		



Rb.	Naziv projekta	Vrijeme dovršetka projekta	Projekt ili snimka izvedenog stanja u dwg-u
	II Sisački odvojak	2013.	
	Izgradnja ulice 1 i ulice 2 na Kajzerici pokraj buduće škole u vrtića	2014.	
	Rekonstrukcija Karlovačke ceste od k.br. 5 do k.br. 95	2014.	
	Rekonstrukcija Karlovačke ceste – III. etapa	2016.	
8.	GRADSKA ČETVRT TREŠNJEVKA SJEVER		
	Metačeva ulica	2013.	
	Đakovačka ulica	2015.	
	Grobnička Bakarska	2016.	
9.	GRADSKA ČETVRT TREŠNJEVKA JUG		
	Prometnice oko objekta K7-1 – Cenkovečka ulica	2013.	DA, dostavljen
	Kninska ulica	2013.	
	Ulica Vrbje	2016.	DA, dostavljen
10.	GRADSKA ČETVRT ČRNOMEREC		
	Gradišćanska	2013.	
	Ulica Sokolovec	2014.	DA, dostavljen
	Uređenje Vodovodne ulice	2014.	DA, dostavljen
11.	GRADSKA ČETVRT GORNJA DUBRAVA		
	Oporovečka ulica	2012.	
	Risnjačka ulica	2013.	
	Oporovečka - odvojak uz ulaz u Jadran film	2013.	
12.	Ulica Dubrava između Legradske i Kapucinske - parkiralište	2016.	
	GRADSKA ČETVRT STENJEVEC		
	Ulica Jankomir i odvojak ulice Jankomir	2013.	
	Ulica A. Šoljana, od Ulice Jankomir do ul. Hrvatskih Branitelja	2013.	
13.	Odvojak Stenjevečke ulice, od ulice Kotarnica do Ulice Antuna Šoljana	2014.	
	GRADSKA ČETVRT PODSUSED-VRAPČE		
	Izgradnja parkirališta kod Doma zdravlja Zagreb-zapad	2016.	DA, dostavljen
	Raskrižje Ilica - Aleja Bologne - Vrapčanska aleja s izgradnjom autobusnog terminala	2016.	
14.	Rekonstrukcija dijela Ulice Stipana Vilova	2016.	DA, dostavljen
	GRADSKA ČETVRT SESVETE		
	Rekonstrukcija Aleje Mira na Markovom polju - II faza	2014.	DA, dostavljen
	Rekonstrukcija Aleje Mira na Markovom polju - III faza	2015	DA, dostavljen
	Odvojak Popovečke ulice		
	Rekonstrukcija Velebitske ulice s izgradnjom mosta preko potoka Trnava		
	Rekonstrukcija Franjčevićeve ulice od Bilogorske ulice do III. Dumovečkog luga	2016.	DA, dostavljen
	Izgradnja Odvojka ulice Ivana Puđaka	2016.	DA, dostavljen

Ukupna dužina modeliranih cestovnih prometnica na promatranom području izrade strateške karte buke iznosi  $\approx 1027$  km uz napomenu da navedena vrijednost predstavlja duljinu osi svih modeliranih osi prometnica svih kategorija (Slika 17).



Slika 17. Obuhvat izrade strateške karte buke cestovnog prometa

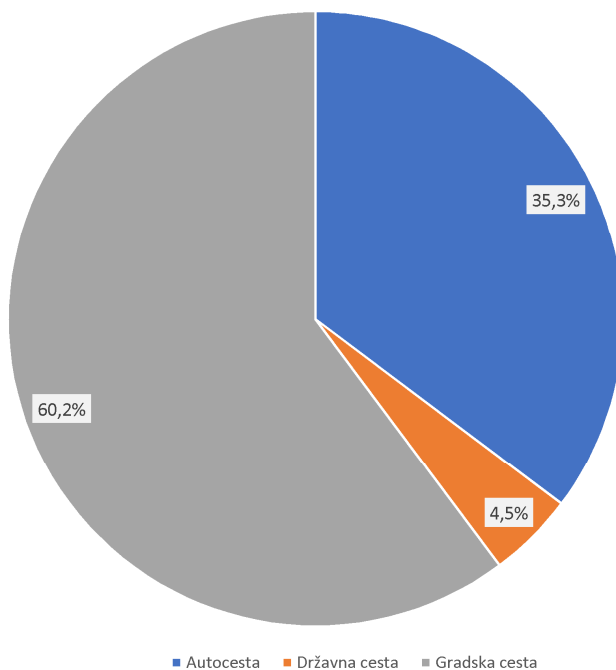
U ukupnoj duljini prometnica, preko 60 % čine gradske prometnice kojima upravlja Grad Zagreb, potom cca 35 % autoceste u nadležnosti raznih upravitelja, dok preostalih 4 % pripada kategoriji državnih cesta (Tablica 12, Slika 18).

Tablica 12. Zastupljenost prometnica u ukupnoj duljini po kategoriji prometnice

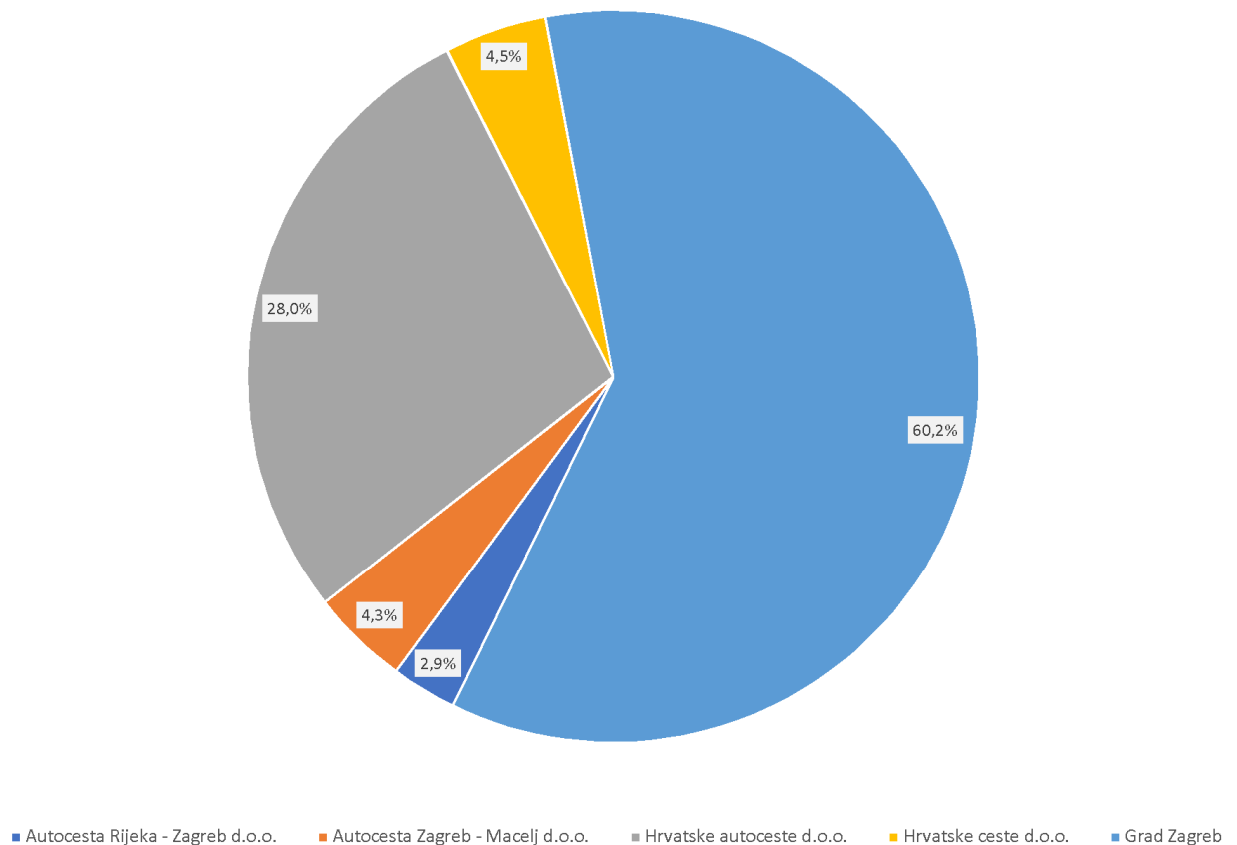
Kategorija	Duljina / km	Udio
Autocesta	362,3	35,3%
Državna cesta	46,6	4,5%
Gradska cesta	618,6	60,2%
	1027,5	100 %

Tablica 13. Zastupljenost prometnica u ukupnoj duljini po upravitelju prometnicom

Kategorija	Duljina / km	Udio
Autocesta Rijeka - Zagreb d.o.o.	29,8	2,9%
Autocesta Zagreb - Macelj d.o.o.	44,4	4,3%
Hrvatske autoceste d.o.o.	288,1	28,0%
Hrvatske ceste d.o.o.	46,6	4,5%
Grad Zagreb	618,6	60,2%
	1027,5	100 %



Slika 18. Zastupljenost prometnica u ukupnoj duljini po kategoriji prometnice



Slika 19. Zastupljenost prometnica u ukupnoj duljini po upravitelju prometnicom

## 9.1.2. Prometni podaci o cestovnom prometu

### 9.1.2.1. Zahtjevi stručne prakse

Općenito za potrebe izrade detaljne strateške karte buke, prometni podaci uključuju poznavanje podataka o cestovnom prometu za cijelu mrežu cestovnih prometnica koji su uključeni u projekt. S obzirom na zahtjeve koji slijede iz računalne metode za ocjenu buke cestovnog prometa koja je određena Pravilnikom, za svaku prometnicu potrebno je bilo pribaviti slijedeće prometne podatke:

- Prosječni godišnji dnevni promet za ocjensku godinu
- Kategorije prometnice (autocesta, brza cesta, gradska cesta)
- Prosječni godišnji satni promet osobnih vozila tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)
- Prosječni godišnji satni promet teških vozila tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)
- Prosječnu brzinu kretanja lakih vozila tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)
- Prosječnu brzinu kretanja teških vozila tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)
- Prosječni godišnji satni promet osobnih vozila tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)
- Prosječni godišnji satni promet teških vozila tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)
- Prosječnu brzinu kretanja lakih vozila tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)
- Prosječnu brzinu kretanja teških vozila tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)
- Prosječni godišnji satni promet osobnih vozila tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)
- Prosječni godišnji satni promet teških vozila tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)
- Prosječnu brzinu kretanja lakih vozila tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)

- Prosječnu brzinu kretanja teških vozila tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)
- Vrstu habajućeg sloja kolničke konstrukcije

S obzirom da je tijekom uvodne faze projekta izrade strateške karte buke cestovnog prometa utvrđena informacija o nepostojanju podataka o intenzitetu prometa za predviđenu mrežu prometnica, uz suglasnost Naručitelja utvrđeno je da će se za potrebe određivanja prometnih opterećenja koristiti:

- podatci s jednodnevnih mjerenja razina buke i brojanja cestovnog prometa. Na ukupno 9 mjernih mjesta provedeno je mjerenje buke i brojanje cestovnog prometa u neprekidnom trajanju od 24 sata. Navedena mjerenja su provedena u skladu s odredbama HRN ISO 1996-1:2016 - Akustika - Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša - 1. dio: Osnovne veličine i postupci utvrđivanja kao i HRN ISO 1996-2:2017 - Akustika - Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša - 2. dio: Određivanje razina buke okoliša prilikom kojih su provedena i brojanja cestovnog prometa,
- podatke s jednodnevnih brojanja cestovnog prometa. Na ukupno 46 mjernih mjesta provedeno je brojanje cestovnog prometa u neprekidnom trajanju od 24 sata.
- rezultate brojanja prometa za potrebe izrade Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinskog-zagorske županije. Brojanje prometa provedeno je na 87 lokacija unutar područja izrade akustičkog modela.
- podatke o prometnim opterećenjima za sve dionice autoceste A3, A4, A11 u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. koje se nalaze na području izrade akustičkog modela za ocjensku godinu 2016.g.,
- podatke o prometnim opterećenjima za sve dionice autoceste A2 - Zagreb - Macelj u nadležnosti koncesijskog društava Autocesta Zagreb - Macelj d.o.o., koje se nalaze na području izrade akustičkog modela za ocjensku godinu 2016.g.,
- podatke o prometnim opterećenjima za sve dionice autoceste A1 Zagreb - Bosiljevo - Rijeka u nadležnosti Autoceste Rijeka - Zagreb d.d. na području izrade akustičkog modela za ocjensku godinu 2016.g.,
- podatke o prometnim opterećenjima za sve dionice državnih cesta u nadležnosti Hrvatskih cesta d.o.o., na području izrade akustičkog modela za ocjensku godinu 2016.g.

Mjerenje buke i brojanje cestovnog prometa provedeno je na užem području izrade akustičkog modela. S ciljem sistematizacije i optimizacije samog mjerenja predloženo je 50 zona provedba mjerenja (mjernih mjesta na kojima se provodili mjerenje buke odnosno brojanje prometa) koje je kasnije Naručitelj i odobrio. Opis položaja mjernih mjesta na kojima su provedena mjerenja prikazuje Tablica 14.

Tablica 14. Opis položaja mjernih mjesta

RB	Tip mjernog mjesta <sup>6</sup>	Opis	Oznaka lokacije mjerenja
1	MB	križanje Avenije Većeslava Holjevca i Ulice SR Njemačke, Zagreb	L01 MB1
2	MB	križanje Avenije Većeslava Holjevca i Ulice SR Njemačke, Zagreb	L01 MB2
3	MB	okolina poslovnog objekta Avenija Dubrovnik 8, Zagreb	L02 MB1

<sup>6</sup> MB=mjerno mjesto na kojem je provedeno mjerenje buke; BP=mjerno mjesto na kojem je provedeno brojanje prometa, MP=mjerno mjesto na kojem je provedeno brojanje prometa za potrebe Master plana)

RB	Tip mjernog mjesta <sup>6</sup>	Opis	Oznaka lokacije mjerenja
4	MB	okolina poslovnog objekta Jadranska avenija 11, Zagreb	L10 MB1
5	MB	okolina poslovnog objekta Zagrebačka avenija 11, Zagreb	L12 MB1
6	MB	okolina poslovnog objekta Pračanska 1B, Zagreb	L20 MB1
7	MB	okolina poslovnog objekta Ulica grada Vukovara 45, Zagreb	L21 MB1
8	MB	okolina stambeno poslovnog objekta Šoltanska 21, Zagreb	L24 MB1
9	MB	okolina poslovnog objekta Ulica kneza Branimira 121, Zagreb	L30 MB1
<b>Mjerna mjesta brojanja prometa</b>			
1	BP	SR Njemačke - prema sjeveru	L01
2	BP	SR Njemačke - prema jugu	L01
3	BP	Av. Dubrovnik - prema zapadu	L02
4	BP	Av. Dubrovnik - prema istoku	L02
5	BP	Sarajevska - prema sjeveru	L03
6	BP	Sarajevska - prema jugu	L03
7	BP	Vatikanska - prema zapadu	L04
8	BP	Vatikanska - prema istoku	L04
9	BP	Av. Dubrovnik - prema zapadu	L05
10	BP	Av. Dubrovnik - prema istoku	L05
11	BP	Av. Većeslava Holjevca - prema sjeveru	L06
12	BP	Av. Većeslava Holjevca - prema jugu	L06
13	BP	Av. Većeslava Holjevca - oba smjera	L07
14	BP	Jadranski most - prema sjeveru	L08
15	BP	Jadranski most - prema jugu	L08
16	BP	Remetinečka cesta - oba smjera	L09
17	BP	Jadranska avenija - prema zapadu	L10
18	BP	Jadranska avenija - prema istoku	L10
19	BP	Horvaćanska cesta - prema zapadu	L11
20	BP	Horvaćanska cesta - prema istoku	L11
21	BP	Zagrebačka avenija - prema zapadu	L12
22	BP	Zagrebačka avenija - prema istoku	L12
23	BP	Ilica - oba smjera	L14
24	BP	Prilaz baruna Filipovića - prema istoku	L15
25	BP	Zagrebačka cesta - oba smjera	L16
26	BP	Dragutina Golika - oba smjera	L17
27	BP	Selska cesta - oba smjera	L18
28	BP	Savska cesta - oba smjera	L19
29	BP	Slavonska avenija - prema zapadu	L20
30	BP	Slavonska avenija - prema istoku	L20
31	BP	Ul. Grada Vukovara - prema zapadu	L21
32	BP	Ul. Grada Vukovara - prema istoku	L21
33	BP	Ul. Jurja Žerjavića - prema istoku	L22
34	BP	Ul. Andrije Hebranga - prema zapadu	L23
35	BP	Av. Marina Držića - prema sjeveru	L24

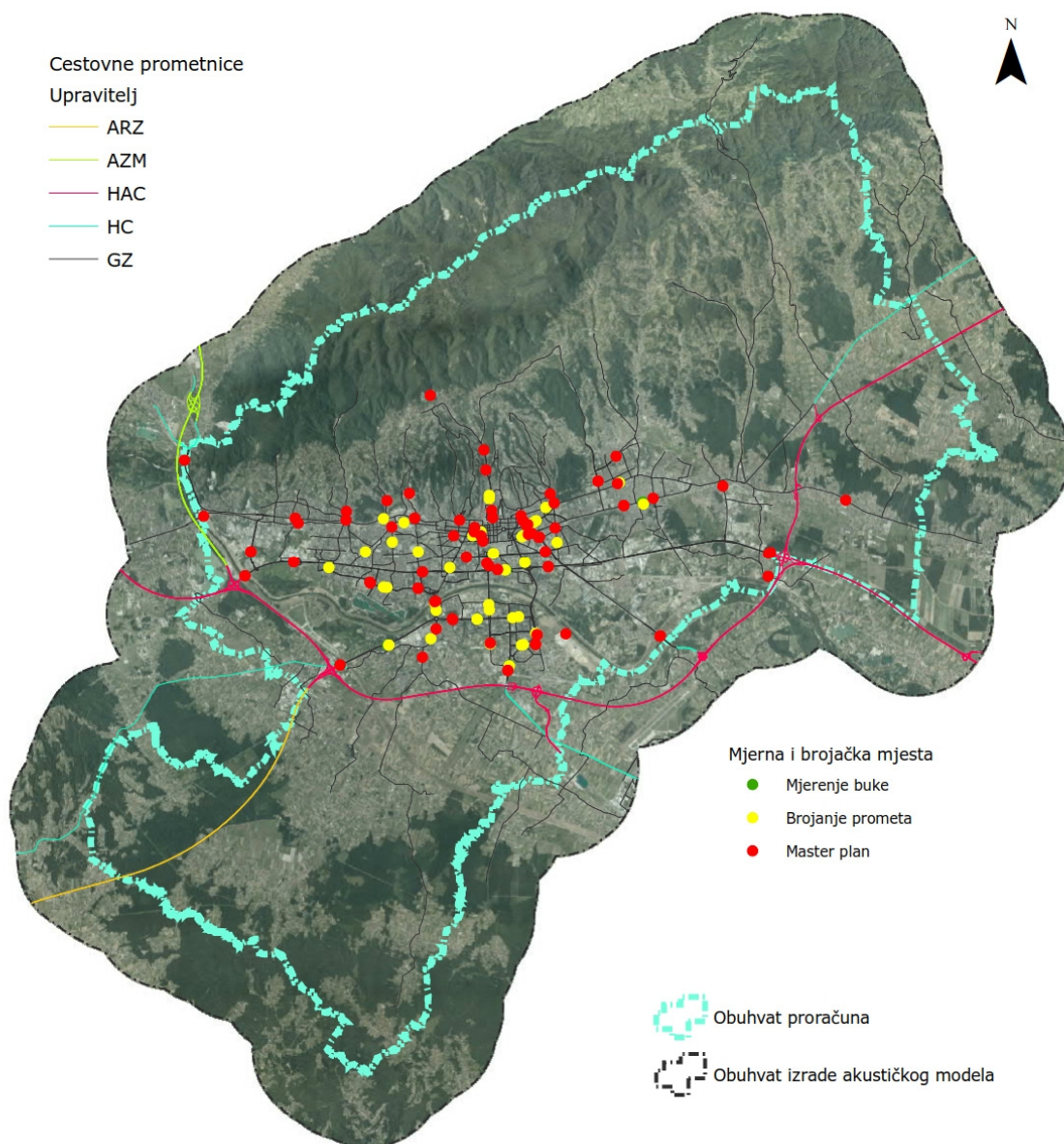
RB	Tip mjernog mjesta <sup>6</sup>	Opis	Oznaka lokacije mjerenja
36	BP	Av. Marina Držića - prema jugu	L24
37	BP	Ul. Kneza Branimira - prema zapadu	L25
38	BP	Ul. Kneza Branimira - prema istoku	L25
39	BP	Ul. Kralja Zvonimira - prema zapadu	L26
40	BP	Ul. Kralja Zvonimira - prema istoku	L26
41	BP	Medveščak - prema sjeveru	L27
42	BP	Medveščak - prema jugu	L27
43	BP	Maksimirska cesta - oba smjera	L28
44	BP	Avenija Dubrava - oba smjera	L29
45	BP	Ul. Kneza Branimira - oba smjera	L30
46	BP	Ul. Donje Svetice - oba smjera	L32
Mjerna mjesta na kojem su provedena brojanja prometa za potrebe Master plana			
1	MP	Oranice	1
2	MP	Zagrebačka	2
3	MP	Selska	3
4	MP	Božidara Adžije	4
5	MP	Miramarska	5
6	MP	Heinzelova - jug	6
7	MP	Heinzelova - sjever	7
8	MP	Donje Svetice	8
9	MP	Čulinečka cesta	9
10	MP	Ilica (kod Selske)	10
11	MP	Zagrebačka avenija (kod Selske)	11
12	MP	Zagrebačka avenija (kod Selske)	12
13	MP	Horvaćanska kod Selske - zapad	13
14	MP	Horvaćanska kod Selske - Istok	14
15	MP	Petrova	15
16	MP	Vlaška (kod Kvatrića)	16
17	MP	Martićeva	17
18	MP	Zvonimirova - Zapad	18
19	MP	Zvonimirova - Istok	19
20	MP	Branimirova - zapad	20
21	MP	Branimirova - istok	21
22	MP	Vukovarska kod Heinzelove - zapad	22
23	MP	Vukovarska kod Heinzelove - istok	23
24	MP	Slavonska kod Radničke	24
25	MP	Slavonska kod Radničke	25
26	MP	Jadranski most - jug	26
27	MP	Jadranski most - sjever	27
28	MP	Aleja Bologne	28
29	MP	Podsusedski most	29
30	MP	Jankomirski most	30
31	MP	Jankomirski most	31

RB	Tip mjernog mjesta <sup>6</sup>	Opis	Oznaka lokacije mjerenja
32	MP	Jadranska avenija	32
33	MP	Jadranska avenija	33
34	MP	Savezne republike Njemačke	34
35	MP	Savezne republike Njemačke	35
36	MP	Domovinski most - jug	36
37	MP	Domovinski most - sjever	37
38	MP	Slavonska kod Ivanje Reke - zapad	38
39	MP	Slavonska kod Ivanje Reke - istok	39
40	MP	Selska - Bjelovarska cesta	40
41	MP	Av. Dubrovnik - zapad	41
42	MP	Av. Dubrovnik - istok	42
43	MP	Hebrangova	43
44	MP	Baruna Trenka	44
45	MP	Bukovačka	45
46	MP	Kustošijanska	46
47	MP	Britanski trg	47
48	MP	Sveti duh	48
49	MP	Prilaz kraljičinom zdencu	49
50	MP	Avenija Dubrava	50
51	MP	Rudolfa Kolaka	51
52	MP	Ulica Velimira Škorpika	52
53	MP	Ulica Velimira Škorpika	53
54	MP	Ljubljanska avenija	54
55	MP	Ljubljanska avenija	55
56	MP	Horvaćanska - zapad	56
57	MP	Horvaćanska - istok	57
58	MP	Dr. Luje Naletelića	58
59	MP	Av. Većeslava Holjevca	59
60	MP	Vatikanska - zapad	60
61	MP	Vatikanska - istok	61
62	MP	Sarajevska	62
63	MP	Sarajevska	63
64	MP	Sajmišna	64
65	MP	Gojka Šuška - jug	65
66	MP	Gojka Šuška - sjever	66
67	MP	Ribnjak	67
68	MP	Vrapčanska	68
69	MP	Gundulićeva	69
70	MP	Vukovarska - FER - zapad	70
71	MP	Vukovarska - FER - istok	71
72	MP	Hrvatske bratske zajednice - jug	72
73	MP	Hrvatske bratske zajednice - sjever	73
74	MP	Slavonska (Kruge)	74



RB	Tip mjernog mjesta <sup>6</sup>	Opis	Oznaka lokacije mjerenja
75	MP	Slavonska (Kruge)	75
76	MP	Mihanovićeva	76
77	MP	Vlaška - Branjugova	77
78	MP	Ivanjorečka	78
79	MP	Remetinečka	79
80	MP	Ljudevita Posavskog	80
81	MP	Branimirova (kod Kanarinske)	81
82	MP	Branimirova (kod Kanarinske)	82
83	MP	Aleja Bologne	83
84	MP	Aleja Bologne	84
85	MP	Samoborska cesta	85
86	MP	Ksaverska - jug	86
87	MP	Ksaverska - sjever	87

Položaj svih mjernih mjesta korištenih za analizu prometnih opterećenja prikazuje Slika 20.



Slika 20. Položaj mjernih mjesta

Zone provedbe mjerenja odabrane su na način da su prioritet imala križanja koja povezuju glavne gradske prometnice koje su iznimno opterećene cestovnim prometom te su samim time i bitan izvor buke. Također se u okviru raspoloživog okvira (organizacijskog i financijskog) pokušalo ravnomjerno pokriti područje Grada Zagreba s približno jednakim brojem mjernih mjesta. Na svakom mjernom mjestu (križanju) za mjerenje razina buke koristila su se mjerila zvuka tipa Brüel & Kjær ili Norsonic (oba Tip 1), dok su se za brojanje prometa koristili brojači prometa NC-200, mikrovalni radar SmartSensor HD ili je promet sniman HD kamerom te je naknadno provedeno ručno brojanje prometa. Karakteristične načine postavljanja mjerne opreme prikazuje Slika 21.



Slika 21. Karakteristični postav mjerne opreme

### 9.1.3. Sumarni rezultati mjerenja buke i brojanja cestovnog prometa

#### 9.1.3.1. Rezultati mjerenja buke

Ocjenske razine buke na mjernim mjestima s proračunatim indikatorom buke  $L_{den}$  prikazuje Tablica 15.

Tablica 15. Sumarni pregled ocjenskih razina buke po mjernim mjestima

Oznaka križanja/ mjernog mjesta	Dan	Večer	Noć	24 h
	$L_{day,T=12\text{ h}} / \text{dB(A)}$	$L_{evenig,T=4\text{ h}} / \text{dB(A)}$	$L_{night,T=8\text{ h}} / \text{dB(A)}$	$L_{den} / \text{dB(A)}$
1	69,8	68,7	63,8	72,2
2	63,6	61,0	57,2	65,5
3	70,8	71,6	66,4	74,5
4	76,1	71,6	68,7	77,2
5	72,9	71,4	67,1	75,3
6	67,0	67,6	64,3	71,6
7	69,8	69,6	65,7	73,4
8	71,8	70,6	66,4	74,5
9	73,6	71,3	68,0	76,0

### 9.1.3.2. Rezultati brojanja prometa

S obzirom na različite načine brojanja prometa, korišteni su različiti programski paketi s kojima se provodila obrada izvornih podataka. Podaci s automatskih brojila su obrađivana koristeći programska rješenja proizvođača mjerne opreme. Za obradu podataka s magnetskih brojila NC-200 korišteno je programsko rješenje Highway Data Management, dok su podatci s mikrovalnog radara obrađivani programom DataExpress. Izvorni podatci su obrađeni na način da odgovaraju predefiniranim excel predlošcima kako bi se osigurala kvaliteta obrade prometnih podataka koje prikazuje Tablica 16.

Tablica 16. Pregled prometnih podataka tijekom provedbe mjerenja

RB	Oznaka lokacije	Ulica	Smjer prometa	POVD	PTVD	POVE	PTVE	POVN	PTVN	BOVD	BTVD	BOVE	BTVE	BOVN	TBVN
1	L01	SR Njemačke	prema sjeveru	502	426	429	96	135	51	62	62	64	64	67	67
2	L01	SR Njemačke	prema jugu	969	310	239	143	82	43	37	37	45	45	46	46
3	L02	Av. Dubrovnik	prema zapadu	678	21	507	13	166	6	61	59	63	64	63	63
4	L02	Av. Dubrovnik	prema istoku	423	102	286	54	100	9	62	66	61	62	60	55
5	L03	Sarajevska	prema sjeveru	400	15	280	13	82	5	69	68	72	70	75	73
6	L03	Sarajevska	prema jugu	368	8	180	3	62	2	65	64	67	67	67	66
7	L04	Vatikanska	prema zapadu	307	15	180	12	47	4	66	60	65	57	64	57
8	L04	Vatikanska	prema istoku	262	11	165	8	44	3	66	59	65	61	65	64
9	L05	Av. Dubrovnik	prema zapadu	1074	620	723	178	169	50	58	58	59	59	63	63
10	L05	Av. Dubrovnik	prema istoku	1484	219	1018	112	240	23	57	57	60	60	64	64
11	L06	Av. Većeslava Holjevca	prema sjeveru	1180	84	823	54	250	28	55	53	63	57	59	57
12	L06	Av. Većeslava Holjevca	prema jugu	1150	83	782	49	167	27	59	56	60	55	60	56
13	L07	Av. Većeslava Holjevca	oba smjera	1459	45	901	15	242	5	52	53	66	67	72	73
14	L08	Jadranski most	prema sjeveru	1910	549	1704	373	629	127	61	65	69	75	58	66

RB	Oznaka lokacije	Ulica	Smjer prometa	POVD	PTVD	POVE	PTVE	POVN	PTVN	BOVD	BTVD	BOVE	BTVE	BOVN	TBVN
15	L08	Jadranski most	prema jugu	2221	168	1510	79	363	34	77	75	77	76	75	70
16	L09	Remetinečka cesta	oba smjera	867	94	466	51	161	26	41	40	51	57	53	58
17	L10	Jadranska avenija	prema zapadu	1780	787	874	350	356	116	87	87	87	87	86	86
18	L10	Jadranska avenija	prema istoku	524	85	249	31	84	14	76	76	75	75	75	75
19	L11	Horvaćanska cesta	prema zapadu	918	41	695	18	107	5	57	55	59	58	59	57
20	L11	Horvaćanska cesta	prema istoku	840	100	505	43	146	18	56	58	59	66	59	58
21	L12	Zagrebačka avenija	prema zapadu	1185	801	681	310	223	123	58	58	62	62	65	65
22	L12	Zagrebačka avenija	prema istoku	1277	554	755	257	268	114	55	55	55	55	56	56
23	L14	Ilica	oba smjera	2343	224	1387	122	490	72	54	52	62	60	65	61
24	L15	Prilaz baruna Filipovića	prema istoku	1959	103	1074	41	431	30	51	51	55	54	59	51
25	L16	Zagrebačka cesta	oba smjera	1158	55	793	12	197	13	44	41	49	43	58	57
26	L17	Dragutina Golika	oba smjera	838	57	445	18	115	11	43	39	49	44	52	47
27	L18	Selska cesta	oba smjera	1782	246	1103	98	298	27	46	46	47	45	54	56
28	L19	Savska cesta	oba smjera	1201	308	949	200	255	44	35	41	42	46	49	50
29	L20	Slavonska avenija	prema zapadu	2206	425	1306	174	461	60	60	60	65	65	69	69
30	L20	Slavonska avenija	prema istoku	1920	390	1271	169	436	66	34	34	44	44	55	55
31	L21	Ul. Grada Vukovara	prema zapadu	1190	221	949	113	288	27	49	49	54	54	60	60
32	L21	Ul. Grada Vukovara	prema istoku	1077	384	749	120	237	60	54	54	57	57	60	60
33	L22	Ul. Jurja Zerjavića	prema istoku	2026	166	1316	108	358	37	30	33	35	37	43	43
34	L23	Ul. Andrije Hebranga	prema zapadu	2118	105	1426	59	329	14	32	35	39	41	46	49
35	L24	Av. Marina Držića	prema sjeveru	2288	453	1316	165	485	55	48	45	50	48	57	55
36	L24	Av. Marina Držića	prema jugu	1966	341	1297	161	455	61	43	42	42	41	54	56
37	L25	Ul. Kneza Branimira	prema zapadu	864	39	499	15	136	8	56	58	59	60	63	61
38	L25	Ul. Kneza Branimira	prema istoku	888	48	478	15	123	8	55	57	61	56	66	64
39	L26	Ul. Kralja Zvonimira	prema zapadu	1362	224	952	113	356	39	55	60	54	54	58	57
40	L26	Ul. Kralja Zvonimira	prema istoku	1032	73	751	29	235	9	51	58	51	59	53	56
41	L27	Medveščak	prema sjeveru	548	89	376	39	96	10	62	65	61	67	61	60
42	L27	Medveščak	prema jugu	567	28	337	11	94	7	50	53	52	59	55	56
43	L28	Maksimirska cesta	oba smjera	1055	65	858	34	154	9	47	48	48	48	53	53
44	L29	Avenija Dubrava	oba smjera	1221	189	981	128	294	49	47	48	48	47	53	54
45	L30	Ul. Kneza Branimira	oba smjera	1661	301	1023	102	335	52	62	62	63	63	64	64
46	L32	Ul. Donje Svetice	oba smjera	964	46	749	12	208	10	39	40	49	47	55	50

Tijekom provedbe projekta ukazala se mogućnost korištenja podataka o brojanju prometa koje je provedeno za potrebe izrade "Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinskog-zagorske županije". Brojanje prometa provedeno je kamerom na 87 lokacija unutar područja izrade akustičkog modela, te je od strane izrađivača Master plana uz odgovarajuću programsku podršku provedena klasifikacija kategorije vozila tijekom 30 minuta razdoblja. Brojanja prometa trajala su neprekidno 24 sata, bez mjerenja brzine kretanja vozila. Obradene podatke po lokacijama brojanja s odgovarajućim prometnim veličinama prikazuje Tablica 17.

Tablica 17. Pregled prometnih podataka iz brojanja prometa za potrebe Master plana

RB	Oznaka lokacije	POVD	PTVD	POVE	PTVE	POVN	PTVN
1	Lokacija: 1. Oranice	1375	157	893	45	315	37
2	Lokacija: 2. Zagrebačka	1198	133	702	28	281	22
3	Lokacija: 3. Selska	1864	174	1100	36	399	39
4	Lokacija: 4. Božidara Adžije	1295	106	689	22	285	24
5	Lokacija: 6. Miramarska	2123	133	986	26	282	27
6	Lokacija: 8. Heinzelova - jug	2012	239	1039	62	528	68
7	Lokacija: 8. Heinzelova - sjever	1959	231	1113	57	663	77
8	Lokacija: 9. Donje Svetice	1576	183	926	40	321	36
9	Lokacija: 10. Čulinečka cesta	1099	182	544	29	260	35
10	Lokacija: 11. Ilica (kod Selske)	1473	174	1121	58	246	41
11	Lokacija: 12. Zagrebačka avenija (kod Selske)	1890	222	1085	49	693	70
12	Lokacija: 12. Zagrebačka avenija (kod Selske)	1777	214	1265	51	459	80
13	Lokacija: 13. Horvaćanska kod Selske - zapad	491	13	642	73	1207	86
14	Lokacija: 13. Horvaćanska kod Selske - Istok	371	14	1330	93	864	82
15	Lokacija: 14. Petrova	596	47	434	9	100	8
16	Lokacija: 15. Vlaška	586	93	351	44	133	36
17	Lokacija: 16. Martičeva	760	58	367	10	124	15
18	Lokacija: 17. Zvonimirova - Zapad	764	64	444	15	153	12
19	Lokacija: 17. Zvonimirova - Istok	871	79	449	10	229	30
20	Lokacija: 18. Branimirova - zapad	567	58	259	16	133	19
21	Lokacija: 18. Branimirova - istok	554	57	308	15	81	10
22	Lokacija: 19. Vukovarska kod Heinzelove - zapad	1128	115	374	11	195	23
23	Lokacija: 19. Vukovarska kod Heinzelove - istok	907	95	416	19	149	16
24	Lokacija: 20. Slavonska kod Radničke	1727	203	277	62	2331	457
25	Lokacija: 20. Slavonska kod Radničke	1482	150	180	82	1807	451
26	Lokacija: 22. Jadranski most - jug	2028	247	1237	68	404	54
27	Lokacija: 22. Jadranski most - sjever	1995	237	1306	62	513	64
28	Lokacija: 25. Aleja Bologne	1167	190	628	46	372	58
29	Lokacija: 26. Podsusedski most	815	172	350	27	267	33
30	Lokacija: 27. Jankomirski most	1755	416	673	71	559	88
31	Lokacija: 27. Jankomirski most	1856	442	895	75	450	114
32	Lokacija: 28. Jadranska avenija	1695	299	912	80	465	81
33	Lokacija: 28. Jadranska avenija	1766	276	888	66	458	70
34	Lokacija: 29. Savezne republike Njemačke	1322	172	574	33	359	37
35	Lokacija: 29. Savezne republike Njemačke	1311	167	642	33	257	36

RB	Oznaka lokacije	POVD	PTVD	POVE	PTVE	POVN	PTVN
36	Lokacija: 30. Domovinski most - jug	625	168	258	24	130	41
37	Lokacija: 30. Domovinski most - sjever	534	145	247	21	225	28
38	Lokacija: 31. Slavonska kod Ivanje Reke - zapad	1040	251	451	55	370	83
39	Lokacija: 31. Slavonska kod Ivanje Reke - istok	1253	285	703	70	205	59
40	Lokacija: 32. Selska - Bjelovarska cesta	933	172	667	46	237	37
41	Lokacija: 33. Av. Dubrovnik - zapad	1724	194	1126	43	331	45
42	Lokacija: 33. Av. Dubrovnik - istok	1870	252	1266	62	384	47
43	Lokacija: 34. Hebrangova	2187	158	1360	32	410	31
44	Lokacija: 35. Baruna Trenka	2040	147	1225	25	448	34
45	Lokacija: 36. Bukovačka	1873	173	1113	49	408	39
46	Lokacija: 37. Kustošijanska	556	65	470	28	138	17
47	Lokacija: 38. Britanski trg	479	35	212	6	87	7
48	Lokacija: 39. Sveti duh	448	44	257	10	83	12
49	Lokacija: 40. Prilaz kraljičinom zdencu	31	5	24	1	7	1
50	Lokacija: 41. Avenija Dubrava	1425	237	894	95	355	74
51	Lokacija: 42. Rudolfa Kolaka	1439	133	858	38	277	30
52	Lokacija: 43. Ulica Velimira Škorpika	676	133	329	21	75	18
53	Lokacija: 43. Ulica Velimira Škorpika	646	129	204	14	161	26
54	Lokacija: 44. Ljubljanska avenija	1162	190	540	53	343	53
55	Lokacija: 44. Ljubljanska avenija	1245	212	643	45	323	60
56	Lokacija: 45. Horvaćanska - zapad	963	83	720	19	109	9
57	Lokacija: 45. Horvaćanska - istok	855	66	532	11	228	15
58	Lokacija: 47. Dr. Luje Naletelića	761	162	512	37	184	29
59	Lokacija: 48. Av. Većeslava Holjevca	1381	169	755	35	354	36
60	Lokacija: 49. Vatikanska - zapad	431	43	216	5	73	5
61	Lokacija: 49. Vatikanska - istok	313	41	126	6	119	9
62	Lokacija: 50. Sarajevska	714	76	431	18	90	10
63	Lokacija: 50. Sarajevska	601	68	279	11	147	12
64	Lokacija: 51. Sajmišna	293	87	129	7	102	12
65	Lokacija: 56. Gojka Šuška - jug	920	90	434	23	237	27
66	Lokacija: 56. Gojka Šuška - sjever	933	99	608	27	169	18
67	Lokacija: 57. Ribnjak	1721	177	1067	40	385	52
68	Lokacija: 58. Vrapčanska	563	70	447	24	136	19
69	Lokacija: 59. Gundulićeva	553	45	362	7	80	16
70	Lokacija: 60. Vukovarska - FER - zapad	1305	94	456	11	228	17
71	Lokacija: 60. Vukovarska - FER - istok	1443	112	731	20	263	20
72	Lokacija: 61. Hrvatske bratske zajednice - jug	1436	164	1430	56	1423	42
73	Lokacija: 61. Hrvatske bratske zajednice - sjever	1580	166	695	60	517	58
74	Lokacija: 62. Slavonska (Kruge)	1931	279	1323	61	603	70
75	Lokacija: 62. Slavonska (Kruge)	2106	277	1363	48	567	102
76	Lokacija: 72. Mihanovićeva	449	46	221	20	69	14
77	Lokacija: 73. Vlaška - Branjugova	1367	124	937	21	283	27
78	Lokacija: 110. Ivanjorečka	717	54	700	11	109	12
79	Lokacija: 400. Remetinečka	1181	217	726	67	302	59

RB	Oznaka lokacije	POVD	PTVD	POVE	PTVE	POVN	PTVN
80	Lokacija: 467. Ljudevita Posavskog	1094	204	739	66	282	46
81	Lokacija: 468. Branimirova (kod Kanarinske)	1136	132	656	28	178	32
82	Lokacija: 468. Branimirova (kod Kanarinske)	869	115	411	19	362	34
83	Lokacija: 469. Aleja Bologne	778	109	424	37	295	45
84	Lokacija: 469. Aleja Bologne	925	130	500	42	213	36
85	Lokacija: 470. Samoborska cesta	788	159	385	30	160	29
86	Lokacija: 1030. Ksaverska - jug	704	58	300	9	136	12
87	Lokacija: 1030. Ksaverska - sjever	702	56	472	9	80	9

Opis korištenih kratica u zaglavlju Tablica 16 i Tablica 17:

POVD – prosječni satni promet osobnih vozila tijekom razdoblja „dana“

PTVD – prosječni satni promet teretnih vozila tijekom razdoblja „dana“

POVE – prosječni satni promet osobnih vozila tijekom razdoblja „večeri“

PTVE – prosječni satni promet teretnih vozila tijekom razdoblja „večeri“

POVN – prosječni satni promet osobnih vozila tijekom razdoblja „noći“

PTVN – prosječni satni promet teretnih vozila tijekom razdoblja „noći“

BOVD – prosječna satna brzina kretanja osobnih vozila tijekom razdoblja „dana“

BTVD – prosječna satna brzina kretanja teretnih vozila tijekom razdoblja „dana“

BOVE – prosječna satna brzina kretanja osobnih vozila tijekom razdoblja „večeri“

BTVE – prosječna satna brzina kretanja teretnih vozila tijekom razdoblja „večeri“

BOVN – prosječna satna brzina kretanja osobnih vozila tijekom razdoblja „noći“

BTVN – prosječna satna brzina kretanja teretnih vozila tijekom razdoblja „noći“

Daljnjom obradom, podatci su prilagođeni atribuciji podataka koja se koristi unutar programskog paketa LimA (Tablica 18).

Tablica 18. Prikaz atributa u programskom paketu LimA

R B	Naziv atr.	Opis atributa	Maks broj znak.	Primjer
1.	RUE	Naziv prometnice	20	Dionica 1 – Vozna traka
2.	ID	Ključ koji povezuje objekt sa bazom podataka	16	Zadana vrijednost (default value) : -0 Koristi se ukoliko ne postoji identifikacijski ključ s relacijskom bazom podataka
3.	RQ	Geometrija prometnice	6	Zadana vrijednost (default value) : 1
4.	ELE	Redni broj objekta u akustičkom modelu. Programski paket pridodjeljuje redni broj objekta automatski prilikom unosa i/ili konverzije.	10	3
5.	PED	Emisijska razina buke prometnice tijekom doba dana izražena u dB(A)/m. Proračunava se iz unesenih vrijednosti svih atributa.	7	72.31
6.	PEN	Emisijska razina buke prometnice tijekom doba noći izražena u dB(A)/m. Proračunava se iz unesenih vrijednosti svih atributa.	7	72.31



R B	Naziv atr.	Opis atributa	Maks broj znak.	Primjer
7.	PEE	Emisijska razina buke prometnice tijekom doba večeri izražena u dB(A)/m. Proračunava se iz unesenih vrijednosti svih atributa.	7	72.31
8.	Z	Visina prometnice u odnosu na tlo.	22	0 R Prometnica smještena na tlu 0.1 D Prometnica smještena na mostu, vijaduktu i sl.
9.	CLS	Tip prometnice	4	A Autocesta R Brza cesta U Gradska prometnica
10.	GRD	Nagib kolnika	7	Zadana vrijednost: 0.0 Proračunava se iz digitalnog modela terena i prometnice.
11.	SRF	Vrsta kolničke površine	7	0 Normal surface, smooth asphalt (concrete or mastic) +3 Rough surface -3 Silent surface POR Porous surface CCA Cement concrete and corrugated asphalt STP Smooth texture paving stone RTP Rough texture paving stone
12.	DIR	Smjer prometnice	8	0 Dvosmjerna prometnica +1 U smjeru digitalizacije -1 suprotno od smjera digitalizacije
13.	FLD	Vrsta prometnog toka tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)	5	1.1 Kontinuirani promet tok na ravnoj cesti 3.1 Promet u ubrzavanju na ravnoj cesti 4.1 Promet u kočenju na ravnoj cesti
14.	QVD	Prosječni satni promet lakih vozila tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)	8	325
15.	VVD	Prosječna brzina kretanja lakih vozila tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)	8	90
16.	QPD	Prosječni satni promet teških vozila tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)	8	25
17.	VPD	Prosječna brzina kretanja teških vozila tijekom dana (07:00 do 19:00 sati)	8	80
18.	FLN	Vrsta prometnog toka tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)	5	1.1 Kontinuirani promet tok na ravnoj cesti 3.1 Promet u ubrzavanju na ravnoj cesti 4.1 Promet u kočenju na ravnoj cesti
19.	QVN	Prosječni satni promet lakih vozila tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)	8	325
20.	VVN	Prosječna brzina kretanja lakih vozila tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)	8	90
21.	QPN	Prosječni satni promet teških vozila tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)	8	25
22.	VPN	Prosječna brzina kretanja teških vozila tijekom noći (23:00 do 07:00 sati)	8	80
23.	FLE	Vrsta prometnog toka tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)	5	1.1 Kontinuirani promet tok na ravnoj cesti 3.1 Promet u ubrzavanju na ravnoj cesti 4.1 Promet u kočenju na ravnoj cesti
24.	QVE	Prosječni satni promet lakih vozila tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)	8	325
25.	VVE	Prosječna brzina kretanja lakih vozila tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)	8	90
26.	QPE	Prosječni satni promet teških vozila tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)	8	25
27.	VPE	Prosječna brzina kretanja teških vozila tijekom večeri (19:00 do 23:00 sati)	8	80
28.	FRK	Frekvencijski spektar emisije	-	Zvučni spektar u skladu s odredbama standarda
29.	NEG	Grupa za ocjenu izloženosti	8	0
30.	BEM	Napomena	40	Napomena
31.	VAR	Grupa objekata	20	+A

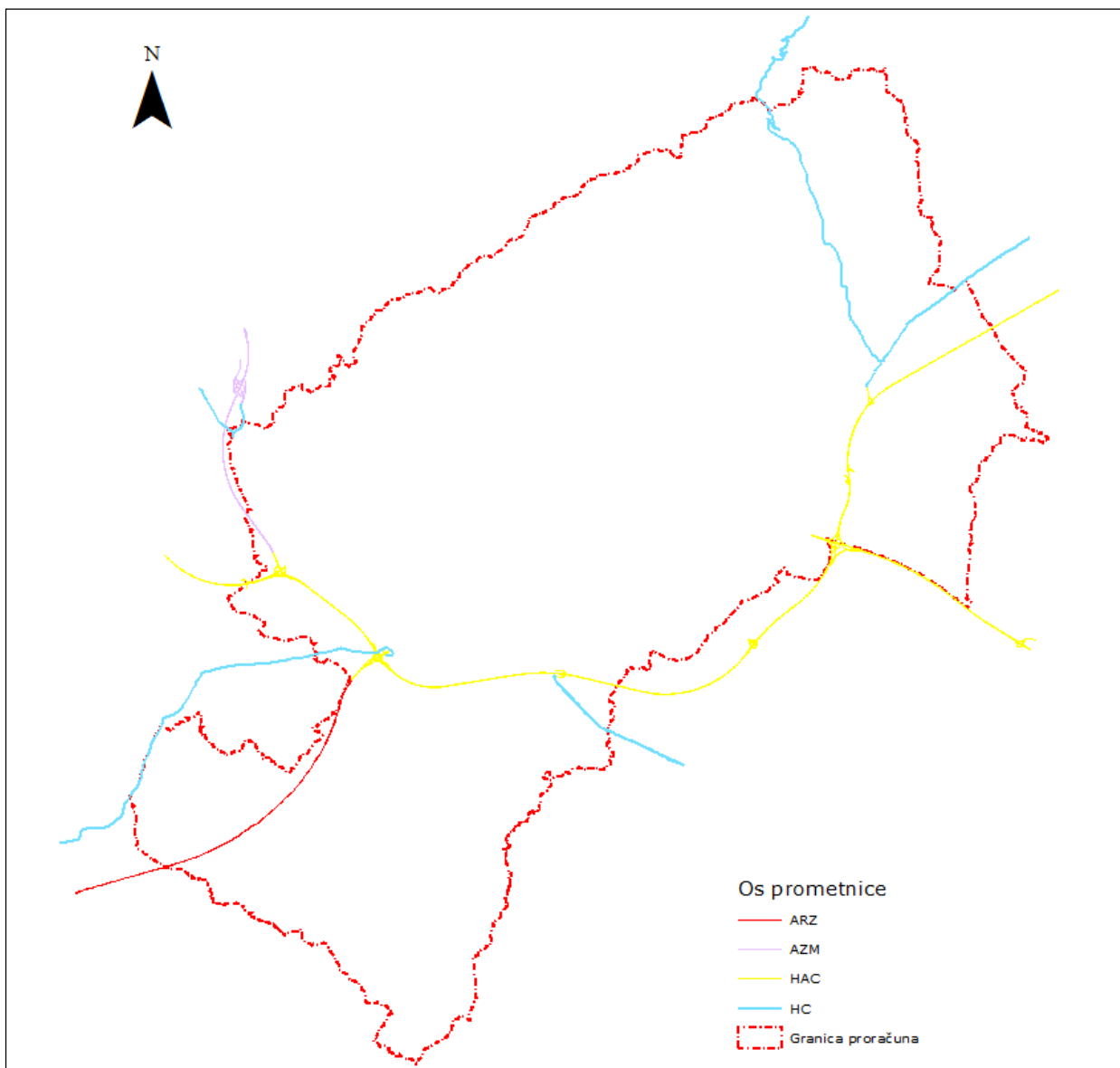
#### **9.1.4. Analiza podataka od Hrvatskih autocesta d.o.o., Autocesta Zagreb – Macelj d.o.o., Autocesta Rijeka – Zagreb d.d. i Hrvatskih cesta d.o.o.**

S ciljem cjelovitosti strateške karte buke cestovnog prometa Grada Zagreba u stratešku kartu buke cestovnog prometa uključene su i prometnice koje su izvan nadležnosti u pogledu održavanja, građenja i rekonstrukcije Grada Zagreba, a prostorno su smještene unutar područja izrade akustičkog modela potrebnog za izradu strateške karte buke Grada Zagreba. Zbog navedenog su pribavljeni prometni podaci za:

- sve dionice autoceste A1, A3, A4 i A11 u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. koje se nalaze na području izrade akustičkog modela, uključujući obilaznicu grada Zagreba,
- sve dionice autoceste A2 - Zagreb - Macelj u nadležnosti koncesijskog društava Autocesta Zagreb - Macelj d.o.o., koje se nalaze na području izrade akustičkog modela,
- sve dionice autoceste A1 Zagreb - Bosiljevo - Rijeka u nadležnosti Autoceste Rijeka - Zagreb d.d. na području izrade akustičkog modela,
- sve dionice državnih cesta u nadležnosti Hrvatskih cesta d.o.o., na području izrade akustičkog modela.

Sve opisane dionice uključene u akustički model strateške karte buke Grada Zagreba prikazuje Slika 22. S ciljem sinteze podataka o brojanju prometa te podataka pribavljenih od ostalih upravitelja izvora buke poduzete su dodatne aktivnosti:

- obrada prometnih podataka o prometnim opterećenjima u skladu s GIS specifikacijskom shemom za projekt strateške karte buke Grada Zagreba,
- ažuriranje slojeva akustičkog modela do potrebne razine detalja u okolini svih prije navedenih dionica s ciljem dobivanja jedinstvenih slojeva akustičkih modela.



Slika 22. Dodatno uključene dionice u akustički model za izradu Strateške karte buke Grada Zagreba

## **9.2. Podatci o izvorima buke – željezničkom prometu**

### **9.2.1. Ulazni podatci i podloge**

Za potrebe izrade akustičkog modela širenja buke željezničkog prometa na području Grada Zagreba korištene su slijedeće podloge i podatci:

- Vektorske podloge :
  - trase željezničkih pruga na području izrade akustičkog modela
- Digitalni podatci:
  - podatci od HŽ Infrastruktura d.o.o. o intenzitetu pružnog prometa (Poglavlje 9.2.2),
  - podatci o maksimalnim brzinama kretanja na dionicama pruge, duljinama pojedinih dionica pruge i konstrukciji pruge na području grada Zagreba.

Obrada ulaznih vektorskih podataka provedena je primjenom GIS-a (Geografsko Informacijskog sustava) odnosno primjenom programskog paketa ArcMap GIS Desktop 10.4 U GIS bazu podataka pohranjeni su svi GIS-om obrađeni podatci, kao i ostali podatci dobiveni u digitalnom obliku.

Prometni podatci prikazani u poglavlju 9.2.2, obrađeni su kako bi se dobile vrijednosti koje su zatim korištene kao ulazni podatci akustičkog modela pružnog prometa. Obrada podataka temeljena je na slijedećim polaznim osnovama:

- brzi vlak je kompozicijski sastavljen od 1 električne lokomotive i 2 vagona
- lokomotivski promet je kompozicijski samo lokomotiva bez vagona
- teretni promet je pretežito diesel-lokomotivskog pogona
- sve teretne kompozicije su s blok kočnicama
- kod ostalih kompozicija zastupljenosti blok kočnica i disk kočnica pretpostavljene su u odnosima 50:50

Izračun prosječnog broja vagona kod teretnih vlakova rađen je tako da zbroj vagona u obrađenoj tablici odgovara ukupnom broju vagona.

## 9.2.2. Podaci o intenzitetu pružnog prometa

### 9.2.2.1. Podaci o intenzitetu pružnog prometa na pruzi M101

Tablica 19. Podaci o broju vlakova za prijevoz putnika na pruzi M101

Ocjensko razdoblje	Dionica Savski Marof - Zaprešić			Ukupno	Dionica Zaprešić – Zagreb Zapadni kolodvor			Ukupno	Dionica Zagreb Zapadni kolodvor – Zagreb Glavni kolodvor			Ukupno
	Putnički	Brzi	IC		Putnički	Brzi	IC		Putnički	Brzi	IC	
Dan (7-19)	53	3	4	60	74	4	4	82	52	4	4	60
Večer (19-23)	13	1	2	16	20	1	2	23	21	1	2	24
Noć (23-07)	16	2	-	17	19	2	-	21	18	2	-	20

Tablica 20. Podaci o broju vlakova za prijevoz tereta, lokomotivskih i industrijskih vlakova na pruzi M101

Ocjensko razdoblje	Dionica Savski Marof - Zaprešić			Ukupno	Dionica Zaprešić – Zagreb Zapadni kolodvor			Ukupno	Dionica Zagreb Zapadni kolodvor – Zagreb Glavni kolodvor			Ukupno
	Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak		Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak		Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak	
Dan (7-19)	18	9	-	27	28	10	-	38	-	4	-	4
Večer(19-23)	7	1	-	8	8	7	-	14	1	3	-	4
Noć (23-07)	16	3	-	19	20	8	-	28	3	6	-	9

Tablica 21. Podaci o broju lokomotiva (po načinu pogona) na pruzi M101

Ocjensko razdoblje	Dionica Savski Marof - Zaprešić			Ukupno	Dionica Zaprešić – Zagreb Zapadni kolodvor			Ukupno	Dionica Zagreb Zapadni kolodvor – Zagreb Glavni			Ukupno
	Elektro	Diesel	Elektro-diesel		Elektro	Diesel	Elektro-diesel		Elektro	Diesel	Elektro-diesel	
Dan (7-19)	82	5	-	87	106	14	-	12	102	10	-	112
Večer(19-23)	23	1	-	24	15	24	-	39	25	7	-	32
Noć (23-07)	33	-	-	33	40	13	-	53	26	9	-	35

Tablica 22. Podaci o broju vagona kod putničkih vlakova na pruzi M101

Ocjensko razdoblje	Dionica Savski Marof – Zaprešić	Dionica Zaprešić – Zagreb Zapadni kolodvor	Dionica Zagreb Zapadni kolodvor – Zagreb Glavni
	Vagoni	Vagoni	Vagoni
Dan (7-19)	66	66	66
Večer(19-23)	17	17	17
Noć(23-7)	18	18	18

Tablica 23. Podaci o broju vagona kod teretnih vlakova na pruzi M101

Ocjensko razdoblje	Dionica Savski Marof – Zaprešić	Dionica Zaprešić – Zagreb Zapadni kolodvor	Dionica Zagreb Zapadni kolodvor – Zagreb Glavni kolodvor
	Vagoni	Vagoni	Vagoni
Dan (7-19)	64	80	20
Večer(19-23)	83	80	30
Noć (23-07)	148	180	50

Tablica 24. Podaci o maksimalnim brzinama kretanja, duljinama i konstrukciji pojedinih dionica pruge M101

Naziv dionice	Duljina dionice (stacionaže km položaj)	$V_{max}$ / km/h	Konstrukcija pruge
Dionica Savski Marof – Zagreb GK	446+100 – 445+165	55	Pruga M101 D.G. – Savski Marof – Zagreb GK dvokolosiječna je pruga duljine 26.8 km. Elektrificirana je sustavom 25kW, 50 Hz. maksimalna dopuštena brzina kreće se od 30 do 120km/h.
	445+165 – 425+385	60	
	425+385 – 424+400	50	

### 9.2.2.2. Podaci o intenzitetu pružnog prometa na pruzi M 102

Tablica 25. Podaci o broju vlakova za prijevoz putnika na pruzi M102

Ocjensko razdoblje	Dionica Zagreb Glavni kolodvor-Zagreb Borongaj			Ukupno	Dionica Zagreb Borongaj - Sesevete			Ukupno	Dionica Sesevete – Dugo Selo			Ukupno
	Putnički	Brzi	IC		Putnički	Brzi	IC		Putnički	Brzi	IC	
Dan (7-19)	85	3	6	94	85	3	6	94	85	3	6	94
Večer(19-23)	23	11	4	38	23	11	4	38	23	11	4	38
Noć (23-07)	23	2	2	27	23	23	2	27	23	23	2	27

Tablica 26. Podaci o broju vlakova za prijevoz tereta, lokomotivskih i industrijskih vlakova na pruzi M102

Ocjensko razdoblje	Dionica Zagreb Glavni kolodvor-Zagreb Borongaj			Ukupno	Dionica Zagreb Borongaj - Sesevete			Ukupno	Dionica Sesevete – Dugo Selo			Ukupno
	Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak		Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak		Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak	
Dan (7-19)	-	10	-	10	-	13	-	13	12	7	-	19
Večer(19-23)	5	2	-	3	3	1	2	6	24	2	-	26
Noć (23-07)	1	14	-	19	19	5	12	36	28	10	-	38

Tablica 27. Podaci o broju lokomotiva (po načinu pogona) na pruzi M102

Ocjensko razdoblje	Dionica Zagreb Glavni kolodvor-Zagreb Borongaj			Ukupno	Dionica Zagreb Borongaj - Sesevete			Ukupno	Dionica Sesevete – Dugo Selo			Ukupno
	Elektro	Diesel	Elektro-diesel		Elektro	Diesel	Elektro-diesel		Elektro	Diesel	Elektro-diesel	
Dan (7-19)	94	10	-	104	97	10	-	107	15	2	-	11
Večer(19-23)	40	1	-	41	43	1	-	44	39	5	-	64
Noć (23-07)	40	8	-	48	58	5	-	63	62	1	-	65

Tablica 28. Podaci o broju vagona kod putničkih vlakova na pruzi M102

Ocjensko razdoblje	Dionica Zagreb Glavni kolodvor- Zagreb Borongaj	Dionica Zagreb Borongaj - Sesevete	Dionica Sesevete – Dugo Selo
	Vagoni	Vagoni	Vagoni
Dan (7-19)	109	109	109
Večer(19-23)	38	38	38
Noć (23-07)	27	27	27

Tablica 29. Podaci o broju vagona kod teretnih vlakova na pruzi M102

Ocjensko razdoblje	Dionica Zagreb Glavni kolodvor- Zagreb Borongaj	Dionica Zagreb Borongaj - Sesevete	Dionica Sesevete – Dugo Selo
	Vagoni	Vagoni	Vagoni
Dan (7-19)	88	88	115
Večer(19-23)	88	88	161
Noć (23-07)	188	176	299

Tablica 30. Podaci o maksimalnim brzinama kretanja, duljinama i konstrukciji pojedinih dionica pruge M102

Naziv dionice	Duljina dionice (stacionaže km položaj)	$V_{max}$ (km/h)	Konstrukcija pruge
Zagreb GK – Zagreb Borongaj	424+400 – 425+380	50 (30 preko skretnica)	Zagreb GK – Dugo Selo je M 102 dvokolosiječna pruga, elektrificirana sustavom 25kW, 50Hz. Max dopuštena brzina kreće se između 30 i 80 km/h.
	425+380 – 425+953	80	
	425+953 – 427+554	60	
	427+554 – 429+200	80	



### 9.2.2.3. Podaci o intenzitetu pružnog prometa na prugama M 202 i M 502

Tablica 31. Podaci o broju vlakova za prijevoz putnika

Ocjensko razdoblje	Dionica Rasputnica Trešnjevka- Zagreb Klara			Ukupno	Dionica Rasputnica Trešnjevka - Rasputnica Delta			Ukupno	Dionica Rasputnice (ukupno)			Ukupno
	Putnički	Brzi	IC		Putnički	Brzi	IC		Putnički	Brzi	IC	
Dan (7-19)	18	1	-	19	15	6	-	21	33	7	-	40
Večer(19-23)	6	1	-	7	4	2	-	6	10	3	-	13
Noć (23-07)	5	-	-	5	4	4	-	8	9	4	-	13

Tablica 32. Podaci o broju vlakova za prijevoz tereta, lokomotivskih i industrijskih vlakova

Ocjensko razdoblje	Dionica Rasputnica Trešnjevka- Zagreb Klara			Ukupno	Dionica Rasputnica Trešnjevka - Rasputnica Delta			Ukupno	Dionica Rasputnice (ukupno)			Ukupno
	Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak		Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak		Teretni	Lokomotivski	Ind. vlak	
Dan (7-19)	8	9	-	17	1	9	-	10	9	18	-	27
Večer(19-23)	2	4	-	6	3	8	-	11	5	12	-	17
Noć (23-07)	11	-	-	11	3	2	-	5	14	2	-	16

Tablica 33. Podaci o broju lokomotiva (po načinu pogona)

Ocjensko razdoblje	Dionica Rasputnica Trešnjevka- Zagreb Klara			Ukupno	Dionica Rasputnica Trešnjevka - Rasputnica Delta			Ukupno	Dionica Rasputnice (ukupno)			Ukupno
	Elektro	Diesel	Elektro-diesel		Elektro	Diesel	Elektro-diesel		Elektro	Diesel	Elektro-diesel	
Dan (7-19)	30	6	-	36	24	7	-	31	54	13	-	67
Večer(19-23)	11	2	-	13	17	-	-	17	28	2	-	30
Noć (23-07)	16	-	-	16	9	4	-	13	25	4	-	29

Tablica 34. Podaci o broju vagona kod putničkih vlakova

Ocjensko razdoblje	Dionica Rasputnica Trešnjevka- Zagreb Klara	Dionica Rasputnica Trešnjevka - Rasputnica Delta	Dionica Rasputnice (ukupno)
	Vagoni	Vagoni	Vagoni
Dan (7-19)	24	55	79
Večer(19-23)	8	17	25
Noć (23-07)	8	20	28

Tablica 35. Podaci o broju vagona kod teretnih vlakova

Ocjensko razdoblje	Dionica Rasputnica Trešnjevka- Zagreb Klara	Dionica Rasputnica Trešnjevka - Rasputnica Delta	Dionica Rasputnice (ukupno)
	Vagoni	Vagoni	Vagoni
Dan (7-19)	44	14	58
Večer(19-23)	11	43	54
Noć (23-07)	45	44	95

Tablica 36. Podaci o maksimalnim brzinama kretanja, duljinama i konstrukciji pojedinih dionica pruge M202 i M502

Naziv dionice	Duljina dionice (stacionaže km položaj)	$V_{max}$ / km/h	Konstrukcija pruge
Trešnjevka (R) (rsp) - Delta (rsp) M202	425+900 do 430+000	80	Pruga M202 Zagreb GK – Karlovac - Rijeka jednokolosiječna je pruga duljine 227.880 km. Elektrificirana je sustavom 25kW, 50 Hz. maksimalna dopuštena brzina kreće se od 30 do 140km/h. Na navedenom dijelu pruge nalazi se čelični most duljine oko 280m.
Zagreb Klara - Trešnjevka (S) (rsp) M502	417+838 do 422+800	80	Pruga M502 Zagreb GK – Sisak - Novska jednokolosiječna je pruga duljine 116,762km. Elektrificirana je sustavom 25kW, 50 Hz. maksimalna dopuštena brzina kreće se od 30 do 140km/h. Na navedenom dijelu pruge nalazi se čelični most duljine oko 280m.

Tablica 37. Podaci o maksimalnim brzinama, duljinama pojedinih dionica i konstrukcije pruge na području izrade akustičkog modela

Dionica pruge	Duljina dionice (km položaj)	$V_{max}$ / km/h	Konstrukcija pruge
M101 DG - S. Marof - Zagreb GK	438+220 do 424+423	60	<p>Dvokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.</p> <p><b>Kolodvori:</b>            Podsused TV - 6 kolosijeka na drvenim pragovima (5 zavareno u DTT, a 1 vezan spojnicama); 16 skretnica (11 zavareno u DTT, 5 vezano spojnicama)            Črnomerec TK - 13 kolosijeka na drvenim pragovima (8 zavareno u DTT, a 5 vezano spojnicama); 31 skretnica (12 zavareno u DTT, 19 vezano spojnicama)            Zagreb ZK - 4 kolosijeka na drvenim pragovima zavarena u DTT; 33 skretnice (16 zavareno u DTT, 17 vezano spojnicama)            Zagreb GK - 50 kolosijeka (35 na drvenim, 15 na betonskim pragovima; 27 zavareno u DTT, a 23 vezan spojnicama); 93 skretnice (65 zavareno u DTT, 28 vezano spojnicama)            Zagreb GK-Ložiona - 25 kolosijeka (23 na drvenim, 2 na betonskim pragovima; 18 zavareno u DTT, a 7 vezan spojnicama); 28 skretnica (18 zavareno u DTT, 10 vezano spojnicama)            Zagreb GK-Graba - 10 kolosijeka na drvenim pragovima vezano spojnicama; 15 skretnica vezano spojnicama</p> <p><b>Mostovi:</b>            Most Dolje - 436+225; 16 m, masivni            Pothodnik Podsused - 435+812; 8 m, masivni            Pothodnik Tvornica cementa - 434+766; 8 m, masivni            Podvožnjak Stenjevčica - 433+625; 23 m, čelični            Pothodnik Dubravica - 433+189; 15 m, čelični            Pothodnik Gajnice - 432+894; 15 m, čelični            Pothodnik Medpotoki - 432+520; 15 m, čelični            Pothodnik Gluhakova - 431+812; 15 m, čelični            Pothodnik Vrapče - 431+130; 16 m, čelični            Most Vrabeščak - 430+302; 14 m, masivni            Podvožnjak Vrapčanska - 430+276; 13 m, masivni            Podvožnjak Zagrebačka - 428+500; 12 m, masivni            Podvožnjak Selska - 427+524; 10 m, masivni            Podvožnjak Adžijina - 425+956; 30 m, čelični            Podvožnjak Savska I - 425+499; 41 m, čelični</p>

Dionica pruge	Duljina dionice (km položaj)	$V_{\max}$ / km/h	Konstrukcija pruge
			Podvožnjak Miramarska - 424+786; 22 m, masivni Pothodnik Trnje - 424+521; 24 m, masivni Pothodnik Glavni kolodvor - 424+423; 6 m, masivni
M102 Zagreb GK - Dugo Selo	424+423 do 442+480	60	Dvokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima. <b>Kolodvori:</b> Zagreb GK (vidi M101) Zagreb Borongaj - 28 kolosijeka na drvenim pragovima (6 zavareno u DTT, a 22 vezano spojnica); 68 skretnica (7 zavareno u DTT, 61 vezanih spojnica) Rasputnica Čulinec - 3 skretnice zavarene u DTT Sesvete - 6 kolosijeka na drvenim pragovima (5 zavareno u DTT, a 1 vezan spojnica); 23 skretnice na drvenim pragovima (13 zavareno u DTT, a 10 vezanih spojnica) <b>Mostovi:</b> Podvožnjak Strojarska - 425+415; 15,20m, masivni Podvožnjak Držićeva - 425+537; 60m, čelični Vijadukt Držićeva - 425+966; 1589,6m, masivni Most Krupićeva - 427+768; 59,2m, masivni Pothodnik Maksimir - 428+196; 32,43m, masivni Podvožnjak Čulinečka - 431+281; 15,34m, masivni Most - 434+063+415; 11m, masivni Most Badel - 434+385; 11,5m, masivni
M 104 Zagreb GK - Sisak - Novska	423+942 do 413+278	90	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na betonskim pragovima. <b>Kolodvori:</b> Zagreb GK (vidi M101) Zagreb Klara - 4 kolosijeka na drvenim pragovima (3 kolosijeka zavarena u DTT, a 1 vezan spojnica); 15 skretnica (14 zavarene u DTT, a jedna vezana spojnica) <b>Rasputnice:</b> Trešnjevka o. - 1 skretnica zavarene u DTT <b>Mostovi:</b> Podvožnjak Miramarska - 424+005; 21,8m, masivni

Dionica pruge	Duljina dionice (km položaj)	$V_{max}$ / km/h	Konstrukcija pruge
			Podvožnjak Savska „ Cibona“ – 423+209;66 m, čelični Podvožnjak Vukovarska – 422+758;151 m, čelični Pothodnik pješački – 422+515;15,5 m, masivni Podvožnjak Ljubljanska – 422+122;44 m, čelični Podvožnjak – 421+913;15,5 m, masivni Podvožnjak Savska III – 421+409;66 m, čelični Most Sava Zelena – 421+031;317m, čelični Podvožnjak Avenija Dubrovnik – 420+107; 119m, masivni
M 202 Zagreb- Rijeka	424+948 do 446+175	110/130	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na betonskim pragovima. <b>Kolodvori:</b> Hrvatski Leskovac - 5 kolosijeka na drvenim pragovima (3 zavareno u DTT, a 2 vezana spojnica); 18 skretnica (11 zavareno u DTT, 7 vezano spojnica) Horvati - 1 kolosijeka na drvenim pragovima zavaren u DTT ; 3 skretnice (zavarene u DTT ) <b>Rasputnice:</b> Trešnjevka o. – 2 skretnice zavarene u DTT Delta o. – 2 skretnice zavarene u DTT <b>Mostovi:</b> Podvožnjak Miramarska – 424+785; 21,8m, masivni Podvožnjak Savska „ Cibona“ – 425+582;66 m, čelični Podvožnjak Vukovarska – 426+042;151 m, čelični Pothodnik pješački – 426+286;15,5 m, masivni Podvožnjak Ljubljanska – 426+660;44 m, čelični Podvožnjak – 426+894;15,5 m, masivni Podvožnjak Savska III – 427+384;66 m, čelični Most Sava Zelena – 427+754;317m, čelični Podvožnjak Avenija Dubrovnik – 428+684; 119m, masivni Podvožnjak Trokut-Savski Gaj – 428+865;17 m, masivni Vijadukt odteretni kanal Sava – Odra 433+100; 263m, masivni Podvožnjak Zaprešić-Jankomir-Ivanja Reka – 433+574; 71m, masivni Most Lomnica –439+764; 13m, masivni Podvožnjak Seoski put – 441+414; 10m, masivni

Dionica pruge	Duljina dionice (km položaj)	$V_{max}$ / km/h	Konstrukcija pruge
M401 Sesvete - Sava	-0+619 do 10+180 (dk) -0+664 do 10+180 (lk)	50	Dvokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima. <b>Kolodvori:</b> Zagreb Resnik – 3 kolosijeka na drvenim pragovima (sva 3 vezana spojnicama); 19 skretnica (16 zavareno u DTT, 3 vezane spojnicama) Zagreb Žitnjak – 6 kolosijeka na drvenim pragovima (3 zavareno u DTT, a 3 vezana spojnicama); 10 skretnica (4 zavareno u DTT, 6 vezane spojnicama) <b>Mostovi:</b> Most „Sava“ Jakuševac – 10+125; 426 m, čelični
M402 Sava - Zagreb Klara	0+000 do 5+010 (dk) 0+000 do 5+030 (lk)	35	Dvokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima. <b>Kolodvori:</b> Zagreb Ranžirni kolodvor – 192 kolosijeka na drvenim pragovima (131 zavareno u DTT, 61 vezano spojnicama); 325 skretnica (7 zavareno u DTT, 318 vezane spojnicama)
M403 Zgb RKPs - Zagreb Klara (K)	0+957 do 2+034	35	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M404 Zagreb Klara - Delta	-0+053 do 2+438	50	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima. <b>Rasputnice:</b> Delta – 1 skretnica uključena u DTT
M 405 Zagreb ZK - Trešnjevka o	0+219 do 1+576	50	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima. <b>Kolodvori:</b> Zagreb ZK ( vidi M101) <b>Rasputnice:</b> Trešnjevka – 1 skretnica zavarene u DTT <b>Mostovi:</b> Podvožnjak B.Adžije – 0+610, 30m, čelični Podvožnjak Tratinska – 1+107, 34m, čelični Pothodnik Cibona – 1+139, 14,9m, masivni Pothodnik Cibona – 1+235, 14,9m, masivni
M406 Čulinec - Zagreb Resnik	1+212 do 3+298	50	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.

Dionica pruge	Duljina dionice (km položaj)	$V_{max}$ / km/h	Konstrukcija pruge
			<b>Rasputnice:</b> Čulinec – 1 skretnica uključena u DTT
M409 Zgb RKP – Zagreb Klara (S)	0+000 do 1+071	35	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M410 Zgb RKO – Zgb RKP	-0+087 do 2+632	35	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
L 203 Zagreb Borongaj – Zagreb	-1+065 do 1+984 i 0+000 do 0+711	20	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim i betonskim pragovima. <b>Kolodvori:</b> Zagreb Borongaj ( vidi M102 ) Zagreb istočni kolodvor – 35 kolosijeka (od toga 21 na betonskim pragovima a 14 na drvenim pragovima ) ,23 kolosijeka su zavarena u DTT a 12 kolosijeka je vezano spojnica. U kolodvoru je 35 skretnica na sastavima (vezane spojnica).

Tablica 38. Podaci o maksimalnim brzinama kretanja, duljinama i konstrukcije pruge na području izrade akustičkog modela

Dionica pruge	Duljina dionice (km položaj)	$V_{max}$ (km/h)	Konstrukcija pruge
M101 Dg - S. Marof - Zagreb Gk	438+220 do 424+423	60	Dvokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima. <sup>7</sup>
M102 Zagreb GK- Dugo Selo	424+423 - 442+480	60	Dvokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M 104 Zagreb GK-Sisak-Novska	423+942- 413+278	90	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na betonskim pragovima.
M 202 Zagreb- Rijeka	424+948 - 446+175	110/130	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na betonskim pragovima.

<sup>7</sup> Napomena: u broj kolosijeka po kolodvorima nisu uračunati glavni prolazni kolosijeci koji su uračunati u sklopu pruge (za jednokolosiječnu prugu jedan kolosijek, za dvokolosiječnu dva kolosijeka)

Dionica pruge	Duljina dionice (km položaj)	$V_{\max}$ (km/h)	Konstrukcija pruge
M401 Sesvete - Sava	-0+619 - 10+180 (dk) -0+664 - 10+180 (lk)	50	Dvokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M402 Sava - Zagreb Klara	0+000 - 5+010 (dk) 0+000 - 5+030 (lk)	35	Dvokolosiječne pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M403 Zgb RKP's - Zagreb Klara (K)	0+957 - 2+034	35	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M404 Zagreb Klara - Delta	-0+053 - 2+438	50	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M 405 Zagreb ZK-Trešnjevka o	0+219 - 1+576	50	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M406 Čulinec - Zagreb Resnik	1+212 - 3+298	50	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M409 Zgb RKP's - Zagreb Klara (S)	0+000 - 1+071	35	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
M410 Zgb RKO's - Zgb RKP's	-0+087 - 2+632	35	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim pragovima.
L 203 Zagreb Borongaj - Zagreb	-1+065 -1+984 i 0+000 - 0+711	20	Jednokolosiječna pruga, cijelom duljinom izveden je neprekinuti zavareni kolosijek (DTT) na drvenim i betonskim pragovima.



### 9.2.3. Mjerenje buke željezničkog prometa

Akustički model željezničkog prometa određen je primjenom upute „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“. Temeljem rezultata mjerenja i određivanjem karakterističnih akustičkih veličina, u programskom modelu za izradu strateških karata buke, korištenjem tehnike reverznog proračuna proveden je proračun emisije pojedinačnog prolaska vlaka na određenoj vrsti pružne konstrukcije. Mjerenje buke željezničkog prometa provedeno je u skladu s odredbama:

- HRN ISO 1996-1:2016 - Akustika – Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša - 1. dio: Osnovne veličine i postupci utvrđivanja,
- HRN ISO 1996-2:2008 - Akustika – Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša - 2. dio: Određivanje razina buke okoliša.

Mjerenja su provedena u okolini pruge M101, na dionici Glavni kolodvor Zagreb - Savski Marof, pruge M102, na dionici Zapadni kolodvor Zagreb - Dugo Selo, te pruga M202 i M502 na dionici Glavni kolodvor Zagreb - Klara. Izmjerene su razine buke na deset mjernih mjesta u ukupnom neprekidnom trajanju od 7 dana, s time da su svakih  $T=1$  min izmjerene slijedeće veličine:

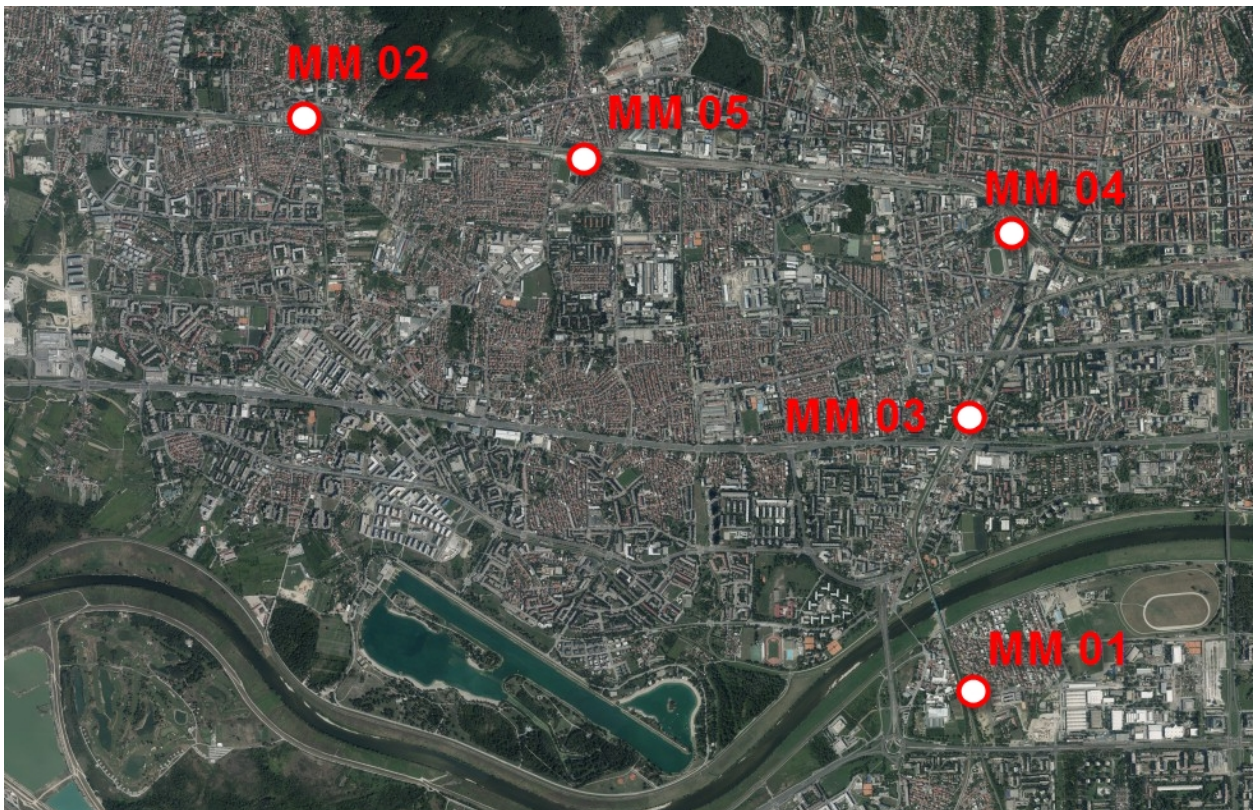
- ekvivalentne razine buke,  $L_{Aeq,T=1 \text{ min}}$ , u tercnom spektru u frekvencijskom pojasu od (31,5-10000) Hz, u mjernom opsegu od (20-100) dB, i mogućnošću mjerenja vršnih razina 140 dB,
- percentilne razine buke,  $L_{AF95,T=1 \text{ min}}$ , u tercnom spektru u frekvencijskom pojasu od (31,5-10000) Hz, u mjernom opsegu od (20-130) dB, i mogućnošću mjerenja vršnih razina 140 dB,
- maksimalne vrijednosti razine buke,  $L_{AF,max,T=1 \text{ min}}$ ,
- minimalne razine buke,  $L_{AF,min,T=1 \text{ min}}$ .

Tijekom mjerenja buke, pružni promet je prometovao voznim redom sukladno podacima dostavljenim od strane HŽ Infrastruktura d.o.o.

Mjerenja su provedena na 10 mjernih mjesta (u daljnjem tekstu MM), prilikom čega su mjerni mikrofoni bili smješteni na vanjskom prostoru, na visini cca 4 m od podloge (bilo tla odnosno krova građevine) prema slijedećem rasporedu:

- MM 01 – na vanjskom prostoru dvorišta obiteljske kuće, Rogićeva ulica 30, Zagreb.
- MM 02 – na vanjskom prostoru dvorišta trgovine Arbor, Ilica 423, Zagreb.
- MM 03 – na vanjskom prostoru dvorišta obiteljske kuće, Savska ulica 98A, Zagreb.
- MM 04 – na vanjskom prostoru balkona obiteljskog stana, Brozova ulica 20, 5 kat, Zagreb.
- MM 05 – na vanjskom prostoru balkona obiteljskog stana, Zagrebačka 76, Zagreb.
- MM 06 – na vanjskom prostoru pogona Gradske Plinare Zagreb, Radnička cesta 1, Zagreb.
- MM 07 – na vanjskom prostoru dvorišta trgovine Z Profil, Osječka cesta 150, Zagreb.
- MM 08 – na vanjskom prostoru dvorišta obiteljske kuće, Sandelićeva 7, Sesvete.
- MM 09 – na vanjskom prostoru dvorišta obiteljske kuće, Krapinska 4, Sesvete.
- MM 10 – na vanjskom prostoru dvorišta obiteljske kuće, Kumrovečka 34, Dugo Selo.

Položajni prikaz mjernih mjesta prikazuju Slika 23 i Slika 24.



Slika 23. Položajni prikaz mjernih mjesta 1 do 5



Slika 24. Položajni prikaz mjernih mjesta 6 do 10

Temeljem izmjerenih vrijednosti, proračunate su vrijednosti ekvivalentnih razine buke:

- $L_{day} = L_{Aeq,T=12\text{ h}}$ , ekvivalentne razine buke, u tercnom spektru u trajanju dana (07:00 – 19:00 h) u smislu Zakona o zaštiti od buke (NN 41/16, 153/13, 55/13, 30/09)
- $L_{evening} = L_{Aeq,T=4\text{ h}}$ , ekvivalentne razine buke, u tercnom spektru u trajanju večeri (19:00 – 23:00 h) u smislu Zakona o zaštiti od buke (NN 41/16, 153/13, 55/13, 30/09)
- $L_{night} = L_{Aeq,T=8\text{ h}}$ , ekvivalentne razine buke, u tercnom spektru u trajanju noći (23:00 – 07:00 h) u smislu Zakona o zaštiti od buke (NN 41/16, 153/13, 55/13, 30/09)

Ocjenske razine buke na mjernim mjestima prikazuje Tablica 39, uz napomenu da su vrijednosti indikatora  $L_{den}$  proračunate iz vrijednosti  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  odnosno  $L_{night}$ .

Tablica 39. Sumarni pregled ocjenskih razina buke

Mjerno mjesto	$L_{day,T=12\text{ h}} / \text{dB(A)}$	$L_{evening,T=4\text{ h}} / \text{dB(A)}$	$L_{night,T=8\text{ h}} / \text{dB(A)}$	$L_{den} / \text{dB(A)}$
01	61,4	62,5	62,5	68,8
02	66,7	67,4	66,2	72,8
03	56,4	56,1	55,6	62,2
04	59,6	58,7	57,3	64,2
05	62,9	60,3	59,9	66,8
06	63,8	60,1	58,9	66,4
07	73,5	69,9	67,8	75,6
08	66,4	65,0	65,5	72,0
09	68,2	67,0	67,4	73,9
10	56,2	55,9	56,2	62,6

Statističku analizu izmjerenih vrijednosti indikatora  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  odnosno  $L_{night}$  prikazuju Tablica 40, Tablica 41 odnosno Tablica 42.

Tablica 40. Statistička analiza izmjerenih vrijednosti indikatora  $L_{day}$

Veličina	MM 01	MM 02	MM 03	MM 04	MM 05	MM 06	MM 07	MM 08	MM 09	MM 10
Mjerni dan 1	61,2	66,7	55,8	60,5	68,5	63,6	72,7	66,7	69	57,6
Mjerni dan 2	62,3	67,5	55	58,6	60,6	63,9	73,7	67,1	67,9	56,6
Mjerni dan 3	60,7	67,2	57,6	59,8	62,8	61,7	72	66,2	67,8	54,5
Mjerni dan 4	62,6	67,2	56,1	59,3	63,5	60,5	70,1	64,7	67,1	54,4
Mjerni dan 5	61,2	65	56,7	60,1	60,2	63,5	74,8	64,4	66,7	58
Mjerni dan 6	60,5	66,9	57,2	59,8	60,7	63,7	74,2	67,7	69,2	55
Mjerni dan 7	61,9	66,5	56,7	59,4	62,8	67,4	72,6	66,2	67,1	50,8
$L_{day,T=84\text{ h}}$	61,4	66,7	56,4	59,6	62,9	63,8	73,5	66,4	68,2	56,2
Minimum	60,5	65	55	58,6	60,2	60,5	70,1	64,4	66,7	50,8
Maksimum	62,6	67,5	57,6	60,5	68,5	67,4	74,8	67,7	69,2	58
Raspon	2,1	2,5	2,6	1,9	8,3	6,9	4,7	3,3	2,5	7,2
$\sigma$	0,8	0,8	0,9	0,6	2,9	2,1	1,6	1,2	1,0	2,5
$2*\sigma$	1,6	1,7	1,8	1,2	5,7	4,3	3,1	2,4	1,9	4,9

Tablica 41. Statistička analiza izmjerenih vrijednosti indikatora  $L_{\text{evening}}$

Veličina	MM 01	MM 02	MM 03	MM 04	MM 05	MM 06	MM 07	MM 08	MM 09	MM 10
Mjerni dan 1	60,4	65,9	53,4	58,6	60,6	61,5	70,9	63,5	66,1	54,3
Mjerni dan 2	63,6	69	56,7	57,1	63	60,2	69	66,2	67,3	54,8
Mjerni dan 3	60,1	64,1	52,8	58,7	59,5	60,2	68,6	63,8	66,6	57,6
Mjerni dan 4	63,3	68,7	57,5	58,1	60,6	57,2	72,2	66,4	68,7	55,1
Mjerni dan 5	62,1	65,8	56,7	59,5	57,8	58,7	69	62,4	64,5	55,9
Mjerni dan 6	62,4	68	53,7	59,2	59,2	61,6	69,2	66,2	66,9	58,6
Mjerni dan 7	64	68	58,6	59,1	59,4	59,8	69,1	64,4	67,6	53
$L_{\text{evening}, T=28 \text{ h}}$	62,5	67,4	56,1	58,7	60,3	60,1	69,9	65	67	55,9
Minimum	60,1	64,1	52,8	57,1	57,8	57,2	68,6	62,4	64,5	53
Maksimum	64	69	58,6	59,5	63	61,6	72,2	66,4	68,7	58,6
Raspon	3,9	4,9	5,8	2,4	5,2	4,4	3,6	4	4,2	5,6
$\sigma$	1,5	1,8	2,3	0,8	1,6	1,5	1,3	1,6	1,3	1,9
$2*\sigma$	3,1	3,6	4,6	1,6	3,2	3,1	2,6	3,2	2,6	3,9

Tablica 42. Statistička analiza izmjerenih vrijednosti indikatora  $L_{\text{night}}$

Veličina	MM 01	MM 02	MM 03	MM 04	MM 05	MM 06	MM 07	MM 08	MM 09	MM 10
Mjerni dan 1	60,5	66,9	55,3	57,2	59,2	58,7	66	65,4	66,3	56,2
Mjerni dan 2	63,3	66,8	55,3	56,9	58,7	59,9	69,1	66,2	68,1	58,7
Mjerni dan 3	62,3	65,5	55,9	58,1	60,8	58,5	68,6	66,4	69	58,5
Mjerni dan 4	64,5	68,3	57	57,3	58,4	56,8	68,2	65,1	67,4	55
Mjerni dan 5	61	64	55,3	57,5	60	60	69,2	65,4	66,8	54,6
Mjerni dan 6	63,7	65,9	56,7	57,6	60,5	58,5	67,2	64,9	66,9	55,1
Mjerni dan 7	60,3	64,4	52,2	56,8	61,1	59,3	64,7	64,8	66,8	51,7
$L_{\text{night}, T=56 \text{ h}}$	62,5	66,2	55,6	57,3	59,9	58,9	67,8	65,5	67,4	56,2
Minimum	60,3	64	52,2	56,8	58,4	56,8	64,7	64,8	66,3	51,7
Maksimum	64,5	68,3	57	58,1	61,1	60	69,2	66,4	69	58,7
Raspon	4,2	4,3	4,8	1,3	2,7	3,2	4,5	1,6	2,7	7
$\sigma$	1,7	1,5	1,6	0,4	1,1	1,1	1,7	0,6	0,9	2,4
$2*\sigma$	3,3	3,0	3,1	0,9	2,1	2,2	3,4	1,2	1,9	4,8

Tablica 43. Standardna devijacija izmjerenih dnevnih vrijednosti indikatora  $L_{\text{night}}$

Veličina	$\sigma$	$2*\sigma$
$L_{\text{day}, T=12 \text{ h}} / \text{dB(A)}$	2,9	5,7
$L_{\text{evening}, T=4 \text{ h}} / \text{dB(A)}$	3,2	6,3
$L_{\text{night}, T=8 \text{ h}} / \text{dB(A)}$	2,6	5,2
Srednja vrijednost	2,9	5,7

Usporedbom izmjerenih vrijednosti indikatora  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  odnosno  $L_{night}$  s proračunatim vrijednostima (izmjerene vrijednosti - proračunate vrijednosti) proračunata je aritmetička razlika te su crvenom bojom označena odstupanja koja prekoračuju vrijednosti standardne devijacije tijekom jednotjednog mjerenja na određenim mjernim mjestima.

Tablica 44. Usporedba izmjerenih vrijednosti s proračunatim vrijednostima

Mjerno mjesto	$\Delta L_{day}$ / dB	$\Delta L_{evening}$ / dB	$\Delta L_{night, T=8 h}$ / dB
01	-2,1	0,9	0,8
02	1,2	-1,7	-1,7
03	-2,1	-1,7	1,5
04	-1,2	-0,8	-2,6
05	-1,0	-0,1	0,7
06	-0,6	0,6	-2,9
07	1,9	1,8	1,8
08	0,9	2,7	-0,2
09	1,6	1,4	2,0
10	0,0	0,2	0,4
$\sigma$	0,7	0,8	0,9

Temeljem provedene validacije strateške karte buke na 10 mjernih mjesta vidljivo je da standardno odstupanje razlike izmjerenih i proračunatih vrijednosti iznosi manje od 1 dB, što ukazuje na više nego zadovoljavajuću točnost izrađenog akustičkog modela.

### 9.3. Podatci o izvorima buke – industrijskim pogonima i postrojenjima

Kao ulazni podatak za izradu strateške karte buke industrijskih pogona i postrojenja Grada Zagreba, korišten je emisijski model iz strateške karte buke industrijskih pogona i postrojenja Grada Zagreba za 2. krug izvještavanja koji je ažuriran sa podacima od upravitelja izvora buke, podacima nadležnog Ministarstva zaštite okoliša i prirode - rješenje o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša (dio zaštita od buke), kao i provedenim mjerenjima razine zvučne snage industrijskih izvora u skladu s zahtjevima HRN ISO 8297:2000 - Određivanje razina zvučne snage industrijskih pogona i postrojenja s više izvora. Pregled industrijskih pogona uključenih u projekt strateške karte buke industrijskih pogona i postrojenja Grada Zagreba s ispitnim metodama koje su korištene za ocjenu emisije buke pogone prikazuje Tablica 45.

Tablica 45. Pregled industrijskih pogona i primijenjenih metoda za ocjenu buke industrijskih pogona na području Grada Zagreba

RB	Ime pogona
1	Ad Plastik d.d.
2	Chromos boje i lakovi d.d.
3	HEP Proizvodnja d.o.o. - EL-TO Zagreb
4	HEP Proizvodnja d.o.o. - TE-TO Zagreb
5	INA Maziva d.o.o.
6	KONČAR - Distributivni i specijalni transformatori d.d.
7	KONČAR - Energetika i usluge d.o.o.
8	KONČAR - Energetski transformatori d.o.o.
9	KONČAR - Mjerni transformatori d.d.
10	KONČAR d.d.
11	Kutrilin TPV d.o.o.
12	TPK Nova d.o.o.
13	TŽV Gredelj d.o.o.
14	Zagrebačke otpadne vode d.o.o.
15	Dukat d.o.o.
16	Zagrebačka pivovara d.o.o.
17	Pliva d.o.o.

S ciljem određivanja potrebnih emisijskih parametara od svakog upravitelja izvora buke unaprijed su zatraženi slijedeći podatci:

- Naziv pravne osobe odgovorne za postrojenje
- Zatvoreni geo-referencirani poligon postrojenja
- Dimenzije područja postrojenja
- Opis pojedinih procesnih područja unutar postrojenja s naglaskom na emisiju buke (ako postoje)
- Opis područja bez izvora buke na planu postrojenja (npr. uredi, restoran, garaže)
- Visine zgrada pojedinih dijelova postrojenja
- Pozicija i visina značajnih izvora buke
- Opis režima rada tokom različitih dijelova 24 satnog dana za ocjensku 2016. godinu

S obzirom da se ocjenske emisijske razine buke industrijskih izvora određuju na temelju jednogodišnje statistike učestalosti rada, svaki upravitelj izvora buke je mogao u traženom roku dostaviti statističke podatke o radnim vremenima svih značajnih izvora buke koji su preneseni u akustički model, te je provedena korekcija emisijskih razina zbog činjenice da industrijski izvor ne radi neprekidno tijekom 24 sata svih 365 dana tijekom ocjenske godine. Na temelju zaprimljenih informacija od upravitelja izvora buke, provedena je usporedba sa podacima za 2011.g. te je provedeno ažuriranje u smislu uvođenja novih izvora buke ili rekonstruiranih izvora buke u industrijskim pogonima, kao i razlike u radnom opterećenju tijekom ocjenske godine <sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Cjeloviti rezultati predočeni su u elaboratu određivanja zvučne snage industrijskih pogona i postrojenja; Oznaka dokumenta: 2017-SKBAP-007/14; prosinac 2017.g.

## 10. OPIS AKUSTIČKOG MODELA

Proračun razina buke koristeći preporučenu metodologiju odvija se u dvije faze i to:

- Ocjena razina buke emitirane od izvora tzv. "source noise emission" i
- Ocjena prigušenja emitirane buke od izvora do točke imisije, tzv. "propagation attenuation".

U skladu s ciljevima projekta, za izradu karte buke korišten je programski paket buke Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S Predictor-LimA Software Suite Type 7810, v12.00, listopad 2017.g koji potpuno zadovoljava zahtjeve za izradu strateških karata buke (kratki opis predložen u poglavlju 15.2). Po provedenom unosu i verifikaciji svih ulaznih podataka u navedeni programski paket, proveden je proračun razina buke na temelju niza jednadžbi koje opisuju uvjete širenja zvučnih valova u atmosferi od izvora buke u skladu s određenim računalnim metodama navedenim u poglavlju 5.1. Bitne akustičke pojave koje se kroz proračun uzimaju su:

- usmjerenost izvora,
- geometrijska divergencija,
- apsorpcija zvučnih valova u atmosferi,
- širenje zvučnih valova blizu površine zemlje,
- pojava refleksije i ogiba zvučnih valova od raznih površina,
- zaštitni učinci objekata koji čine prepreku širenju zvučnih valova,
- zaštitni učinci uslijed promjene visine reljefa površine itd.

Na temelju poznatih ulaznih podataka o pojedinačnom izvoru buke (zvučna snaga po jedinici duljine ili zvučna snaga po jedinici površine), proračunata je ukupna zvučna snaga izvora buke, te se tako modelirani izvor buke tijekom proračuna segmentira u određeni broj manjih dijelova izvora buke, sukladno broju okolnih prepreka, postavkama proračuna u skladu s određenim računskim metodama (vidi poglavlje 5.1).

### 10.1. Opis provedenih proračuna

Postavke svih prije navedenih parametara određuju točnost proračuna razina buke. Za svaki promatrani izvor buke (cestovni promet, željeznički promet, industrijski pogoni i postrojenja) na cijelom području grada Zagreba provedeni su rasterski proračuni u mreži 10 m x 10 m, sa stalnom visinom proračuna od 4 m iznad površine tla, te tzv. fasadni proračun za svaki objekt stambene odnosno mješovite namjene. Rasterskim proračunom na svakih 10 m x 10 m površine Grada Zagreba proračunavaju se razine sva 4 bitna indikatora buke ( $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$ , i  $L_{den}$ ), dok se fasadnim proračunom razina buke na 0,5 metara ispred pročelja objekta koji se razmatra, proračunavaju razine buke sva 4 bitna indikatora buke, ali se u proračun razina buke uključuje isključivo upadni zvučni val i refleksija od ostalih pročelja isključujući refleksiju od tzv. "vlastitog pročelja". Fasadni proračun provodi se na visini 4 m od tla duž cijele fasade stambenih objekata ili objekata mješovite namjene dužih od 2 m, uz napomenu da je razmak proračunskih fasadnih točaka bio najviše 5 metara (u pravilu 2 – 2,5 m).

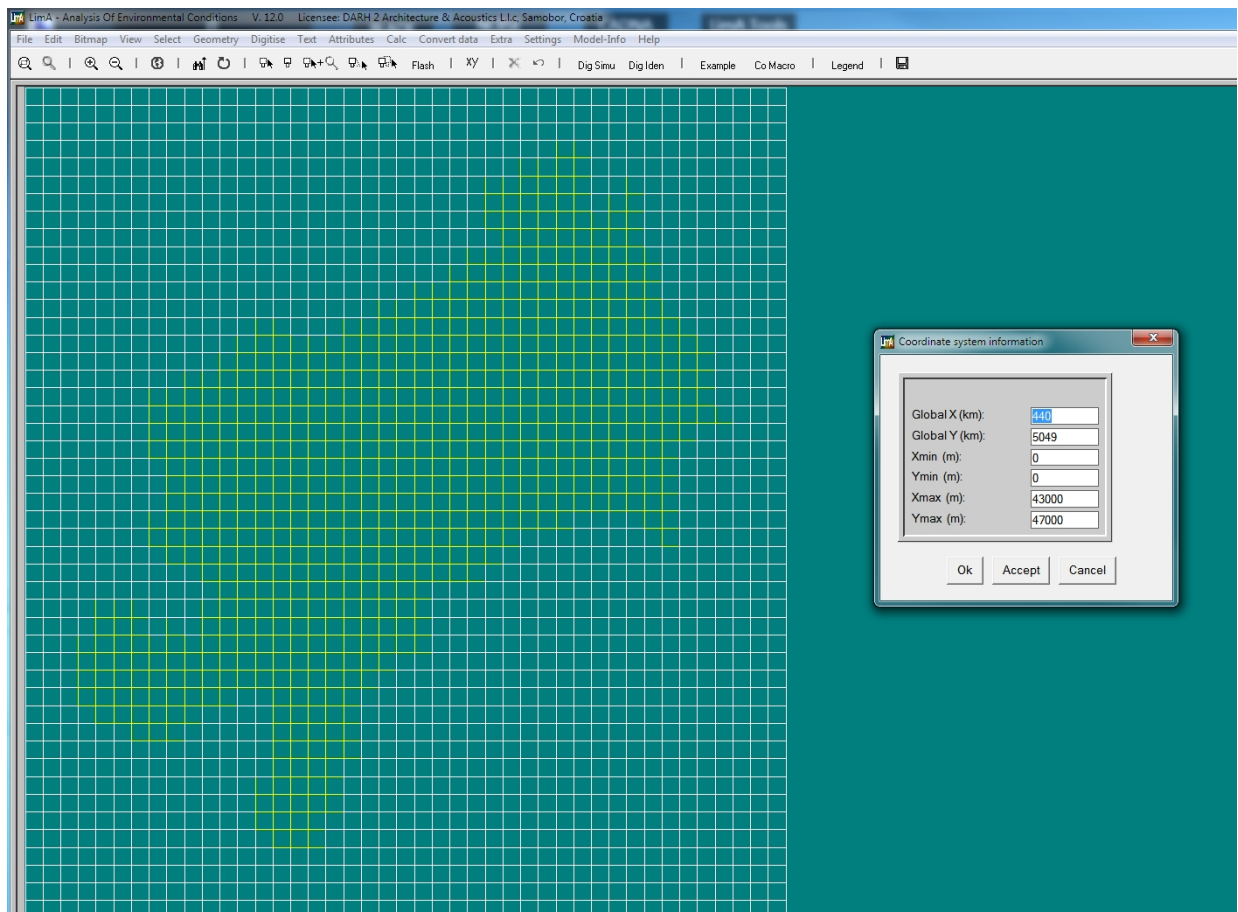
Rasterski proračun koristi se za proračun krivulja jednakih razina buke, kao i za izradu grafičkih prikaza indikatora buke (npr.  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$ , i  $L_{den}$ ), dok se fasadni proračun koristi za analizu izloženosti stanovništva te detaljnu razradu akcijskih planova upravljanja bukom.



Osnovne korištene postavke proračuna za sve izvore bile su:

- Krivulje jednakih razina buke proračunate su na temelju ulaznih podataka i proračunate zvučne snage izvora buke.
- Krivulje razina buke proračunate su na rasteru od 10 m x 10 m, sa stalnom visinom proračuna od 4 m iznad zemlje.
- Maksimalno dopuštena dinamička pogreška proračuna je 2 dB.
- Sve krivulje jednakih razina buke predstavljaju razine buke u slobodnom zvučnom polju.
- Za sve građevinske objekte korišten je stalan koeficijent refleksije.
- Za područja izrade karte buke bez poznatih nadmorskih visina terena, korištena je metoda interpolacije između najbližih susjednih slojnica terena.

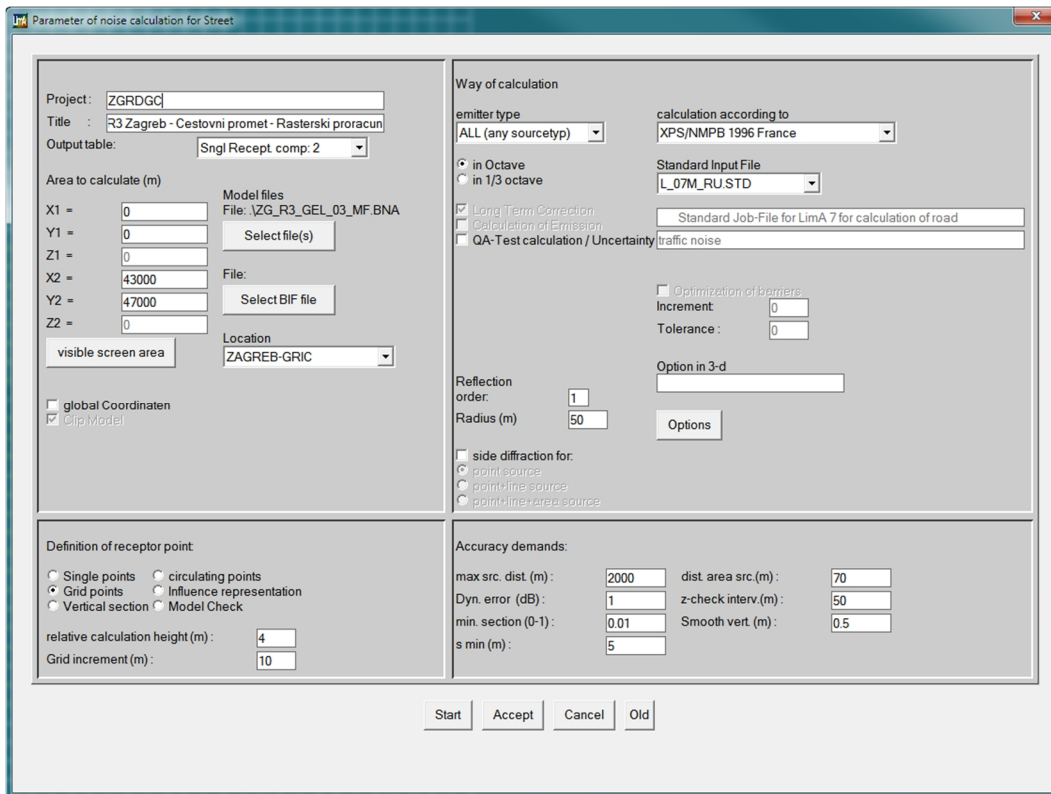
Prilikom svakog proračunskog postupka područje proračuna je podijeljeno u dijelove veličine 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup>, kako bi proračun bio moguć istovremeno na više računalnih jezgara (Slika 25).



Slika 25. Podjela Grada Zagreba tijekom provedbe proračuna buke cestovnog prometa

## 10.2. Postavke proračuna razina buke cestovnog prometa

Za određivanje krivulja i razreda jednakih razina buke proveden je rasterski proračun razina buke prema postavkama koje prikazuje Slika 26.



Parameter of noise calculation for Street

Project: ZGRDGC  
Title: R3 Zagreb - Cestovni promet - Rasterski proračun  
Output table: Sngl Recept comp: 2

Area to calculate (m)  
X1 = 0  
Y1 = 0  
Z1 = 0  
X2 = 43000  
Y2 = 47000  
Z2 = 0

Model files  
File: ZG\_R3\_GEL\_03\_MF.BNA  
Select file(s)

File:  
Select BIF file

Location  
ZAGREB-GRIC

visible screen area

global Coordinates  
 Grid Model

Way of calculation  
emitter type: ALL (any sourcetype)  
calculation according to: XPS/NMPB 1996 France  
Standard Input File: L\_07M\_RU.STD

in Octave  
 in 1/3 octave

Long Term Correction  
 Calculation of Emission  
 QA-Test calculation / Uncertainty: traffic noise

Optimization of barriers  
Increment: 0  
Tolerance: 0

Reflection order: 1  
Radius (m): 50  
Options

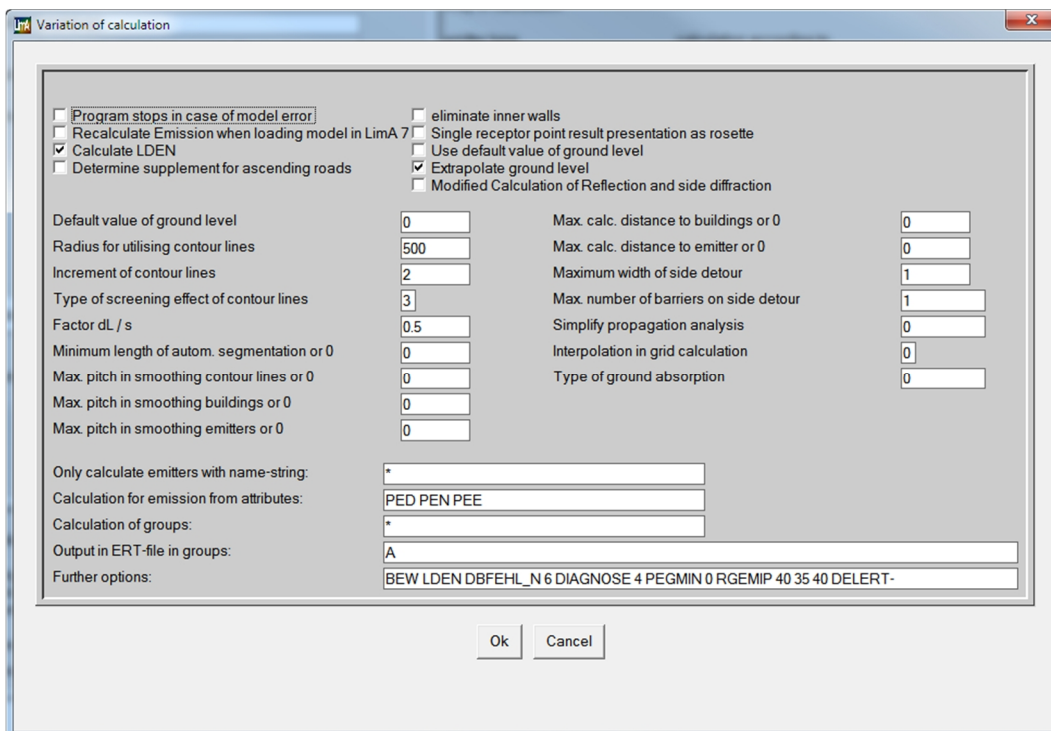
side diffraction for:  
 point source  
 point-line source  
 point-linear-area source

Definition of receptor point  
 Single points  
 Grid points  
 Vertical section  
 circulating points  
 Influence representation  
 Model Check

relative calculation height (m): 4  
Grid increment (m): 10

Accuracy demands:  
max src. dist. (m): 2000  
Dyn. error (dB): 1  
min. section (0-1): 0.01  
s min (m): 5  
dist. area src. (m): 70  
z-check interv. (m): 50  
Smooth vert. (m): 0.5

Start Accept Cancel Old



Variation of calculation

Program stops in case of model error  
 Recalculate Emission when loading model in LimA 7  
 Calculate LDEN  
 Determine supplement for ascending roads

eliminate inner walls  
 Single receptor point result presentation as rosette  
 Use default value of ground level  
 Extrapolate ground level  
 Modified Calculation of Reflection and side diffraction

Default value of ground level: 0  
Radius for utilising contour lines: 500  
Increment of contour lines: 2  
Type of screening effect of contour lines: 3  
Factor dL / s: 0.5  
Minimum length of autom. segmentation or 0: 0  
Max. pitch in smoothing contour lines or 0: 0  
Max. pitch in smoothing buildings or 0: 0  
Max. pitch in smoothing emitters or 0: 0

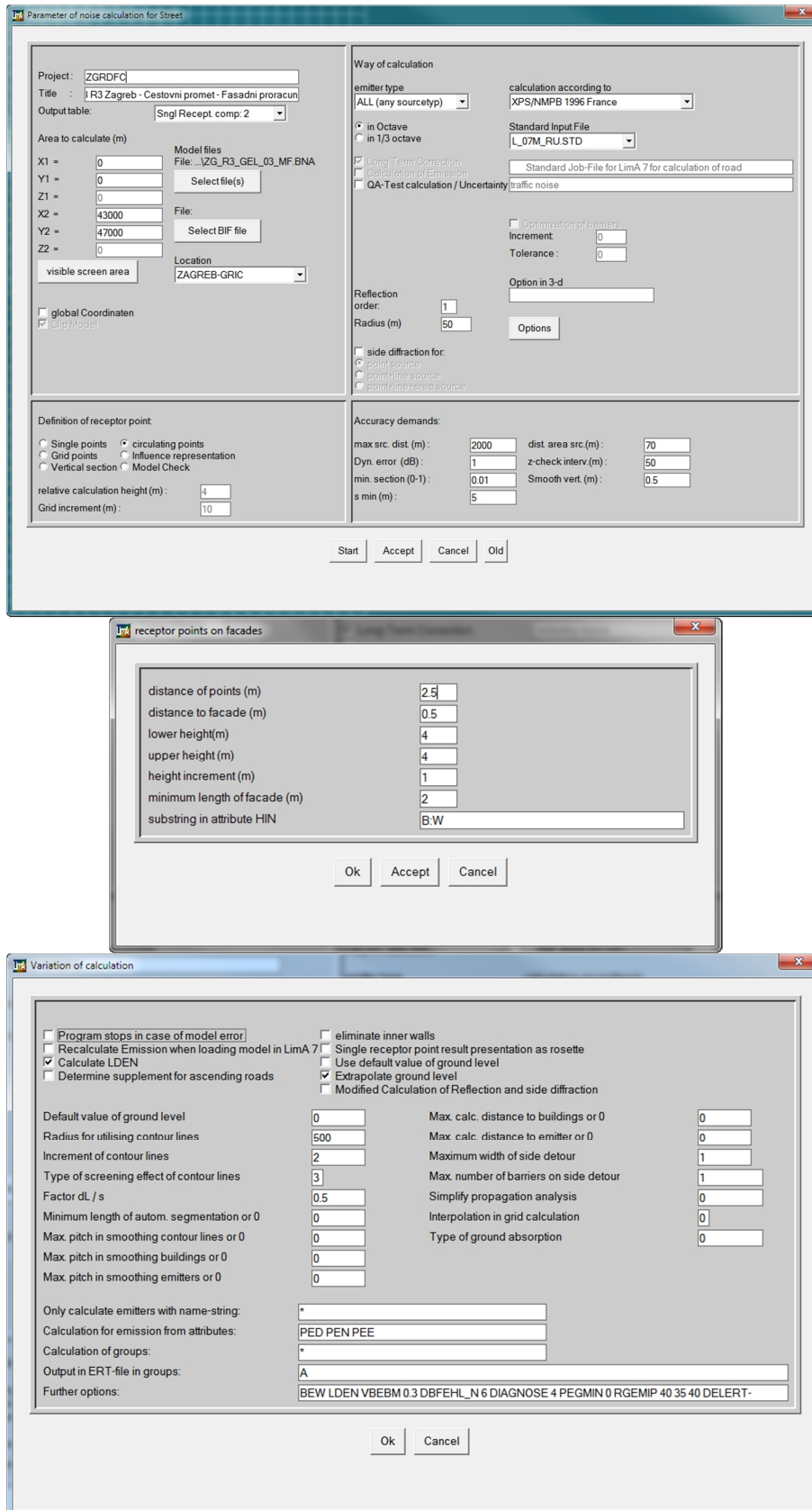
Max. calc. distance to buildings or 0: 0  
Max. calc. distance to emitter or 0: 0  
Maximum width of side detour: 1  
Max. number of barriers on side detour: 1  
Simplify propagation analysis: 0  
Interpolation in grid calculation: 0  
Type of ground absorption: 0

Only calculate emitters with name-string: \*  
Calculation for emission from attributes: PED PEN PEE  
Calculation of groups: \*  
Output in ERT-file in groups: A  
Further options: BEW LDEN DBFEHL\_N 6 DIAGNOSE 4 PEGMIN 0 RGEMIP 40 35 40 DELERT-

Ok Cancel

Slika 26. Postavke rasterskog proračuna razina buke cestovnog prometa

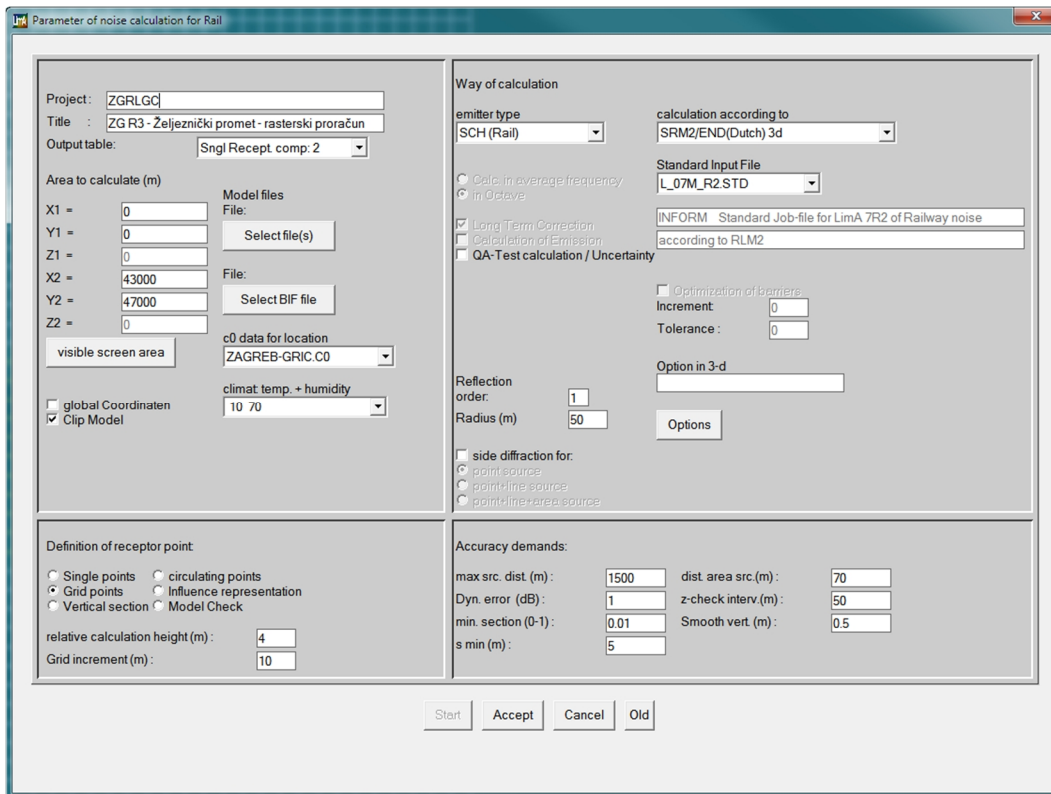
Za određivanje izloženosti stanovništva proveden je fasadni proračun prema postavkama koje prikazuje Slika 27.



Slika 27. Postavke fasadnog proračuna razina buke cestovnog prometa

### 10.3. Postavke proračuna razina buke željezničkog prometa

Za određivanje krivulja i razreda jednakih razina buke proveden je rasterski proračun razina buke prema postavkama koje prikazuje Slika 28.



Parameter of noise calculation for Rail

Project: ZGRLGC  
Title: ZGR3 - Željeznički promet - rasterski proračun  
Output table: Sngl Recept comp: 2

Area to calculate (m)  
X1 = 0  
Y1 = 0  
Z1 = 0  
X2 = 43000  
Y2 = 47000  
Z2 = 0

Model files  
File: Select file(s)  
File: Select BIF file

c0 data for location: ZAGREB-GRIC.C0  
visible screen area  
climat temp. + humidity: 10 70

global Coordinaten:   
Clip Model:

Way of calculation  
emitter type: SCH (Rail)  
calculation according to: SRM2/END(Dutch) 3d  
Standard Input File: L\_07M\_R2 STD  
INFORM Standard Job-file for LimA 7R2 of Railway noise according to RLM2

Calc. in average frequency / in Octave:  /   
Long Term Correction:   
Calculation of Emission:   
QA-Test calculation / Uncertainty:   
Optimization of barriers:   
Increment: 0  
Tolerance: 0

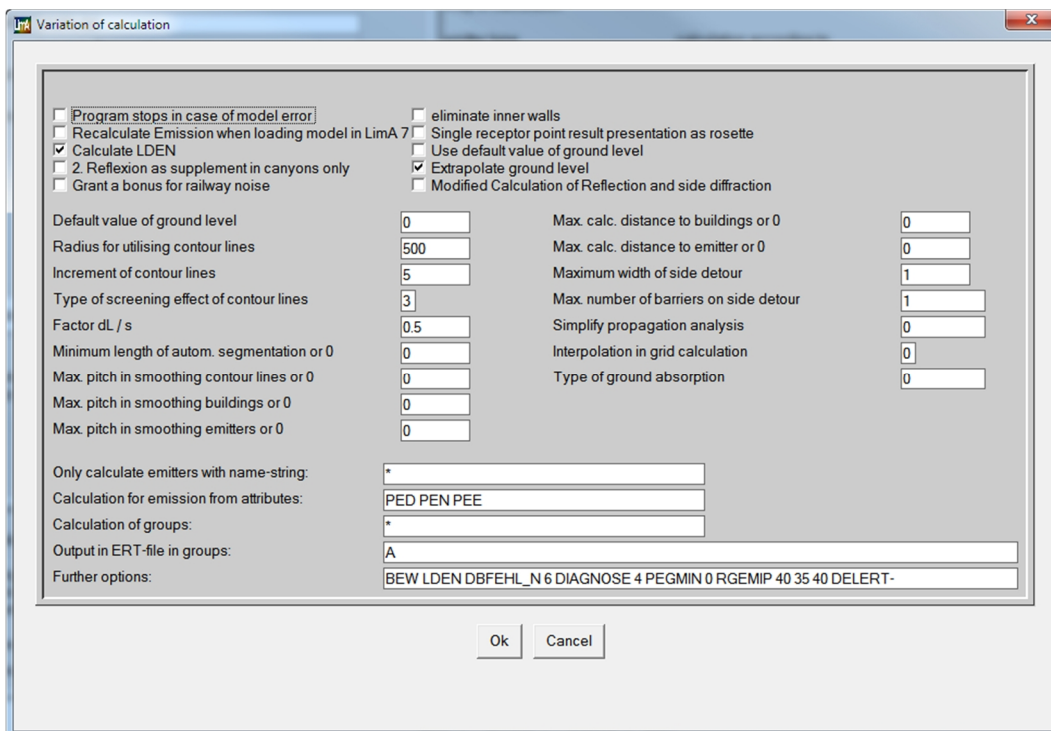
Reflection order: 1  
Radius (m): 50  
Options

side diffraction for:  
point source:   
point-line source:   
point-line-area source:

Definition of receptor point  
Single points:  circulating points:   
Grid points:  Influence representation:   
Vertical section:  Model Check:   
relative calculation height (m): 4  
Grid increment (m): 10

Accuracy demands:  
max src. dist (m): 1500  
dist. area src (m): 70  
Dyn. error (dB): 1  
z-check interv (m): 50  
min. section (0-1): 0.01  
Smooth vert. (m): 0.5  
s min (m): 5

Start Accept Cancel Old



Variation of calculation

Program stops in case of model error  
 Recalculate Emission when loading model in LimA 7  
 Calculate LDEN  
 2 Reflexion as supplement in canyons only  
 Grant a bonus for railway noise

eliminate inner walls  
 Single receptor point result presentation as rosette  
 Use default value of ground level  
 Extrapolate ground level  
 Modified Calculation of Reflection and side diffraction

Default value of ground level: 0  
Radius for utilising contour lines: 500  
Increment of contour lines: 5  
Type of screening effect of contour lines: 3  
Factor dL / s: 0.5  
Minimum length of autom. segmentation or 0: 0  
Max. pitch in smoothing contour lines or 0: 0  
Max. pitch in smoothing buildings or 0: 0  
Max. pitch in smoothing emitters or 0: 0

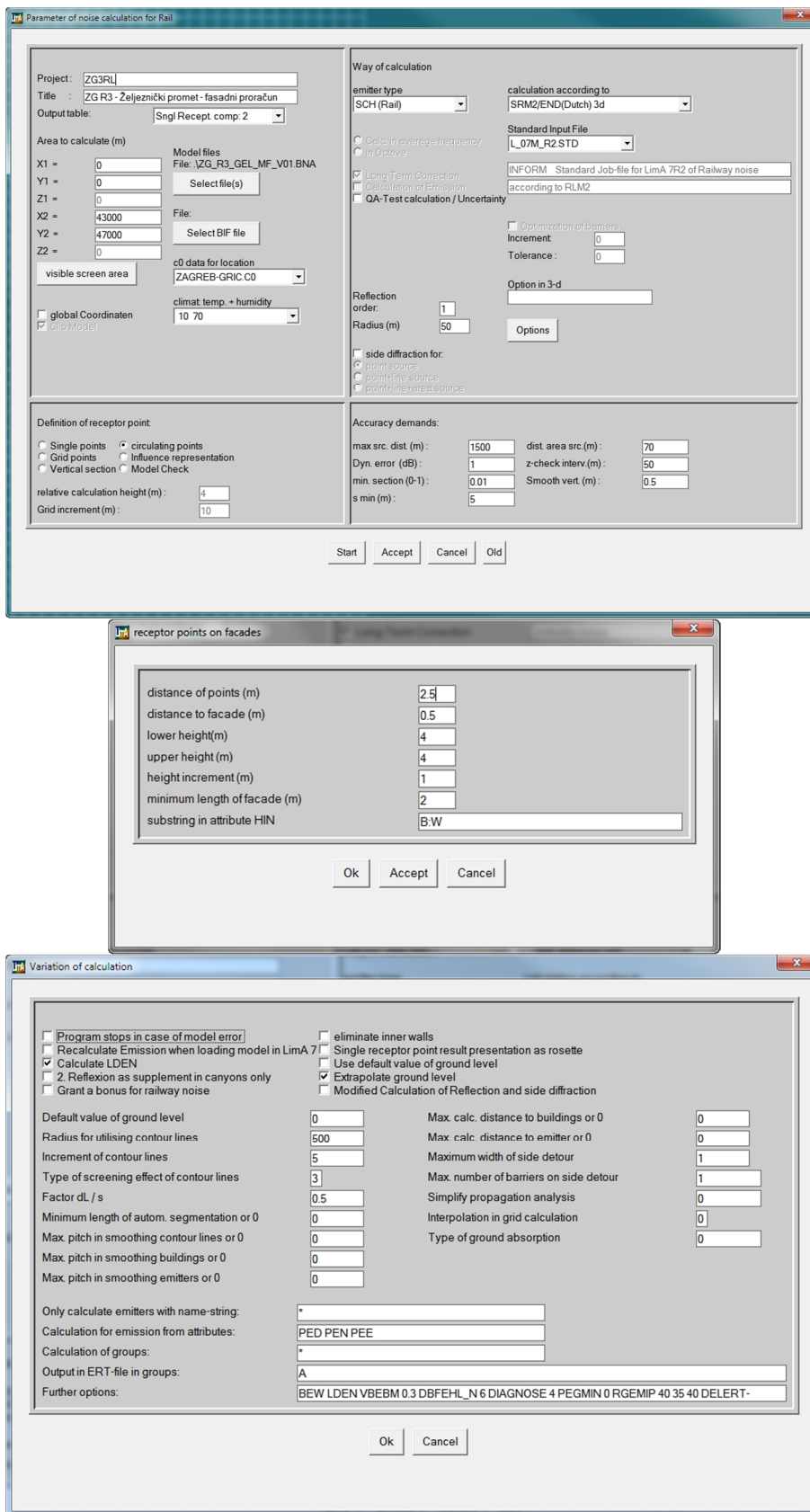
Max. calc. distance to buildings or 0: 0  
Max. calc. distance to emitter or 0: 0  
Maximum width of side detour: 1  
Max. number of barriers on side detour: 1  
Simplify propagation analysis: 0  
Interpolation length in grid calculation: 0  
Type of ground absorption: 0

Only calculate emitters with name-string: \*  
Calculation for emission from attributes: PED PEN PEE  
Calculation of groups: \*  
Output in ERT-file in groups: A  
Further options: BEW LDEN DBFEHL\_N 6 DIAGNOSE 4 PEGMIN 0 RGEMIP 40 35 40 DELERT-

Ok Cancel

Slika 28. Postavke rasterskog proračuna razina buke željezničkog prometa

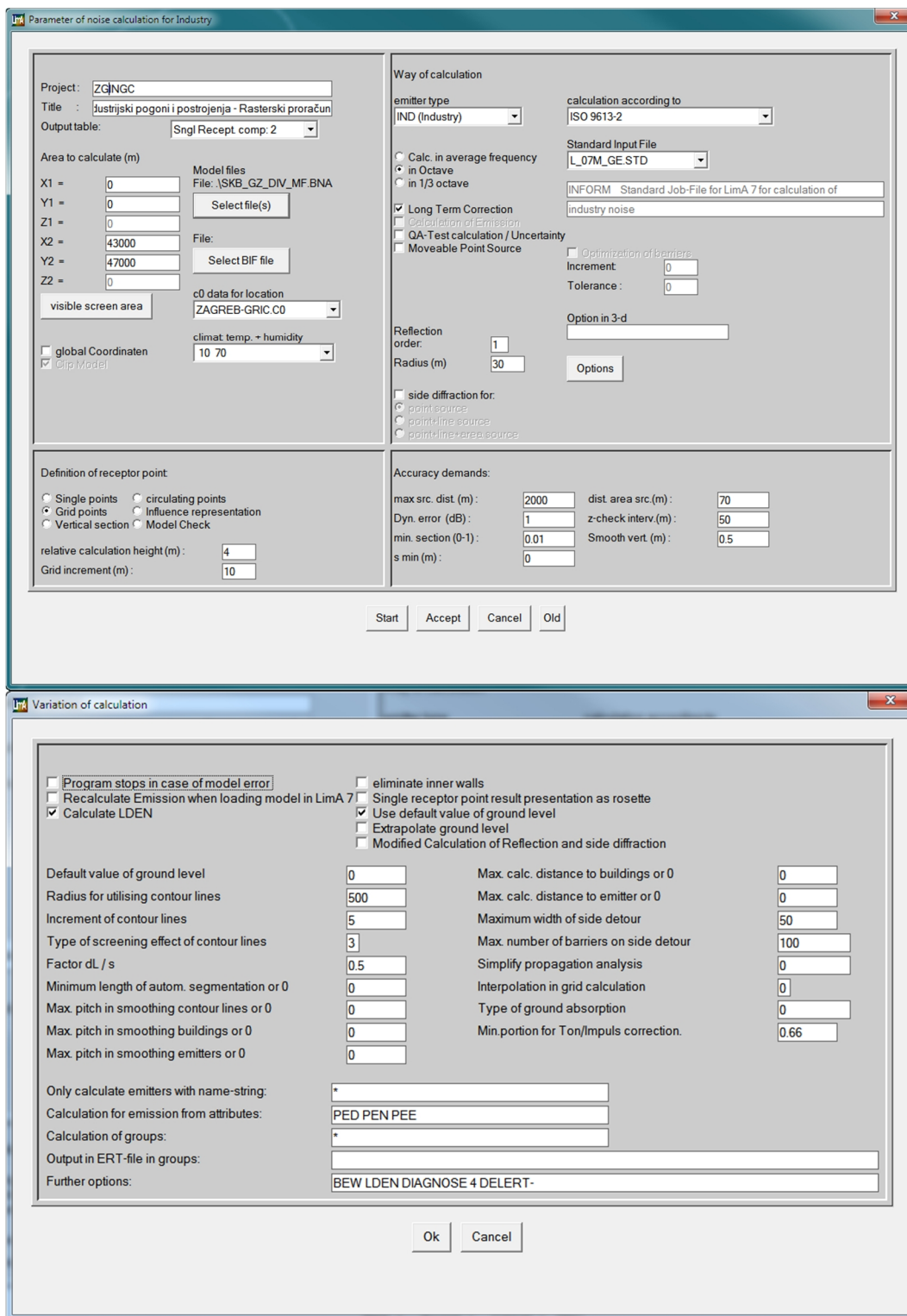
Za određivanje izloženosti stanovništva proveden je fasadni proračun prema postavkama koje prikazuje Slika 29.



Slika 29. Postavke fasadnog proračuna razina buke željezničkog prometa

## 10.4. Postavke proračuna razina buke industrijskih pogona i postrojenja

Za određivanje krivulja i razreda jednakih razina buke proveden je rasterski proračun razina buke prema postavkama koje prikazuje Slika 30.



The image shows two windows from a software application. The top window is titled "Parameter of noise calculation for Industry" and contains several sections for configuring the calculation. The bottom window is titled "Variation of calculation" and contains various checkboxes and input fields for additional settings.

**Parameter of noise calculation for Industry**

Project: ZGNGC  
Title: Industrijski pogoni i postrojenja - Rasterski proračun  
Output table: Sngl Recept comp: 2

Area to calculate (m)  
X1 = 0  
Y1 = 0  
Z1 = 0  
X2 = 43000  
Y2 = 47000  
Z2 = 0

Model files  
File: \SKB\_GZ\_DIV\_MF.BNA  
Select file(s)

File:  
Select BIF file

c0 data for location  
ZAGREB-GRIC.C0

climat temp. + humidity  
10 70

visible screen area

global Coordenaten  
 Dip Model

Way of calculation  
emitter type: IND (Industry)  
calculation according to: ISO 9613-2  
Standard Input File: L\_07M\_GE.STD

Calc. in average frequency  
 in Octave  
 in 1/3 octave

Long Term Correction  
 Calculation of Emission  
 QA-Test calculation / Uncertainty  
 Moveable Point Source

Optimization of barriers  
Increment: 0  
Tolerance: 0

Option in 3-d

Reflection order: 1  
Radius (m): 30  
Options

side diffraction for:  
 point source  
 point-line source  
 point-line+area source

Definition of receptor point  
 Single points  
 Grid points  
 Vertical section  
 circulating points  
 Influence representation  
 Model Check

relative calculation height (m): 4  
Grid increment (m): 10

Accuracy demands:  
max src. dist (m): 2000  
Dyn. error (dB): 1  
min. section (0-1): 0.01  
s min (m): 0  
dist. area src (m): 70  
z-check interv.(m): 50  
Smooth vert. (m): 0.5

Start Accept Cancel Old

**Variation of calculation**

Program stops in case of model error  
 Recalculate Emission when loading model in LimA 7  
 Calculate LDEN  
 eliminate inner walls  
 Single receptor point result presentation as rosette  
 Use default value of ground level  
 Extrapolate ground level  
 Modified Calculation of Reflection and side diffraction

Default value of ground level: 0  
Radius for utilising contour lines: 500  
Increment of contour lines: 5  
Type of screening effect of contour lines: 3  
Factor dL / s: 0.5  
Minimum length of autom. segmentation or 0: 0  
Max. pitch in smoothing contour lines or 0: 0  
Max. pitch in smoothing buildings or 0: 0  
Max. pitch in smoothing emitters or 0: 0

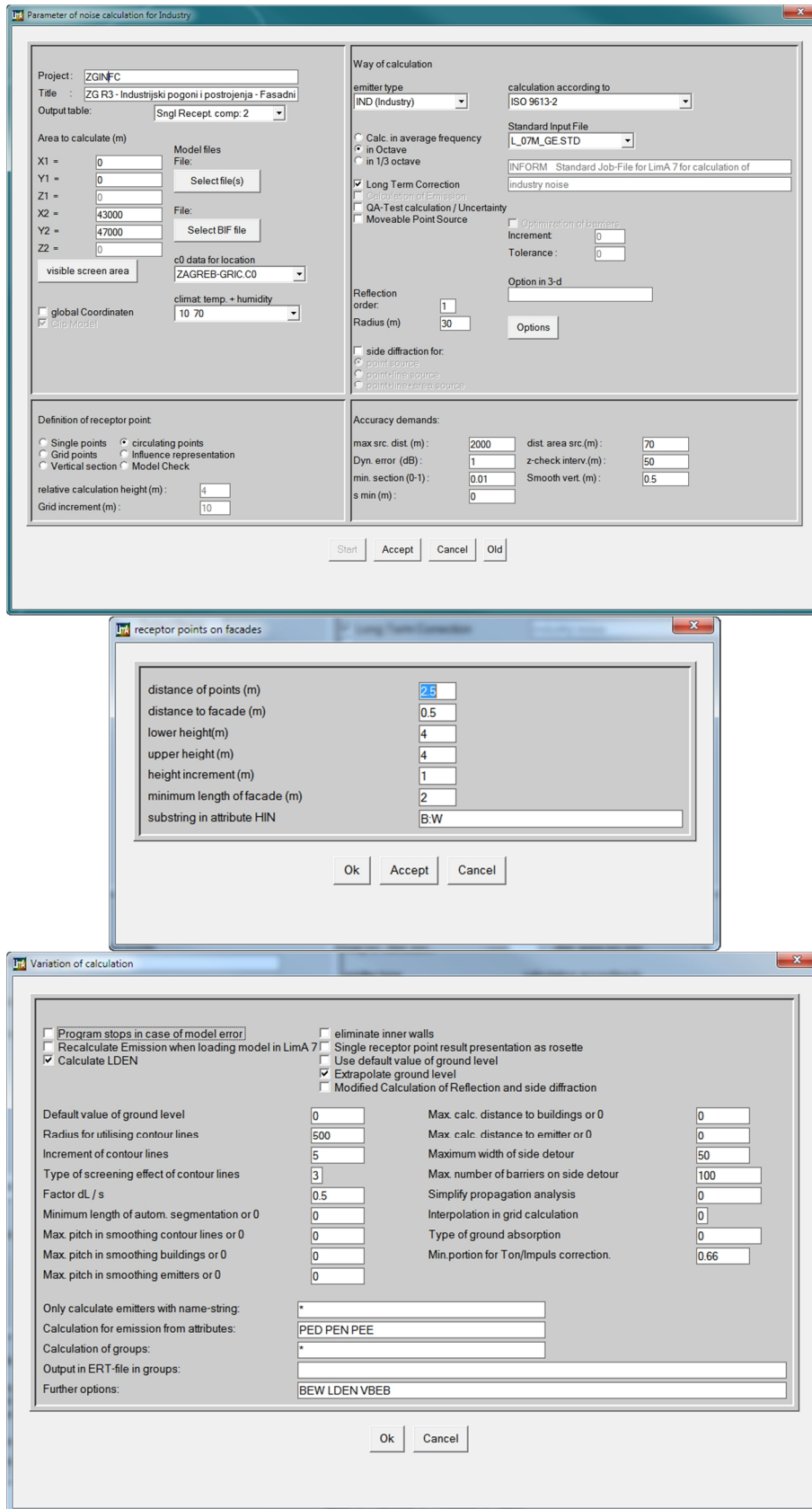
Max. calc. distance to buildings or 0: 0  
Max. calc. distance to emitter or 0: 0  
Maximum width of side detour: 50  
Max. number of barriers on side detour: 100  
Simplify propagation analysis: 0  
Interpolation in grid calculation: 0  
Type of ground absorption: 0  
Min. portion for Ton/Impuls correction: 0.66

Only calculate emitters with name-string: \*  
Calculation for emission from attributes: PED PEN PEE  
Calculation of groups: \*  
Output in ERT-file in groups:  
Further options: BEW LDEN DIAGNOSE 4 DELERT-

Ok Cancel

Slika 30. Postavke rasterskog proračuna razina buke industrijskih pogona i postrojenja

Za određivanje izloženosti stanovništva proveden je fasadni proračun prema postavkama koje prikazuje Slika 31.



Slika 31. Postavke fasadnog proračuna razina buke industrijskih pogona i postrojenja

## 11. ANALIZA IZLOŽENOSTI STANOVNIŠTVA I STAMBENIH JEDINICA

Metodologija provedbe analize izloženosti stanovništva izrađene strateške karte buke izravno slijedi iz Direktive 2002/49, kao i preporuka najbolje stručne prakse koju je predložila WG AEN 2003.g. Polazeći od znanstveno dokazane činjenice da prekomjerne razine buke uzrokuju određene štetne učinke na zdravlje, u stručnoj praksi izrade karata buke koriste se slijedeći postupci:

- **Postupak analize izloženosti stanovništva određenim razinama buke.** U okviru ovog postupka predočava se razdioba izloženosti stanovništva prema razinama buke kojima su izloženi tijekom noći kao i tijekom neprekidnog trajanja od 24 sata.
- **Postupak analize izloženosti stambenih jedinica određenim razinama buke.** U okviru ovog postupka predočava se razdioba izloženosti stambenih jedinica za stalno stanovanje prema razinama buke kojima su izloženi tijekom noći kao i tijekom neprekidnog trajanja od 24 sata.

U skladu s ciljevima projekta, za provedbu analize izloženosti stanovništva korišten je programski paket Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S Predictor-LimA Software Suite Type 7810, v12.00, listopad 2017.g koji u potpunosti zadovoljava postavljene zahtjeve, te uključuje i algoritam za provedbu analizu izloženosti u skladu sa odredbama Direktive.



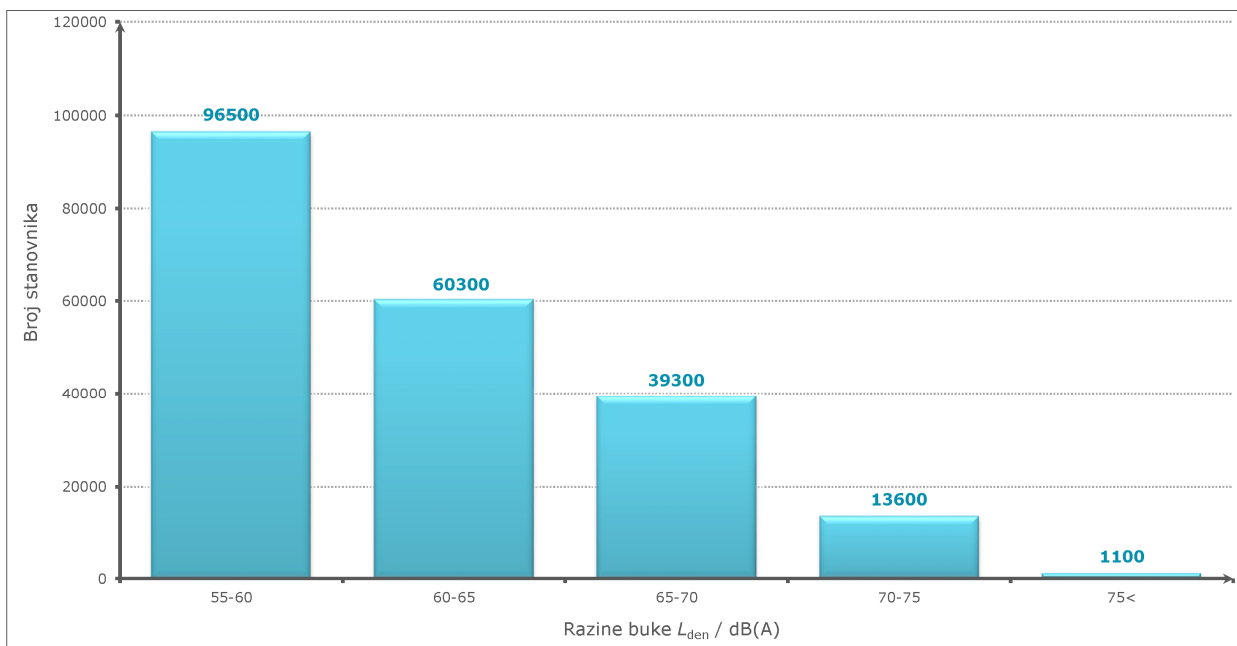
## 11.1. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica cestovnom prometu

Za područje izrade strateške karte buke, provedena je analiza razina buke cestovnog prometa po svim pročeljima stambenih objekata, čime je dobiveno niz parametara koji služe za ocjenu izloženosti stanovništva.

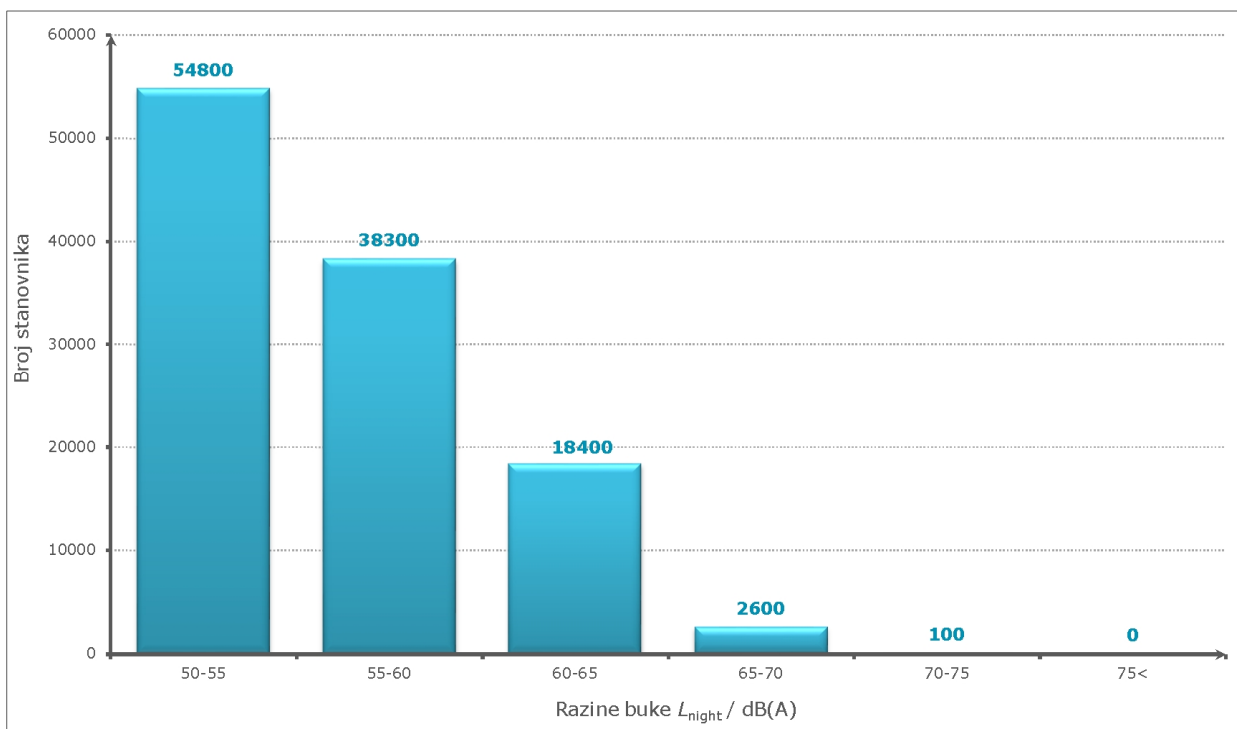
Preglednu analizu izloženosti stanovništva razinama buke cestovnog prometa prema razredima razina indikatora  $L_{den}$  odnosno indikatora  $L_{night}$  tabelarno prikazuje Tablica 46 odnosno grafički (Slika 32 i Slika 33).

Tablica 46. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke cestovnog prometa, indikator buke  $L_{den}$  i indikator buke  $L_{night}$

Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{den}$		
Razred indikatora buke $L_{den}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{den}$	Procijenjeni broj stanova
55-59	96500	45600
60-64	60300	29100
65-69	39300	20000
70-74	13600	7200
> 75	1100	600
Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{night}$		
Razred indikatora buke $L_{night}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{night}$	Procijenjeni broj stanova
50-54	54800	26900
55-59	38300	19300
60-64	18400	9700
65-69	2600	1400
> 70	100	0



Slika 32. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke  $L_{den}$



Slika 33. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke  $L_{night}$

### 11.1.1. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica razinama buke cestovnog prometa – glavna cesta

Sukladno odredbama Direktive 2002/49 i Preporuke Europske komisije 2003/613/EC u procesu izrade strateških karata buke uveden je pojam „glavne ceste“. Navedeni pojam označava prometnicu/prometni koridor koja po intenzitetu prometa premašuje 3 miliona prolaza vozila godišnje. Navedeni podatak je bitan jer se u okviru izrade strateških karta buke cestovnog prometa gradova mora naznačiti utjecaj udio utjecaja „glavne ceste“ na ukupne razine buke cestovnog prometa kao i sa njima povezani podacima o izloženosti.

Preglednu analizu izloženosti stanovništva razinama buke cestovnog prometa „glavne ceste“ prema razredima razina indikatora  $L_{den}$  odnosno indikatora  $L_{night}$  tabelarno prikazuje Tablica 47.

Tablica 47. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke cestovnog prometa – glavna cesta, indikator buke  $L_{den}$  i indikator buke  $L_{night}$

Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{den}$		
Razred indikatora buke $L_{den}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{den}$	Procijenjeni broj stanova
55-59	83800	40000
60-64	49400	24100
65-69	33100	16900
70-74	13100	7000
> 75	1100	600
Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{night}$		
Razred indikatora buke $L_{night}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{night}$	Procijenjeni broj stanova
50-54	44300	22000
55-59	31800	16100
60-64	17700	9300
65-69	2500	1400
> 70	100	0

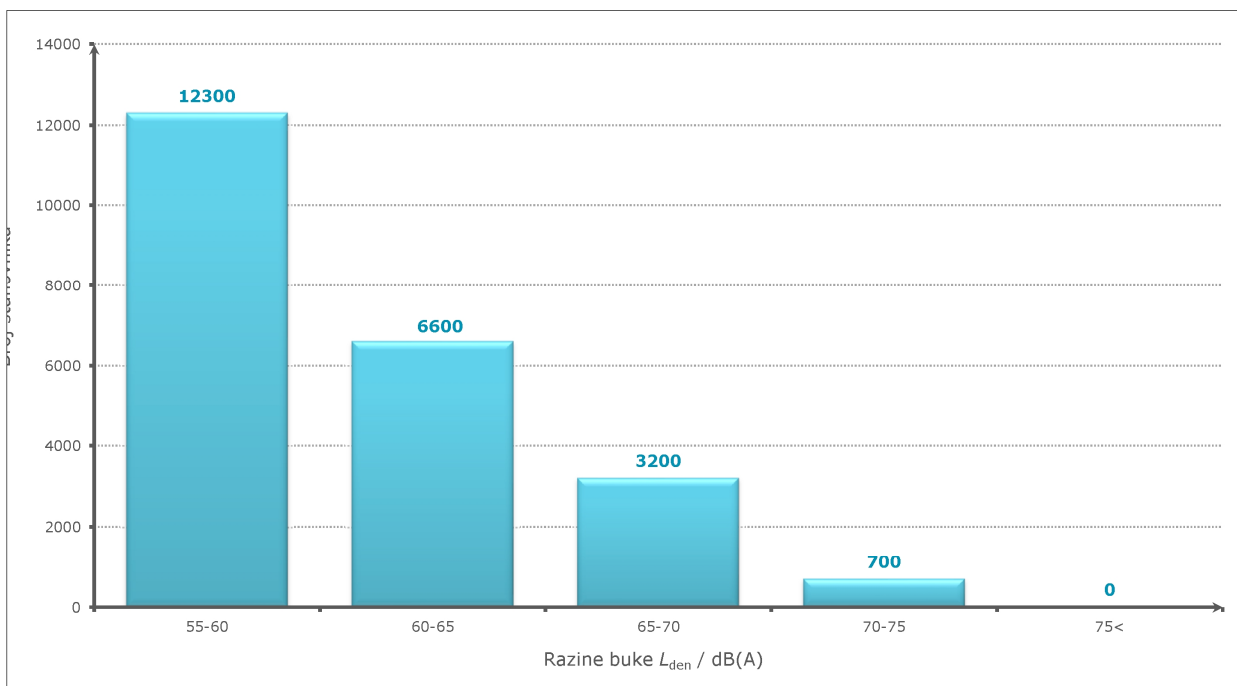
## 11.2. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica željezničkom prometu

Za područje izrade strateške karte buke, provedena je analiza razina buke željezničkog prometa po svim pročeljima stambenih objekata, čime je dobiven niz parametara koji služe za ocjenu izloženosti stanovništva.

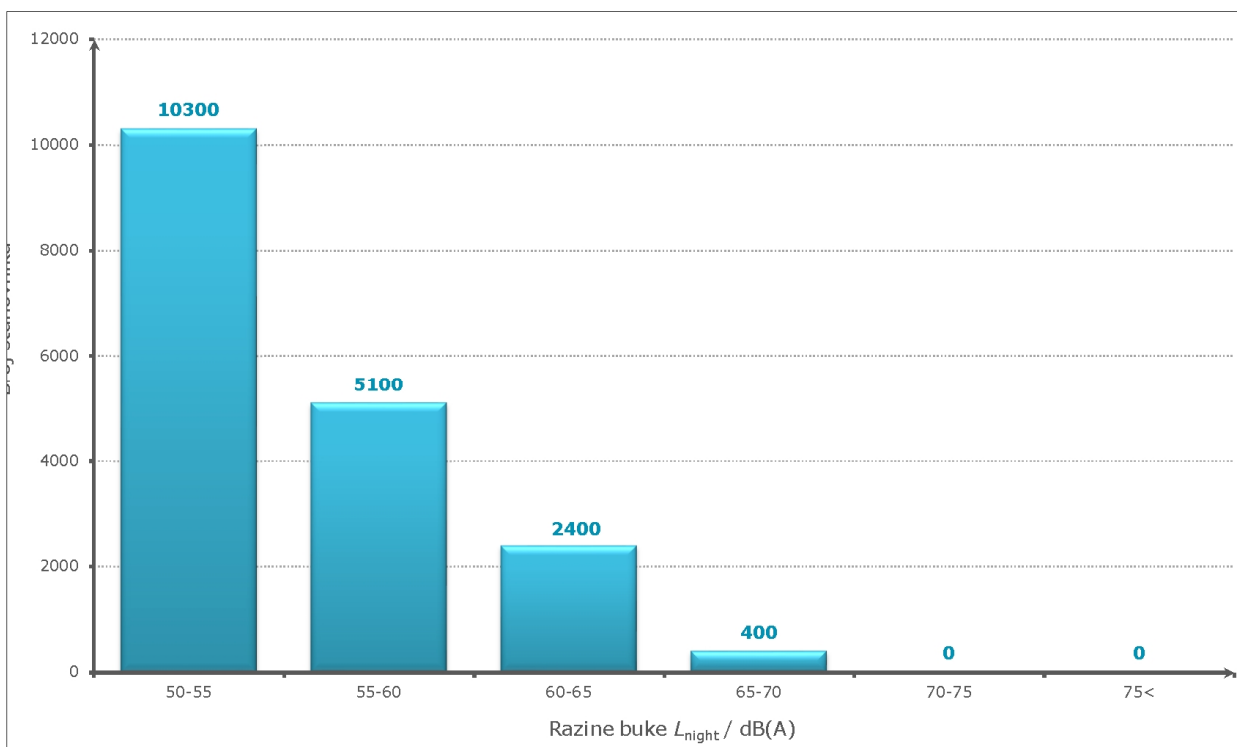
Pregledna analiza izloženosti stanovništva razinama buke željezničkog prometa predočena je prema razredima razina indikatora  $L_{den}$  i  $L_{night}$  tabelarno u Tablica 46 odnosno grafički prema razredima razina indikatora  $L_{den}$  (Slika 34) i indikatora  $L_{night}$  (Slika 35).

Tablica 48. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke željezničkog prometa, indikator buke  $L_{den}$  i indikator buke  $L_{night}$

Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{den}$		
Razred indikatora buke $L_{den}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{den}$	Procijenjeni broj stanova
55-59	12300	6100
60-64	6600	3400
65-69	3200	1700
70-74	700	400
> 75	0	0
Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{night}$		
Razred indikatora buke $L_{night}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{night}$	Procijenjeni broj stanova
50-54	10300	5200
55-59	5100	2600
60-64	2400	1200
65-69	400	200
> 70	0	0



Slika 34. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama buke željezničkog prometa - indikator  $L_{den}$



Slika 35. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama buke željezničkog prometa - indikator  $L_{night}$

### 11.2.1. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica razinama buke željezničkog prometa – glavna pruga

Sukladno odredbama Direktive 2002/49 i Preporuke Europske komisije 2003/613/EC u procesu izrade strateških karata buke uveden je pojam „glavne pruge“. Navedeni pojam označava prugu/pružni koridor koja po intenzitetu prometa premašuje 30 000 prolazaka vlakova godišnje. Navedeni podatak je bitan jer se u okviru izrade strateških karta buke željezničkog prometa gradova mora naznačiti utjecaj udio utjecaja „glavne pruge“ na ukupne razine buke željezničkog prometa kao i sa njima povezanim podacima o izloženosti.

Preglednu analizu izloženosti stanovništva razinama buke željezničkog prometa – „glavne pruge“ prema razredima razina indikatora  $L_{den}$  i indikatora  $L_{night}$  tabelarno prikazuje Tablica 49.

Tablica 49. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke željezničkog prometa – glavna pruga, indikator buke  $L_{den}$  i indikator buke  $L_{night}$

Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{den}$		
Razred indikatora buke $L_{den}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{den}$	Procijenjeni broj stanova
55-59	11000	5600
60-64	5800	3000
65-69	3000	1600
70-74	700	400
> 75	0	0
Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{night}$		
Razred indikatora buke $L_{night}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{night}$	Procijenjeni broj stanova
50-54	9300	4700
55-59	4600	2400
60-64	2200	1200
65-69	400	200
> 70	0	0

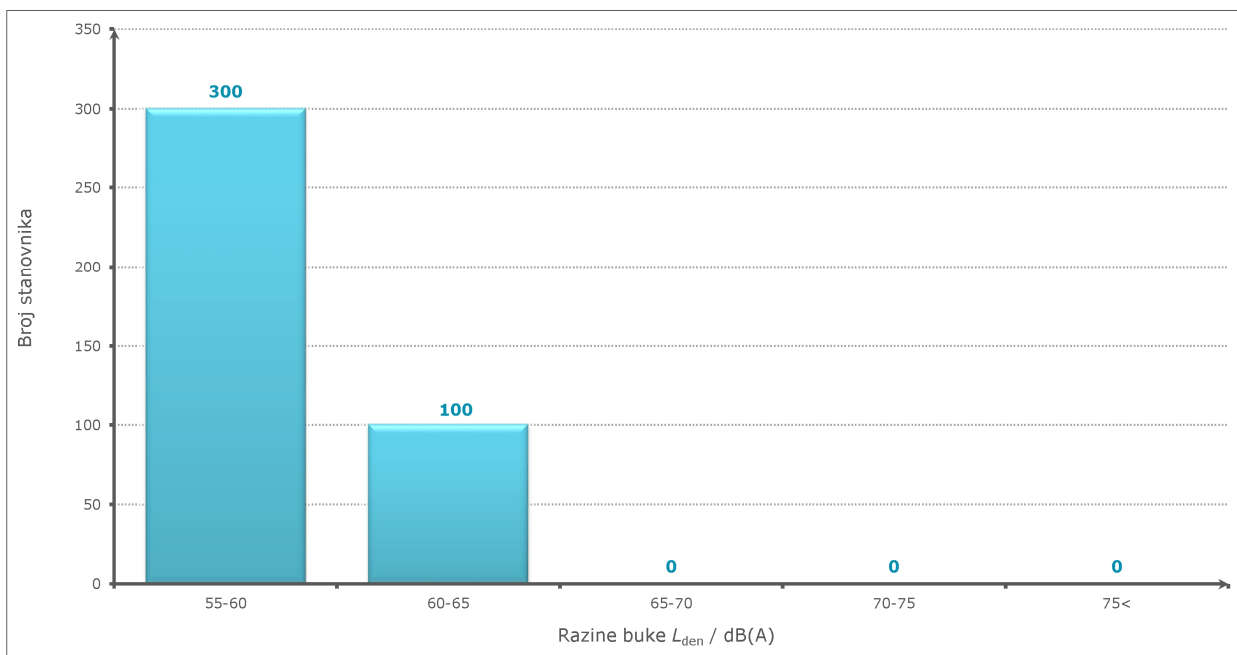
### 11.3. Rezultati analize izloženosti stanovništva i stambenih jedinica industrijskim pogonima i postrojenjima

Za područje izrade strateške karte buke, provedena je analiza razina buke industrijskih pogona i postrojenja po svim pročeljima stambenih objekata, čime je dobiven niz parametara koji služe za ocjenu izloženosti stanovništva.

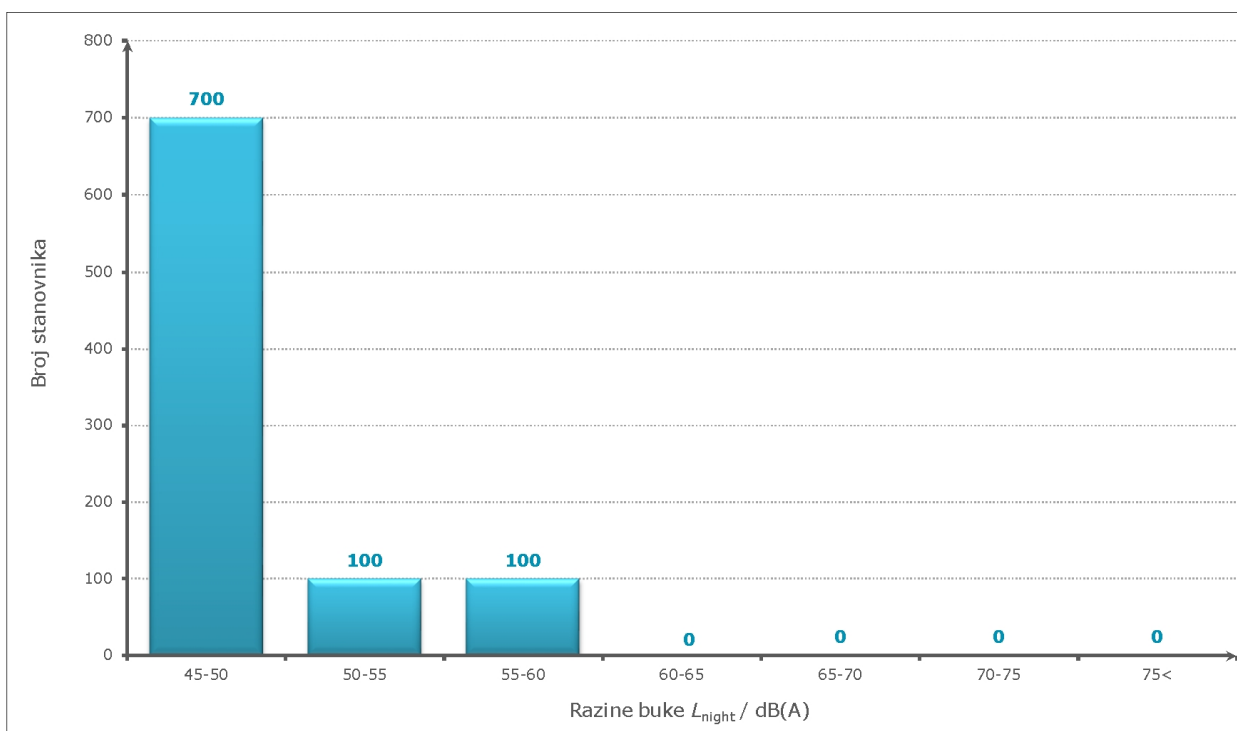
Preglednu analiza izloženosti stanovništva razinama buke industrijskih pogona i postrojenja predočenu prema razredima razina indikatora  $L_{den}$  odnosno indikatora  $L_{night}$  tabelarno prikazuje Tablica 50 odnosno grafički prema razredima razina indikatora  $L_{den}$  (Slika 36) te razinama indikatora  $L_{night}$  (Slika 37).

Tablica 50. Analiza izloženosti stanovništva Grada Zagreba razinama buke cestovnog prometa, indikator buke  $L_{den}$  i indikator buke  $L_{night}$

Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{den}$		
Razred indikatora buke $L_{den}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{den}$	Procijenjeni broj stanova
55-59	300	200
60-64	100	0
65-69	0	0
70-74	0	0
> 75	0	0
Analiza izloženosti stanovništva i stanova - $L_{night}$		
Razred indikatora buke $L_{night}$ / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora $L_{night}$	Procijenjeni broj stanova
50-54	100	100
55-59	100	0
60-64	0	0
65-69	0	0
> 70	0	0



Slika 36. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke  $L_{den}$



Slika 37. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke  $L_{night}$



## 12. KONFLIKTNA KARTA BUKE

S ciljem izrade konfliktne karte buke korištene su najviše dopuštene razine iz Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u prostorima u kojima ljudi rade i borave (Narodne novine broj 145/04) u odnosu na uvjete korištenja i namjene prostora iz prostorno planske dokumentacije Grada Zagreba:

- Generalni urbanistički plan grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba 12/16-pročišćeni tekst)<sup>9</sup>,
- Generalni urbanistički plan Sesveta (Službeni glasnik Grada Zagreba 22/15-pročišćeni tekst)<sup>10</sup>
- Prostorni plan Grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba br. 3/18-pročišćeni tekst).

Dopuštene razine buke u otvorenom prostoru prema namjeni prostora određene su čl. 5 prije navedenog Pravilnika:

Tablica 51. Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije u otvorenom prostoru

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije $L_{RAeq}$ u dB(A)	
		za dan ( $L_{day}$ ) i večer ( $L_{evening}$ )	za noć ( $L_{night}$ )
1.	Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
2.	Zona namijenjena samo stanovanju i boravku	55	40
3.	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	45
4.	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	65	50
5.	Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	Na granici građevne čestice unutar zone buka ne smije prelaziti 80 dB(A) Na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči	

Zone buke određene su na temelju opisa namjene prostora iz prostorno planske dokumentacije i dopuštenih razine buke. Za potrebe izrade konfliktne karte buke, kao i za kasniju razradu akcijskog plana za 3.krug izvještavanja, zone prostora su dodatno kategorizirane u:

- zone stanovanja i boravka, u kojima je pretpostavljeno da stanovništvo boravi duže vrijeme tijekom razdoblja dana, večeri odnosno noći, i

<sup>9</sup> <https://www.zagreb.hr/odluka-o-donosanju-generalnoga-urbanistickog-plana/89158>

<sup>10</sup> <https://www.zagreb.hr/izmjene-i-dopune-generalnog-urbanistickog-plana-se/89146>

- zone kandidata za tiha područja kao moguća područja gdje će se zavisno od rezultata sumarne karte buke moći odrediti tiha područja unutar naseljenog područja Grada Zagreba.

Tablica 52. Dopuštene razine buke u odnosu na korištenje i namjenu prostora

RB	Šifra namjene prostora	Opis namjene	Zona buke	$L_{Rday} /$ $L_{Revening} /$ $dB(A)$	$L_{Rnight} /$ $dB(A)$	Zona stanovanja i boravka	Kandidat za tiha područja
1	AH	Akumulacija	1	50	40	NE	DA
2	AK	Autobusni kolodvor	4	65	50	NE	NE
3	D1	Upravna i pravosudna namjena - javna i društvena namjena	2	55	40	DA	DA
4	D2	Socijalna namjena - javna i društvena namjena	2	55	40	DA	DA
5	D3	Zdravstvena namjena - javna i društvena namjena	2	55	40	DA	DA
6	D4	Predškolske ustanove - javna i društvena namjena	2	55	40	DA	DA
7	D5	Osnovne škole - javna i društvena namjena	2	55	40	DA	DA
8	D6	Srednje škole - javna i društvena namjena	2	55	40	DA	DA
9	D7	Visoko učilište i znanost - javna i društvena namjena	2	55	40	DA	DA
10	D8	Kulturna - javna i društvena namjena	2	55	40	DA	DA
11	D9	Vjerska namjena	2	55	40	DA	DA
12	GR	Groblje	1	50	40	NE	DA
13	I1	Proizvodna pretežito industrijska namjena	5	80	80	NE	NE
14	I2	Pretežito zanatska namjena	5	80	80	NE	NE
15	I3	Posebna proizvodna namjena	5	80	80	NE	NE
16	I4	Proizvodna namjena - tehnološka poslovna namjena	5	80	80	NE	NE
17	IS	Površine infrastrukturnih sustava državnog i županijskog značaja uključivo željezničke pruge	4	65	50	NE	NE
18	K1	Poslovna pretežito uslužna namjena	4	65	50	NE	NE
19	K2	Poslovna pretežito trgovačka namjena	4	65	50	NE	NE
20	K3	Poslovna komunalna servisna namjena	4	65	50	NE	NE
21	M1	Mješovita namjena - pretežito stambena	3	55	45	DA	DA
22	M2	Mješovita namjena - pretežito poslovna	4	65	50	DA	DA
23	P2	Poljoprivredno vrijedno obradivo tlo	4	65	50	NE	NE
24	PA	Područja posebnih uvjeta korištenja - spomenik parkovne arhitekture	1	50	40	NE	DA
25	PJ	Pješačke zone gradskog značaja	4	65	50	NE	DA
26	PS	Ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište	4	65	50	NE	NE
27	PŠ	Park šuma	1	50	40	NE	DA

RB	Šifra namjene prostora	Opis namjene	Zona buke	$L_{Rday} /$ dB(A) $L_{Revening} /$ dB(A)	$L_{Rnight} /$ dB(A)	Zona stanovanja i boravka	Kandidat za tiha područja
28	PT	Putnički terminal	4	65	50	NE	NE
29	R1	Sportsko rekreacijska namjena - sport	4	65	50	NE	DA
30	R2	Sportsko rekreacijska namjena - rekreacija	4	65	50	NE	DA
31	R3	Sportsko rekreacijska namjena - kupališta	4	65	50	NE	DA
32	S	Stambena namjena	2	55	40	DA	DA
33	Š1	Gospodarska šuma - na području lovišta	1	50	40	NE	DA
34	Š2	Zaštitna šuma - na području lovišta	1	50	40	NE	DA
35	T1	Ugostiteljsko - turistička namjena	4	65	50	NE	NE
36	VR	Vodotok / Retencija	1	50	40	NE	DA
37	Z	Zaštitne zelene površine	1	50	40	NE	DA
38	Z1	Javni park	1	50	40	NE	DA
39	Z2	Igrališta	1	50	40	NE	DA
40	Z3	Odmorište - vrt	1	50	40	NE	DA
41	ŽK	Željeznički putnički kolodvor	4	65	50	NE	NE

## 13. OPIS REZULTATA U GRAFIČKOM OBLIKU

### 13.1. Opis rezultata strateške karte buke

Temeljem zahtjeva Zakona, za svaki od promatranih izvora buke uključujući utjecaj „glavne ceste“ odnosno „glavne pruge“ izrađeni su grafički prikazi:

- indikatora buke  $L_{day}$  koji opisuje stanje buke promatranog izvora tijekom razdoblja dana (07.00-19.00),
- indikatora buke  $L_{evening}$  koji opisuje stanje buke promatranog izvora tijekom razdoblja večeri (19.00-23.00),
- indikatora buke  $L_{night}$  koji opisuje stanje buke promatranog izvora tijekom razdoblja noći (23.00-07.00),
- indikatora buke  $L_{den}$  koji opisuje cjelodnevno stanje buke promatranog izvora uvažavajući prilagođenja radi ocjenskog razdoblja.

Na svakom grafičkom prikazu indikatora buke predstavljeni su razredi jednakih razina buke. Između susjednih razreda jednakih razina buke, određenim bojama (Slika 38) označeni su pojasevi širine 5 dB(A) počevši od 50 dB(A) do razina iznad 80 dB(A). Sukladno odredbama Zakona, razredi jednakih razina buke indikatora buke  $L_{den}$  prikazuju se počevši od 55 dB(A) do razina iznad 80 dB(A).



Slika 38. Grafičko predstavljanje pojasa buke širine 5 dB(A)

Grafički prikazi indikatora buke  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$  i  $L_{den}$  prikazani su u mjerilu M 1:25000.

### 13.2. Opis rezultata konfliktne karte buke

Temeljem zahtjeva Zakona, za svaki od promatranih izvora buke izrađeni su grafički prikazi:

- grafički prikaz razlike razina indikatora buke  $L_{day}$  (konfliktna karta buke) tijekom razdoblja dana u smislu Zakona o zaštiti od buke (NN 41/16; 153/13;55/13 i 30/09)
- grafički prikaz razlike razina indikatora buke  $L_{night}$  (konfliktna karta buke) tijekom razdoblja noći u smislu Zakona o zaštiti od buke (NN 41/16; 153/13;55/13 i 30/09)

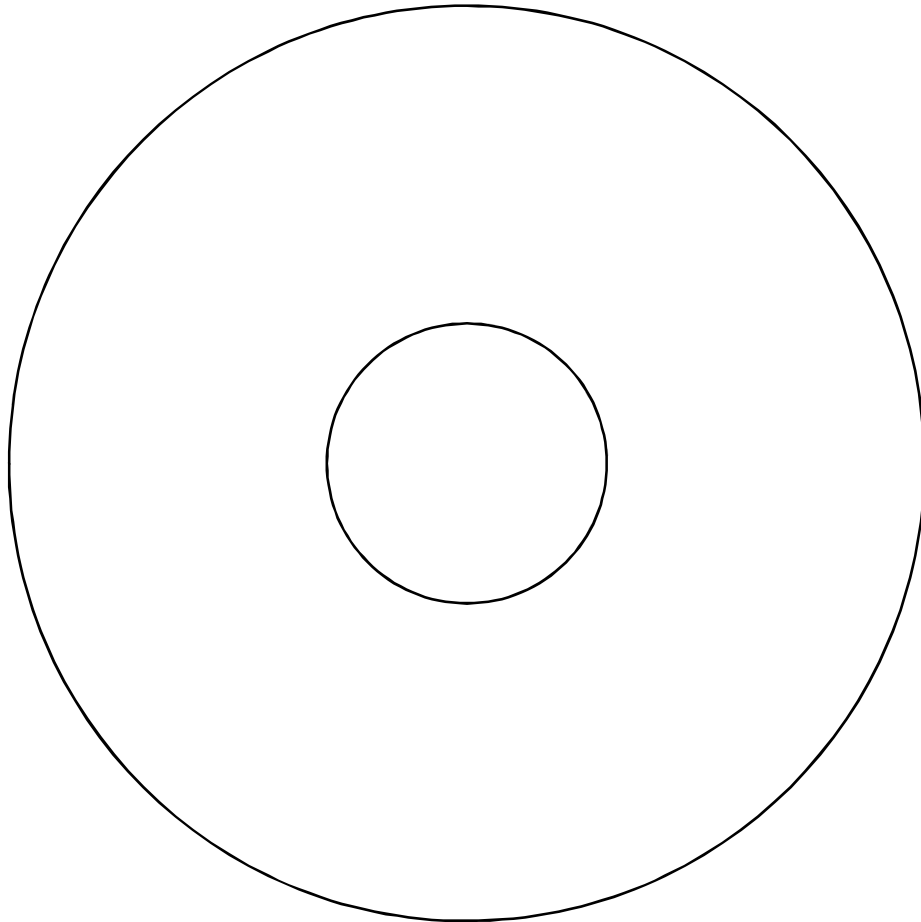
Na grafičkom prikazu konfliktne karte buke predstavljeni su razredi razlike razina buke. Između susjednih razreda jednakih razina buke, određenim bojama označeni su pojasevi širine 3 dB(A) počevši od 0 dB(A) do razlike razina iznad 18 dB(A); (Slika 39).



Slika 39. Grafičko predstavljanje pojasa razlike razina buke širine 3 dB(A)

Grafički prikazi razlike razina indikatora buke  $L_{day}$  i  $L_{night}$  prikazani su u mjerilu M 1:25000.

## 14. ELEKTRONIČKI DIO ELABORATA



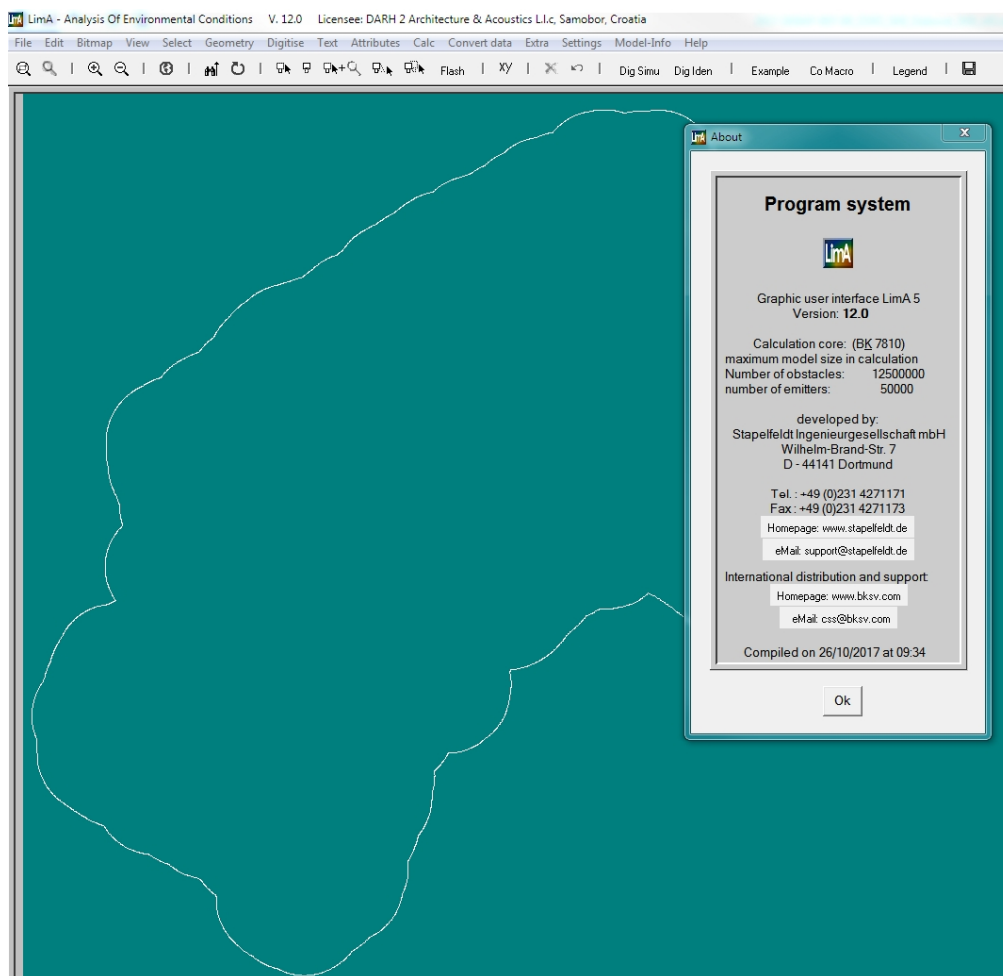
## 15. PRILOZI

### 15.1. Rječnik akustičkih i tehničkih termina

Termin	Definicija
Atribut podatka	Veličina koja opisuje zemljopisnu značajku, npr. tijek prometa, visina objekta ili sl.
Atribucija podataka	Povezivanje atribucijskih podataka s prostornim zemljopisnim Podatcima
Podatak	Podatak sadrži informaciju potrebnu za generaciju određenog rezultata
dB; dB(A)	Decibel odnosno A-vrednovani decibel
DMR	Digitalni model reljefa
DVD	Digital Versatile Disk
END	Environmental Noise Directive (2002/49/EC)
GIS	Geographic Information System
ISO	International Standards Organisation
Metadata	Izvedeni podatak koji se koristi u izradi karte
PGDP	Prosječni godišnji dnevni promet
QA	„Quality assurance“ procedure – postupci osiguravanja kvalitete
Razredi buke	Područja obuhvaćena krivuljama jednakih razina buke u dB(A): $L_{den}$ 55 – 59, 60 – 64, 65 – 69, 70 – 74, >75 $L_{day}$ 50 – 54, 55 – 59, 60 – 64, 65 – 69, 70 – 74, >75 $L_{evening}$ 50 – 54, 55 – 59, 60 – 64, 65 – 69, 70 – 74, >75 $L_{night}$ 50 – 54, 55 – 59, 60 – 64, 65 – 69, 70 – 74, >75
Razine buke	Razine buke u slobodnom zvučnom polju indikatora $L_{den}$ , $L_{day}$ , $L_{evening}$ i $L_{night}$ na visini od 4 m iznad površine zemlje.
$L_{day}$	$L_{day} = L_{Aeq,T=14h}$ tijekom vremena 07:00 – 19:00
$L_{evening}$	$L_{evening} = L_{Aeq,T=2h}$ tijekom vremena 19:00 – 23:00
$L_{night}$	$L_{night} = L_{Aeq,T=8h}$ tijekom vremena 23:00 – 07:00
$L_{den}$	Indikator buke koji se proračunava iz vrijednosti $L_{day}$ , $L_{evening}$ i $L_{night}$ : $L_{den} = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{24} \cdot \left( 12 \cdot 10^{0,1 \cdot L_{day}} + 4 \cdot 10^{0,1 \cdot (L_{evening} + 5)} + 8 \cdot 10^{0,1 \cdot (L_{night} + 10)} \right) \right]$
NN	Narodne novine
WG-AEN	Ekspertna radna grupa Evropske komisije "Assessment of exposure to noise"
2003/613/EC	Preporuka 2003/613/EC od 2003-08-05 za revidirane privremene računalne metode za proračun buke, industrijskih postrojenja, zračni, cestovni i pružni promet i njima povezanim Podatcima o emisiji buke

## 15.2. Opis korištenog programskog paketa za izradu strateške karte buke

U projektu izrade strateške karte buke, korišten je programski paket „*LimA™ Analysis of Sound Propagation v.12.00*“ razvijen od strane Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH, Wilhelm-Brand-Strasse 7, 44141 Dortmund, Njemačka, E-mail: [info@stapelfeldt.de](mailto:info@stapelfeldt.de).



Ovaj programski paket je prvi specijalizirani paket namijenjen za izradu strateških karata buke, kako manjih projektnih područja, tako i cjelovitih država. Ovaj programski paket nudi ekstenzivnu mogućnost upravljanja s različitim formatom ulaznih podataka, popraćen s nizom programskih alata koji omogućavaju razne tehnike akustičkog modeliranja, s podrškom za sve međunarodne i nacionalne računalne metode proračuna. Sa preko 200 standardiziranih komandi i alata, *LimA™* omogućava izradu akustičkih projekata u skladu s zahtjevima i znanjem krajnjeg korisnika. Akustički modeli unutar *LimA™*-e se izrađuju tehnikom izrade zasebnih slojeva, koji se na kraju prilikom proračuna spajaju u jedinstveni model. Izvori buke mogu biti definirani kao cestovne osi, pruge, industrijski pogoni i postrojenja, zračni promet, područja za sport i razonodu za što postoje posebne tehnike modeliranja i proračuna. Izvori buke mogu biti modelirani kao točkasti, linijski, površinski ili vertikalno površinski izvori na pročeljima objekata. Svaki od ovih izvora se može modelirati u niz varijanti, uključujući korekciju radi impulsnosti i vremenske korekcije. Izravna sučelja s ostalim programskim paketima iz područja CAD/GIS-a omogućava izmjenu podataka kroz GIS sučelje i/ili relacijske baze.



Oznaka / 2017-SKBAP-007/09

Str./ 1

Ident no:

Stranica/ 126

Naslov

Izrada dokumenata za ocjenu i upravljanje bukom okoliša  
Strateška karta buke Grada Zagreba za 3.krug izvještavanja

Title:

Umnožavanje dozvoljeno samo u cijelosti i s odobrenjem DARH 2 d.o.o. / *Copying allowed only in whole and with permission of DARH 2 LLC.*

---

## **16. GRAFIČKI DIO STRATEŠKE KARTE BUKE**



## 16.1. Cestovni promet

### **16.1.1. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$**

## 16.1.2. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$

### **16.1.3. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$**

#### **16.1.4. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{den}$**

### **16.1.5. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$ - „glavna cesta“**

### **16.1.6. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$ - „glavna cesta“**

### **16.1.7. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$ - „glavna cesta“**



### **16.1.8. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{den}$ - „glavna cesta“**

## 16.2. Željeznički promet

### **16.2.1. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$**

## 16.2.2. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$

### **16.2.3. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$**

#### **16.2.4. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{den}$**

### **16.2.5. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$ - „glavna pruga“**

## **16.2.6. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$ - „glavna pruga“**



## **16.2.7. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$ - „glavna pruga“**

## **16.2.8. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{den}$ - „glavna pruga“**

### **16.3. Industrijski pogoni i postrojenja**

### **16.3.1. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$**

### **16.3.2. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{evening}$**

### **16.3.3. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$**

#### **16.3.4. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{den}$**

## 16.4. Konfliktna karte buke



### **16.4.1. Cestovni promet - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$**

## **16.4.2. Cestovni promet - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$**

### **16.4.3. Željeznički promet - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$**

#### **16.4.4. Željeznički promet - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$**

#### **16.4.5. Industrijski pogoni i postrojenja - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{day}$**

#### **16.4.6. Industrijski pogoni i postrojenja - Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{night}$**